



REVISTA TÉCNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- SCOPUS
- Compendex
- Chemical Abstracts
- Metal Abstracts
- World Aluminium Abstracts
- Mathematical Reviews
- Petroleum Abstracts
- Current Mathematical Publications
- MathSci
- Revenct
- Materials Information
- Periódica
- Actualidad Iberoamericana

UNIVERSIDAD DEL ZULIA



REVISTA TÉCNICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Hacia los 130 años de creación de la Universidad del Zulia

"Buscar la verdad y afianzar los valores trascendentales", misión de las universidades en su artículo primero, inspirado en los principios humanísticos. Ley de Universidades 8 de septiembre de 1970.

Functional beverage based on pitahaya (*Hylocereus undatus*) and extracts of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and basil (*Ocimum tenuiflorum*)

Julio Daniel Castro Carranza^{1*} , Luiggii Ricardo Vera Rodríguez¹ , Carlos Alfredo Cedeño Palacios² , Alex Alberto Dueñas Rivadeneira³ 

¹Maestría en Ingeniería Química, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Avenida Urbina, Portoviejo, C.P 130104, Ecuador.

²Departamento de Procesos Químicos. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida Urbina, Portoviejo, C.P130104, Ecuador.

³Departamento de Procesos Agroindustriales. Facultad de Ciencias Zootécnicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida Urbina, Chone, C.P130104, Ecuador.

*Autor de correspondencia: ing.quimico.daniel@hotmail.com

<https://doi.org/10.22209/rt.ve2020n2a13>

Recepción: 29/05/2020 | Aceptación: 21/07/2020 | Publicación: 31/07/2020

Abstract

This research is to elaborate a functional beverage with the following ingredients *Hylocereus undatus*, *Ocimum tenuiflorum* and *Cymbopogon citratus* extracts. The extracts were obtained by leaching the *C. citratus* and *O. tenuiflorum*, additionally the phytochemical screening was carried out. The antioxidants activity was determined by DPPD and ABTS methods regarding the phenolic content was determined by Folin-Ciocalteu method. Subsequently to a beverage based on *H. undatus*, different percentages of extracts from the two plant species were added, and the content of phenolic compounds was evaluated. The antioxidant activity showed an average inhibition coefficient, by ABTS was 15.143 and 10.213 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and by DPPH was 36.673 and 16.793 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectively for the extracts of *C. citratus* and *O. tenuiflorum* compared using Trolox as standard. The phenolic content of the extracts of *O. tenuiflorum* and *C. citratus* were 138.43 and 102.05 $\text{mg GAE}\cdot\text{g}^{-1}$ and the phenolic composites shows different composition in the beverage as a 33.89, 100.92, 117.58 and 112.86 $\text{mg GAE}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$. The results showed that added plant extracts of *C. citratus* and *O. tenuiflorum* to a beverage elaborated with *H. undatus* increased its phenolic content.

Keywords: antioxidants; bioactivity; medicinal plants; phenolic compounds.

Bebida funcional a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y albahaca (*Ocimum tenuiflorum*)

Resumen

El objetivo fue elaborar una bebida funcional a base de *Hylocereus undatus* y extractos de *Cymbopogon citratus* y *Ocimum tenuiflorum*. Se realizaron extractos por medio de lixiviación de *C. citratus* y *O. tenuiflorum*, posteriormente se realizó el tamizaje fitoquímico, se determinó la actividad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS y se evaluó el contenido de compuestos fenólicos mediante el método Folin-Ciocalteu. Posteriormente a una bebida a base de *H.undatus*, se le adicionó diferentes porcentajes de extractos de las dos especies vegetales, y se evaluó el contenido de compuestos fenólicos. La actividad antioxidante expresada en coeficiente de inhibición media, por ABTS fue de 15,143 y 10,213 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ y por DPPH fue de 36,673 y 16,793 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente para los extractos de *C. citratus* y *O. tenuiflorum* y fue comparado utilizando Trolox como estándar. El contenido fenólico de los extractos de *O. tenuiflorum* y *C.citratus* fueron de 138,43 y 102,05 $\text{mgGAE}\cdot\text{g}^{-1}$ y el de la bebida en las cuatro concentraciones fueron de 33,89; 100,92; 117,58 y 112,86 $\text{mgGAE}\cdot 100\text{mL}^{-1}$. Los resultados mostraron que la adición de extractos vegetales de *C. citratus* y *O. tenuiflorum* a una bebida a base de *H. undatus* aumentó su contenido fenólico.

Palabras clave: antioxidantes; bioactividad; compuestos fenólicos; plantas medicinales.

Introducción

La salud y el bienestar son áreas con un interés creciente en la actualidad en muchas partes del mundo, ante lo cual la industria alimentaria ofrece cada vez más variedades de productos de alto valor nutritivo y precios accesibles para la población [1]. En la actualidad existe una gran variedad de alimentos funcionales en el mercado, pero las bebidas funcionales, son la categoría de alimentos funcionales más activos debido a su facilidad de distribución, almacenamiento y su posibilidad de agregar compuestos bioactivos y nutrientes deseables [2]. Por lo que el desarrollo de una bebida con actividad funcional comprobada podría aportar beneficios para la salud de los consumidores.

Las bebidas funcionales son alimentos que además de aportar valores nutritivos, representan un beneficio extra para la salud de las personas, algunos de estos beneficios pueden ser: regulador del nivel de colesterol, fuente de aminoácidos esenciales, facilitar el tránsito intestinal, fortalecer los huesos o contener agentes antioxidantes [3]. Algunos ejemplos de nuevas bebidas funcionales están basadas en borojó (*Borojia patinoi* Cuatrec) [4], mangostán (*Garcinia x mangostana* L.) [3], anacardo-manzana (*Anacardium occidentale* L.) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.) [5] y algunos vegetales [6]. Las hierbas aromáticas y frutas tropicales son alimentos bajos en calorías, grasas y sodio, y buenas fuentes de fibra, folato, potasio, vitamina A y vitamina C. Además de sus aportes nutrimentales, numerosas evidencias, han mostrado que poseen diversos efectos para el buen funcionamiento de las actividades metabólicas, tienen un efecto benéfico a mediano y largo plazo en la prevención de riesgo de enfermedades degenerativas crónicas, como enfermedad coronaria, derrame cerebral, diabetes o ciertos tipos de cáncer [7].

El fruto y las hierbas utilizadas para la formulación de la bebida funcional fueron seleccionadas debido a su bioactividad y composición conocida. La pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) es una fuente prometedora de alimentos funcionales ya que podría servir como antioxidante, antidiabético y antilipasa [8]; además, es una fuente rica en vitamina C, algunas vitaminas B como la tiamina, riboflavina, niacina y la fruta también contiene una buena cantidad de caroteno, calcio y zinc [9]. Los extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) y la albahaca (*Ocimum tenuiflorum* L.) han demostrado tener actividad antioxidante además de tener actividad antibacteriana, antidiarreica, antiinflamatoria, antidiabético, antihipertensivo y cardioprotector [10, 11, 12], lo que los hace un componente ideal para formular una bebida funcional.

El objetivo fue elaborar una bebida funcional a

base de pitahaya (*H. undatus*) como fuente de propiedades nutraceuticas incorporando las propiedades antioxidantes de los extractos de la hierba luisa (*C. citratus*) y la albahaca (*O. tenuiflorum*).

Metodología

Recolección de materia prima

Se utilizó el fruto de *H. undatus* y las hojas de *C. citratus* y *O. tenuiflorum*. Las plantas fueron recolectadas en una finca ubicada en el cantón Rocafuerte, provincia de Manabí, Ecuador, coordenadas 0°55'00,2" Sur y 80°27'50,6" Oeste, siguiendo la metodología descrita en el manual de farmacognosia de Cuellar [13].

Preparación de los extractos vegetales

Se utilizaron 100 g de hojas de *C. citratus* y *O. tenuiflorum*, las muestras se lavaron con agua potable, se desinfectaron y secaron en un secadero con circulación de aire a una temperatura de 45°C, hasta obtener una humedad inferior a 12%, la cual fue determinada utilizando un analizador de humedad, marca Boeco, modelo BMA 150, se procedió a moler las muestras en un pulverizador. Luego las muestras se maceraron con una proporción 1:10 (material seco molinado-agua) a una temperatura de 55 °C y una velocidad de agitación de 100 rpm; posteriormente, se filtró el extracto con papel Whatman grado 5, para posteriormente ser envasados en recipientes de 300 mL previamente esterilizados.

Tamizaje fitoquímico de los extractos

El tamizaje fitoquímico se realizó a los extractos vegetales mediante los métodos descritos por Anyasor [14] y por Pérez [15], a los extractos se le realizaron los análisis de alcaloide (método de Wagner), taninos (ensayo de FeCl₃), flavonoides (método de Shinoda), azúcares reductores (método de Benedict), saponina (ensayo de espuma) y fenoles (ensayo de NaOH 10%). Los resultados fueron expresados como concentración relativa de metabolitos y teniendo en cuenta la siguiente simbología:

Presencia abundante [+++], presencia moderada [++], presencia leve [+], ausencia [-].

Determinación del contenido fenólico total

El contenido total de fenoles de los extractos vegetales y posteriormente de las bebidas se determinaron mediante el método Folin-Ciocalteu, que fue adaptado de Brighente [16]. Los 200 µL de muestra, 1500 µL de agua destilada y 100 µL del reactivo Folin-Ciocalteu se mezclaron en un tubo de ensayo previamente esterilizado, la mezcla se dejó reaccionar y se esperó 5 minutos, luego se añadió 200 µL de carbonato de sodio al 20%. La solución

se incubó a temperatura ambiente en la oscuridad durante 1 h. la absorbancia se midió a 725 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis GENESYS 180 y los resultados se expresaron en equivalentes de ácido gálico.

Determinación de actividad antioxidante

Para el ensayo ABTS, el procedimiento siguió el método de Haddouchi [17], con algunas modificaciones. Se preparó una solución ABTS 7mM y una solución de persulfato de potasio 2,45 mM, la solución de trabajo se preparó mezclando 10 mL de la solución ABTS 7mM y 10 mL de la solución de persulfato de potasio 2,45 mM y se almacenó en un frasco ámbar a temperatura ambiente y en oscuridad por 18 horas, este reactivo mantiene su estabilidad por 48 horas. Se utilizó 1 mL del reactivo preparado, se adicionaron 45 mL de metanol y se realizó una lectura de absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 734 nm, obteniendo una absorbancia de $0,705 \pm 0,001$. Se añadió 1 mL de la solución ABTS antes preparada y una alícuota de extracto (1 mL) a diferentes concentraciones de la muestra, se dejó reaccionar durante 60 minutos en oscuridad, luego se midió la absorbancia a 734 nm usando el espectrofotómetro. El Trolox fue usado como testigo positivo.

El ensayo de DPPH se realizó de acuerdo al método de Haddouchi [17], con algunas modificaciones. El reactivo DPPH se preparó disolviendo 2 mg en 50mL de metanol, se homogenizó y se dejó reaccionar en la oscuridad por 24 horas. La solución de trabajo se obtuvo mezclando 2,5 mL del reactivo DPPH con 15 mL de metanol para posteriormente realizar una lectura de absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm, obteniendo una absorbancia de $0,750 \pm 0,005$. Se dejó reaccionar una alícuota de extracto (1 mL) a diferentes concentraciones con 1 mL de la solución DPPH durante 30 minutos en oscuridad, luego se realizó la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 517 nm. El Trolox fue usado como testigo positivo. Los porcentajes de inhibición del ABTS⁺ y del DPPH⁺ se calcularon utilizando la fórmula: Porcentaje de inhibición (%) = $[(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$, donde A₀ fue la absorbancia del testigo y A₁ fue la absorbancia de la muestra. Los resultados de los métodos ABTS y DPPH se expresaron en coeficiente de inhibición medio (CI50) y se calcularon por interpolación del análisis de regresión lineal de la curva de porcentaje de inhibición-concentración.

Producción de la bebida funcional

Los frutos de *H. undatus* se seleccionaron, lavaron y se extrajo el meso-endocarpio (pulpa) de ellos. Posteriormente se preparó la bebida con una proporción

1:1 agua-pulpa de fruta y adicionándole diferentes porcentajes de extracto vegetal (4,6 y 8%), las bebidas fueron envasadas en botellas previamente preparadas y se pasteurizaron a 80 °C durante 10 min. Las muestras se enfriaron y se sometieron a análisis en el laboratorio.

Las muestras se rotularon de la siguiente manera: BHC (bebida de *H.undatus*, testigo), BH4% (bebida de *H.undatus* con 4% de extracto vegetal), BH6% (bebida de *H.undatus* con 6% de extracto vegetal), BH8% (bebida de *H.undatus* con 8% de extracto vegetal) posteriormente se determinó el contenido fenólico de las muestras mediante el método de Folin-Ciocalteu.

Diseño experimental y análisis estadísticos

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con trestratamientos y tres repeticiones para cada uno. Cada tratamiento estuvo formado por un porcentaje diferente de extracto vegetal (4, 6 y 8%) agregado a la bebida, este porcentaje estuvo conformado por la mezcla en una proporción 1:1 volumen-volumen de los dos extractos vegetales, la variable experimental estudiada fue el contenido fenólico de la bebida funcional.

Para los análisis estadísticos los valores medios de cada muestra de la bebida se obtuvieron de tres repeticiones y se usaron para los análisis estadísticos adicionales. La diferencia entre las medias de los tratamientos se calculó mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando el software estadístico SPSS versión 23,0. Los datos se expresaron como medias \pm desviación estándar (DE).

Resultados y discusión

Tamizaje fitoquímico de los extractos vegetales

Todos los resultados del tamizaje fitoquímico se muestran en la tabla 1. Las técnicas utilizadas para la identificación de los principales metabolitos secundarios encontrados en los extractos permitieron observar en ambos extractos una presencia abundante de taninos y azúcares reductores, moderada de fenoles y leve de flavonoides. Los alcaloides solo pudieron ser observados en el extracto de *O. tenuiflorum*. La detección de algunos de estos compuestos ha sido demostrada previamente en otros estudios, por el ejemplo, la existencia de taninos y fenoles han sido demostradas en extractos de *C. citratus* [18], similarmente la presencia de alcaloides, flavonoides y taninos también han sido demostrado en estudios previos realizados a *O. tenuiflorum* [19]; sin embargo, la saponina no fue encontrada en ambas plantas, esto podría deberse a factores climáticos, ambientales o el método de extracción.

Tabla 1: Tamizaje fitoquímico de los extractos de *Cymbopogon citratus* y *Ocimum tenuiflorum*.

Metabolitos secundarios	<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>Ocimum tenuiflorum</i>
Alcaloides	-	+
Taninos	+++	+++
Flavonoides	+	+
Azucares reductores	+++	+++
Saponina	-	-
Fenoles	++	++

Contenido fenólico total y actividad antioxidante de los extractos vegetales

El contenido fenólico total de los extractos de *C. citratus* y *O. tenuiflorum* se muestran en la tabla 2. El contenido fenólico del extracto de *O. tenuiflorum* (138,43 mg GAE·g⁻¹) fue mayor que el reportado en estudios previos de extractos acuosos de hojas frescas de *O. tenuiflorum* (90,4 mg GAE·g⁻¹) [20] y de forma similar el contenido fenólico del extracto de *C. citratus* (102,5 mg GAE·g⁻¹) fue mayor al reportado en la extracción de *C. citratus* en etanol al 40% por 5 h y a 25 °C (67,28 mg GAE·g⁻¹) [21], estas diferencias podrían deberse al método de extracción y al solvente utilizado, o a las diferentes propiedades de las muestras debido a las diferencias edafoclimáticas. En estudios anteriores se ha estimado que un contenido fenólico total mayor a 20 mgGAE·g⁻¹ de solido seco se puede considerar notablemente alto [22], sobre esta afirmación los extractos acuosos de *C. citratus* y *O. tenuiflorum* obtenidos fueron una buena fuente de compuestos fenólicos y un potencial aditivo para la formulación de bebidas funcionales.

La actividad antioxidante de los extractos de *C. citratus* y *O. tenuiflorum* basados en los ensayos de ABTS y DPPH se muestran en la tabla 2. Los resultados de CI50 para el ensayo de ABTS fueron de 15,143 y 10,213 µg·mL⁻¹ y para el ensayo de DPPH fueron de 36,673 y 16,793 µg·mL⁻¹, respectivamente para *C. citratus* y *O. tenuiflorum*, el Trolox como testigo positivo tuvo un valor de CI50 menor en comparación con los obtenidos por los extractos analizados en ambos ensayos. Examinando los resultados por los métodos de ABTS y DPPH de *C. citratus* y *O. tenuiflorum*, podría proponerse que esta última tiene mayor actividad antioxidante que el *C. citratus* ya que tuvo valores de CI50 más bajos [23], esta comparación fue similar a la que hubo en el contenido fenólico de las dos muestras, por lo que se podría sugerir que el contenido fenólico tuvo una relación directa con la actividad antioxidante de los extractos, este tipo de relación también fue observado en estudios previos [24].

El CI50 para el ensayo ABTS se calculó por

interpolación del análisis de regresión lineal de la figura 1A y la figura 1B para el *C. citratus* y el *O. tenuiflorum*, respectivamente y del mismo modo se calculó el CI50 para el ensayo DPPH utilizando la figura 2A para el *C. citratus* y la figura 2B para el *O. tenuiflorum*.

Tabla 2. Resultado del contenido fenólico y actividad antioxidante por los métodos ABTS Y DPPH de los extractos vegetales.

Extracto	Contenido fenólico. (mg GAE·g ⁻¹)	ABTS (CI ₅₀ µg·mL ⁻¹)	DPPH (CI ₅₀ µg·mL ⁻¹)
<i>Cymbopogon citratus</i>	102,05	15,143	36,673
<i>Ocimum tenuiflorum</i>	138,43	10,213	16,793
Trolox	-	2,599	5,224

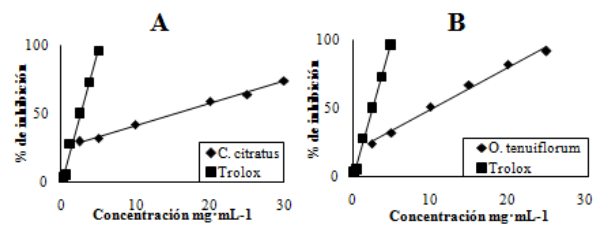


Figura 1. ABTS actividad inhibitoria de los extractos de *C. citratus* (A) y *O. tenuiflorum* (B).

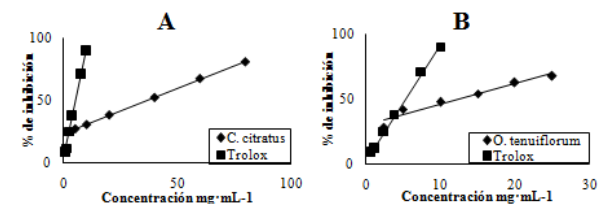


Figura 2. DPPH actividad inhibitoria de los extractos de *C. citratus* (A) y *O. tenuiflorum* (B).

Contenido fenólico total de la bebida

El análisis estadístico mostró que el contenido fenólico de las bebidas con diferentes porcentajes de extractos fue significativamente diferente (P≤0,05), las muestras conformaron 4 grupos homogéneos compuestos por cada una de las bebidas analizadas. Los resultados en la tabla 3 presentan un aumento en el contenido fenólico de la siguiente manera: BHC < BH4% < BH8% < BH6%, con valores de 33,89; 100,92; 117,58; 112,86 mgGAE·100mL⁻¹, se observó un aumento significativo (P≤0,05) en el contenido fenólico de la bebida a medida

que se adicionó el extracto vegetal, este aumento también se reportó en otros estudios que de manera similar adicionaron un extracto determinado para aumentar el contenido fenólico [25], además este resultado fue similar a otras bebidas reportadas anteriormente como el jugo de limón con adición de concentrado de aronia al 2,5% (96 mgGAE·100mL⁻¹) [26] y una bebida producida con té verde y manzana (113,03 mgGAE·100mL⁻¹) [27]; por otro lado, se observó que la concentración de contenido fenólico empezó a bajar a partir de BH8%, esto se podría deber a la interacción de los compuestos químicos propios de la bebida de *H. undatus* y los extractos vegetales adicionados.

Tabla 3. Contenido fenólico de la bebida a base de *Hylocere usundatus* y extractos vegetales.

	BHC	BH4%	BH6%	BH8%
Contenido fenólico (mgGAE·100mL ⁻¹)	33,90±1,27 ^a	100,92±2,10 ^b	117,59±0,84 ^d	112,86±0,11 ^c

Conclusiones

En este estudio, se analizaron los extractos de *Cymbopogon citratus* y *Ocimum tenuiflorum*. De los resultados obtenidos, se puede afirmar que ambos extractos tienen un contenido fenólico y capacidad antioxidante notablemente alto, lo que los hace una fuente prometedora para contribuir a las industrias farmacéuticas, alimentarias y a los efectos protectores sobre la salud humana.

Por otro lado, la adición de extractos de *Cymbopogon citratus* y *Ocimum tenuiflorum* pueden ser utilizadas para aumentar la concentración de contenido fenólico de una bebida de *Hylocereus undatus* y así aumentar sus propiedades antioxidantes, estos extractos vegetales justifican una mayor investigación como ingredientes para la formulación de bebidas funcionales, esto podría proporcionar nuevas formas de elaboración de alimentos con propiedades funcionales mejoradas y así mejorar la salud y calidad de vida de los consumidores.

Referencias bibliográficas

- [1] Ozen, A. E., Pons, A. and Tur, J. A.: "Worldwide consumption of functional foods: A systematic review". *Nutr. Rev.*, Vol. 70, N° 8, (2012) 472-481.
- [2] Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P. and Sinigaglia, M.: "Functional Beverages: The Emerging Side of Functional Foods: Commercial Trends, Research, and Health Implications". *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, Vol. 13, N° 6, (2014) 1192-1206.
- [3] Xie, Z., Sintara, M., Chang, T. and Ou, B.: "Functional beverage of garcinia mangostana (mangosteen) enhances plasma antioxidant capacity in healthy adults". *Food Sci. Nutr.*, Vol. 3, N° 1, (2015) 32-38.
- [4] Salamanca, G., Osorio, M. P. y Montoya, L. M.: "Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de Borojo (Borojoa patinoi Cuatrec)". *Rev. Chil. Nutr.*, Vol. 37, N° 1, (2010) 87-96.
- [5] Dionísio, A. P., Carvalho-Silva, L. B. D., Vieira, N. M., Goes, T. D. S., Wurlitzer, N. J., Borges, M. D. F., Brito, E. S. D., Ionta, M. and Figueiredo, R. W. D.: "Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats". *Food Res. Int.*, Vol. 77, (2015) 171-176.
- [6] Corona, O., Randazzo, W., Miceli, C., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G. and Settanni, L.: "Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices". *LWT - Food Sci. Technol.*, Vol. 66, (2016) 572-581.
- [7] Wootton-Beard, P. C. and Ryan, L.: "Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages". *Food Research International*, Vol. 44, N° 10, (2011) 3135-3148.
- [8] Sudha, K., Baskaran, D., Ramasamy, D. and Sidharth, M.: "Evaluation of Functional Properties of *Hylocereus Undatus* (White Dragon Fruit)". *Int. J. Agric. Sci. Res.*, Vol. 7, N° 5, (2017) 451-456.
- [9] Halimoon, N. and Hasan, M. H. A.: "Determination and evaluation of antioxidative activity in red dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and green kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*)". *Am. J. Appl. Sci.*, Vol. 7, N° 11, (2010) 1432-1438.
- [10] Pandey, G. and Madhuri, S.: "Pharmacological activities of *Ocimum sanctum* (Tulsi): A review". *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research.*, Vol. 5, N° 1, (2010) 61-66.
- [11] Cheel, J., Theoduloz, C., Rodríguez, J. and Schmeda-Hirschmann, G.: "Free radical scavengers and antioxidants from lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.)". *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, N° 7, (2005) 2511-2517.
- [12] Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B. and Mann, A. S.: "Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass)". *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research.*, Vol. 2, N° 1, (2011) 3-8.
- [13] Cuellar, A. y Miranda, M.: "Farmacognosia y Química de los Productos Naturales". Editorial Universidad

- de La Habana, Cuba, 2000.
- [14] Anyasor, G. N., Ogunwenmo, K. O., Oyelana, O. A. and Akpofunure, B. E.: "Phytochemical constituents and antioxidant activities of aqueous and methanol stem extracts of *Costus afer* Ker Gawl. (Costaceae)". *African J. Biotechnol.*, Vol. 9, N° 31, (2010) 4880-4884.
- [15] Pérez Cruz, J. C., Sotelo Matos, A. M., Fuentes Castaigne, Y. y Damas Feria, R.: "Estudio fitoquímico de *Tridax procumbens* L. (romerillo)". *Correo Científico Médico.*, Vol. 21, N° 4, (2017) 1119-1127.
- [16] Brighente, I. M. C., Dias, M., Verdi, L. G., and Pizzolatti, M. G.: "Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Some Brazilian Species". *Pharmaceutical Biology*, Vol. 45, N° 2, (2007) 156-161.
- [17] Haddouchi, F., Chaouche, T. M., Ksouri, R., Medini, F., Sekkal, F. Z., and Benmansour, A.: "Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of aqueous methanolic extracts of *Helichrysum stoechas* subsp. *rupestre* and *Phagnalon saxatile* subsp. *Saxatile*". *Chin J Nat Med.*, Vol. 12, N° 6, (2014) 415-422.
- [18] Hindumathy, C. K.: "Invitro study of antibacterial activity of *Cymbopogon citra*". *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, Vol. 50, N° 2, (2011) 189-193.
- [19] Chugh, C. A., Mehta, S. and Dua, H.: "Phytochemical screening and evaluation of biological activities of some medicinal plants of Phagwara, Punjab". in *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 24, N° 12, (2012) 5903-5905.
- [20] Suanarunsawat, T., Ayutthaya, W., Songsak, T., Thirawarapan, S. and Pongshompoo, S.: "Lipid-lowering and antioxidative activities of aqueous extracts of *Ocimum sanctum* L. leaves in rats fed with a high-cholesterol diet". *Oxid. Med. Cell. Longev.*, Vol. 2011, Article ID 962025, (2011) 9.
- [21] Sah, S. Y., Sia, C. M., Chang, S. K., Ang, Y. K. and Yim, H. S.: "Antioxidant Capacity and Total Phenolic Content of Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) Leave". *Ann. Food Sci. Technol.*, Vol. 13, N° 2, (2012) 150-155.
- [22] Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M. and El-Elimat, T.: "Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species". *Food Chem.*, Vol. 104, N° 4, (2007) 1372-1378.
- [23] Hurtado-Manrique, P., Jurado Teixeira, B., Ramos Llica, E., y Calixto Cotos, M.: "Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico estandarizado de hojas de *Juglans Neotropica* Diels (nogal peruano)". *Rev. la Soc. Química del Perú*, Vol. 81, N° 3, (2015) 283-291.
- [24] Amensour, M., Sendra, E., Abrini, J., Pérez-Alvarez, J. A., and Fernández-López, J.: "Antioxidant activity and total phenolic compounds of myrtle extracts". *CYTA - J. Food*, Vol. 8, N° 2, (2010) 95-101.
- [25] Mahmoud, S. H., Ashoush, I. S. and Attia, M. Y., "Immunomodulatory and Antioxidant Activity of Pomegranate Juice Incorporated with Spirulina and Echinacea Extracts Sweetened by Stevioside". *J. Agric. Vet. Sci.*, Vol. 8, N° 2, (2015) 161-174.
- [26] González-Molina, E., Moreno, D. A. and Garcia-Viguera, C.: "Aronia-enriched lemon juice: A new highly antioxidant beverage". *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 56, N° 23, (2008) 11327-11333.
- [27] Rubio-Perez, J. M., Vidal-Guevara, M. L., Zafrilla, P. and Morillas-Ruiz, J. M.: "A new antioxidant beverage produced with green tea and apple". *Int. J. Food Sci. Nutr.*, Vol. 65, N° 2, (2014) 552-557.



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Volumen Especial, 2020, No. 2, pp. 04 - 110 _____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en Julio de 2020, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
www.produccioncientifica.org