



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.

Secondary metabolites and antioxidant activity of wild tomatillo (*Solanum pimpinellifolium* L.)

Rivas Navia Denisse María* , Dueñas Rivadeneira Alex Alberto ,
Rodríguez Díaz Joan Manuel 

Maestría de Agroindustria. Instituto de Postgrado. Universidad Técnica de Manabí

*Autor de Correspondencia: dema_rivas@yahoo.com.mx

<https://doi.org/10.22209/rt.ve2020n2a04>

Recepción: 21/02/2020 | Aceptación: 17/05/2020 | Publicación: 31/07/2020

Abstract

The tomato has lycopene, vitamins, and flavonoids; however, it is susceptible to attack by pests, therefore it is essential to look for resistant alternative varieties, among them is *Solanum pimpinellifolium* L. or wild tomatillo. The objective of the investigation was to evaluate the chemical composition and antioxidant activity of *Solanum pimpinellifolium* L. The samples of the plant material were collected, dried, ground, and pulverized to a particle size of less than 0.5mm until obtaining a powdery solid. The chemical composition was evaluated by phytochemical screening, antioxidant evaluation by the free radical capture method 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH), (2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid) ABTS and the phenolic content by the Folin-Ciocalteu method. Phytochemical screening revealed the presence of flavonoids, alkaloids, reducing sugars, and tannins. The antioxidant activity by the DPPH method showed that for each gram of sample a Trolox equivalent of $88.20 \pm 1.85 \mu\text{M.g}^{-1}$ TE is inhibited, for ABTS a Trolox equivalent of 77.06 ± 0.8 is inhibited $\mu\text{M.g}^{-1}$ TE, the phenolic content obtained has a concentration of 754.90 ± 2.99 mg of tannic acid.g⁻¹ of the sample. It is concluded that *Solanum pimpinellifolium* L. has great nutraceutical value due to its high content of antioxidants.

Keywords: bioactive compounds; carotene; lycopene; oxidative stress; solanum.

Metabolitos Secundarios y actividad antioxidante del tomatillo silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.)

Resumen

El tomate posee licopeno, vitaminas y flavonoides, sin embargo, es susceptible al ataque de plagas, por ello es esencial buscar variedades alternativas resistentes, entre estas se encuentra *Solanum pimpinellifolium* L. o tomatillo silvestre. El objetivo de la investigación fue evaluar la composición química y actividad antioxidante de *Solanum pimpinellifolium* L. Las muestras del material vegetal fueron recolectadas, secadas, molidas y pulverizadas a un tamaño de partícula inferior a 0,5mm hasta obtener un sólido pulverulento. La composición química se evaluó mediante tamizaje fitoquímico, la evaluación antioxidante empleando el método de captura de radicales libres DPPH(1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) y ABTS (ácido 2,2'azino-bis-(3- etilbenzotiazolina)-6-sulfónico) y el contenido fenólico por el método de Folin-Ciocalteu. El tamizaje fitoquímico evidenció presencia de flavonoides, alcaloides, azúcares reductores y taninos. La actividad antioxidante por el método DPPH mostró que por cada gramo de muestra se inhibe un equivalente Trolox de $88,20 \pm 1,85 \mu\text{M.g}^{-1}$ TE, por ABTS se inhibe un equivalente Trolox de $77,06 \pm 0,8 \mu\text{M.g}^{-1}$ TE, el contenido fenólico obtenido posee una concentración de $754,90 \pm 2,99$ mg de ácido tánico.g⁻¹ muestra. Se concluye que *Solanum pimpinellifolium* L. tiene gran valor nutracéutico debido a su alto contenido de antioxidantes.

Palabras clave: caroteno; compuestos bioactivos; estrés oxidativo; licopeno; solanácea.

Introducción

El tomate es uno de los vegetales de mayor importancia nutricional debido a su composición química y es uno de los más consumidos a nivel mundial, además de ser una especie de gran importancia agrícola [1]. Mundialmente se producen 180 millones de toneladas de tomate de las cuales aproximadamente un 20% se destinan a diferentes procesos de transformación industrial, durante el 2018 la producción mundial de tomate de industria fue 34,32 millones de toneladas [2].

El tomate es una especie que se encuentra difundida en todos los continentes, es rico en vitaminas, minerales y fibras, de igual manera es fuente de vitamina E, ácidos fenólicos, carotenoides, flavonoides [3]; es la principal fuente de licopeno para el humano y se consume en fresco y procesado [4], por ello es esencial buscar variedades resistentes a enfermedades, entre estas variedades se encuentra *Solanum pimpinellifolium* L. o tomatillo silvestre. Las especies silvestres se distribuyen a la larga la Cordillera de los Andes, y en el litoral de los territorios que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, incluidas las Islas Galápagos, donde crecen espontáneamente, estas plantas viven en una gran variedad de hábitats, desde el nivel del mar en la costa árida del Pacífico, hasta sobre los 3300 m s. n. m. en numerosos valles del lado oeste de los Andes [5].

El tomate es una planta que se considera nutraceutica por los metabolitos secundarios que presentan, dentro de este grupo de compuestos se encuentran los polifenoles, metabolitos secundarios que permiten la defensa de las plantas ante situaciones de estrés, además de ser antioxidantes [6]. En el tomate también se encuentran otros antioxidantes como los carotenoides y el ácido ascórbico. Los antioxidantes son un conjunto de compuestos químicos o productos biológicos que contrarrestan de una manera directa o indirecta los efectos nocivos de los radicales libres u oxidantes, tales como oxidación a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, alterando las funciones celulares [7].

El licopeno es un compuesto bioactivo, responsable de brindar el color rojo de las frutas y verduras, es el carotenoide más abundante en el tomate, pues comprende aproximadamente de 80 a 90% de los pigmentos presentes. La cantidad de licopeno puede variar dependiendo de la especie y la madurez, normalmente, los tomates contienen cerca de tres (3) a cinco (5) mg de licopeno por 100 g de material crudo [8]. Es soluble en grasas y pertenece a la familia de carotenoides como el β -caroteno, sustancias que el cuerpo humano no sintetiza, sino algunos vegetales y microorganismos [9]. El licopeno se encuentra principalmente en el tomate, y mantiene sus propiedades funcionales después de ser procesado, no presenta toxicidad y posee efectos antioxidantes,

antiinflamatorios y quimioterapéuticos sobre las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer [10].

El consumo de tomate por su alto contenido de flavonoides, carotenoides y polifenoles puede ayudar a mejorar la capacidad de defensa que tiene el organismo humano frente al estrés oxidativo, esta capacidad del tomate puede variar según las variedades del cultivo de tomate tales como chonto, cherry, fortaleza y fortuna. [11]. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la presencia de metabolitos secundarios y la capacidad antioxidante del tomatillo silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.)

Materiales y métodos

Obtención del material vegetal

La recolección del material vegetal (*Solanum pimpinellifolium* L.) se realizó en la zona rural de la parroquia Canuto, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. Los diferentes análisis se realizaron en las instalaciones del laboratorio de análisis químicos y biotecnológicos de la Universidad Técnica de Manabí, se utilizaron tres (3) Kg de frutos de *Solanum pimpinellifolium* L. en fresco, a los cuales se les retiró las semillas, y fueron sometidos a un proceso de secado sin circulación de aire a una temperatura de 55°C durante 92 horas, luego se sometieron a una molienda y tamizado en un molino de cuchillas hasta obtener un sólido pulverulento a un tamaño de partícula inferior a 0,5mm, para poder ser analizado posteriormente.

Tamizaje fitoquímico

Al sólido pulverulento se le realizó un tamizaje fitoquímico, para lo cual se preparó un extracto acuoso, mezclando un (1) g de muestra en 50 mL de hexano, el mismo que se agitó hasta obtener una mezcla homogénea y se tomó el sobrenadante para proceder con el ensayo.

Se evaluó la presencia de metabolitos secundarios: saponinas, taninos, alcaloides, fenoles, flavonoides. Adicionalmente, se determinaron los azúcares reductores.

Saponinas: Para la determinación cualitativa de saponinas, en un tubo de ensayo se colocó un (1) mL del extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., y cinco (5) mL de agua destilada se agitó manualmente por 10 minutos. El resultado esperado es la formación de espuma, si se mantiene por dos (2) minutos el resultado es positivo.

Taninos: Para la determinación cualitativa de taninos, en un tubo de ensayo se colocó un (1) mL de

extracto de *Solanum pimpinellifolium* L. y tres (3) gotas cloruro férrico (FeCl_3) al 5% m/v, se esperó el cambio de coloración de manera inmediata, para que sea positivo la reacción debe presentar un color rojo vino, azul o amarillo verdoso.

Alcaloides: Para la determinación de alcaloides, en un tubo de ensayo se colocó un (1) mL de extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., tres (3) gotas de reactivo Wagner y una gota de ácido clorhídrico concentrado (HCl), la reacción ocurre en 30 segundos aproximadamente, y el resultado esperado es si se observa opalescencia se asigna (+ poca presencia), turbidez definida (++) mediana presencia) y precipitado coposo (+++alta presencia).

Fenoles: Para la determinación cualitativa de fenoles, se colocó en un tubo de ensayo un (1)mL de extracto de *Solanum pimpinellifolium* L. y seis (6) gotas de hidróxido de sodio (NaOH) al 10% m/v, el tiempo de reacción es inmediato en el cambio de coloración, si se observa un color azul la muestra es positiva.

Flavonoides: La determinación, se realizó empleando el método Shinoda. Para ello, se colocó en un tubo de ensayo un (1)mL de extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., se colocó la viruta de magnesio y un (1) mL de ácido clorhídrico (HCl) concentrado, se esperó por cinco (5) minutos la reacción, luego se añadió un (1) mL de alcohol isoamílico. El resultado esperado del ensayo, se considera positivo cuando el alcohol isoamílico se colorea de rojo carmelita (+ poca presencia), naranja carmelita (++) mediana presencia) y verde carmelita intenso (+++ alta presencia).

Azúcares reductores: Este análisis se realizó en espera de un resultado positivo de acuerdo al material vegetal que se está trabajando, se realizó por el método de Benedict, en un tubo de ensayo se colocaron 0,5 mL de extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., se le agregó el reactivo de Benedict hasta que se obtuvo una coloración azul y se llevó a baño maría por 10 minutos, hasta alcanzar una temperatura de 60°C. El cambio de coloración a marrón indica una mayor presencia de azúcares reductores.

La calificación asignada al término de cada prueba fue:

+: Hubo reacción / reacción positiva

-: No hubo reacción / reacción negativa

Actividad Antioxidante por el método de DPPH

El método DPPH es el método de captura de radicales libres que utiliza el radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH) a partir del método planteado por Brand-Williams

(1995)[12].

Para la preparación de la solución de DPPH (0,1mM) se pesaron 3,9432 mg de DPPH y se disolvió en 100 mL de metanol. En la obtención de las muestras de trabajo de diluyó 50 mg de sólido pulverulento en 50 mL de hexano, la solución se filtró con un disco de membrana. La muestra que se utilizó para la medición de la actividad antioxidante se obtuvo mezclando un (1) mL de muestra de trabajo con (1) mL de la solución de DPPH, la mezcla se dejó reposar por 60 minutos a temperatura ambiente y en oscuridad, para luego medir la absorbancia con el espectrofotómetro (Genesys 180 UV/VIS) a una longitud de onda de 517 nm., se utilizó una curva de calibración usando una solución estándar de Trolox en un intervalo de concentraciones de: 2,5; 5; 10; 15; 30 y 40 μM . Los resultados fueron expresados en porcentajes de inhibición del radical DPPH, usando la siguiente ecuación 1:

$$\%Inh = \frac{Abs.control - Abs.muestra}{Abs.control} * 100 \quad (1)$$

Donde *Abs.control* es la absorbancia de la solución de DPPH sin muestra y *Abs.muestra* es la absorbancia de la solución de DPPH y la muestra. Para expresar en capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) se utilizó la ecuación 2 y la curva de calibración que se muestra en la figura 1.

$$AC = \frac{C * V}{M} \quad (2)$$

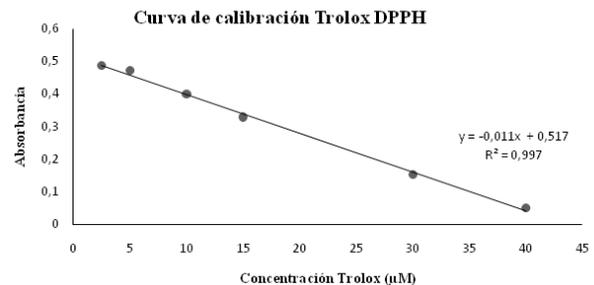


Figura 1.- Curva de calibración equivalente a Trolox para DPPH

Actividad Antioxidante por el método de ABTS

En el método ABTS se pesaron 90,0585 mg de ABTS y se disolvieron en 25 mL de agua destilada para obtener una concentración de 7 mM, además se pesaron 16,5573 mg de persulfato de potasio y se disolvieron en 25mL de agua destilada para obtener una concentración de 2,45 mM. Se mezclaron las soluciones de ABTS y persulfato de potasio y se dejaron reaccionar por 12h a temperatura ambiente en la oscuridad. La muestra de trabajo que se utilizó se obtuvo disolviendo 50 mg de extracto de *Solanum pimpinellifolium* L. en 50 mL de hexano, la solución se filtró en un disco de membrana.

Para la medición de la actividad antioxidante se añadió un (1) mL de solución de ABTS[13] en un (1) mL de muestra de trabajo. La mezcla se dejó reposar por 60 minutos a temperatura ambiente y en oscuridad, para luego medir la absorbancia con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 734 nm. Los resultados fueron expresados en porcentajes de inhibición del radical ABTS, usando la ecuación 3.

$$\%Inh = \frac{Abs.control - Abs.muestra}{Abs.control} * 100 \quad (3)$$

Donde *Abs.control* es la absorbancia de la solución de ABTS sin muestra y *Abs.muestra* es la absorbancia de la solución de ABTS y la muestra.

Para expresar la capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) se utilizó la ecuación 4 y la curva de calibración que se muestra en la figura 2.

$$AC = \frac{C * V}{M} \quad (4)$$

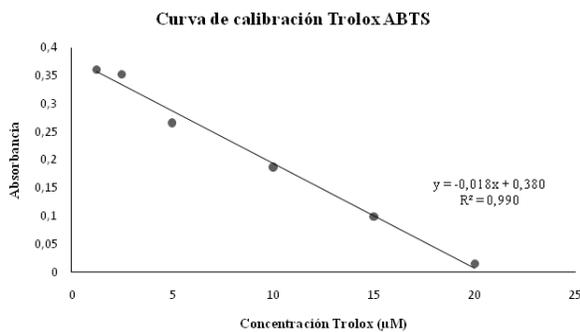


Figura 2.- Curva de calibración equivalente a Trolox para ABTS

Contenido Fenólico por Folin-Ciocalteu

Para la preparación de la muestra se tomaron 200 uL del extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., se adicionaron 1,5 mL de agua destilada, seguidamente, se agregaron 100 uL del reactivo Folin-Ciocalteu, se dejó reposar por cinco (5) minutos, posteriormente, se agregaron 200 uL de carbonato de sodio al 20% m/v, se dejó reposar por una (1) hora a temperatura ambiente en la oscuridad. Para la medición se tomó un (1) mL de la solución y se midió en el espectrofotómetro (Genesys 180 uv/vis) a una longitud de onda de 730 nm.

El contenido fenólico total se calculó de acuerdo a la curva de calibración de ácido tánico con un intervalo de concentraciones de: 50, 100, 150, 250, 500, 750, 1000mg.L⁻¹ de acuerdo al método propuesto por Mera S. y García S.(2018)[14], se usó ácido tánico como estándar y el contenido de fenoles totales fue expresado como mg.g⁻¹

de ácido tánico equivalente usando la ecuación de curva estándar: $y = 9,269529 * 10^{-04}x$, $R^2 = 0,99706$ (Fig. 3).

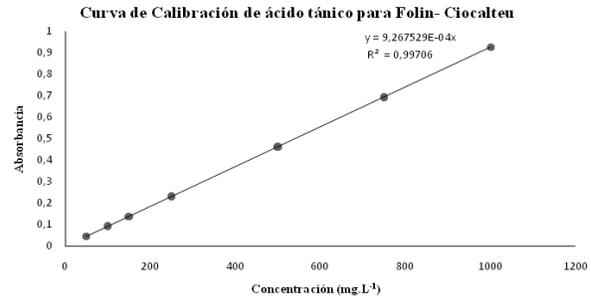


Figura 3. Curva de Calibración de ácido tánico

Las muestras estudiadas se analizaron por triplicado y los resultados se procesaron estadísticamente usando el programa estadístico IBM Statistical Package for the Social Sciences (versión 13 for Windows, IBM Corp., Armonk, NY, USA) para comparar valores medios. Se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación, así como los intervalos de confianza. Se utilizó una probabilidad del 95 %.

Resultados y Discusión

En la tabla 1, se presentan los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico de los metabolitos secundarios: saponinas, taninos, alcaloides, fenoles, flavonoides. Adicionalmente, se determinaron los azúcares reductores.

Tabla 1. Resultados del tamizaje fitoquímico de *Solanum pimpinellifolium* L.

METABOLITOS	ENSAYOS	RESULTADOS
Saponinas	Espuma	-
Alcaloides	Wagner	+++
Fenoles	Na(OH) 10%	+
Taninos	Cloruro férrico	++
Flavonoides	Shinoda	+++
Azúcares reductores	Benedict	+++

+ poca presencia, ++ mediana presencia, +++ alta presencia, - ausencia

Con los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico del extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., se pudo observar mayor presencia de flavonoides, alcaloides, azúcares reductores y taninos, y en menor presencia fenoles, no se evidenció presencia de saponinas.

En los extractos de *Solanum pimpinellifolium* L. en la prueba de espuma para la determinación de la presencia de saponinas, no se observó espuma por más de dos (2) minutos, por lo que el resultado fue negativo.

Los ensayos realizados para la determinación de taninos con cloruro férrico (FeCl_3) fueron positivos para el extracto de *Solanum pimpinellifolium* L., el color que se observó fue un amarillo verdoso, permitiendo establecer la presencia de taninos, en el estudio realizado por Soto (2014)[15], en los frutos de *Solanum multifidum* y *Lyciantheslycioides* (Solanácea) también mostraron la presencia de taninos con el reactivo FeCl_3 . De manera similar, Zhañay (2012)[16], en el fruto de *Solanum crinitipes* reportó un resultado positivo para taninos con FeCl_3 . Estos ensayos evidenciarían que las especies de la familia Solanácea presentan taninos en sus frutos.

La presencia de flavonoides fue positivo en el análisis realizado mediante la prueba de Shinoda, en la cual se observó una coloración en la parte amilica amarilla. Resultados similares, fueron obtenidos por Soto (2014)[15] en las frutas de *Solanum multifidum* y *Lyciantheslycioides* y por Zhañay (2012)[16] en *Solanum crinitipes*. Estos resultados evidencian la presencia de flavonoides en la familia Solanácea.

Las muestras del extracto acuoso de *Solanum pimpinellifolium* L. Con el reactivo de Wagner, mostraron presencia de alcaloides. Soto (2014) [15] en las frutas de las especies *Solanum multifidum* y *Lyciantheslycioides* (Solanácea) obtuvieron resultados positivos para alcaloides con los reactivos de Dragendorff y Mayer así como Zhañay (2012)[16] en *Solanum crinitipes*, corroborando con lo expuesto por los autores que la familia Solanácea se ha evidenciado presencia de alcaloides.

Los azúcares reductores son mono y oligosacáridos que contienen un grupo aldehído o cetónico libre que presenta un efecto reductor sobre ciertos agentes oxidantes. Cuando un azúcar reductor se calienta en condiciones básicas se degrada, en la prueba de Benedict fue positiva para la especie *Solanum pimpinellifolium* L. indicando la presencia de azúcares reductores, mostrando que los monosacáridos presentes en este tipo de vegetal no tienen una función protectora durante la deshidratación. Estos resultados son similares al estudio realizado por Flores S y Hernández C (2016) [17], en *Lycopersicon esculenta* M. tomate regional, en el cual se determinó que esta especie tiene presencia de azúcares reductores.

Actividad antioxidante

En la tabla 2 se muestran los resultados de la actividad antioxidante, desviación estándar, el coeficiente de variación, así como los intervalos de confianza, con una probabilidad del 95 %, para cada uno de los métodos utilizados para determinar la actividad antioxidante (DPPH, ABTS, Folin-Ciocalteu).

Tabla 2. Actividad antioxidante de *Solanum pimpinellifolium* L

Método	Concentración	Σ	C.V.	Intervalo de confianza
ABTS	77,06 $\mu\text{M/g TE}$	0,08	0,0011	$\pm 0,100$
DPPH	88,20 $\mu\text{M/g TE}$	1,85	0,0210	$\pm 2,104$
Folin-Ciocalteu	754,90 mg de AT/ g	2,99	0,0039	$\pm 3,384$

En la tabla 2 se puede observar que en los resultados de los métodos aplicados, la dispersión de los datos es mínima y se encuentra dentro de los porcentajes establecidos en trabajos similares, obteniéndose un coeficiente de variación menor al 3% lo que evidencia la precisión del estudio.

Los resultados obtenidos para la actividad antioxidante mediante el método DPPH muestran que por cada gramo de muestra inhibe un equivalente Trolox de $88,20 \pm 1,85 \mu\text{M.g}^{-1} \text{ TE}$, con un porcentaje de inhibición del 63,48%, este porcentaje de inhibición obtenido en *Solanum pimpinellifolium* L. Es menor a los resultados obtenidos en estudios realizados por García *et. al.*, 2016[13], en tomate donde se obtuvieron 84%, 82,67% y 82,02%. Se debe tomar en cuenta que la capacidad antioxidante en un alimento vegetal no viene dada sólo por la suma de las capacidades antioxidantes de cada componente, también depende del microambiente en el que se encuentre el compuesto, pudiendo interactuar entre sí, produciéndose efectos sinérgicos o inhibitorios[13].

Los resultados obtenidos de la actividad antioxidante obtenida con el método ABTS se muestran en la tabla 2, indicando que por cada gramo de muestra se inhibe un equivalente Trolox de $77,06 \pm 0,08 \mu\text{M.g}^{-1} \text{ TE}$, con un porcentaje de inhibición del 96,87%, este porcentaje de inhibición obtenido en *Solanum pimpinellifolium* L. es mayor a los resultados obtenidos en estudios realizados por García *et. al.*, 2016 [13], en tomate en el cual se reportaron porcentajes de inhibición de 24,75%, 28,56% y 31,04%. Estudios realizados por Moreno, 2014[19] muestran resultados por DPPH de *Solanum Quitoense* L inferiores a los resultados obtenidos en *Solanum pimpinellifolium* L.

La capacidad antioxidante de un alimento

depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él, así como del microambiente en el que se encuentre el compuesto, pudiendo interactuar entre sí, produciéndose efectos sinérgicos o inhibitorio, estudios realizados por Soto *et al.*, 2018[18], en orujos de uvas muestran la presencia de estos compuestos en valores inferiores $21,08 \pm 2,69 \mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ TE, a los obtenidos en el estudio realizado a la especie de *Solanum pimpinellifolium* L.

Los compuestos fenólicos cuantificados en los extractos de las frutas son de gran importancia debido a que constituyen un grupo de metabolitos secundarios que se consideran antioxidantes naturales con múltiples beneficios biológicos para el ser humano, tales como la prevención de enfermedades cardiovasculares y degenerativas [19]. En cuanto al contenido fenólico se obtuvo un valor de $754,90 \pm 2,99$ mg de ácido tánico. g^{-1} de muestra, este resultado muestra la presencia de contenido fenólico aunque cada componente fenólico puede contribuir de forma y proporción diferente, a todos se les atribuye capacidad antioxidante, por lo que el encontrar presencia de fenoles en *Solanum pimpinellifolium* L, en valores relativamente elevados, puede presentar efectos benéficos para la salud de sus consumidores. Abarca, 2019[20], indica la importancia biológica sobre la salud de los diferentes compuestos fenólicos, para ampliar las perspectivas sobre este grupo de sustancias, presentes en algunas plantas alimentarias y medicinales.

Conclusiones

La especie vegetal *Solanum pimpinellifolium* L. contiene metabolitos secundarios tales como flavonoides, ácidos fenólicos, y posee actividad antioxidante que se pudo comprobar en los diferentes ensayos por lo que se recomendaría su potencial uso como alternativa para la producción de alimentos funcionales. Al ser *Solanum pimpinellifolium* L una especie silvestre que actualmente no se le da valor comercial y al no existir estudios acerca de esta especie resulta interesante realizar ensayos *in vivo* de tal manera que se determine su capacidad real como fuente de antioxidante.

Referencias Bibliográficas

- [1] Morales M., Morales Á., Artiles A., Milián Y., y Espinosa G.: "Caracterización fenotípica y genética de cuatro especies silvestres del género *Solanum*, sección *Lycopersicon*". Rev. Cultivos Tropicales, Vol. 37, No 3 (2016) 109-119.
- [2] Lahoz I., Santos A., Malumbres A., Bozal J., Mauleón J, Arechalde A., y Calvillo S.: "Tomate de Industria". Navarra Agraria, No 232. (2019).
- [3] Kuti J. y Konuru H.: "Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes". J. Sci. Food Agric. Vol. 85 (2005) 2021-2023.
- [4] Candelas M., Alanís M., Bautista M., Del Río F, y García, C.: "Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión". Rev. Mex. Ing. Química. Vol. 4 (2005) 299 - 307.
- [5] Lucatti A., Van Heusden A., De Vos R., Visser R. y Vosman B.: "Differences in insect resistance between tomato species endemic to the Galapagos Islands". BMC Evolutionary Biology, Vol. 13(2013) 175.
- [6] Del Giudice R., Raiola A., Tenore G., Frusciante L., Barone A., Monti D. y Rigano M.: "Antioxidant bioactive compounds in tomato fruits at different ripening stages and their effects on normal and cancer cell". Journal of Functional Foods, Vol. 18, (2015) 83-94.
- [7] Camacho M.: "Evaluación de la actividad antioxidante e irritabilidad dérmica del aceite de unguirahui (*oenocarpus bataua*) para uso cosmético". Univ. Nacional Mayor de San Marcos-Facultad de Farmacia y Bioquímica, Vol. 95 (2015) 95.
- [8] Hart D., y Scott K.: "Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK". Food Chem, Vol. 54 (1995) 101-111.
- [9] Arándiga G., Díaz S., y Sánchez M.: "Estudio del licopeno del tomate como colorante natural desde la perspectiva analítica e industrial". Universidad Politécnica de Cataluña. 2008.
- [10] Cruz, R.: "Propiedades funcionales y beneficios para la salud de licopeno". Nutr. Hosp., Vol. 28, No. 1 (2013) 6-15.
- [11] Lugasi A., Hovari J., Bíró L., Brandt S., y Helyes L.: "Factors influencing lycopene content of foods and lycopene intake of Hungarian population". Magyar Onkologia, Vol. 48 (2004) 131-36.
- [12] Brand-Williams W., Cuvelier M., y Berse C.: "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity". LWT - Food Science and Tech., Vol. 28, No. 1 (1995) 25-30.
- [13] García I., Reyes H., Echeverry A., y Rodríguez J.: "Comparación cuantitativa de la actividad antioxidante en tomate chonto y ahuyama por los

- métodos ABTS, DPPH y voltamperometría cíclica". *Vitae*, No. 23, (2016) 576.
- [14] Mera S., y García S.: "Evaluación de diferentes métodos de reducción de taninos presentes en aguas residuales generadas en la industria del café instantáneo". Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador, 2018.
- [15] Soto M.: "Estudio fitoquímico de las hojas, flores y frutos de *Solanum multifidum* Lam. y *Lycianthes lycioides* (L.) Hassl. (Solanaceae) procedentes del Cerro Campana, Región La Libertad-Perú". *Arnaldoa*, Vol. 21, No 1, (2014) 91-104
- [16] Zhañay M. Relación entre la actividad antioxidante, y concentración de compuestos fenólicos contenidos en el fruto del pungal (*Solanum crinitipes*). Escuela Superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador, 2012.
- [17] Flores S., y Hernández C.: "Evaluación bromatológica del *Lycopersicon esculentum* M. (tomate regional) y su capacidad antioxidante". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú, 2016.
- [18] Soto L., Berradre M., Ortega J., Sulbarán B., Ojeda G.: "Optimización de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos en el extracto de orujo de uva variedad malvasía". *Revista Bases de la Ciencia*, Vol. 3, No 3, (2018) 19-36.
- [19] Moreno E., Ortiz B., Restrepo L.: "Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*. Vol. 43, No.3, (2014) 41-48.
- [20] Abarca R. y Vera P. "Importancia biológica de los compuestos fenólicos". *Inventio*. Vol. 15, No. 36, (2019). 33-38



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