

CALIDAD DE EXTRACTOS DE HOJAS DE *Ocimum basilicum* L. CULTIVADAS CON AGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE

QUALITY OF EXTRACTS FROM *Ocimum basilicum* L. LEAVES GROWN WITH MAGNETICALLY TREATED WATER

Cynthia Ramos-Frómeta^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-4581-9223>
Yanaisy Pérez-Quintero¹ <https://orcid.org/0000-0003-3197-2809>
Javier Almenares-Rosales¹ <https://orcid.org/0000-0002-8208-0969>
Yilan Fung-Boix¹ <https://orcid.org/0000-0002-1600-5231>
Ania Ochoa-Pacheco² <https://orcid.org/0000-0002-1028-6626>

¹Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente. Cuba

²Departamento de Farmacia. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Oriente. Cuba

*Autor para correspondencia: cynthia.ramos@uo.edu.cu

Recibido: 11 de julio de 2024

Aprobado: 1 de noviembre de 2024

RESUMEN

Ocimum basilicum L. (albahaca blanca) es reconocida por sus propiedades beneficiosas para la salud, principalmente por su actividad antioxidante. La tecnología del riego con agua tratada magnéticamente (ATM) contribuye al mejoramiento de la producción de las especies vegetales. Se evaluaron las características organolépticas, pH, sólidos totales, parámetros químicos y propiedad antioxidante de extractos de la hoja seca de albahaca blanca cultivada con campo magnético estático. Se conformaron dos grupos experimentales: control y plantas cultivadas con ATM (100-150 mT). Existe una mayor concentración de metabolitos y propiedad antioxidante para el extracto en agua. Sin embargo, se observó una mayor influencia del campo magnético sobre la actividad de secuestro de 2,2-difenil-1-picrylhidrazil (DPPH) para el extracto en etanol. El ATM estimuló los parámetros de calidad y la propiedad antioxidante en los extractos. La irrigación con ATM podría considerarse como una tecnología promisoría en la mejora del rendimiento del cultivo de esta especie vegetal.

Palabras clave: albahaca blanca; campo magnético estático; DPPH; fenoles y flavonoides.

ABSTRACT

Ocimum basilicum L. (sweet basil) is recognized for its health-promoting properties, mainly for its antioxidant activity. Magnetically treated water (MTW) irrigation technology contributes to the improvement of plant production. The organoleptic characteristics, pH, total solids, chemical parameters and antioxidant property of dry leaf extracts of *O. basilicum* L. cultivated with a static magnetic field were evaluated. Two experimental groups were formed: control and plants grown with MTW (100-150 mT). A higher concentration of metabolites and antioxidant property was demonstrated for the water extract. However, a greater influence of the magnetic field on free radical scavenging activity values was observed for the ethanol extract. MTW stimulated the quality parameters and antioxidant property of the extracts. Irrigation with MTW could be considered a promising technology in improving is vegetal spices crop yield.

Keywords: basil; static magnetic field; DPPH; phenols and flavonoids.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), reconoce la importancia de las terapias naturales y tradicionales, y su alcance en el ámbito mundial. Se estima que más del 80 % de la población mundial utiliza productos naturales de origen vegetal en la preservación y el cuidado de su salud, donde gran parte de los tratamientos implican el uso de extractos o principios activos derivados de plantas medicinales.⁽¹⁾ Entre las plantas reconocidas por tener un enorme potencial terapéutico, destacan las pertenecientes al género *Ocimum* (Lamiaceae). Este grupo de plantas contienen unas 150 especies herbáceas aromáticas anuales y perennes. Se caracterizan, además, por poseer alta variabilidad morfológica y quimiotípica.⁽²⁾

Las especies de *Ocimum* son nativas de regiones tropicales de Asia y África, distribuyéndose por todo el mundo. Son ricas en aceites aromáticos y son reconocidas por sus actividades antihelmíntica, antipirética, expectorante y carminativa.⁽²⁾ *O. basilicum* L. es una de las especies más importantes del género, debido a su amplia distribución y estudio. Es considerada en Cuba como una especie exótica.⁽³⁾ Contiene cantidades sustanciales de polifenoles, como ácidos fenólicos (ácido rosmarínico, chicorico, cafeico y caftarico), flavonoides (quercetina, apigenina) y glucósidos. Estos se caracterizan por numerosas actividades beneficiosas para la salud, entre la que se destaca la actividad antioxidante, que es una de las más estudiadas.^(1,4)

En general, se ha informado que el metil-chavicol o estragol y linalool (terpenoides), el ácido rosmarínico, el ácido chicorico, la rutina y la isoquercetina (compuestos fenólicos) son los metabolitos secundarios dominantes en *O. basilicum* L. Sin embargo, algunos estudios informan que la proporción y presencia de estos compuestos bioactivos varían según la composición genética de la planta, la época del año, clima, entre otros factores.⁽⁵⁾

Un problema de la fitoterapia popular es la dificultad de llevar un control sobre la dosis y la calidad del producto, lo cual puede propiciar riesgos y daños a la salud.⁽⁶⁾ Existen algunos reportes que indican que el estragol, metabolito presente en esta especie vegetal, posee propiedades carcinogénicas debido a un mecanismo genotóxico.⁽⁷⁾ En Cuba, estudios etnobotánicos constatan que, sus flores y hojas, se utilizan ampliamente de forma tradicional en infusiones y decocciones por vía oral como: antiinflamatorio, analgésico, diurético, sedante,

antihipertensivo, para problemas estomacales y antiparasitario.^(8,9) Su uso se encuentra autorizado por el Centro para el Control Estatal de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED), pero no se encuentran formulaciones farmacéuticas incluidas en el Formulario Nacional de Fitofármacos y Apifármacos⁽¹⁰⁾ por el riesgo de su toxicidad. Sin embargo, algunos reportes indican que a bajas concentraciones de estragol, no es tóxica.

Barfi, *et al.*, en un estudio de la concentración del estragol en la orina y plasma en humanos, demostraron que el porcentaje de absorción es de un 30 % para 15 mL de extractos en agua de la parte aérea de la albahaca, y no produce efectos genotóxicos.⁽¹⁾ Otras investigaciones comprobaron que a niveles superiores de 900 mg/kg de peso en modelos *in vivo* en ratones, posee efectos nocivos.⁽¹⁾ Se ha informado además que sus efectos toxicológicos, varían según el cultivar, la edad y altura de la planta, el contenido bioquímico, el tipo de extracto, la parte de la planta estudiada y el quimiotipo.^(11,12)

Dentro de su rol antioxidante, en la literatura se ha sugerido, que la actividad secuestradora de radicales libres podría deberse a la capacidad de donación de hidrógeno de los componentes fenólicos y flavonoides presentes en los extractos de hojas (en agua, etanol y metanol). También por su facultad de estimular la superóxido dismutasa (SOD), disminuyendo la formación de especies reactivas de oxígeno (EROS) y de la peroxidación lipídica que desempeñan un papel clave en la fisiopatología de diversas patologías.⁽¹⁾ El amplio uso etnomedicinal de esta especie vegetal sustenta el interés en garantizar su cultivo y propagación, lo que contribuirá a la disponibilidad del material vegetal necesario para continuar profundizando en investigaciones relacionadas a las propiedades medicinales y toxicológicas de esta especie vegetal.

En los últimos tiempos, debido a la importancia que proporciona el uso de las plantas con acción medicinal, su fácil acceso y bajo costo económico, se hace necesario que los usuarios de los servicios de salud dispongan de la medicina tradicional de manera segura y efectiva. En este sentido, el Ministerio de Salud Pública (MINSAP) junto con centros de investigación y universidades del país, estimulan el desarrollo de investigaciones sobre plantas medicinales, con el objetivo de conservar su uso tradicional para la obtención de drogas y extractos, que posean la calidad requerida para ser utilizados en el tratamiento de las enfermedades que afectan a las

comunidades.⁽¹³⁾ Sin embargo, existen pocos estudios enfocados al manejo óptimo del cultivo de *O. basilicum* L. y, en particular, a la mejora de la calidad del material vegetal. Uno de los métodos no convencionales que se ha introducido para la mejora del rendimiento de los cultivos de plantas es el riego con agua tratada magnéticamente (ATM).

La aplicación del agua bajo el efecto de un campo magnético estático en sistemas de riego, proporciona beneficios en el crecimiento, producción y rendimiento de las plantas. Se considera una tecnología valiosa, segura, económica y eficaz, que no produce daños al medio ambiente.⁽¹⁴⁾ No obstante, hasta la fecha son limitados los estudios realizados con la influencia del campo magnético estático en la mejora de procesos de absorción de nutrientes y la concentración de metabolitos secundarios en plantas medicinales, atendiendo a los efectos de un estrés abiótico. Sin embargo, se ha demostrado el papel significativo de su riego sobre el crecimiento, la productividad e incremento de metabolitos de algunas plantas medicinales como *Plantago lanceolata* L.,⁽¹⁵⁾ *Salvia rosmarinus* L.,^(15,16) y *Origanum majorana* L.⁽¹⁷⁾ Además, se sugiere que el uso de una combinación adecuada del tiempo de exposición, intensidad magnética y otros factores son clave para la mejora y desarrollo de los cultivos.⁽¹⁴⁾ Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo evaluar los parámetros de calidad físicos y químicos de extractos de la hoja seca de *O. basilicum* L. cultivada con campo magnético estático.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro Nacional de electromagnetismo Aplicado (CNEA), Santiago de Cuba, en el período comprendido del mes de enero-julio 2023.

Material vegetal

El material vegetal utilizado fueron posturas (plantas en estadio juvenil) de *Ocimum basilicum* L. cultivadas en la parcela experimental del CNEA, ubicado en la ciudad de Santiago de Cuba. La especie se clasificó en el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO) con el código de identificación BSC 220348.

Condiciones experimentales

Se diseñaron dos grupos experimentales, para un total de treinta plantas:

Grupo experimental 1 (control): plantas cultivadas sin tratamiento magnético.

Grupo experimental 2: plantas cultivadas con agua tratada con campo magnético estático (CME).

Para el tratamiento magnético del agua de riego se utilizó un dispositivo magnético externo de imanes no permanentes, diseñados, construidos y caracterizados en el CNEA. El rango de inducción se seleccionó a partir de resultados de estudios previos,⁽¹⁶⁾ que demostraron los efectos positivos de la dosis en cultivos de plantas medicinales. Los imanes se caracterizaron con un gaussímetro (error relativo de 0,01 G) con un rango de inducción magnética en la zona central de 100-150 mT.⁽¹⁸⁾

El sistema de riego es de tipo de microjet con una velocidad de 1,3 m/s. El riego se realizó una vez al día en el horario de las 08:00 a.m. por 30 min, facilitando el proceso de transpiración y siguiendo las normas técnicas establecidas para la especie.⁽¹⁹⁾ La parcela experimental del CNEA presenta una iluminación natural del 60 %, temperatura de 28 ± 2 °C y humedad relativa entre 55 y 60 %.

Colecta y procesamiento del material vegetal

Al concluir el experimento, después de los 65 días del tratamiento, se colectaron plantas adultas que estaban en la fase final de su crecimiento, antes de iniciar su fase de floración. Se utilizaron las hojas, las cuales fueron secadas en estufa (MWL- 200, VEB, Alemania) a 40 °C por tres días, y posteriormente trituradas en un molino (Retsch MM 400, Alemania).^(20,21)

Elaboración de los extractos vegetales

Para la elaboración de los extractos en agua y etanol, se utilizaron 3 g del polvo de la droga seca, y se disolvió en un volumen de mensturo de 100 mL (agua destilada y etanol al 70 %, ^(16,22) respectivamente). Los métodos utilizados fueron por decocción (extracto en agua) y maceración (extracto en etanol).⁽²³⁾ Para este último, se mantuvo el extracto en agitación en una zaranda (Wise Shake, Korea) por 24 h. Posteriormente, se filtraron y se centrifugaron en una centrífuga refrigerada (SIGMA 3-6 kL, Alemania) a 3 000 g por 15 min, y fueron concentrados en un rotoevaporador (Heidolph, Alemania).

Determinación de parámetros de calidad físicos y químicos a los extractos en etanol y en agua, para ambos grupos experimentales

Parámetros físicos

Se analizaron las características organolépticas (olor, color y sabor) a los extractos obtenidos, según la Norma Ramal de Salud Pública (NRSP-312).⁽²⁴⁾

El pH se determinó por un equipo medidor multiparamétrico (Mettler Toledo GS23, China), y las mediciones se realizaron por triplicado, según la NRSP-312.⁽²⁴⁾

Para el porcentaje de sólidos totales, se determinaron según la NRSP-312⁽²⁴⁾ y se calcularon mediante la ecuación (1):

$$St = \frac{(Pr - P)}{V} \cdot 100 \quad (1)$$

donde:

Pr: masa de la cápsula más el residuo (g).

P: masa de la cápsula vacía (g).

V: volumen de la porción del ensayo (mL).

100: factor matemático.

Parámetros químicos

Determinación de fenoles totales

Se realizó el ensayo de fenoles totales por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Los valores fueron registrados en un rango de absorbancia de 760 nm. El análisis se realizó en un espectrofotómetro Genesys 10 UV (China). Los resultados fueron expresados basados en el ácido gálico, utilizando una curva de calibración en el rango de 0,000 4 a 0,024 mgmL⁻¹, mediante la ecuación (2):⁽¹⁷⁾

$$C_{\text{extracto}} = C_{\text{equiv.Ac.Gal.}} \cdot F_{\text{Diluc}} \quad (2)$$

donde:

C_{extracto}: concentración del extracto.

C_{equiv. Ac.Gal.}: concentración equivalente de ácido gálico.

F_{Diluc}: factor matemático de dilución.

Determinación de flavonoides totales

Se determinaron por el método colorimétrico de cloruro de aluminio (AlCl₃)⁽²⁵⁾. Se tomaron 200 µL de cada extracto, y se añadieron 700 µL de etanol al 95 %. Posteriormente, se agregaron 40 µL de cloruro de aluminio (10%), 40 µL de acetato de sodio (1 molL⁻¹) y 5 mL de agua. La disolución se mezcló bien, se incubó a temperatura ambiente por 30 min. Se midió

la absorbancia de la mezcla a una longitud de onda de 412 nm en un espectrofotómetro T60-U UV visible (China). La quercetina se utilizó como estándar y se realizó una curva de calibración a un intervalo de 2 a 200 µgmL⁻¹. Los resultados se expresaron en microgramos (µg). La concentración de los extractos que se expresa como equivalente de la quercetina, se calculó a partir de la ecuación del modelo ajustado obtenido de la curva de calibración.

Propiedad antioxidante

Propiedad secuestradora del radical libre DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

La propiedad captadora del radical libre DPPH• se determinó por el método descrito por Hatano, *et al.*⁽¹⁶⁾

Para el análisis, se utilizaron ambos extractos y una solución estándar de quercetina una concentración de 1 mgmL⁻¹. Se preparó una solución de DPPH• a una concentración de 0,05 mg/mL en etanol absoluto (95%). A partir de las soluciones de los extractos y la quercetina, se prepararon varios puntos a diferentes concentraciones de cada uno para conformar la curva de calibración. Cada punto se realizó por triplicado (0,5-500 µgmL⁻¹). Se adicionaron 500 µL de la solución de DPPH a cada punto de la muestra y del patrón, y se agitó en el vórtex. La mezcla fue incubada en la oscuridad a temperatura ambiente por 30 min. Luego se midió la absorbancia a 517nm. El porcentaje de reducción de DPPH• se calculó por la ecuación (3):

$$\%R = ((A_0 - A_1)/A_0) \cdot 100 \quad (3)$$

donde:

%R: porcentaje de reducción del radical DPPH•.

A₀: absorbancia del blanco.

A₁: absorbancia de la muestra.

Luego, por interpolación, se calculó la concentración del extracto requerida para eliminar el 50 % del radical DPPH o concentración del extracto que inhibe el 50 % del radical DPPH• (CI₅₀) para cada extracto obtenido. Finalmente, la CI₅₀ se relacionó con la registrada para la quercetina. Los resultados se expresaron por la equivalencia entre la capacidad antioxidante de la quercetina y de los extractos (µgmL⁻¹).

Poder antioxidante reductor férrico (FRAP)

Este método se realizó por la metodología establecida por Ozgen *et al.*,⁽⁴⁾ la cual consiste en mezclar 1 mL de cada solución de extractos (1 mgmL⁻¹) o del

antioxidante estándar (ácido ascórbico) a diferentes concentraciones con 1 mL de tampón fosfato (0,2 M) y 1 mL de ferricianuro de potasio [$K_3Fe(CN)_6$]. La mezcla se incubó a 50 °C durante 20 min, y luego se añadió 1 mL de ácido tricloroacético al 10 % para detener la reacción. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a 3 000 g por 10 min.

Se extrajo 1 mL del sobrenadante, y se mezcló con 1 mL de agua destilada y 0,5 mL de solución de cloruro de hierro ($FeCl_3$) al 1%. Se leyó la absorbancia de la mezcla a 700 nm contra un blanco que contiene todos los reactivos menos el $FeCl_3$. El poder reductor del hierro se calculó mediante la siguiente ecuación (4):

$$P. \text{ reductor} = \frac{\text{Abs.de } FeCl_3 - \text{Abs.de } FeCl_3 \text{ (extr. o est.)}}{\text{Abs.de } FeCl_3} \cdot 100 \quad (4)$$

Determinación de la capacidad antioxidante total (CAT)

Para este ensayo, se utilizaron 0,3 mL de cada solución de extracto (1 mg mL^{-1}), y se mezclaron con 3,0 mL de fosfomolibdeno (0,6 mM de H_2SO_4 , 28 mM de Na_3PO_4 y 4 mM de molibdato de amonio) en tubos de ensayo tapados. Luego, las muestras se incubaron en un baño de agua a 95 °C por 60 min. Después, se dejó enfriar a temperatura ambiente, y se midió la absorbancia de las soluciones a 695 nm frente a un blanco (0,3 mL de etanol sin el extracto), utilizando el espectrofotómetro.

Se preparó una curva de calibración de ácido ascórbico. Los estándares de ácido ascórbico se prepararon a las concentraciones de 20, 40, 60, 80, 100 y 120 mg L^{-1} . Los valores de CAT se expresaron como miligramos equivalentes de ácido ascórbico/g de muestra seca.⁽²⁶⁾

Análisis estadístico

Los experimentos se realizaron por triplicado. Para la organización de los datos y el análisis estadístico se desarrolló un análisis de varianza de clasificación simple. Para comprobar que los datos seguían una distribución normal, y para verificar la homogeneidad de las varianzas, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Se efectuó la prueba de Tukey para la comparación de varias muestras, con un nivel de significación de $p < 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa STATGRAPHICS CENTURION XV (Graphics Software Systems, STCC, 2000, EUA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Material vegetal

La identificación taxonómica de la especie vegetal realizada por los especialistas de BIOECO, corroboró que se trataba de *Ocimum basilicum* L. El proceso de secado mantuvo las características organolépticas iniciales de la droga vegetal. Los extractos elaborados presentaron un color marrón, olor característico de la planta y aspecto homogéneo y traslúcido; lo que coincide con lo reportado por Lozano Suquilanda y Sopalo Acero.⁽²⁷⁾

Determinación de parámetros de calidad físicos y químicos a los extractos en etanol y en agua para ambos grupos experimentales

En la tabla 1 se exponen los resultados de los parámetros físicos determinados a los extractos en agua y etanol, derivados de hojas de plantas cultivadas con CME y el control.

Tabla 1- Valores medios de los parámetros de calidad físicos de los extractos en agua y etanol de la hoja de *O. basilicum* L.

Parámetros	Extracto en agua		Extracto en etanol	
	Control	CME	Control	CME
Características organolépticas	Color: marrón oscuro		Color: marrón claro	
	Olor: característico		Olor: característico	
	Sabor: ligeramente amargo		Sabor: ligeramente amargo	
pH	5,1	5,3	5,3	4,8
	$\pm 0,02^c$	$\pm 0,02^b$	$\pm 0,01^b$	$\pm 0,01^a$
ST (g/100 mL)	0,28	0,55	0,27	0,38
	$\pm 0,003^a$	$\pm 0,01^c$	$\pm 0,00^a$	$\pm 0,00^b$

Leyenda: control: extracto de plantas cultivadas sin tratamiento magnético; CME: extracto de plantas cultivadas con agua tratada con campo magnético estático; sólidos totales (ST); valores medios \pm DS (desviación estándar). Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$, ANOVA, test Tukey).

Las características organolépticas de ambos extractos son similares, presentando un color entre marrón oscuro y claro; el olor identificado fue agradable y característico de las hojas de albahaca. Su sabor es ligeramente amargo, debido a la presencia de sustancias como los taninos (polifenoles). Estos poseen función de defensa en las plantas, debido a que poseen propiedades astringentes y anti-nutrimientales.⁽²⁸⁾ Sin embargo, tienen propiedades antivirales, previenen el envejecimiento celular, actúan como factor antiproliferativo, reductor o con capacidad de limitar la multiplicación de células cancerígenas.⁽²⁸⁾

Los resultados para las características organolépticas de los grupos control fueron semejantes los reportes de Contreras-Pérez⁽²⁹⁾ en la evaluación de la actividad repelente y biocida de las hojas de *O. basilicum* L., sin embargo, en la literatura no se reportan estudios relacionados con aplicación del CME para la especie. Los valores de pH para los cuatro extractos, son ligeramente ácidos, en un intervalo entre 4,8 y 5,3. Los resultados indicaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los extractos de plantas cultivadas con CME, con respecto a sus controles, para un 95 % de confianza. No obstante, en estas se mantuvieron características ácidas débiles.

Se sugiere, que las características ácidas débiles de los extractos, pudieran deberse a la presencia de metabolitos secundarios, como flavonoides, fenoles y taninos.⁽³⁰⁾ Al respecto, Lozano Suquilanda y Sopalo Acero⁽²⁷⁾ obtuvieron resultados semejantes sin tratamiento magnético en extractos de albahaca con características débilmente ácidas. Rodríguez Ferreiro *et al.*,⁽¹⁷⁾ en la evaluación de los parámetros físicos y químicos de extractos de la mejorana (*Origanum majorana* L.), reportaron que el CME (100-150 mT) influyó en los valores del pH para los extractos en agua y en etanol, donde el grupo tratado tiene características ácidas más débiles con respecto a los controles.

En el caso del porcentaje de sólidos totales para ambos extractos (etanol y agua), los valores más altos estuvieron en el grupo del extracto en agua. Se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre ambos tratamientos en cada uno de los extractos estudiados, constatándose la influencia del campo magnético en este parámetro. En los extractos disueltos en agua de las hojas de albahaca, el mayor valor estuvo representado por el grupo tratado (0,55 g/100 mL) con respecto al control (0,28 g/100 mL).

Para los extractos en etanol, se obtuvieron resultados similares, el grupo con mayor porcentaje de sólidos totales fue el tratado con CME (0,38 g/100 mL) con respecto al control (0,27 g/100 mL). En la literatura no se reporta para la especie el porcentaje de sólidos totales obtenidos en extractos.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Rodríguez Ferreiro, *et al.*,⁽¹⁷⁾ se constata que el CME (100-150 mT) favorece la extracción de sólidos totales para los extractos. Esto puede estar relacionado con el aumento de la concentración de compuestos de naturaleza polar presentes en la hoja de *O. basilicum*

L. Los extractos en agua tuvieron mayor concentración por la naturaleza polar de los compuestos extraídos.

Determinación de fenoles y flavonoides totales

Los contenidos de fenoles y flavonoides totales de los extractos de hojas obtenidos para la albahaca blanca, se muestran en la tabla 2. Los resultados arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos para cada extracto evaluado, con un 95,0 % de nivel de confianza.

Los extractos en agua tuvieron mayor concentración de fenoles y flavonoides totales con respecto a los extractos en etanol, en ambos tratamientos. Estos resultados coinciden con el porcentaje de sólidos totales, confirmando la mayor extracción de compuestos con características polares. Sharma *et al.*,⁽²⁶⁾ en un estudio comparativo de extractos de hojas en tres especies de albahaca (*O. basilicum* L., *O. gratissimum* L. y *O. tenuiflorum* L.) en varios solventes (acetona, metanol, agua y etanol), reportaron que la concentración de fenoles y flavonoides totales fue superior para los extractos disueltos en etanol (dilución 9 : 1, v/v) con respecto al agua.

Tabla 2- Contenidos de fenoles y flavonoides totales en los extractos en agua y etanol de la hoja

Extra ctos	TF (mg de AGEg ⁻¹ extractos ± DS)		TFv (mg de QuEg ⁻¹ extractos ± DS)	
	Control	CME	Control	CME
EEO B	105,08±9,7 1 ^a	236,07±24, 68 ^b	111,44±7,4 9 ^a	169,74±1,7 6 ^b
EAO B	190,44±11, 06 ^b	374,46±22, 54 ^c	133,58±21, 64 ^a	218,61±10, 84 ^c

Leyenda: control: plantas cultivadas sin tratamiento magnético; CME: plantas cultivadas con agua tratada con campo magnético estático; EEOB: extracto en etanol; EAOB: extracto en agua; AGE: ácido gálico equivalente; QuE: quercetina equivalente; TF: contenido de fenoles totales; TFv: contenido de flavonoides totales, valores medios ± DS (desviación estándar). Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$, ANOVA, test Tukey).

Nadeem *et al.*⁽³¹⁾ evaluaron la concentración de fenoles en extractos de *O. basilicum* L. en diferentes solventes sin la aplicación de un estrés físico como el CME. Identificaron, que los extractos en etanol tenían más afinidad hacia la extracción del contenido de fenoles y flavonoides totales (191,2 mg GAE/g y 13,3 mg QE/g) en comparación a los extractos en diclorometano (86,6 mg GAE/g y 9,63 mg QE/g) y en agua (70,7 mg GAE/g y 6,49 mg QE/g).

Estas referencias difieren de los resultados obtenidos en este trabajo para los solventes etanol y agua, y podrían explicarse por la extracción de polifenoles, que dependen, en gran medida, del tipo de solvente utilizado, su polaridad, el grado de polimerización de los compuestos y sus interacciones con otros constituyentes. Además, de los factores biológicos de la propia planta (genotipo, órgano de la planta y ontogenia, factores edáficos y ambientales).⁽²⁶⁾

Los polifenoles son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas bajo estrés ambiental. La literatura indica, que por sus propiedades antioxidantes descritas pueden proteger a los sistemas biológicos del estrés oxidativo. Una mayor concentración de fenoles y flavonoides le confiere a la planta una mayor actividad antioxidante.⁽¹⁶⁾ La concentración de flavonoides totales precisada en los dos extractos, fue inferior a los del análisis de fenoles totales. Esto ocurre porque los flavonoides son un subgrupo que se incluye dentro de los compuestos fenólicos. Son el grupo de compuestos naturales más extendido, y probablemente los más importantes, como resultado de sus beneficios para la salud.⁽³²⁾ Los compuestos antioxidantes (fenoles y flavonoides) tienen diferentes estructuras moleculares y polaridades, por lo que en base a su estructura molecular pueden ser o no solubles en un solvente específico. Los solventes polares son los más utilizados para la extracción de polifenoles en plantas.⁽³³⁾

Los resultados de la concentración de fenoles y flavonoides totales fueron semejantes a estudios precedentes.^(4,34) En cuanto a la influencia del ATM, para la concentración de fenoles, en los extractos en etanol se obtuvo, que en las plantas cultivadas con ATM, su concentración fue superior en relación con el grupo control, representando el 55,48 % de diferencia. Este fenómeno se evidencia también en la concentración de fenoles para los extractos en agua, donde los resultados fueron superiores para el grupo tratado, con una diferencia de 49,14 % respecto al control. Similar comportamiento de la influencia del CME se observó en la concentración de flavonoides; para los grupos tratados de ambos extractos (en etanol y en agua), donde hubo un incremento del 34,35 % y 38,90 %, respectivamente.

Estos resultados reflejan, que el efecto del agua tratada con CME en plantas medicinales, puede influir en el aumento de la concentración de fenoles y flavonoides totales. Aún no existen reportes relacionados con el efecto del ATM sobre el contenido de fenoles y flavonoides totales para la

especie. Sin embargo, resultados similares se reportaron para *Origanum majorana* L. irrigadas con agua tratada con CME (100-150 mT), donde se obtuvo una mayor concentración de fenoles, flavonoides y carbohidratos totales.⁽¹⁷⁾ Fung-Boix *et al.*⁽¹⁶⁾ señalaron, que el campo magnético con el mismo rango de inducción aplicado para este estudio, incrementó el contenido fenólico y la actividad antioxidante de *Salvia officinalis* L.

Determinación de la propiedad secuestradora del radical libre DPPH•

La actividad secuestradora o de eliminación de radicales libres con el ensayo de DPPH•, resultó ser positiva para un cambio de coloración de púrpura a marrón amarillento para los extractos de hojas de *O. basilicum*. En la tabla 3 se muestran los resultados experimentales.

Tabla 3- Resultados del secuestro del radical libre DPPH• de extractos en agua y etanol derivados de las hojas de la especie

Extractos	CI ₅₀ (µg mL ⁻¹) ±DS
Quercetina	2,43 ± 0,01 ^a
EAOB (Control)	44,94 ± 0,00 ^b
EAOB (CME)	24,34 ± 0,01 ^c
EEOB (Control)	252,44 ± 0,03 ^d
EEOB (CME)	103,80 ± 0,02 ^e

Leyenda: EEAOB: extracto en agua, EEOB: extracto en etanol; control: plantas cultivadas sin tratamiento magnético; CME: plantas cultivadas con agua tratada con campo magnético estático; (CI₅₀) concentración inhibitoria al 50 %; valores medios ± DS (desviación estándar). Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05, ANOVA, test Tukey).

Los resultados de la concentración inhibitoria media indicaron, que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos en cada extracto, para un 95,0 % de nivel de confianza. Los extractos evaluados tuvieron un valor elevado de CI₅₀ en comparación con el estándar de quercetina. Un valor de CI₅₀ bajo indica una elevada actividad secuestradora de radicales libres.

De manera general, los resultados indicaron que el campo magnético influye en el incremento de la capacidad secuestradora de radicales DPPH• en extractos de hojas de *O. basilicum* L. La tabla 3 indica que para los grupos tratados con CME hubo una diferencia de 20,6 y 148,64 µg mL⁻¹ para los extractos en agua y etanol, respectivamente.

Los valores de CI₅₀ para los extractos en agua fueron inferiores en relación con los extractos en etanol, por lo que, tienen mayor actividad

secuestradora de radicales libres, resultado que coincide con el mayor porcentaje de sólidos totales y de concentración de fenoles y flavonoides totales para los mismos.

Cabe resaltar que, aunque los mejores resultados se obtuvieron para los extractos en agua, la influencia del campo magnético es mayor para los extractos en etanol, debido a que la proporción de disminución de la concentración del control con respecto al tratado con CME es mayor. Este ensayo de DPPH• constituye una primera evidencia, por lo que no define las propiedades secuestradoras de radicales libres de la hoja de la especie estudiada, por lo tanto, se requiere de otras pruebas experimentales con vista a su confirmación.

En resumen, estos resultados se relacionan con los obtenidos en la cuantificación de fenoles y flavonoides totales, donde hubo un valor superior de los extractos tratados con CME con respecto a los controles; así como los mayores valores de las concentraciones de estos dos grupos de metabolitos secundarios en los extractos en agua. Por lo tanto, la concentración de fenoles y flavonoides totales y la propiedad eliminadora del radical libre DPPH• están correlacionadas. Curiosamente, en la literatura se constata que la actividad de secuestro del radical libre DPPH es proporcional a la concentración de metabolitos.⁽¹⁶⁾

Poder antioxidante reductor férrico (FRAP) y Capacidad antioxidante Total (CAT)

El poder antioxidante reductor férrico (FRAP) consiste en determinar la capacidad que tiene el extracto para reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} , y el complejo incoloro férrico-2,4,6-triazina (TPTZ) se reduce y cambia su coloración a azul.⁽²⁷⁾ Un elevado valor de mM Eq. AA indica una notable capacidad antioxidante.⁽⁴⁾ Los extractos de la hoja de *O. basilicum* L. fueron positivos al cambio de color. La estadística señala, que el FRAP varió según el solvente utilizado ($p < 0,05$). El poder reductor para los extractos en agua osciló entre $5,13 \pm 0,16$ y $10,01 \pm 0,05$ mM Eq. AA, seguidos de los extractos en etanol ($4,03 \pm 0,04$ y $4,62 \pm 0,18$ mM Eq. AA), como se aprecia en la tabla 4.

Qasem *et al.*⁽³⁵⁾ determinaron la composición química y actividad biológica del extracto en agua y aceite esencial de las partes aéreas de la albahaca. Los resultados expresados en CI_{50} fueron superiores para los extractos en agua ($\text{CI}_{50} = 33,13 \pm 0,17$ mg TEs/g). Fenómeno similar se discierne en la investigación

de Rezzoug *et al.*,⁽⁴⁾ donde en este caso evalúan la actividad antioxidante del extracto en etanol y el aceite esencial de la albahaca; los mejores resultados se encontraron para los extractos en etanol ($3,657 \pm 0,009$ $\mu\text{g mL}^{-1}$).

Tabla 4- Resultados de la capacidad antioxidante total y poder antioxidante reductor férrico de extractos en agua y etanol de la hoja de *Ocimum basilicum* L.

Extractos	FRAP (mM Eq. AA) \pm DS	CAT (mM Eq. AA) \pm DS
EAOB (Control)	$5,13 \pm 0,16^a$	$0,22 \pm 0,04^a$
EAOB (CME)	$10,01 \pm 0,05^b$	$1,0 \pm 0,00^b$
EEOB (Control)	$4,03 \pm 0,04^c$	$0,29 \pm 0,01^c$
EEOB (CME)	$4,62 \pm 0,18^d$	$0,35 \pm 0,03^d$

Nota: Los valores reportados corresponden a la concentración máxima de 1 mg/mL

Leyenda: EAOB: extracto en agua, EEOB: extracto en etanol; control: plantas cultivadas sin tratamiento magnético; CME: plantas cultivadas con agua tratada con campo magnético estático; FRAP: poder antioxidante reductor férrico; CAT: capacidad antioxidante total; mM Eq. AA: equivalente del ácido ascórbico; valores medios \pm DS (desviación estándar). Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$, ANOVA, test Tukey).

La capacidad antioxidante total a partir de la formación del complejo fosfomolibdeno verde, se basa en una oxidación-reducción donde el molibdeno VI se oxida a V en presencia de un antioxidante. La reducción se materializa cuando se forma un complejo verdoso. Para este estudio, desde el punto de vista cualitativo, los extractos fueron positivos al cambio de coloración. El análisis estadístico cotejó la existencia de diferencias significativas para un 95,0 % de nivel de confianza para los extractos evaluados. Los extractos en agua mostraron una capacidad antioxidante total máxima en el rango de $0,22 \pm 0,04 - 1,00 \pm 0,00$ mM Eq. AA con respecto a los extractos en etanol ($0,29 \pm 0,01 - 0,35 \pm 0,03$ mM Eq. AA), según se muestra en la tabla 4. Estos resultados se correlacionan con el contenido de fenoles y flavonoides, la propiedad de secuestro del radical libre DPPH• y el FRAP.

Estudios precedentes como los de Sharma *et al.*⁽²⁶⁾ difieren con estos, donde la CAT fue mayor para los extractos en etanol (27 mg GAE/g DW). Esto se debe a que, como se ha mencionado con anterioridad, ciertos compuestos fenólicos, flavonoides y otros compuestos antioxidantes solubles en agua pueden ser más efectivos en la extracción acuosa o dependen, en gran medida, del tipo de polaridad del disolvente utilizado.^(17,26) La diferencia en las capacidades antioxidantes entre los tratamientos sugiere que el método de cultivo y el tipo de solvente son factores

importantes a considerar en la composición química de la planta. Por lo tanto, los extractos en agua de la hoja de *O. basilicum* L. tienen una mejor propiedad antioxidante que los extractos en etanol.

En cuanto al efecto del CME, para el grupo de plantas con dicho tratamiento, el FRAP incrementó 1,95 y 1,15 veces (extractos en agua y etanol, respectivamente) en comparación con las plantas pertenecientes al grupo control. En el caso de la capacidad antioxidante total, ocurre lo mismo, los extractos de plantas cultivadas con CME fueron superiores a los de los grupos control; con valores de $10,01 \pm 0,05$ mM Eq. AA para el extracto en agua y $4,62 \pm 0,18$ mM Eq. AA para el extracto en etanol.

En correspondencia con los resultados del romero, Fung Boix *et al.*⁽¹⁶⁾ reportaron, que para el mismo rango de inducción las plantas cultivadas con CME tuvieron un elevado poder reductor y capacidad antioxidante total en sus hojas. A grosso modo se puede decir, que el tratamiento con un CME (100-150 mT) tiene un efecto positivo en la capacidad antioxidante total y el poder reductor férrico de los extractos de la hoja de albahaca.

Aunque se ha demostrado el efecto del CME sobre la composición química de las plantas, las bases teóricas de su acción son complejas. Algunos autores explican que el agua bajo la acción de un CME adquiere un aspecto peculiar, provocando cambios en sus características físico-químicas; se afecta el momento dipolar, el estado de transición de los electrones y el estado vibratorio de la molécula en sí.⁽¹⁶⁾ Además, aumenta la conductividad eléctrica, hay una mayor solubilidad de sales. Provoca una colisión entre las moléculas y su posterior ruptura en agregados más pequeños. Otros reportes indican que el campo magnético en el agua reduce la tensión superficial, viscosidad, aumenta el contenido de oxígeno disuelto y la permeabilidad.⁽¹⁷⁾

Estos cambios de las propiedades físico-químicas del agua se basan en el principio magneto-hidrodinámico que hacen, además, que incremente su solubilidad y transporte. Esto favorece los fenómenos difusivos en la planta, incrementando la presión de turgencia de las células epidérmicas adyacentes, haciendo que penetre una mayor cantidad de agua en las células debido a las variaciones en el potencial de membrana de los tejidos. También aumenta la actividad enzimática, los niveles hormonales endógenos, su productividad, y ocurren cambios en el metabolismo del agua de la planta y los minerales. Por tanto, se altera de forma directa o indirecta el crecimiento y desarrollo de las plantas.^(14,16,17)

CONCLUSIONES

El empleo de la tecnología de agua de riego bajo la acción de un CME en el rango de inducción de 100-150 mT incrementó el porcentaje de sólidos totales y la concentración de fenoles y flavonoides totales en los extractos en agua y etanol de la hoja. Además, potenció las propiedades de secuestro del radical libre DPPH en ambos extractos, obteniéndose una mayor influencia para los extractos en etanol.

El poder reductor y capacidad antioxidante total aumentó. Los mayores valores para los parámetros de calidad físicos y químicos evaluados se evidenciaron para el extracto en agua. Por tanto, el uso de un campo magnético estático con un rango de inducción de 100-150 mT, generó una calidad física y química superior a los extractos en agua y etanol de la hoja de *Ocimum basilicum* L.; además, mejoró significativamente su propiedad antioxidante. Esta tecnología podría ser una alternativa útil para potenciar las propiedades farmacológicas de productos medicinales derivados de la especie *Ocimum basilicum* L.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Yanaisy Pérez Quintero, al Vet. Javier Almenares Rosales, al Tec. Guillermo Asanza Kindelán, al Dr. C. Ramón Arias Guillart y a la Dra. C. Elizabeth Issac Alemán, compañeros del CNEA, por su contribución en la realización del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FARÍAS, C. *et al.* "Albahaca: composición química y sus beneficios en salud". *Revista Chilena de Nutrición*, 2022, **49**(4), 502-512. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000500502>
2. DURÁN GAVIRIA, L. A. *et al.* "Calidad fisiológica de semillas de cinco variedades de Albahaca *Ocimum spp.* en condiciones del Valle del Cauca". *Acta Agronómica*, 2016, **65**(1), 38-43. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n1.45377>
3. ACEVEDO RODRÍGUEZ, P.; STRONG, M. T. *Catalogue of seed plants of the West Indies*. edited by S.I.S. PRESS. Edition ed. Washington DC., 2012. ISBN 0081-024X; 1938-2812. <https://doi.org/10.5479/si.0081024X.98.1>
4. REZZOUG, M. *et al.* "Chemical composition and bioactivity of essential oils and Ethanolic extracts of *Ocimum basilicum* L. and *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. from the Algerian Saharan". *Atlas. BMC*

- Complementary and Alternative Medicine*, 2019, **19**, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2556-y>
5. AÇIKGÖZ, M. A. "Effects of sorbitol on the production of phenolic compounds and terpenoids in the cell suspension cultures of *Ocimum basilicum* L." *Biologia*, 2021, **76**(1), 395-409. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00581-0>
6. LORAINÉ, S.; MENDOZA ESPINOZA, J. A. "Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México". *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 2010, **41**(4), 18-27. Available from World Wide Web: <<https://www.redalyc.org/pdf/579/57916060003.pdf>>
7. MAHENDRA, M. Y. *et al.* "Estragole: A review of its pharmacology, effect on animal health and performance, toxicology, and market regulatory issues". *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2023, **37**(2), 537-546. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.135092.2445>
8. GARCÍA DÍAZ, J. *et al.* "Caracterización etnobotánica de plantas medicinales en dos comunidades de la Región Suroriental de Cuba". *Caldasia*, 2023, **45**(2), 23-34. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n2.95613>.
9. HEREDIA-DÍAZ, Y. *et al.* "Estudio etnobotánico de las plantas medicinales usadas por los habitantes de Holguín, Región Oriental, Cuba". *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 2018, **17**(2), 160-196. Available from World Wide Web: <<https://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/41/35>>
10. ARZOLA, D. C. *Formulario Nacional de Fitofármacos y Apifármacos*. Edtion ed. La Habana, 2017. ISBN 978-959-212-902-3. Available from World Wide Web: <<http://www.bvscuba.sld.cu/libro/formulario-nacional-de-fitofarmacos-y-apifarmacos-segunda-edicion/>>. Fecha de revisión: 20 agosto de 2022.
11. SESTILI, P. *et al.* "The potential effects of *Ocimum basilicum* on health: a review of pharmacological and toxicological studies". *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 2018, **14**(7), 679-692. <https://doi.org/10.1080/17425255.2018.1484450>
12. TÜRKMEN, M. "The effect of different Phenological periods and harvest times on the essential oil ratio and components of basil genotypes". *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2021, **24**(1), 94-109. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1894243>
13. BERMÚDEZ DEL SOL, A. *et al.* "Uso tradicional de las plantas medicinales por la población del municipio de Santa Clara, Cuba". *Journal of Pharmacy Pharmacognosy Research*, 2018, **6**(5), 374-385. Available from World Wide Web: <<http://jppres.com/jppres>>
14. NYAKANE, N. E. *et al.* "The effects of magnetic fields on plants growth: a comprehensive review". *International Journal of food engineering*, 2019, **5**(1), 79-87. <https://doi.org/10.18178/ijfe.5.1.79-87>
15. ALVARADO, K. *et al.* "Efecto del agua magnetizada en algunos parámetros morfológicos de las especies romero (*Rosmarinus officinalis*) y llantén menor (*Plantago lanceolata*)". *Centro Agrícola*, 2012, **39**(3), 81-86. Available from World Wide Web: <http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_3/cag143121871.pdf>
16. FUNG-BOIX, Y. *et al.* "Assessment of the Antioxidative Potential of *Rosmarinus officinalis* L.(Lamiaceae) Irrigated with Static Magnetic Field-Treated Water". *Brazilian Archives of Biology Technology*, 2020, **63**, 45-53. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2020190142>
17. RODRÍGUEZ FERREIRO, O. A. *et al.* "Parámetros físicos, físicos-químicos y químicos de extractos de *Origanum majorana* L. cultivado utilizando agua magnetizada". *Revista Cubana de Química*, 2018, **30**(3), 454-469. Available from World Wide Web: <<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2224-54212018000300007&lng=es&nrm=iso>.>
18. GILART, F. *et al.* "High flow capacity devices for anti-scale magnetic treatment of water". *Chemical Engineering Processing: Process Intensification*, 2013, **70**, 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2013.04.001>
19. Agexport Agrícola. Albahaca, *Ocimum basilicum* [;online];. [;Guatemala];: 2024;revisado enero 2024. Available from World Wide Web: <<https://www.export.com.gt/documentos/guia-de-cultivos/guia-de-cultivo-de-albahaca.pdf>>
20. ALBAYRAK, S. *et al.* "In vitro antioxidant and antimicrobial activity of some Lamiaceae species". *Iranian Journal of Science and Technology (Sciences)*, 2013, **37**(1), 1-9. Available from World Wide Web: <<http://www.shirazu.ac.ir/en>>
21. JAYASINGHE, C. *et al.* "Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.)". *Journal of agricultural food chemistry*, 2003, **51**(15), 4442-4449. <https://doi.org/10.1021/jf034269o>

22. PÉREZ PORTERO, Y. *et al.* “Estabilidad fisico-química del extracto hidroetanólico al 70 % de hojas de *Spondias mombin* L.” *Revista Cubana de Química*, 2021, **33**(3), 305-325. Available from World Wide Web:<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212021000300305&lng=es&nrm=iso>
23. MINSAP. “Medicamentos de origen vegetal: Extractos y Tinturas. Procesos tecnológicos”. *Norma Ramal de Salud Pública (NRSP 311)*. In: La Habana. Cuba, 1991.
24. MINSAP. “Medicamentos de origen vegetal: Extractos y Tinturas. Métodos de ensayo”. *Norma Ramal de Salud Pública (NRSP 312)*. In. La Habana. Cuba, 1991.
25. KOSALEC, I. *et al.* “Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia”. *Acta pharmaceutica*, 2004, **54**(1), 65-72. Available from World Wide Web:<<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:570058>>
26. SHARMA, A. D. *et al.* “Comparative phytochemistry, antioxidant, antidiabetic, and anti-inflammatory activities of traditionally used *Ocimum basilicum* L. *Ocimum gratissimum* L., and *Ocimum tenuiflorum* L.” *BioTechnologia*, 2022, **103**(2), 131. <https://doi.org/10.5114/bta.2022.116206>
27. LOZANO-SUQUILANDA, G. M.; SOPALACERO, A. J. Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica a partir del albahaca (*Ocimum basilicum*) en función del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2022. Available from World Wide Web:<<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8742>>. Revisión: Julio 2023.
28. SHARMA, K., *et al.* “Health effects, sources, utilization and safety of tannins: A critical review”. *Toxin Reviews*, 2021, **40**(4), 432-444. <https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1662813>
29. CONTRERAS-PÉREZ, C. Z. Efecto biocida de las hojas *Ocimum basilicum* (Albahaca) contra *Acanthocoslides obtectus* (Say) gorgojo del grano de pallar (*Phaseolus lunathus*) almacenado. Universidad nacional San Luis Gonzaga, 2023. Available from World Wide Web:<<https://hdl.handle.net/20.500.13028/4793>>
30. SALTOS BRAVO, M. VÉLEZ ÁLAVA, P. “Caracterización físico-química, microbiológica y funcional de los extractos de la especie albahaca morada (*Ocimum sanctum*)”. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 2019, **2**(4), 2-11. <https://doi.org/10.46296/ig.v2i4.0008>
31. NADEEM, H. R., *et al.* “Toxicity, antioxidant activity, and phytochemicals of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves cultivated in Southern Punjab, Pakistan”. *Foods*, 2022, **11**(9), 1239. <https://doi.org/10.3390/foods11091239>
32. GIL, M. I., *et al.* “Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California”. *Journal of agricultural food chemistry*, 2002, **50**(17), 4976-4982. <https://doi.org/10.1021/jf020136b>
33. SALAS-PÉREZ, L., *et al.* “Composición fitoquímica y actividad antioxidante en tres variedades de albahaca por efecto de distintos solventes”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2022, **13**(SPE28), 113-123. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i28.3267>
34. FAUR, A., *et al.* “Correlations on Phenolic Screening Related to In Vitro and In Ovo Assessment of *Ocimum basilicum* L. Hydro-Alcoholic Extracts Used as Skin Active Ingredient”. *Molecules*, 2020, **25**(22), 5442. <https://doi.org/10.3390/molecules25225442>
35. QASEM, A., *et al.* “Determination of Chemical Composition and Investigation of Biological Activities of *Ocimum basilicum* L.” *Molecules*, 2023, **28**(2), 614. <https://doi.org/10.3390/molecules28020614>

DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses en el manuscrito presentado.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Cynthia Ramos Frómata: concepción, realización de los experimentos, análisis estadísticos; participación activa en el análisis y discusión de los resultados; escritura del documento; revisión y aprobación final del trabajo. Yanaisy Pérez Quintero: realización de los

experimentos y participación activa en la discusión de los resultados; revisión y aprobación final del trabajo. Javier Almenares Rosales: realización de los experimentos y participación activa en la discusión de los resultados; revisión y aprobación final del trabajo. Yilán Fung Boix: concepción, edición, participación activa en la discusión de los resultados; revisión y aprobación final del trabajo. Ania Ochoa Pacheco: metodología, edición, participación activa en la discusión de los resultados; revisión y aprobación final del trabajo.

