



**UAdeO**

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**

**UNIDAD REGIONAL GUASAVE**

LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS - GRUPO 02

ASIGNATURA: METABOLÓMICA

## **REPORTE DE PRÁCTICA:**

- **EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS POLARES DE FUENTE VEGETAL**
- **DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, RADICAL ABTS**

INTEGRANTES DEL EQUIPO:

AYALA AGUILAR ELSA JAQUELINE	18031595
BOJÓRQUEZ GARIBAY JOSÉ ERNESTO	18031540
ESPINOZA LEAL BRISIA LORENA	18031062
MELÉNDREZ LUIS ENRIQUE	18030065
VALENZUELA BELTRÁN NADYA JOSELINE	18031324

M.C. JUAN PAULINO SEGOVIANO LEÓN

GUASAVE, SINALOA. ABRIL DE 2022

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Introducción .....</b>	4
<b>Objetivos .....</b>	6
<b>Objetivo general .....</b>	6
<b>Objetivos específicos .....</b>	6
<b>Materiales y métodos.....</b>	7
<b>Resultados .....</b>	10
<b>Discusión .....</b>	12
<b>Conclusiones.....</b>	14
<b>Ayala Aguilar Elsa Jacqueline .....</b>	14
<b>Bojórquez Garibay José Ernesto.....</b>	14
<b>Espinoza Leal Brisia Lorena .....</b>	15
<b>Meléndrez Luis Enrique.....</b>	15
<b>Valenzuela Beltrán Nadya Joseline .....</b>	16
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Metodología utilizada: a) selección y secado de la muestra; b) extracción de compuestos polares de fuente vegetal; c) preparación del radical ABTS y d) determinación de la actividad antioxidante, radical ABTS.....	9
--	---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Materiales, equipo y reactivos utilizados para la realización de la práctica de extracción de compuestos fenólicos y determinación de la actividad antioxidante. ....	7
<b>Tabla 2 .</b> Resultados que arrojó el espectrofotómetro al hacer las mediciones. ....	10

<b>Tabla 3</b> . Registro de promedio, desviación estándar y coeficiente de varianza de las tres muestras analizadas.....	10
<b>Tabla 4</b> . Registro de la absorbancia del espectro, añadiendo el delta.....	11
<b>Tabla 5</b> . Absorbancia y delta de la muestra.....	12
<b>Tabla 6</b> . Intersección del eje y pendiente.....	12
<b>Tabla 7</b> . Resultados de los antioxidantes de la muestra.....	12

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Grafica 1</b> . Línea de tendencia de los extractos respecto a las distintas concentraciones y valor de delta.....	11
---	----

### ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> . Conversión de capacidad antioxidante a molaridad.....	20
<b>Anexo 2</b> . Resultado de la actividad antioxidante a mg.....	20

## Introducción

Una de las herramientas mas atractivas en la actualidad es la metabolómica que tiene como finalidad cuantificar moléculas diminutas que se encuentran en células, tejidos e incluso en el organismo en situaciones fisiológicas o cuando aparecen alteraciones, dichas moléculas son conocidas como metabolitos (Roberts, Koulman & Griffin, 2014).

Son pequeños compuestos que derivan de distintas reacciones metabólicas, se suelen clasificar en primarios y secundarios, siendo los primarios aquellos involucrados de forma directa con procesos fisiológicos y, por lo tanto, necesarios para la existencia de la planta (Erb, & Kliebenstein, 2020). Por lo contrario, los secundarios no se encuentran relacionados directamente con este tipo de procesos, sino más bien funcionan como protectores contra factores externos como lo son los patógenos, es decir, en las plantas se encuentra íntimamente relacionado con la defensa ante el mundo exterior (Hernández, *et al.*, 2018).

En la actualidad su estudio es de gran importancia a nivel mundial para las ciencias bioquímicas, así pues, los compuestos que contienen bioactividad suelen ser más complejos y menos estudiados, dado por la especificidad que requiere cada uno. Dentro de los metabolitos más abundantes se encuentra la composición fenólica, específicamente los polifenoles, conocidos por ser un grupo de gran variedad, además de la actividad biológica elevada que pueden presentar (Acosta, 2019). Dentro de las cualidades que representan a los polifenoles se encuentra la capacidad de inhibir o disminuir los radicales libres, gracias a la actividad antioxidante que poseen, la cual es distinta para cada tipo compuesto. La importancia de lo antes mencionado es que se busca minorar a los prooxidantes, para evitar el estrés oxidativo (Gordo, 2018).

La causa del estrés oxidativo es debido a que son moléculas que contienen uno o más electrones desapareados en su orbital externo, son muy inestables y altamente reactivas, además presentan una de vida media corta. La razón de la búsqueda de su inhibición está fundamentada en que si se acumulan puede que este daño aumente de forma exponencial provocando el desarrollo de distintas enfermedades crónicas (Gutiérrez *et al.*, 2021). En general, son capaces de actuar en los sistemas biológicos generando

cambios en la composición química o en la estructura de los elementos celulares que los hace incompatibles con la vida (Bender *et al.*, 2016).

Asimismo, las moléculas que pueden originar el estrés oxidante, son principalmente las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ROS y RNS, por sus siglas en inglés), creadas a partir del metabolismo celular fisiológico causando daños acumulativos, dando paso a un desequilibrio entre la producción de radicales libres y los mecanismos antioxidantes hasta llegar el punto de producir estrés oxidante, lo que conduce a daños biomoléculas como lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, e inhibir su estructura y función normal (Hernández *et al.*, 2019).

Los ROS son representados como reguladores fisiológicos de vías o cascadas de señalización intracelulares activadas por ciertos factores de crecimiento por medio de sus receptores tirosíquinasa, por otra parte, los ROS causarían una modificación e inactivación oxidativa temporal de las fosfatasas prolongando la acción de las proteínas quinasas celulares y dañando a ciertas biomoléculas si estos se acumulan. De otra forma si los ROS disminuyen, atenuaría la inactivación oxidativa de estas fosfatasas suprimiendo las vías de señalización de estas biomoléculas (Carvajal *et al.*, 2019).

De igual importancia, se considera que el notable interés por las hierbas aromáticas ha incrementado en los últimos años, por las características terapéuticas y de conservación que tienen las plantas. En especial la planta albahaca (*Ocimum basilicum* L.), que posee una gran cantidad de usos al implementarla en los alimentos, perfumería y la industria médica, ya que contiene una gran cantidad de actividades biológicas, como lo es la capacidad antioxidante que sirve para la protección de los radicales libres y prevención de ciertos padecimientos relacionados (Vázquez, *et al.*, 2015).

Sus orígenes provienen de Asia, específicamente de la India, Arabia e Irán y del Oriente, su término pertenece al griego *basilicum* y hace referencia a algo real, lo que sugiere que se encuentra dado por el extracto de la planta para la familia real bizantina de la cual se producía un perfume muy peculiar. Cabe destacar, que su vocablo puede representar orígenes de la antigüedad ya que en India se le identifica como hierba real (Condori, 2020).

Fue empleada y distribuida por mercantes árabes hasta que se propició su llegada a la antigua Roma y Grecia, entre los años 350 a.C., sin embargo, viajó por varios territorios hasta su integración a América a principios del siglo XVII. Es una planta que pertenece a la familia *Lamiaceae*, con desarrollo anual y con algunas zonas perenne. Presenta un aroma característico lo que la hace de uso común, es muy aplicada en medicina natural por sus propiedades como la polinización cruzada que efectúa (Alfonso, 2020).

Existen alrededor de 60 variedades diferente, es muy común el uso de sus hojas y cumbres florales y generalmente se utiliza en fresco, pero también es viable para uso en seco con el cuidado de no someterla a condiciones muy térmicas dado que es posible que se pierda su representativo aroma y algunas propiedades nutritivas (Longoni, et al., 2015). Su capacidad antioxidante natural se le atribuye debido a la alta prevalencia de compuestos fenólicos, principalmente el ácido rosmarinico como componente activo principal de la planta, ya se comprobó que tiene niveles de antioxidantes mayores a los de la vitamina E. Por su alto nivel de antioxidantes logran interrumpir la cadena de radicales libres de oxidación con la donación de hidrógeno del grupo hidroxilo fenol, ocasionando que los radicales libres sean estables (Vázquez, et al., 2015).

Finalmente, un método muy utilizado para evaluar capacidad antioxidante en extractos de plantas es el de la decoloración del radical ABTS+ que representa un aspecto verde azulado y se inhibe por la acción de antioxidantes. Estas interacciones pueden ser medidas a 734 nm en el espectrofotómetro y el porcentaje de inhibición de dicho radical depende de la concentración a la que se encuentre (Antezana et al, 2018).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Comprender el fundamento sobre el proceso de extracción de metabolitos de interés y evaluar la actividad antioxidante de los compuestos polares de la albahaca.

### **Objetivos específicos**

- Conocer las propiedades de la albahaca.
- Extraer los compuestos polares de la muestra.

- Cuantificar la actividad antioxidante de los extractos de la muestra por el método ABTS.
- Analizar datos e interpretar resultados estadísticos.

## Materiales y métodos

**Tabla 1.** Materiales, equipo y reactivos utilizados para la realización de la práctica de extracción de compuestos fenólicos y determinación de la actividad antioxidante.

	Extracción de compuestos polares de fuente vegetal	Determinación de la actividad antioxidante, radical ABTS
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matraz Erlenmeyer de 125 mL</li> <li>• Parafilm</li> <li>• Pipeta volumétrica de 20mL</li> <li>• Mortero</li> <li>• Embudo de cristal</li> <li>• 2 tubos falcon de 50 mL</li> <li>• Pipeta pasteur con goma</li> <li>• Agitador magnético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celdas para espectrofotómetro</li> <li>• Micropipetas de 1000 y 200 <math>\mu</math>L</li> </ul>
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placa de agitación magnética</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Centrifuga con rotor para tubo falcon de 50 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectrofotómetro Uv-Vis</li> </ul>
Reactivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 mL de Etanol al 96 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stock de TROLOX (antioxidante análogo de la vitamina E) 1mg/mL</li> <li>• EtOH al 70%</li> </ul>

*Previo a la extracción: selección de la muestra*

1. Se seleccionó una planta de interés con propiedad antioxidante: albahaca.
2. Se dejó secar a la sombra durante una semana.

#### *Extracción de compuestos polares de fuente vegetal*

3. Se maceró la muestra en el mortero.
4. Se pesaron 500 mg de muestra en la balanza analítica previamente calibrada y se colocó en el matraz Erlenmeyer.
5. Se añadieron 20 mL de etanol al 96%.
6. Se colocaron en una placa de agitación con un agitador magnético protegido de la luz a 23 °C durante 27 minutos.
7. Se pasó la totalidad de la mezcla a un tubo Falcon de 50 mL.
8. Se colocaron en una centrifuga a 4,000 rpm durante 7 minutos.
9. Se recuperaron los sobrenadantes con una pipeta pasteur y se colocaron en otro tubo Falcon de 50 mL.

#### *Preparación del radical ABTS*

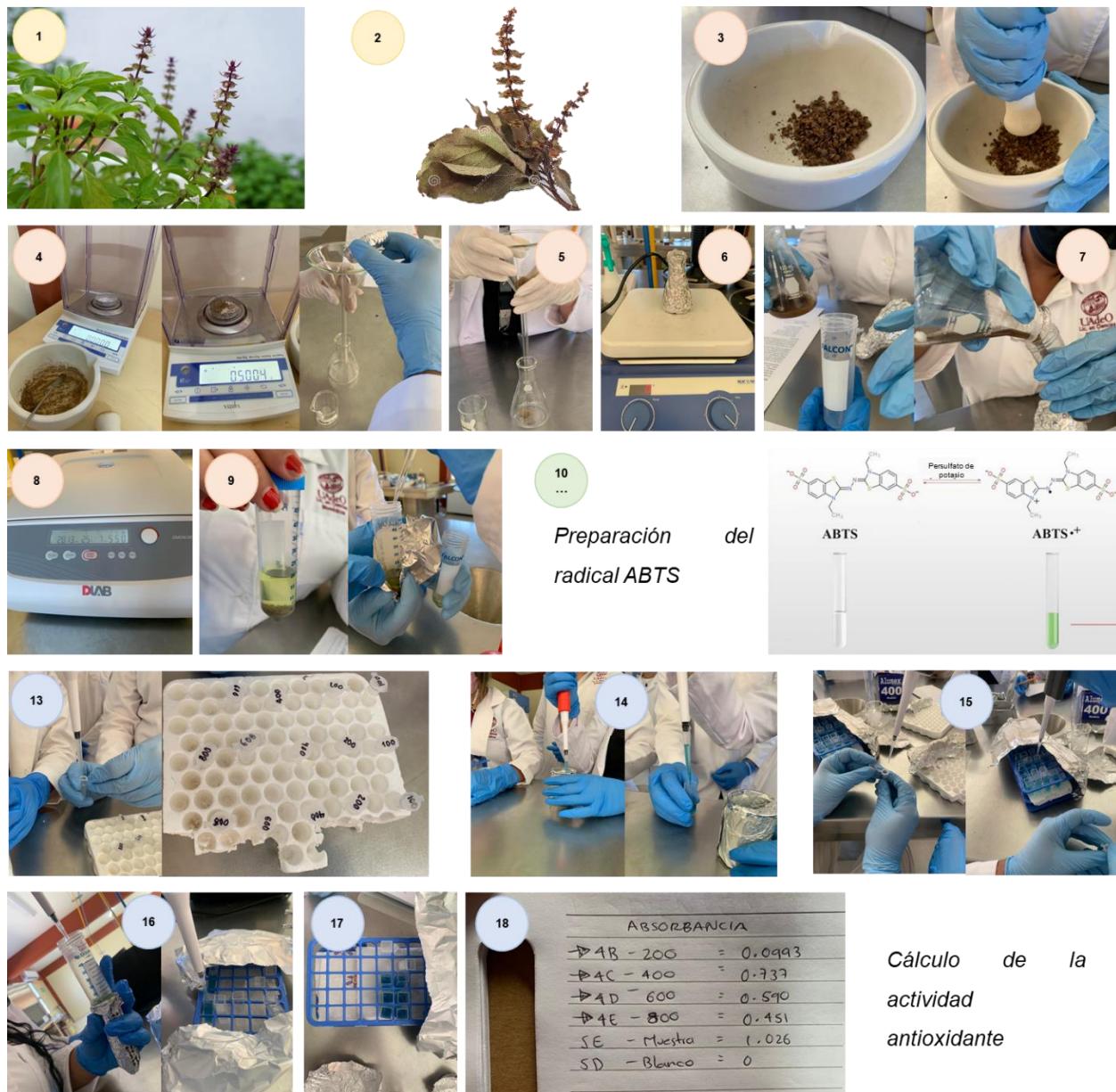
10. Se realizó una reacción de persulfato de potasio (2,45 mM) con ABTS<sup>•+</sup> (7 mM) en un frasco:  
0,0033 g de persulfato de potasio, 0,0194 g del reactivo ABTS<sup>•+</sup> y 5 mL de agua destilada.
11. Se agitó la mezcla perfectamente y el frasco se cubrió con papel aluminio dejándolo reposar 16 h en oscuridad y a temperatura ambiente.
12. Se diluyeron 150 µL de radical ABTS<sup>•+</sup> con 15 mL de EtOH al 70%.

#### *Determinación de la actividad antioxidante, radical ABTS*

13. Se realizó una curva de TROLOX, a concentraciones de 800, 600, 400 y 200 µL.
14. Se añadieron en una celda 30 µL de etOH más 2970 µL del radical preparado (blanco).
15. Se añadieron en las celdas 30 µL de cada concentración de la curva más 2970 µL del radical preparado.
16. Se añadieron en las celdas 30 µL de cada muestra más 2970 µL del radical preparado.

17. Se mantuvo la reacción por 10 minutos protegida de la luz y se leyó la absorbancia a 734 nm.

18. Se construyó la curva patrón con el registro de todas las absorbancias y se calculó la actividad antioxidante (AAox) de la muestra reportando en  $\mu\text{g}/\text{mL}$  equivalentes trolox por g de muestra inicial.



**Figura 1.** Metodología utilizada: a) selección y secado de la muestra; b) extracción de compuestos polares de fuente vegetal; c) preparación del radical ABTS y d) determinación de la actividad antioxidante, radical ABTS.

## Resultados

Se obtuvo una curva patrón al considerar la absorbancia que arrojó el espectrofotómetro al realizar las mediciones, dentro de las cuales se utilizaron concentraciones de 200, 400, 600 y 800  $\mu\text{L}$ , teniendo una muestra de ABTS como blanco. Se generaron los valores de delta de cada una de las concentraciones, como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2** . Resultados que arrojó el espectrofotómetro al hacer las mediciones.

CONCENTRACION	ABSORBANCIA	DELTA
Blanco (ABTS): 0	1.163	
200	0.993	0.17
400	0.737	0.426
600	0.59	0.573
800	0.451	0.712
Muestra	1.026	0.137

En la tabla 3, se muestra el registro de las mediciones de las otras dos muestras de plantas analizadas, correspondiente a guanábana y hoja de limón respectivamente, se obtuvo el promedio, desviación estándar (DE) y el coeficiente de varianza (CV). Estos resultados indicaron la eliminación del CV de los 800  $\mu\text{L}$  debido a que un valor mayor a 5 se consideran datos muy dispersos lo cual influye en la obtención de la línea de tendencia.

**Tabla 3** . Registro de promedio, desviación estándar y coeficiente de varianza de las tres muestras analizadas.

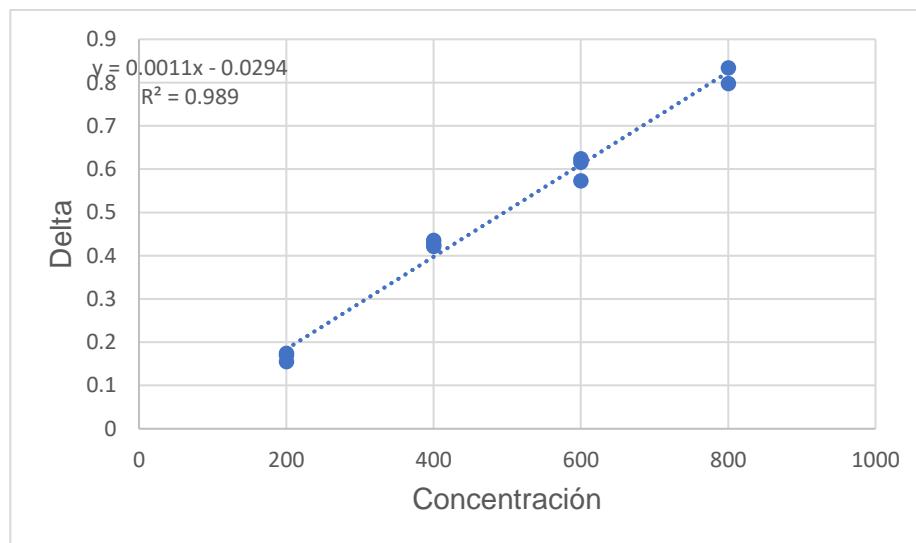
CONCENTRACION	ABS 1	ABS 2	ABS 3	PROMEDIO	DE	CV
200	1.008	0.989	0.993	0.996666667	0.010016653	1.005015331
400	0.742	0.728	0.737	0.735666667	0.007094599	0.964376831
600	0.539	0.547	0.59	0.558666667	0.027428695	4.909671021
800	0.329	0.365		0.347	0.025455844	7.335978133

Eliminar	800	16.42385886
----------	-----	-------------

Además, se obtuvo el resultado del valor de delta correspondiente a las 3 medidas de absorbancia de los distintos extractos (tabla 4) y se desarrolló una gráfica que marca la línea de tendencia (gráfica 1).

**Tabla 4.** Registro de la absorbancia del espectro, añadiendo el delta.

ABSORBANCIA	CONCENTRACION	DELTA
1.008	200	0.155
0.989	200	0.174
0.993	200	0.17
0.742	400	0.421
0.728	400	0.435
0.737	400	0.426
0.539	600	0.624
0.547	600	0.616
0.59	600	0.573
0.329	800	0.834
0.365	800	0.798



**Gráfica 2.** Línea de tendencia de los extractos respecto a las distintas concentraciones y valor de delta.

Por otro lado, en la tabla 5, se muestra el resultado de la absorbancia y el valor de delta del extracto de albahaca.

**Tabla 5.** Absorbancia y delta de la muestra.

MUESTRA (extracto)	ABSORBANCIA	DELTA
Albahaca	1.026	0.137

Por último, se obtuvo la intersección del eje y la pendiente los cuales se muestran en la tabla 6, y con base en estos datos y el valor de delta se obtuvo la actividad antioxidante del extracto de albahaca (tabla 7).

**Tabla 6.** Intersección del eje y pendiente.

INTERSECCION EJE	PENDIENTE
-0.029391304	0.001067174

**Tabla 7.** Resultados de los antioxidantes de la muestra.

500 mg en 20 mL	Aox muestra
25 mg en 1 mL	155.9177022 µg-equiv. Trolox/mL

**Anexo 1.** Conversión de actividad antioxidante a molaridad.

**Anexo 2.** Resultado de la actividad antioxidante a mg.

Conversión a molaridad por 1 g	Conversión a microgramos
24.91792755 µmol/g	6.23670808 mg / 1 g

## Discusión

En investigaciones actuales resultan de gran importancia las plantas aromáticas, esto por la actividad farmacológica que naturalmente poseen, como sus propiedades antioxidantes, es decir, la potencial capacidad de inhibir el estrés oxidativo, además de otros beneficios que pueden aportar para la salud (López, *et al.*, 2014).

La capacidad antioxidante de una misma especie (*Ocimum basilicum*) puede presentar amplios rangos de variación, debido a que existen diferentes variedades. Ramírez *et al.* (2019) en el estado de Durango, México, utilizaron variedades de albahaca limón (Sweet Lemon), canela (Cinnamon) y rubí rojo (Red Rubín) para determinar la capacidad antioxidante equivalente Trolox (CAET) por medio del ensayo de ABTS<sup>+</sup>. Los resultados que reportaron presentaron diferencia significativa mostrando como valor más alto el de 61.789 mg / g correspondiente a rubí rojo, seguido de 61.188 mg / g de la variedad limón cuyo resultado fue similar a la anterior; en lo respecta al dato más bajo se encontró en 47.874 mg / g para la variedad canela. Comparado con nuestros resultados, 6.236 mg en equivalente a 1 g de muestra, al igual que en el estudio anterior, se puede deducir que la medida de nuestra actividad antioxidante tiene un nivel significativamente menor, por lo tanto, las variedades de rubí rojo y limón son una mejor fuente de extracción de actividad biológica, sin embargo, esto puede estar dado por el mecanismo de secado, así como su metodología de extracción influyendo directamente en los valores obtenidos.

De tal manera que, en el estudio de Ramírez *et al.*, se empleó un tiempo de 15 días a temperatura ambiente, envolviendo la albahaca en papel canela, mientras que nuestra muestra se secó a la sombra en un periodo de tiempo de 7 días. Además, puede haber diferencia en la concentración de dilución dado que en estudio se utilizaron 500 mg de las distintas variedades de albahaca en 5 mL de etanol, mientras que la metodología de esta práctica indicaba 500 mg de muestra, pero en 20 mL de etanol. Por último, puede haber repercusión en la preparación de la reacción del ABTS<sup>+</sup> con el extracto, mostrando diferencias en la cantidad empleada, 980 µL de ABTS<sup>+</sup> y 20 µL de extracto, contrastando con las nuestras de 2970 µL de ABTS<sup>+</sup> y 30 µL de extracto.

En otro estudio realizado por Mesa *et al.* (2015), analizaron la planta *Ageratum conyzoides*, conocido comúnmente como manrubio blanco o morado y obtuvieron una actividad antioxidante de  $27711,40 \pm 1717,66 \mu\text{Mol Trolox} / \text{g}$  de extracto etanólico (ACExtE) comportándose como el tercer solvente en presentar mejor actividad antioxidante y representando el mejor porcentaje de rendimiento de g de extracto /100g de material vegetal seco, comparado con extractos de diferente polaridad (ascendente) con cada uno de los siguientes solventes: hexano (H), diclorometano (D), acetato de etilo

(A) y metanol (M). En lo que respecta a nuestros resultados, se puede hacer una comparación directa con el extracto etanólico debido a que fue el mismo solvente utilizado para el caso de albahaca y el que presentó mayor rendimiento en el estudio anterior, por esta razón se demuestra que se obtuvo una menor cantidad de capacidad antioxidante con nuestros resultados ( $24.917 \mu\text{mol/g}$ ). A pesar, de dichas diferencias, la planta de albahaca tiene un importante contenido de compuestos polares que le infieren potencial actividad antioxidante.

## **Conclusiones**

### **Ayala Aguilar Elsa Jaqueline**

A manera de conclusión tenemos que es importante saber el cómo es que influye la actividad biológica en los metabolitos, ya sea de tipo natural o por el ambiente en el que estos se encuentran. Mencionando también que la capacidad antioxidante es importante ya que promueve la inhibición de los radicales libres.

Resaltando los efectos antioxidantes para entender los beneficios para la salud. La albahaca se caracteriza por presentar un potencial antioxidante elevado, comparándolo con otros compuestos fenólicos. Dando como resultado una respuesta positiva en la obtención de antioxidantes, pudiéndose así, utilizar en otros tipos de investigaciones de mayor calidad. No obstante, se puede probar con otro tipo de secado para comprobar que no se pierden las propiedades de la planta, que pueden verse afectadas por nuestros resultados.

### **Bojórquez Garibay José Ernesto**

Para concluir puedo decir que la capacidad antioxidante juega un papel muy importante en la inhibición de los radicales libres, es por eso es de gran importancia su estudio puesto que hay compuestos que contienen bioactividad y resultan ser más complejos su estudio. Por otra parte es importante recalcar, la importancia de los radicales libre ya que son los principales causantes de estrés oxidativo, estas son sustancias muy inestables que cuentan con uno o más electrones desapareados, por lo tanto, buscan desestabilizar a otras moléculas quitándoles un electrón el cual ellos no necesitan, ahí su importancia de inhibirlos ya que si estos se acumulan pueden a llegar a causar más daño, como

alteraciones en la composición y estructura de los elementos celulares en donde se encuentre y si esto continua puede provocar enfermedades e incluso cáncer.

También es importante mencionar las especies reactivas de oxígeno (EROs), ya que al igual que los radicales libres estas sustancias son bioacumulables, ya que si existe un desequilibrio entre radicales libres y los mecanismos antioxidantes se generara estrés oxidativo, provocando que se desequilibren y no puedan oxidar a ciertas biomoléculas como (Lípidos, Proteínas y Ácidos Nucleicos), dicho esto es importante tener en cuenta que es necesario mantener un equilibrio de estos compuestos para el buen funcionamiento en sus funciones fisiológicas y no presentar algún daño a causa de estos compuestos.

### **Espinoza Leal Brisia Lorena**

Para concluir podemos mencionar que gracias al estudio de los metabolitos podemos saber el tipo de actividad biológica de las plantas que naturalmente o por el ambiente desarrollan, esto según las condiciones a las que estén expuestos, que por naturaleza sufren una adaptación al medio. Destacando la actividad antioxidante dentro de estas por lo beneficiosa que pudiera ser para la salud. Nuestro interés por *Ocimum basilicum* (albahaca) es por prometer ser un potencial antioxidante. El cual, aunque pudimos concluir que, si tiene presencia de capacidad antioxidante, sin embargo, es mayor en otros compuestos fenólicos, también al haber demostrada que existe una capacidad antioxidante en ella se podría invertir en otros tipos de estudio de mayor calidad. Sin embargo, se pudiera tratar otro tipo de secado para verificar de no perder propiedades de la planta que pudieran ver afectado con nuestro resultado. Además, se pudieran complementar con otro tipo de estudios para obtener las propiedades generales que se pudieran emplear en futuras investigaciones, o someter a investigación variantes misma de la planta, debido ha que hay estudios de algunos yde muestran ser mejores para disminuir el estrés oxidativo.

### **Meléndrez Luis Enrique**

Con la elaboración de esta práctica logramos concluir que la albahaca tiene una elevada cantidad de antioxidantes, sabiendo que la actividad antioxidante es de bastante ayuda

para la salud al lograr estabilizar radicales libres por el nivel de fenoles en la planta, dicha muestra es utilizada como planta medicinal por lo que es necesario profundizar en la investigación de la albahaca.

### **Valenzuela Beltrán Nadya Joseline**

Para llevar a cabo un adecuado análisis de evaluación de actividad antioxidante de una muestra, es necesario primeramente comprender las propiedades y características de la planta que se desea estudiar para identificar si hay presencia del objetivo de búsqueda, en este caso correspondió a compuestos polares. Además, sirve para conocer la forma óptima de manipulación de la planta puesto que el proceso de secado y la temperatura son factores críticos que pueden influir de forma impactante al realizarse la extracción. Asimismo, la comprensión de la metodología a emplear, la selección de solventes, solubilidad del compuesto a extraerse, el uso adecuado de recipientes y un correcto manejo de la micropipeta, son otros aspectos que se deben de dominar. Por lo tanto, hay que tener en cuenta ciertas consideraciones para que el rendimiento de dicho proceso sea lo más favorable posible. De la misma forma, es importante destacar que el proceso de extracción por maceración puede presentar alto rendimiento y no es necesario la utilización de equipos muy sofisticados.

Así pues, una vez que se ha obtenido el extracto acuoso, es posible la evaluación de los compuestos objetivo y uno de los métodos más empleados es el de ABTS, con la finalidad de conocer la influencia de los antioxidantes (compuestos polares, como los fenoles) ante la presencia del radical ABTS por medio de distintas reacciones, esperando como resultado una disminución por parte de este radical. En este sentido, también se requiere de un antioxidante estándar como es el caso del Trolox por lo que los resultados se pueden expresar en estas equivalencias. Sin embargo, la principal limitante de este ensayo es que las reacciones y resultados que se generan corresponden a situaciones no fisiológicas, es por esta razón que solamente puede arrojar un aproximado de la capacidad antioxidante que posee alguna muestra en condiciones *in vitro*.

Aunado a esto, lo que se busca con la medición de la absorbancia de la muestra por medio del espectrofotómetro es realizar cálculos que permitan la comparación de señales emitidas del extracto con otra de referencia. Y al llevar a cabo un contraste de resultados

es sumamente importante comparar con otros resultados que se expresen en las mismas unidades.

Esto se realiza con el objetivo de establecer el mecanismo antioxidante que poseen ciertos metabolitos de interés y así, en resultados favorables, proponer ese tipo de extracto para su aplicación biomédica al realizar una serie de estudios comparativos que confirmen su potencial actividad antioxidante, o como posibles protectores de radicales libres para evitar el desarrollo de estrés oxidativo y a su vez, la presencia a largo plazo de enfermedades crónicas o padecimientos relevantes.

Con respecto a los resultados obtenidos, considero que fue favorable dado que al hacer los cálculos necesarios se pudo determinar una buena cantidad de actividad antioxidante por parte de la albahaca, y los resultados representados en la gráfica de dispersión, mostraron una línea de tendencia muy buena ya que las absorbancias obtenidas respecto a la curva de referencia se encontraron dentro de un rango adecuado, a pesar de la eliminación de la absorbancia de 800 uL de nuestro extracto.

Cabe destacar que, al comparar una misma especie de planta evidentemente se pueden observar capacidades antioxidantes diferentes, ya que existe una gran variedad entre especies y, además, condiciones ambientales fuertemente influyentes en la composición fitoquímica. Tal es el caso de albahaca rubí rojo y limón que han presentado una mayor capacidad antioxidante frente a otras variedades incluyendo nuestra muestra. En general, se visualizó una baja actividad antioxidante por parte de la albahaca con otros extractos comparados, sin embargo, presenta potencial antioxidante favorable.

## Referencias bibliográficas

1. Acosta, M. (2019). *Polifenoles: compuestos bioactivos con efectos benéficos en la prevención de diabetes tipo 2*. Red Ciencia y Nutrición. <http://www.redcien.com/index.php/redcien/article/view/5>
2. Alfonso, A. (2020). *Efecto de la combinación de úrea y citoquinina en el cultivo de albahaca (*ocimum basilicum l.*) en el cantón naranjal, provincia del guayas*. [Tesis de titulación, Universidad Agraria del Ecuador],

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALFONSO%20ROMERO%20ALEX%20ENRIQUE.pdf>

3. Antezana, A., Beatriz, E., Aliaga, E., Tejeda, L., Mollinedo, P. & Peñarrieta, J, (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de Chenopodium quinoa*. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n5/v35n5\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n5/v35n5_a06.pdf)
4. Bender, D. (2016). *Radicales libres y nutrientes antioxidantes*. McGraw Hill. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814&sectionid=127365521>
5. Carvajal, C. (2019). *Especies reactivas del oxígeno: formación, función y estrés oxidativo*. Scielo, [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152019000100091](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152019000100091)
6. Condori, G. (2020). *Avances sobre los efectos terapéuticos de ocimum basilicum I. (albahaca), Arequipa 2020*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Autónoma del Sur], <http://portal-academico.upads.edu.pe/bitstream/handle/UPADS/134/CONDORI%20TURPO%20GABY%20-%20bach..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Erb, M., & Kliebenstein, D. J. (2020). *Plant Secondary Metabolites as Defenses, Regulators, and Primary Metabolites: The Blurred Functional Trichotomy*. Plant Physiology, 184(1), 39–52. <https://doi.org/10.1104/pp.20.00433>
8. Gordo, D. (2018). *Los compuestos fenólicos, un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica*. Revista de investigación agraria y ambiental. <https://doi.org/10.22490/21456453.1968>
9. Gutiérrez. M, Carrera. K, Cruz. L, Rodriguez. L. (2021). *Probabilidad de experimentar estrés oxidativo en profesionales de la salud de la ciudad de Lima*, 237. 2340-9894-ars-62-03-235.pdf (isciii.es)
10. Hernández, D., Barrera, V., Briz, O., González, E., Laguna, K., Jardínez, A., Sánchez, M. & Matuz, D. (2019). *El papel de las especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno en algunas enfermedades neurodegenerativas*. Revista de la Facultad de Medicina. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.62.3.03>

11. Hernández, J., Zaragoza, A., López, G., Peláez, A., Olmedo, A. & Rivero, N. (2018). *Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria*. Abanico veterinario. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.81.1>
12. Longoni, T., Esteban, A., Ciappellano, S., González, M. & Isasa, T. (2015). *Interés de la albahaca (*Ocimum basilicum*) como alimento: valor nutritivo y propiedades funcionales*. Universidad Complutense de Madrid., [http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Alimentaci%C3%B3nCC%81n%20y%20Salud/Intere%C3%81s%20de%20la%20albahaca%20\(\*Ocimum%20basilicum\*\)%20como%20alimento.%20Valor%20nutritivo%20y%20propiedades%20funcionales.pdf](http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Alimentaci%C3%B3nCC%81n%20y%20Salud/Intere%C3%81s%20de%20la%20albahaca%20(<i>Ocimum%20basilicum</i>)%20como%20alimento.%20Valor%20nutritivo%20y%20propiedades%20funcionales.pdf)
13. López, E., Martínez, María., Colinas, M., Bautista, C., Martínez, J. & Rodríguez, J. (2014). *Actividad antioxidante y enzimática de albahaca Nufar (*Ocimum basilicum* L.) almacenada en refrigeración*. Agronomía Mesoamericana. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212014000200004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000200004&lng=en&tlng=es).
14. Mesa, A., Zapata, S., Arana, L., Zapata, I., Monsalve, Z. & Rojano, B. (2015). *Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L.* Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85632845001.pdf>
15. Ramírez, M., Borroel, V., Salas, L., López, J., Gallegos, M. & Trejo, H. (2019). *Ácido rosmariníco, fenólicos totales y capacidad antioxidante en tres variedades de *Ocimum basilicum* L. con diferentes dosis de potasio*. Polibotánica, DOI: 10.18387/polibotanica.47.7
16. Roberts, L., Koulman, A. & Griffin, J. (2014). *Towards metabolic biomarkers of insulin resistance and type 2 diabetes: progress from the metabolome*. The Lancet Diabetes & Endocrinology. doi:10.1016/S2213-8587(13)70143-8
17. Vázquez, C., Ojeda, G., Fortis, M., Preciado, P., & Antonio, J. (2015). *Sustratos orgánicos en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y su calidad fitoquímica*. Revista mexicana de ciencias agrícolas.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801833&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000801833&script=sci_arttext)

## Anexos

### Anexo 1. Conversión de capacidad antioxidante a molaridad.

#### Conversión a molaridad por 1 g

155.9177022

6236.708087 µg/ 1 g

24.91792755 µmol/ 1 g

PM trolox= 250.29 g/mol

100 g = 4000

1 g = 40

#### Conversión a molaridad por 1 g

24.91792755 µmol/ g

### Anexo 2. Resultado de la actividad antioxidante a mg.

#### Conversión a microgramos

155.9177022 µg/equiv. Trolox/ mL

1 µg = 0.001 mg

0.155917702

mg/equiv. Trolox/ mL

6.23670808

mg / 1 g

100 g = 4000

1 g = 40

#### Conversión a microgramos

6.23670808

mg / 1 g