



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BÁSICAS



**DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR
DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS
DEL ESTADO DE TABASCO**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Licenciado En Químico Farmacéutico Biólogo

PRESENTA:

Limberg Cruz Lara

DIRECTOR:

Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu

CODIRECTOR EXTERNO:

Dr. Omar Aristeo Peña Morán

Cunduacán, Tabasco

Junio 2025



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



División
Académica
de Ciencias
Básicas



2025
AÑO DE LA
Mujer
Indígena

DIRECCIÓN

Cunduacán, Tabasco; a 27 de mayo de 2025.

**C. LIMBERG CRUZ LARA
PASANTE DE LA LIC. EN QUÍMICO
FARMACÉUTICO BIÓLOGO
PRESENTE**

Por medio del presente, me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que proceda a la impresión del trabajo titulado: **“DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO”** dirigido por el Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu con la codirección del Dr. Omar Aristeo Peña Morán, bajo la modalidad de titulación por **TESIS**. La comisión de revisión conformada por el Dr. Luis Fernando Roa de la Fuente, Mtra. Mónica León Navarro, Mtro. Abraham González González y Dra. Nancy Romero Ceronio, liberó el documento en virtud de que reúne los requisitos para el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente.

Sin otro particular, reciba usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**DRA. HERMICENDA PÉREZ VIDAL
DIRECTORA**



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS BÁSICAS

C.c.p. Archivo.

DIR: DRA.HPV/kfvgr



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



DIRECCIÓN

División
Académica
de Ciencias
Básicas



Cunduacán, Tabasco; a 28 de marzo de 2025.

C. LIMBERG CRUZ LARA PASANTE DE LA LIC. EN QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO PRESENTE

En contestación a su escrito de fecha 18 de mayo del 2023, en el cual solicita sea concedida la modalidad de titulación por tesis, con el tema denominado **“DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO”**, me permito informarle que con base a lo establecido en los art. 98 y 104 del Reglamento de Titulación vigente, se autoriza dicha modalidad.

Sin otro particular, reciba usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS BÁSICAS

**DRA. HERMICENDA PÉREZ VIDAL
DIRECTORA**

C.c.p. Archivo.

DIR/DRA.HPV/kiv

Km. 1 Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez, A.P. 24, C.P. 86690, Cunduacán, Tab., México.
Tel/Fax: (993) 3581500 Ext. 6702,6701 E-Mail: direccion.dacb@ujat.mx

www.ujat.mx

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 26 de mayo de 2025.

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como AUTOR(A) y/o AUTORES (RAS) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO.

Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un periodo de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES

EGRESADO



p.Q.F.B. Limberg Cruz Lara

DIRECTORES



Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu

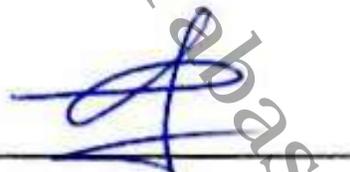


Dr. Omar Aristeo Peña Morán

TESTIGOS



M.C. Tamara Juárez Velázquez



M.C. Romario Vázquez Cancino

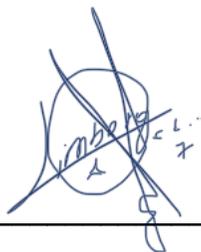
Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Cunduacán, Tabasco, el día 05 del mes Septiembre del año 2024, el que suscribe **Limberg Cruz Lara** alumno del Programa de **Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo** con número de matrícula **182A20098**, adscrito a la **División Académica de Ciencias Básicas**, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la Tesis presentada para la obtención del título de **Licenciado en Químico Farmacéutico Biólogo** y titulada **Determinación del efecto Antioxidante por DPPH de Cinco Especies Vegetales Endémicas del Estado de Tabasco**, dirigida por el **Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu** y **Codirigida por el Dr. Omar Aristeo Peña Morán**.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita. Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 27 de mayo del 2025.



p.Q.F.B. Limberg Cruz Lara

LICENCIATURA - DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	gacetajuchiman.ujat.mx Internet	319 palabras – 3%
2	docplayer.es Internet	227 palabras – 2%
3	www.archivos.ujat.mx Internet	130 palabras – 1%
4	hdl.handle.net Internet	107 palabras – 1%
5	repositorio.unc.edu.pe Internet	89 palabras – 1%
6	exa.unne.edu.ar Internet	82 palabras – 1%
7	www.scielo.org.mx Internet	81 palabras – 1%
8	www.cancioneros.com Internet	65 palabras – 1%
9	de.slideshare.net Internet	57 palabras – 1%



...cuando la mentalidad se pone límites, tu vida también, vas a llegar a donde creas deja de pensar en qué. No existe la forma fácil, lo fácil lo hará cualquiera, levanta los puños, conviértete en una fiera. El futuro pertenece a los hombres con sueños, el conformismo es la peor enfermedad, recuerda que la espada tuvo que pasar por un proceso de fuego para poderse transformar.

-Christian Morales (Santa RM).

DEDICATORIAS.

Dedico la presente tesis principalmente a Dios, por brindarme la vida, los conocimientos, la sabiduría y la paciencia para llevar a cabo este proyecto y no abandonarlo a pesar de las dificultades.

A mí estimado profesor el Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu, por guiarme sabiamente a través de su valioso conocimiento e inteligencia que posee, dirigirme de manera profesional y ayudarme en el desarrollo de este proyecto.

Al Dr. Omar Aristeo Peña Moran por su valiosa colaboración en el presente trabajo, ya que sin su aportación fundamental no hubiese sido posible la realización de este proyecto.

A mí estimada profesora la M. en F. Litzia Christell Cerón Romero, por sus conocimientos y pasión a la fitoquímica, farmacognosia y tecnología farmacéutica que transmitió en mí y me motivó a realizar un proyecto de investigación.

A mi tutor durante mi estancia como estudiante de la licenciatura el Dr. Rafael Omar Saavedra quien con sus conocimientos me formó como un buen profesional del área química.

A cada uno de mis profesores que estuvieron presentes durante mi formación académica para formar lo que hoy en día soy.

A mis familiares. Principalmente a mi madre la Sra. Laura Lara Vázquez, por brindarme su apoyo emocional y económico durante mi estancia en la licenciatura, y no abandonarme a pesar de las dificultades, a mi abuela Carmen Vázquez pieza fundamental en mi estancia, mi hermano Frank Cruz Lara por su apoyo durante mi formación profesional, a mi tía Silvia del Rosario Lara por su apoyo incondicional. A mi padre el Prof. Walter Cruz Pérez y a mi abuelo el Sr. Feliciano Lara Martínez que a pesar de no estar en este plano terrenal, me inculcaron, el trabajo y sacrificio para lograr las cosas y sé que donde ellos estén estarán orgullosos de mí. Gracias por el apoyo incondicional. Todo mi amor y cariño para ustedes.

A mis amigos y compañeros de la carrera por su apoyo incondicional, por estar conmigo en las altas y bajas, en las buenas y en las malas. Aunque la lista es larga, Miguel Brindis, José Lorenzo, Armando Matus, Lorena Aguirre, José Hernández, Tania Bahena, Melanie Márquez, Consuelo Ortiz, Wendy Meliza, Humberto Torres, Crisstel Gallegos, Itzel López, Cecilia Flores, Alexandra Padilla, Yamilet Suárez, Ingrid Custodio, Daniel Torres, Jocelyne Tapia; a mi amiga Karlen Enríquez por su apoyo incondicional a pesar de la distancia, en esas ocasiones cuando quería rendirme; a ese par de amigas que conocí en la última etapa de este proyecto Yoalibeth Gallegos y Esthepanie Gallegos y a mis compañeros del equipo de investigación Romario Vázquez, Asbel Naranjo, Tamara Juárez, Luz Bautista, Estephania López y Arabelly Jiménez Se llevan un lugar en mi corazón, tuve la fortuna de conocer grandes personas cómo ustedes. Mil gracias.

A TODOS Y CADA UNO DE USTEDES. MIL GRACIAS DE TODO CORAZÓN.

México. Autónoma de Tabasco.

AGRADECIMIENTOS.

Al Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco (CICTAT) por permitirme el acceso a sus instalaciones, específicamente al Laboratorio de Química Farmacéutica y Productos Naturales, para llevar a cabo mi proyecto de investigación.

Al Dr. Oswaldo Ignacio Hernández Abreu director de este proyecto de investigación, de la División Académica de Ciencias Básicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, por su excelente dirección y asesoría a través de sus conocimientos teóricos y experimentales que su vida académica y laboral como investigador le han brindado.

Al Dr. Omar Aristeo Peña Morán de la Universidad Autónoma de Quintana Roo, quien fue codirector externo y parte fundamental para que se llevara a cabo el presente proyecto de investigación.

A la M.C. Tamara Juárez Velázquez estudiante Doctorado en Ciencias en Química Aplicada de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por su asesoría técnica brindada para la redacción y corrección de la presente tesis.

Al M.C. Romario Vázquez Cancino estudiante del Doctorado en Ciencias en Química Aplicada por su asesoramiento teórico para la elaboración del presente trabajo.

Finalmente, a todos los miembros del jurado; al Dr. Adib Abiu Silahua Pavón, Dr. Luis Fernando Roa de la Fuente, Dra. Nancy Romero Ceronio, M.C. Abraham González González y M.C. Mónica León Navarro, por sus observaciones y correcciones que fueron fundamentales para la correcta redacción de este trabajo.

CONTENIDO.

	Página
I. ÍNDICE	
I. ÍNDICE	i
II. LISTA DE TABLAS	iii
III. LISTA DE FIGURAS	iv
IV. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	vi
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	5
4. ANTECEDENTES	7
4.1. Definición de antioxidantes	8
4.2. Clasificación de los antioxidantes	8
4.2.1. Antioxidantes endógenos	8
4.2.2. Antioxidantes exógenos	9
4.3. Mecanismo de acción de los antioxidantes	9
4.4. Radicales libres	9
4.4.1. Clasificación de los radicales libres	10
4.4.2. Mecanismo de reacción antioxidante	11
4.4.3. Radical libre DPPH	11
4.4.4. Mecanismo de reacción del radical libre DPPH	12
4.5. Enfermedades causadas por radicales libres	12
4.6. Antecedentes de las especies vegetales utilizadas en este estudio	13
4.6.1. <i>Malvaviscus arboreus</i>	13
4.6.2. <i>Eryngium foetidum</i>	16
4.6.3. <i>Tradescantia zebrina</i>	18
4.6.4. <i>Bixa orellana</i>	20

4.6.5.	<i>Epaltes mexicana</i>	21
5.	JUSTIFICACIÓN	24
6.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	27
7.	HIPÓTESIS	29
8.	OBJETIVOS	31
8.1.	Objetivo general	32
8.2.	Objetivos específicos	33
9.	METODOLOGÍA	34
9.1.	Obtención de los extractos metanólicos	36
9.1.1.	Obtención del extracto metanólico de <i>M. arboreus</i>	36
9.1.2.	Obtención del extracto metanólico de <i>E. foetidum</i>	36
9.1.3.	Obtención del extracto metanólico de <i>T. zebrina</i>	36
9.1.4.	Obtención del extracto metanólico de <i>B. orellana</i>	37
9.1.5.	Obtención del extracto metanólico de <i>E. mexicana</i>	37
9.2.	Preparación del radical DPPH	37
9.3.	Determinación de la actividad antioxidante	37
9.4.	Método estadístico para realizar la curva concentración-respuesta	38
10.	RESULTADOS	39
10.1.	Determinación de la actividad antioxidante de los <i>EMMa</i> , <i>EMEf</i> , <i>EMTz</i> , <i>EMBO</i> y <i>EMEm</i>	40
10.2.	Graficas concentración - respuesta	41
11.	DISCUSIÓN	46
12.	CONCLUSIONES	49
13.	PERSPECTIVAS	51
14.	REFERENCIAS	53
15.	ANEXOS	59

II. LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Datos de la concentración de los extractos y la solución DPPH para la construcción de la curva de calibración.	38
Tabla 2. Efecto antioxidante de los extractos metanólicos de las cinco especies vegetales evaluadas.	40

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

III. LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mecanismo de reacción del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) al estar en contacto con un agente antioxidante, se aprecia la donación del átomo de Hidrógeno que permitió su reducción.	12
Figura 2. Especie vegetal <i>Malvaviscus arboreus</i> utilizada en la presente investigación.	14
Figura 3. Especie vegetal <i>Eryngium foetidum</i> utilizada en la presente investigación.	17
Figura 4. Especie vegetal <i>Tradescantia zebrina</i> utilizada en la presente investigación.	19
Figura 5. Especie vegetal <i>Bixa orellana</i> utilizada en la presente investigación.	22
Figura 6. Especie vegetal <i>Epaltes mexicana</i> utilizada en la presente investigación.	24
Figura 7. Metodología general de la determinación de la actividad antioxidante por DPPH de los extractos metanólicos seleccionados.	35
Figura 8. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMTz comparada con el ácido ascórbico. El EMTz mostró actividad antioxidante con una eficacia de 4183.60 ± 6.81 % y una potencia de 63.24 $\mu\text{g/mL}$.	41
Figura 9. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMBo comparada con el ácido ascórbico. El EMBo mostró actividad antioxidante con una eficacia de 74.79 ± 0.29 % y una potencia de 124.45 $\mu\text{g/mL}$.	41
Figura 10. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EME _m comparada con el ácido ascórbico.	42

- El *EMEm* mostró actividad antioxidante con una eficacia de 72.96 ± 2.57 % y una potencia de 18.53 $\mu\text{g/mL}$.
- Figura 11. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del *EMMa* comparada con el ácido ascórbico. El *EMMa* mostró actividad antioxidante con una eficacia de 68.94 ± 6.68 % y una potencia de 74.64 $\mu\text{g/mL}$. 42
- Figura 12. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del *EMEf* comparada con el ácido ascórbico. El *EMEf* mostró una baja actividad antioxidante con una eficacia de 41.71 ± 1.75 % por lo cual no fue posible calcular su CE_{50} (Potencia). 43

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

IV. LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AA	Ácido ascórbico
ANOVA	Análisis de varianza
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidracilo
EMBo	Extracto metanólico de <i>Bixa orellana</i>
EMEm	Extracto metanólico de <i>Epaltes mexicana</i>
EMEf	Extracto metanólico de <i>Eryngium foetidum</i>
EMMa	Extracto metanólico de <i>Malvaviscus arboreus</i>
EMTz	Extracto metanólico de <i>Tradescantia zebrina</i>
EROs	Especies reactivas de oxígeno
NADPH	Fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina reducido
O ₂	Oxígeno
pH	Potencial de Hidrógeno
Px	Paciente
r.p.m.	Revoluciones por minuto

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

1. RESUMEN

1. RESUMEN

Los antioxidantes son sustancias naturales o sintetizadas por el hombre, que pueden prevenir o retardar daños a las células, esto lo hacen interaccionando con los radicales libres hasta neutralizarlos, estos se clasifican en endógenos y exógenos.

Los extractos metanólicos de *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Bixa orellana*, *Eryngium foetidum* y *Tradescantia zebrina* fueron obtenidos utilizando el método de maceración por triplicado.

La evaluación de la actividad antioxidante de los extractos elegidos fue por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) en donde se utilizó como control positivo el ácido ascórbico, las lecturas se hicieron al inicio y 30 minutos después del tiempo inicial para una comparativa de la eficacia y potencia en cada tiempo.

La construcción de la curva concentración-respuesta y los datos estadísticos fueron realizados en el programa Prisma® 8.0, estableciendo una diferencia estadística significativa con un valor $P \leq 0.05$ mediante un ANOVA, seguida de una prueba de Tukey.

A partir de la evaluación de la actividad antioxidante por DPPH se determinó que *T. zebrina*, *E. mexicana*, *B. orellana*, *M. arboreus* y *E. foetidum* poseen actividad antioxidante con una eficacia y potencia de $83.60 \pm 6.8 \%$ y $63.24 \mu\text{g/mL}$; $72.96 \pm 2.5 \%$ y $18.53 \mu\text{g/mL}$; $74.79 \pm 0.2 \%$ y $124.45 \mu\text{g/mL}$; $68.94 \pm 6.6 \%$ y $74.64 \mu\text{g/mL}$; y $41.71 \pm 1.7 \%$ (debido a su baja E_{max} no fue posible determinar su CE_{50}) respectivamente.

Las especies vegetales que fueron seleccionadas para la determinación de su actividad biológica, presentaron actividad antioxidante, con excepción de *Eryngium foetidum*.

Palabras clave: ANOVA, Antioxidante, DPPH, farmacológico, fitoquímico.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

2. ABSTRACT

2. ABSTRACT.

Antioxidants are natural or man-synthesized substances that can prevent or delay damage to cells. They do this by interacting with free radicals until they are neutralized. They are classified as endogenous and exogenous.

The methanolic extracts of *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Bixa orellana*, *Eryngium foetidum* and *Tradescantia zebrina* were obtained using the triplicate maceration method.

The evaluation of the antioxidant activity of the chosen extracts was by the DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method where ascorbic acid was used as a positive control, the readings were taken at the beginning and 30 minutes after the initial time. For a comparison of the effectiveness and power at each time.

The construction of the concentration-response curve and the statistical data were carried out in the Prisma® 8.0 program, establishing a significant statistical difference with a P value ≤ 0.05 through an ANOVA, followed by a Tukey test.

From the evaluation of the antioxidant activity by DPPH, it was determined that *T. zebrina*, *E. mexicana*, *B. orellana*, *M. arboreus* and *E. foetidum* have antioxidant activity with an efficacy and potency of $83.60 \pm 6.8 \%$ and $63.24 \mu\text{g}/\text{mL}$; $72.96 \pm 2.5 \%$ and $18.53 \mu\text{g}/\text{mL}$; $74.79 \pm 0.2 \%$ and $124.45 \mu\text{g}/\text{mL}$; $68.94 \pm 6.6 \%$ and $74.64 \mu\text{g}/\text{mL}$; and $41.71 \pm 1.7 \%$ (due to its low E_{max} it was not possible to determine its EC_{50}) respectively.

The plant species that were selected for the determination of their biological activity presented antioxidant activity, with the exception of *Eryngium foetidum*.

Keywords: ANOVA, Antioxidant, DPPH, pharmacological, phytochemical.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

3. INTRODUCCIÓN

3. INTRODUCCIÓN.

Los antioxidantes son sustancias químicas que inhiben y/o retardan el daño oxidativo que se pueda presentar a nivel celular, interaccionando con los radicales libres hasta neutralizarlos (Avello y Suwalsky, 2006; Lu *et al.* 2021).

Los antioxidantes se clasifican en dos grupos, antioxidantes endógenos que se sintetizan a partir de algunas células del organismo humano, y los antioxidantes exógenos que ingresan al organismo a partir de la cadena alimentaria; centrándonos en esta última clasificación para determinar la actividad antioxidante presente en las especies vegetales que nos rodean y forman parte de los antioxidantes exógenos que ingresan al organismo a través del consumo medicinal o gastronómico (Lu *et al.* 2021; Rojo *et al.*, 2001).

Se han realizado diversos estudios fitoquímicos principalmente a extractos metanólicos a las especies vegetales que se estudiaron en este proyecto de investigación, y se han reportado flavonoides, sesquiterpenos, terpenos y compuestos fenólicos, cabe destacar que a estos compuestos se les ha atribuido la actividad antioxidante que poseen los extractos (Juárez *et al.*, 2024; Lu *et al.* 2021).

Debido a la importancia de los productos naturales como fuente de metabolitos secundarios con potencial biológico, se han seleccionado las siguientes especies vegetales; *M. arboreus*, *T. zebrina*, *E. mexicana*, *E. foetidum*, y *B. orellana*, que son ampliamente utilizados en la gastronomía y medicina tradicional del Estado de Tabasco, para determinar su posible actividad antioxidante para calcular su concentración efectiva media (CE_{50}) y su eficacia máxima (E_{max}) por el método DPPH.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

4. ANTECEDENTES

4. ANTECEDENTES.

4.1. Definición de antioxidantes.

Los antioxidantes son sustancias naturales o sintéticas, que pueden prevenir o retardar daños celulares, esto lo hacen interaccionando con los radicales libres a través de diferentes mecanismos de acción hasta neutralizarlos. Los antioxidantes se encuentran en muchos alimentos que consumimos incluyendo frutas y verduras asimismo se encuentran disponibles como suplementos dietéticos (Coronado *et al.*, 2015; Lu *et al.*, 2021).

4.2. Clasificación de los antioxidantes.

Los antioxidantes se clasifican en dos grupos, antioxidantes endógenos que son aquellos que se sintetizan a partir de algunas células del organismo, y los antioxidantes exógenos que ingresan al organismo a través de la cadena alimentaria (Coronado *et al.*, 2015; Lu *et al.*, 2021).

4.2.1. Antioxidantes endógenos.

Los antioxidantes se consideran moléculas nucleofílicas y su comportamiento como componente es susceptible para que las especies electrofílicas (reactivas) las puedan oxidar, esto significa que ceden electrones a las especies electrofílicas para evitar que ataquen a las macromoléculas nucleofílicas que son esenciales para la estructura y función de lípidos, proteínas, ácidos nucleicos e hidratos de carbono por mencionar algunos ejemplos. Cuando los radicales libres han reaccionado con los antioxidantes, se reducen o se unen como aductos, y de esta forma logran reducir parcialmente su reactividad y oxidando al antioxidante (Lu *et al.* 2021; Quintanar y Calderón, 2009).

Algunos de los antioxidantes endógenos que se sintetizan en el organismo son el glutatión, el fosfato de dinucleótido de nicotinamida y adenina reducido (NADPH), la albúmina, el ácido úrico, la coenzima Q, la bilirrubina y la melatonina (Lu *et al.* 2021; Quintanar y Calderón, 2009).

4.2.2 Antioxidantes exógenos

Los antioxidantes exógenos son moléculas de igual forma nucleofílica, como se describe en el apartado anterior, con la diferencia que esta clasificación ingresa al organismo a partir de la cadena alimentaria o dietética a partir de suplementos alimenticios o vitaminas sintetizadas en laboratorios, o en productos naturales como alimentos cárnicos, verduras y frutas que son ricos en antioxidantes (Lu *et al.* 2021; Quintanar y Calderón, 2009).

Algunos de los antioxidantes exógenos más comunes que se consumen con regularidad son la vitamina E (α - tocoferol), la vitamina C (ácido ascórbico), el β -caroteno (provitamina A), el cobre, el selenio, el zinc, el manganeso, los polifenoles, los licopenos, los ácidos egálicos, los flavonoides, la quercitina, la hesperidina, las catequinas y los taninos (Lu *et al.* 2021; Quintanar y Calderón, 2009).

4.3. Mecanismo de acción de los antioxidantes.

Un mecanismo de acción en términos de farmacología es la actividad biológica o farmacológica que una molécula activa va a ejercer sobre un organismo vivo al momento en que esta molécula se une a su receptor (sitio diana), este mecanismo es estudiado por la farmacodinamia.

El mecanismo de acción antioxidante inhibe y/o retarda el efecto oxidativo de un sustrato biológico, en algunas ocasiones revierten el daño oxidativo de las moléculas que han sido afectadas; en términos moleculares los antioxidantes atrapan los radicales desapareados para neutralizarlos (Ivanova, 2020; Quintanar y Calderón, 2009).

Los mecanismos de acción antioxidante se clasifican en dos grupos; antioxidantes preventivos que se encargaran de reducir peróxidos orgánicos e inorgánicos al inicio de una cadena de oxidación, y los antioxidantes secundarios que llevan a cabo su mecanismo de acción cuando ya se inició la cadena de oxidación, atrapando radicales libres para neutralizarlos (Ivanova, 2020; Quintanar y Calderón, 2009).

4.4. Radicales libres

Los radicales libres son entidades o fragmentos moleculares que poseen la capacidad de existir de manera independiente, presentan uno o más electrones no apareados en

un orbital atómico externo o en un orbital molecular, y por esta razón se hacen altamente reactivos, estos son producidos durante procesos endógenos y exógenos, donde las mitocondrias son la principal fuente de especies reactivas de oxígeno endógenas producidas a nivel celular y la principal fuente de producción de radicales libres de manera exógena es a través del aire que respiramos, esto debido a que el aire contiene gran cantidad de oxígeno que a grandes cantidades ocasiona daño oxidativo a las células. Cuando se forman los radicales libres, de inmediato interactúan con moléculas orgánicas como lípidos, proteínas, carbohidratos ácidos nucleicos, por mencionar algunos ejemplos, y provocan en estas moléculas alteraciones y cambios estructurales que traen consigo daños celulares afectando la funcionalidad y fisiología de las mismas consiguientemente estudiar los radicales libres, ha dado pauta para relacionarlo con el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas (Alzheimer, Huntington, Parkinson), carcinogénesis, y el envejecimiento (González *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2020; Martemucci *et al.*, 2022).

4.4.1. Clasificación de radicales libres.

Las especies reactivas de oxígeno se producen a partir de la ruptura o de la excitación del oxígeno molecular (O_2) y son más reactivos que el O_2 en su estado basal, por ejemplo, el oxígeno en singulete (O_2^1), de igual forma las especies de oxígeno que están parcialmente reducidas forman parte de esta clasificación, tales como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), hidroperoxilo (HO_2) y el radical hidroxilo ($\cdot OH$). Aunque el peróxido de hidrógeno no se considera un radical libre, forma parte de esta clasificación debido a que es precursor del radical OH (Hernández *et al.*, 2020; Quintanar y Calderón, 2009).

En las especies reactivas de nitrógeno se encuentran radicales libres tales como el óxido nítrico ($NO\cdot$) y el dióxido nítrico ($NO_2\cdot$). El $NO\cdot$ se considera altamente reactivo y cumple un rol importante en la fisiología celular, en donde oxida y degrada, aunque causa este tipo de daño ya mencionado, también juega un papel muy importante en funciones biológicas como la neurotransmisión y neuroregulación del sistema nervioso, de igual forma en procesos de agregación plaquetaria y coagulación sanguínea, cuando reacciona con O_2 se obtiene como producto anión peroxinitrito lo que provoca daño oxidativo y muerte celular (Hernández *et al.*, 2019; Quintanar y Calderón, 2009).

El anión superóxido ($O_2^{\bullet-}$) es una forma simple o reducida del oxígeno molecular (O_2) que se crea cuando recibe un electrón en un orbital antienlazante π^* además este anión puede ser producido mediante actividad enzimática o no enzimática a través de la transferencia directa de electrones a una molécula de oxígeno o por medio de reacciones fotoquímicas asimismo este posee un solo electrón desapareado, lo cual lo hace menos reactivo que el O_2 sin embargo no deja de ser altamente reactivo sumado a esto es capaz de dañar moléculas de ADN, proteínas, lípidos, entre otras (Martemucci *et al.*, 2022).

El radical libre hidroxilo ($HO\bullet$) es uno de los más reactivos que se forma *in vivo*, este es formado por una reacción llamada Fenton, en la que el hierro libre (Fe^{2+}) reacciona con peróxido de hidrógeno (H_2O_2), y por la reacción de Haber-Weiss del superóxido con hierro férrico (Fe^{3+}), produciendo Fe^{2+} , este radical reacciona fuertemente con moléculas orgánicas e inorgánicas como ADN, lípidos, aminoácidos, proteínas, entre otras, asimismo es responsable del daño tisular inducido por radiación ionizante y trastornos cardiovasculares (Martemucci *et al.*, 2022).

4.4.2. Mecanismo de reacción antioxidante.

Los radicales libres tiene diversos mecanismos de reacción, el principal es el mecanismo de adición de un solo electrón a un no radical, este mecanismo se forma por fisión homolítica cuando un enlace covalente se rompe y un electrón del par de enlace se mantiene en cada átomo (Martemucci *et al.*, 2022).

4.4.3. Radical libre DPPH.

El radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), es una técnica utilizada para evaluar la actividad antioxidante de moléculas sintéticas o extractos vegetales, es susceptible de reaccionar con moléculas antioxidantes, donde estas le ceden un átomo de hidrógeno (Guija *et al.*, 2015; Martemucci *et al.*, 2022).

Los estudios de cinética que se le han realizado han arrojado como resultado que el proceso antes descrito ocurre a través de una reacción de pseudo primer orden.

4.4.4. Mecanismo de reacción del radical libre DPPH.

El mecanismo de reacción del DPPH se lleva a cabo cuando una molécula antioxidante es capaz de donarle un electrón de hidrógeno a la estructura del radical, para neutralizarlo, el radical libre DPPH posee un color violeta oscuro, cuando la molécula antioxidante haya cedido su electrón de hidrógeno, el radical libre se reducirá a su forma no radicalaria, obteniendo un color amarillo claro tal como se observa en la fig. 1 (Guija *et al.*, 2015; Martemucci *et al.*, 2022).

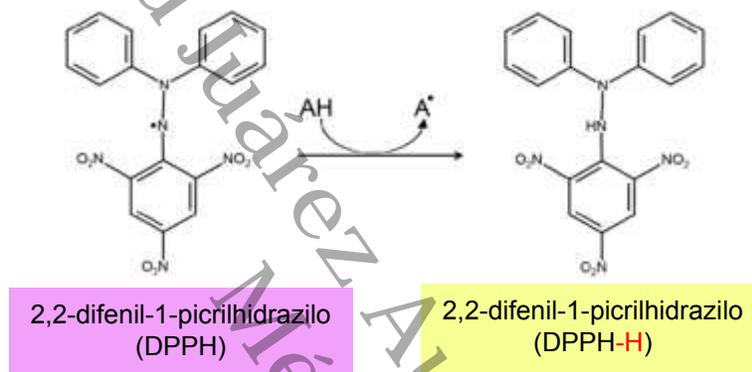


Figura 1. Mecanismo de reacción del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) al estar en contacto con un agente antioxidante, se aprecia la donación del átomo de hidrógeno que permitió su reducción. Imagen propia.

4.5. Enfermedades causadas por radicales libres.

El estrés oxidativo es la principal afección inducida por radicales libres en un organismo vivo, este es producido cuando existe un desequilibrio en la producción de radicales libres y las especies reactivas de oxígeno esto debido a los electrones desapareados, uno de los principales productores de radicales libres que inducen estrés oxidativo es el aire que respiramos, puesto que este es una mezcla de gases donde la molécula más predominante es el oxígeno, esta molécula es importante para el metabolismo celular y como consecuencia de la oxidación causada por el oxígeno durante el funcionamiento normal de las células va a producir radicales libres y otras moléculas con alto poder oxidativo, el problema va a ocurrir cuando haya un exceso de estas moléculas oxidativas y el organismo no tenga la capacidad suficiente para neutralizar los electrones

desapareados, entonces se produce el deterioro de tejidos que trae consigo enfermedades cardiovasculares, envejecimiento prematuro de la piel, cáncer, trastornos neurológicos, diabetes, aterosclerosis, entre otras (Hernández *et al.*, 2020).

4.6. Antecedentes de las especies vegetales utilizadas en este estudio.

4.6.1. *Malvaviscus arboreus*.

Se trata de un arbusto leñoso perteneciente a la familia Malvaceae (figura 2) conocido comúnmente como tulipán de monte en el sureste mexicano; alcanza hasta los 2 metros de altura, originaria de México, Centroamérica y otras zonas tropicales del continente americano, en la medicina tradicional mexicana, las flores de este arbusto es empleado para tratar enfermedades respiratorias, como gripe tos, de igual forma se emplea para tratar disentería, diarrea y dolor de estómago (Arroyave y Hurtado, 2018; Solano y Ramos, 2013).



Figura 2. Especie vegetal *Malvaviscus arboreus* utilizada en la presente investigación.

La familia Malvaceae es casi cosmopolita, puesto que está distribuida en regiones templadas y cálidas de ambos hemisferios. Presentan 243 géneros y 4225 especies. En esta familia hay especies melitófilas, ornitófilas (*Hibiscus*) y quiropterófilas. Presentan nectarios calicinos y según su estructura histológica son tricómicos con pelos

glandulares cuyas cabezuelas secretan néctar, a esta familia forman parte especies tales como como el algodón (*Gossypium hirsutum*), el cacao (*Theobroma cacao*) y la jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), además de *M. arboreus* (Cabral, 2010; Robles *et. al.*, 2023).

Todas las especies de la familia Malvaceae son mucilagéneas y muchas (si no todas) se han utilizado durante siglos en muchos países, como emolientes, para los nervinos, así como en el tratamiento de la disentería, las enfermedades pulmonares y las afecciones urinarias. Las raíces y flores de las especies se han utilizado para hacer infusiones de raíces y flores, demostrando actividad contra tumores, virus y para distintos tipos de cáncer. La falta de datos en los géneros de la familia Malvaceae es una de las causas por la cual se han llevado a cabo investigaciones químicas en los últimos años (Puckhaber *et al.*, 2002).

M. arboreus comúnmente llamada amapola o quesillo, se distribuye de México al norte de América de sur, sus flores en cocción se usan para “refrescar el estómago” de los niños y para los cólicos, además que provoca sueño; los frutos son comestibles, esta flor es originaria de México y Brasil, y se introdujo en Puerto Rico como planta ornamental. En México usan sus flores contra las aftas de la mucosa bucal y contra la amigdalitis simple, contra la disentería y diarreas crónicas. Utilizan la hoja y la raíz, como emoliente en lo región pectoral (Grijalva, 2006).

La especie *arboreus* del género *Malvaviscus* se utiliza en preparados herbolarios utilizando las hojas de esta especie en combinación con otras especies vegetales para tratar la diarrea, disentería y fiebre. En la medicina tradicional mexicana, esta planta se emplea en infusiones para tratar problemas respiratorios como gripe, tos, fiebre y problemas intestinales como disentería, diarrea y dolor de estómago (Acosta *et al.*, 2013; Domínguez *et al.*, 2015).

Un ensayo farmacológico ya realizado de esta especie vegetal, es el efecto antiinflamatorio. El investigador tuvo como objetivo determinar el efecto antiinflamatorio del gel elaborado a base de extracto etanólico de hojas de *Malvaviscus arboreus* al 2% en ratas albinas del mismo modo en este experimento que llevaron a cabo utilizaron un modelo *in vivo* el cual constó de ratas a las cuales indujeron un efecto inflamatorio administrando carragenina y posteriormente realizaron ensayos utilizando solución

salina como su grupo control, el uso de diclofenaco y el uso del gel de extracto etanólico de *M. arboreus* el cual dio los resultados esperados inhibiendo la inflamación en los modelos murino (Gamez, 2022).

Otro ensayo realizado, fue la determinación del efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de hojas de *M. arboreus* en ratas albinas (Piundo, 2023). En este estudio Piundo y su equipo de investigación desarrollaron de manera experimental la determinación del efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de *M. arboreus* al 5%, donde el principal objetivo era medir cuantitativamente la cicatrización de ratas que ellos mismos lesionaron, obteniendo un buen resultado al administrar el extracto antes mencionado, compitiendo con el dexpanthenol que fue un fármaco utilizado como comparativo en este ensayo (Piundo, 2023).

M. arboreus, presenta también actividad antifúngica, los metabolitos responsables de dicha actividad no se conocen en la actualidad debido a que la composición química de los extractos volátiles de los diferentes órganos de esta planta no se había estudiado anteriormente. Sin embargo, ciertos ácidos grasos han sido identificados por GC-MS y estos ácidos podrían ser ingredientes de fracciones volátiles (Cahuich *et al.*, 2013).

En el tamizaje fitoquímico realizado en las flores de *M. arboreus*, se encontró la presencia de alcaloides, triterpenos y esteroides, abundancia de azúcares reductores, flavonoides, mucílagos, fenoles y taninos (Acosta *et al.*, 2013).

Además, existen reportes que señalan que las flores de *M. arboreus* contiene un flavonoide llamado pelargonidina de kaempferol, alantoina, taninos, sitosterol, dos derivados del ácido octadecadienoico, y uno del nonadecadienoico. De igual modo, se plantea que los pétalos se caracterizan por contener antocianósidos derivados de la cianidina, principalmente mecocianina y cianina, además de alcaloides isoquinolínicos, así como abundancia en otros componentes como los mucílagos (Acosta *et al.*, 2013; Xorge y Dominguez, 2016). Más aun, en *M. arboreus* se encontró la asparagina como aminoácido más abundante en el extracto metanólico de dicha planta (Carballeira y Cruz, 2017).

4.6.2. *Eryngium foetidum*.

Se trata de una hierba perenne de la familia Apiaceae de aroma fuerte, conocida en México como torosman, perejil, o cilantrón (figura 3), es de origen tropical originaria de algunas zonas de América como el sur de México y algunas zonas del Caribe, también se puede localizar en algunas zonas del continente Africano y llega a medir hasta 60 cm de altura (Jaramillo *et al.*, 2011).



Figura 3. Especie vegetal *Eryngium foetidum* utilizada en la presente investigación.

La familia Apiaceae es conformada a partir de 230 a 250 especies distribuidas en las regiones con climas templados y tropicales de. En México se han registrado con datos certeros que existen alrededor de 60 especies. Estas se encuentran distribuidas en cinco tipos de vegetación en pastizales, bosques de pino, bosques de encino, bosques de coníferas y selvas tropicales (García, 2013).

En esta familia se encuentran plantas herbáceas bianuales o perennes, caulescentes o acaulescentes, glabras y erectas. Estas poseen raíces resistentes y fibrosas con hojas simples. Diversas especies pertenecientes a esta familia son de uso culinario y también en la medicina tradicional utilizando sus hojas y raíces como tónicos e infusiones para tratar malestares como gripe y disentería (García, 2013).

Esta planta es utilizada por los pobladores de las zonas de donde es originaria esta planta, la mayoría de la población que lo consume, le da un uso culinario en la preparación de algunos alimentos; y algunas personas lo usan con un fin medicinal tradicional y de conocimiento popular, mediante infusión para tratar gripe, fiebre, diabetes, estreñimiento, dolores estomacales y dolores de las articulaciones (Jaramillo *et al.*, 2011).

Uno de los estudios que se han realizado es la determinación del efecto antibacteriano del aceite esencial de *E. foetidum* con nitrofurantoína aplicada en una cepa de *E. coli* donde los investigadores realizaron el sembrado de la bacteria antes mencionada para tratar algunas cepas con el aceite esencial que fue extraído y usando de igual manera discos de sensibilidad antimicrobiana en otra cepa que les permitió realizar una comparativa y así llegar a sus conclusiones, donde los resultados que obtuvieron eran los deseados, confirmando que el aceite esencial de *E. foetidum* con nitrofurantoína si inhibe el crecimiento de la bacteria *E. coli* (León, 2020).

Realizaron un estudio *in vivo* para determinar el efecto antiinflamatorio de un extracto hidroalcohólico a partir de las hojas de *E. foetidum* utilizando como modelo murino ratas albinas donde se indujo la inflamación a sus modelos murino administrando carragenina, obteniendo porcentajes favorables en la inhibición del proceso inflamatorio ante el extracto hidroalcohólico de *E. foetidum* (Reyes, 2019).

Llevaron a cabo un estudio farmacognóstico y fitoquímico en las hojas de *E. foetidum* con la finalidad de identificar los metabolitos secundarios presentes en esta especie y su posible actividad biológica o farmacológica. Demostraron cualitativamente mediante un tamizaje fitoquímico la presencia de fenoles, flavonoides, alcaloides y terpenos, a partir de estos resultados que obtuvieron llevaron a cabo el análisis cuantitativo de fenoles totales para así poder identificar compuestos por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (Jiménez y Madrid, 2019).

4.6.3. *Tradescantia zebrina*.

Es una planta perenne perteneciente a la familia Commelinaceae con un tamaño de 15 cm de alto de un color violeta como se muestra en la figura 4, originaria de México principalmente en zonas con climas secos como el estado de Tabasco y algunas zonas del estado de Chiapas conocida coloquialmente como matalí (Olivo *et. al.*, 2020).



Figura 4. Especie vegetal *Tradescantia zebrina* utilizada en la presente investigación.

La familia Commelinaceae se caracteriza morfológicamente por contar con hierbas suculentas, con hojas alternas y envainantes, se distribuye principalmente en las regiones templado-cálidas y tropicales del mundo con excepción de Europa, incluyendo 42 géneros y 655 especies. También se encuentra distribuida en un amplio rango de hábitats, desde selva tropical hasta pastizales y matorrales semiáridos, desde el nivel del mar hasta los 3,800 m de elevación en el Neotrópico, presentando pocas especies acuáticas (Cabrera *et. al.*, 2020).

Dos principales especies; *Tradescantia zebrina* (matalí) y *Tradescantia spathacea* (maguey morado) son de carácter obligatorio que las familias de la región del sureste mexicano tengan al menos un ejemplar de estas especies, puesto que son muy utilizadas desde tiempos milenarios para tratar diferentes males y afecciones entre la comunidad, como la disentería y para desinflamar heridas infectadas (Guadarrama, 2010).

Es empleada en gran parte de la población que conoce de ella, para la elaboración de agua fresca natural, mediante la infusión, aunque una significativa parte de la población

también le da un uso medicinal tradicional para tratar algunas enfermedades como, malestares ginecológicos, dolores después del parto y disentería (Olivo *et. al.*, 2020).

En la medicina tradicional, la infusión de hojas de esta especie es empleada contra infecciones cutáneas, para corregir desórdenes gastrointestinales, es digestivo, emenagogo, febrífugo, vulnerario y se recomienda para tratar la leucorrea y problemas de las encías, mientras que su corteza tiene propiedades astringentes y la infusión de esta es empleada como antidiarreico, inflamaciones de la vejiga, contra la sarna y en la cicatrización de heridas (Olivo *et. al.*, 2020).

Los investigadores determinaron el efecto biológico del extracto de *T. zebrina* para controlar la malaria cuyo vector principal es *Anopheles benarrochi*. La extracción fue a partir de infusión donde dividieron dos grupos, el primer grupo fue tratado con agua y el segundo grupo fue tratado con el extracto de *T. zebrina* donde evaluaron en 5 horas diferentes posteriores al tratamiento, donde obtuvieron una mortalidad del 100% de las larvas a las 24 horas posteriores al tratamiento (Falcon, 2004).

Realizaron un estudio donde determinaron el efecto antiinflamatorio de *T. zebrina*, utilizando modelos murino, indujeron la inflamación a sus ratones, administraron un fármaco control que fue la indometacina utilizando 3 dosis diferentes y al otro grupo le aplicaron de igual manera 3 dosis diferentes de extracto de *T. zebrina*, obteniendo respuesta antiinflamatoria con el extracto (Ocampo, 2022).

El uso medicinal que se da con mayor frecuencia a esta planta es contra la diarrea, aunque también se indica en otros desórdenes de tipo digestivo como disentería, dolor de estómago, empacho, falta de digestión. En el tratamiento de estos padecimientos se emplea la corteza en cocimiento, por vía oral, presentando propiedades antipiréticas y astringentes. Entre los compuestos antidiarreicos se encuentran el triterpeno beta-amirina (Moreno, 2017).

Realizaron una identificación por el método Folin-Ciocalteu donde encontraron la presencia de compuestos fenólicos (Sánchez *et al.*, 2019).

4.6.4. *Bixa orellana*.

Arbusto o árbol pequeño que va de los 2 m., a los 5 m., de altura como se muestra en la figura 5, es considerada una planta perenne perteneciente a la familia Bixaceae, es endémica de América tropical, comenzando desde el país mexicano, en especial en los estados de Michoacán, Chiapas y Tabasco, expandiéndose hasta el sur del Amazonas conocida comúnmente como achiote (Huamán *et al.*, 2009).



Figura 5. Especie vegetal *Bixa orellana* utilizada en la presente investigación.

La familia Bixaceae agrupa plantas perennes, comprende 25 especies en cuatro géneros: *Amoreuxia* DC., *Bixa* L., *Cochlospermum* Kunth y *Diegodendron* Capuron. El género *Amoreuxia* se compone de cuatro especies: *A. gonzalezii* Sprague Y L. Riley, *A. malvifolia* A. Gray, *A. palmatifida* DC. Y *A. wrightii* A. Gray, todas ellas distribuidas en México, pero no limitadas al país (Poppendieck, 1981).

Esta familia tiene un fuerte auge tanto en la parte alimenticia, cómo en la parte medicinal y cosmética, algunas civilizaciones utilizan estas especies vegetales para tratar malestares gástricos; de igual forma son utilizadas para extraer tinturas que sirvan como tónicos y/o cosméticos (Ayala *et al.*, 2018).

Es utilizado por las comunidades originarias, cómo remedios tradicionales, por sus efectos antidiuréticos y antidiarreicos, inclusive es utilizados en la gastronomía de diversas civilizaciones (Huamán *et al.*, 2009).

Realizaron un ensayo donde determinaron el efecto gastroprotector de la mucosa gástrica utilizando extracto hidroalcohólico de *Bixa orellana*, utilizaron un modelo *in vivo* a partir de ratas, las cuales fueron sometidas a una dieta balanceada y posteriormente fueron inducidas a lesiones gástricas. Dividieron las ratas en 6 grupos, donde el primer grupo fue tratado con solución fisiológica, sin lesiones; el segundo grupo fue tratado con solución fisiológica, con lesiones; el tercer grupo fue tratado con ranitidina; el cuarto, quinto y sexto grupo con extracto de *B. orellana* en diferentes dosis, al final extrajeron el estómago para determinar su efecto y comprar los resultados (Huamán *et al.*, 2009).

Realizaron un ensayo donde obtuvieron tinturas al 10% de *B. orellana* por el método de maceración, y posterior a eso realizaron un análisis cualitativo de caracterización química evidenciando la presencia de alcaloides, cumarinas, saponinas, flavonoides, azúcares reductores, triterpenos y esteroides, aminos y aminoácidos, fenoles y taninos (Padró *et al.*, 2017).

Bixa orellana, tiene importancia económica en América tropical como planta tintórea. Sus semillas son utilizadas para extraer el color escarlata. Toman las semillas maduras, que contienen el carotenoide bixina, las incorporan en agua caliente y las agitan constantemente hasta que el color pasa al agua, lo dejan asentarse y le dan forma de panecillos. (Heywood, 1985).

4.6.5. *Epaltes mexicana*.

Es una planta que posee hojas alargadas estriadas, de la familia Asteraceae, originaria de México, conocida como la hierba del sapo (figura 6), se encuentra principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco, en localidades dentro 20 y 30 msnm (Magaña *et al.*, 2010).



Figura 6. Especie vegetal *Epaltes mexicana* utilizada en la presente investigación.

México registra 26 tribus, 417 géneros y 3,113 especies de Asteraceae, de las cuales 3,050 son especies nativas y 1,988 (63.9 %) son endémicas del territorio nacional. Los géneros más relevantes, tanto por el número de especies como por su componente endémico, son *Ageratina*, *Verbesina* y *Stevia*. Los estados con mayor número de especies son Oaxaca (1,040), Jalisco (956), Durango (909), Guerrero (855) y Michoacán (837). Los biomas con la mayor riqueza de géneros y especies son el bosque templado (1,906) y el matorral xerófilo (1,254). Solamente 31 géneros no cuentan con revisión taxonómica o con la suficiente información para llevar a cabo la correcta determinación de sus especies (Villaseñor, 2018).

En México, la familia Asteraceae se utiliza principalmente en el tratamiento de enfermedades o síntomas relacionados con los sistemas digestivo y respiratorio (Cilia, 2021).

En la medicina tradicional es empleada para tratar afecciones pulmonares como bronquitis, problemas relacionados a la laringitis y en algunas localidades del estado de Tabasco para tratar la gripe; científicos han comprobado efectos antimicrobianos presentes en esta planta (Magaña *et al.*, 2010).

Se han realizado evaluaciones citotóxicas de los extractos orgánicos de la especie que permitieron demostrar que tiene efecto citotóxico en líneas de cáncer de mama y cervicouterino (Juárez *et al.*, 2024).

Por el método HPLC-MS-QTOF identificaron ocho metabolitos secundarios que fueron clasificados como terpenos (Juárez *et al.*, 2024).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

5. JUSTIFICACIÓN

5. JUSTIFICACIÓN

Por cientos de años y desde épocas antiguas, las plantas han sido una base muy fuerte para la implementación de la medicina, la alimentación y la farmacoterapia, y de esta manera mantener la salud e incrementar la calidad de vida de los individuos. Las plantas están constituidas por sustancias y metabolitos secundarios, que pueden ser extraídos o aislados con fines de uso terapéutico, farmacológico y biológico (Hernández *et al.*, 2015).

En México la medicina tradicional se arraigaba con anterioridad a los pueblos indígenas siendo ellos los que consumían plantas endémicas de su región y así obtener algún efecto terapéutico o benéfico para su salud, algunas plantas que consumían cotidiana o regularmente poseen efectos antioxidantes sin que ellos tuvieran conocimiento sobre tal actividad, de esta manera los antepasados llevaban una mejor calidad de vida gracias a los beneficios antioxidantes que sus alimentos les proporcionaban (Hernández *et al.*, 2015).

La importancia de consumir antioxidantes es que previene enfermedades causadas por estrés oxidativo tales son enfermedades cardiovasculares, envejecimiento prematuro de la piel, cáncer, trastornos neurológicos, diabetes, aterosclerosis, entre otras (Hernández *et al.*, 2020).

Si bien existen productos y/o suplementos alimenticios que brindan efectos antioxidantes para el consumo humano, algunos de estos tienden ser de precios elevados, y al identificar la presencia de este efecto en las plantas a estudiar, se puede aprovechar de buena manera para seguir estudiando las especies y lograr una dosificación adecuada de consumo puesto que estas especies vegetales están presentes en la vida cotidiana y forman parte de la dieta de las personas del estado de Tabasco (Jaramillo *et al.*, 2011; Olivo *et al.*, 2020).

Por todo lo anterior se consideró importante determinar la actividad antioxidante por medio de un ensayo *in vitro* conocido como DPPH donde se evaluaron cinco especies vegetales ampliamente utilizadas en la medicina tradicional para comprobar la existencia

de la actividad mencionada puesto que es relevante debido a que esta previene enfermedades crónicas y degenerativas.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Las especies vegetales *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Tradescantia zebrina*, *Bixa orellana* y *Eryngium foetidum*, utilizadas en la medicina tradicional del estado de Tabasco, mostrarán actividad antioxidante por el método de DPPH?

México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

7. HIPÓTESIS

7. HIPÓTESIS.

Con base en el uso en la medicina tradicional y reportes científicos de *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Bixa orellana*, *Eryngium foetidum* y *Tradescantia zebrina*, se considera que mostrarán efecto antioxidante por el método de DPPH.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

8. OBJETIVOS

8. OBJETIVOS.

8.1 Objetivo general

Determinar el efecto antioxidante, por el método de DPPH, de los extractos metanólicos de *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Bixa orellana*, *Eryngium foetidum* y *Tradescantia zebrina*, plantas endémicas del estado de Tabasco.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

8.2. Objetivos específicos.

8.2.1. Determinar el efecto antioxidante del extracto metanólico *Malvaviscus arboreus*.

8.2.2. Determinar el efecto antioxidante del extracto metanólico de *Epaltes mexicana*.

8.2.3. Determinar el efecto antioxidante del extracto metanólico de *Bixa orellana*.

8.2.4. Determinar el efecto antioxidante del extracto metanólico de *Eryngium foetidum*.

8.2.5. Determinar el efecto antioxidante del extracto metanólico de *Tradescantia zebrina*.

8.2.6. Determinar cuál de los cinco extractos de las plantas utilizadas en este estudio posee mayor efecto antioxidante.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

9. METODOLOGÍA

9. METODOLOGÍA.

Se llevó a cabo la metodología que se presenta en la figura 7, el método que se empleó para la evaluación de la actividad antioxidantes de las especies vegetales seleccionadas en este estudio se conoce como DPPH. Este método nos permite evaluar la capacidad antioxidante de extractos naturales y/o sintéticos, además de ser un ensayo sencillo y económico (Guija *et al.*, 2015; Ivanova, 2020).

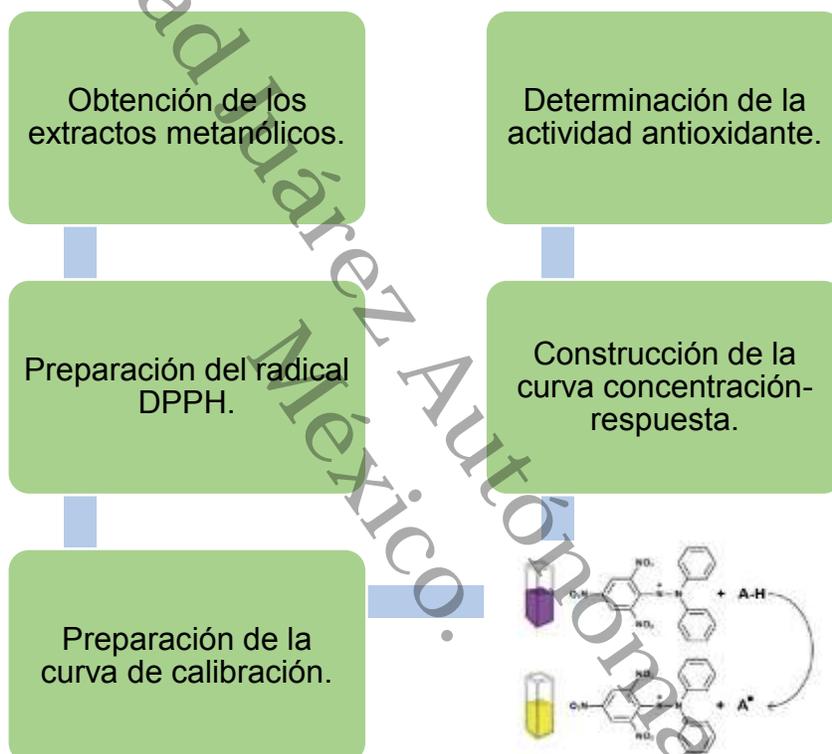


Figura 7. Metodología general de la determinación de la actividad antioxidante por DPPH de los extractos metanólicos seleccionados.

9.1. Obtención de los extractos metanólicos.

Los extractos metanólicos utilizados en este trabajo de investigación, fueron obtenidos por los alumnos del Laboratorio de Química Farmacéutica y Productos Naturales del CICTAT (UJAT-DACB). Los extractos utilizados en la evaluación corresponden a tallos y hojas.

9.1.1. Obtención del extracto metanólico de *M. arboreus*.

La obtención del extracto metanólico de *Malvaviscus arboreus* (EMMa) fue a cargo de la QFB. Blanca Ocampo, utilizó el método de maceración por triplicado, usó como primer disolvente hexano (C_6H_{14}) durante 72 horas, posteriormente a las 72 horas de contacto con el disolvente, se filtró cada macerado y se concentró en un rotavapor a una temperatura de 40° C a 180 r.p.m. Este proceso se realizó de manera consecutiva por triplicado con el mismo disolvente. Posteriormente, el mismo material vegetal lo colocó en diclorometano (CH_2Cl_2) durante 72 horas por triplicado, se filtró y se concentró como está descrito anteriormente. Finalmente al material vegetal, agregó metanol (CH_3OH) de la misma manera que los anteriores para la obtención de los extractos hexánico, diclorometánico y metanólico, respectivamente (Ocampo, 2019).

9.1.2. Obtención del extracto metanólico de *E. foetidum*.

La obtención del extracto metanólico de *Eryngium foetidum* (EMEf), estuvo a cargo de la QFB. Alejandra López, donde realizó el macerado por triplicado, usando tres disolventes diferentes, hexano, diclorometano y metanol, dejándolo reposar durante 72 horas, posteriormente realizó un filtrado para después concentrarlo en un rotavapor a 40° C a 180 r.p.m. (López, 2019).

9.1.3. Obtención del extracto metanólico de *T. zebrina*.

La obtención del extracto metanólico de *Tradescantia zebrina* (EmTz), fue realizada por la QFB. Keren López, el macerado lo realizó de la misma manera que (Ocampo, 2019) por triplicado, usando hexano, diclorometano y metanol, como disolventes de polaridad ascendente, lo dejó reposar por 72 horas, posterior a eso lo filtró, y llevó a cabo su concentración en un rotavapor a presión reducida de 20 a 80 r.p.m. (López, 2019).

9.1.4. Obtención del extracto metanólico de *B. orellana*.

La obtención del extracto metanólico de *Bixa orellana* (EMBo) fue realizado por la QFB. Alejandra López, de la misma manera que realizó la obtención de los extractos de *E. foetidum*, por triplicado, utilizando hexano, diclorometano y metanol como disolventes, como ya se describió anteriormente (López, 2019).

9.1.5. Obtención del extracto metanólico de *E. mexicana*.

La obtención del extracto metanólico de *Epaltes mexicana* (Temen), lo realizó la QFB. Tamara Juárez, utilizó el material vegetal seco, utilizando hexano, diclorometano y metanol como disolventes, lo realizó por triplicado, donde lo dejó reposar durante 72 horas, lo filtró, y finalmente lo concentró a 40° C en un rotavapor a 80 r.p.m. (Juárez, 2022).

9.2. Preparación del radical DPPH.

Se prepararon 10 mL del reactivo DPPH de la marca Sigma-Aldrich en un matraz aforado de 10 mL (cubierto de la luz) disolviendo 1 mg del reactivo (previamente pesado en una balanza analítica de la marca US solid) en 10 mL de metanol (Guija *et al.*, 2015).

9.3. Determinación de la actividad antioxidante.

Para la determinación de la actividad antioxidante se utilizó la solución DPPH 254 µM y los cinco extractos metanólicos a concentraciones de 10 000 µg/mL, 1 000 µg/mL y 100 µg/mL de stock partiendo de la concentración más alta y realizando dos diluciones 1:10 para obtener las dos concentraciones respectivas y poder evaluar concentraciones de los extractos en un rango de 0 - 1 000 µg/mL.

Para realizar este ensayo se utilizaron cubos cónicos de microcentrífuga en color ámbar de 1.5 mL donde se añadieron los extractos metanólicos en concentraciones de 0-1000 µg/mL de forma ascendente aunado a esto se añadieron 900 microlitros de DPPH a todos los tubos cónicos y se ajustó con metanol según los microlitros necesarios para completar 1000 microlitros totales, todo lo anterior mencionado expresado de la tabla 1.

Tabla 1. Datos de la concentración de los extractos y la solución DPPH para la construcción de la curva de calibración.

Tubo	Log de concentración	Concentración $\mu\text{g/mL}$	μL del extracto	Metanol (μL)	DPPH (μL)	μL total
0	-	0	0	100	900	1000
1	0	1.00	10 ^a	90	900	1000
2	0.5	3.16	31.60 ^a	68.4	900	1000
3	1	10	10 ^b	90	900	1000
4	1.5	31.62	31.62 ^b	68.38	900	1000
5	2	100	10 ^c	90	900	1000
6	2.5	316.22	31.62 ^c	68.38	900	1000
7	3	1 000	100 ^c	-	900	1000

^a Stock 100 $\mu\text{g/mL}$

^b Stock 1 000 $\mu\text{g/mL}$

^c Stock 10 000 $\mu\text{g/mL}$

Se midió la absorbancia en un tiempo inicial a una longitud de onda de 517 nm en un espectrofotómetro UV/Visible S-2150UV y posterior a eso se incubaron durante 30 minutos a temperatura ambiente, para realizar la segunda evaluación a la misma longitud de onda, el control positivo que se utilizó fue el ácido ascórbico (vitamina C) debido a su actividad antioxidante.

9.4. Método estadístico para realizar la curva concentración respuesta.

Los ensayos de la evaluación por DPPH se hicieron por triplicado y los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar (DE). Se obtuvo el efecto máximo (E_{max}) de los datos obtenidos y la concentración efectiva media (CE_{50}) se calculó mediante una curva de regresión lineal utilizando el programa Prisma® 8.0 para Windows. Se obtuvo la curva concentración-respuesta trazando el porcentaje de E_{max} frente a las concentraciones en el mismo programa, para el análisis se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido de una prueba de Tukey, donde se consideró diferencias estadísticamente significativas con $p < 0.05$.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

10. RESULTADOS

10. RESULTADOS.

10.1. Determinación de la actividad antioxidante de los *EMMa*, *EMEf*, *EMTz*, *EMBo* y *EMEm*.

Derivado de la evaluación antioxidante, se construyeron curvas concentración-respuesta a partir de las cuales se obtuvieron parámetros farmacodinámicos como el E_{max} y la CE_{50} de los extractos metanólicos que se expresan en la tabla 1.

Tabla 2. Efecto antioxidante de los extractos metanólicos de especies vegetales de Tabasco.

Muestra	Tiempo inicial		Tiempo final (30 min)	
	E_{max} (%)	CE_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	E_{max} (%)	CE_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
Control	99.35	7.24	99.40	6.934
EMTz	53.14	98.62	83.60	63.24
EMBo	54.57	145.54	74.79	124.45
EMEm	68.15	28.70	72.96	18.53
EMMa	51.01	74.30	68.94	74.64
EMEf	21.10	—	41.71	—

10.2. Gráficas concentración – respuesta.

En la figura 8 se observa la gráfica de *T. zebrina* donde se aprecia una CE_{50} de 98.62 $\mu\text{g/mL}$ con una E_{max} de 53.14 % en el tiempo inicial, y una CE_{50} de 63.24 $\mu\text{g/mL}$ con una E_{max} de 83.60 %.

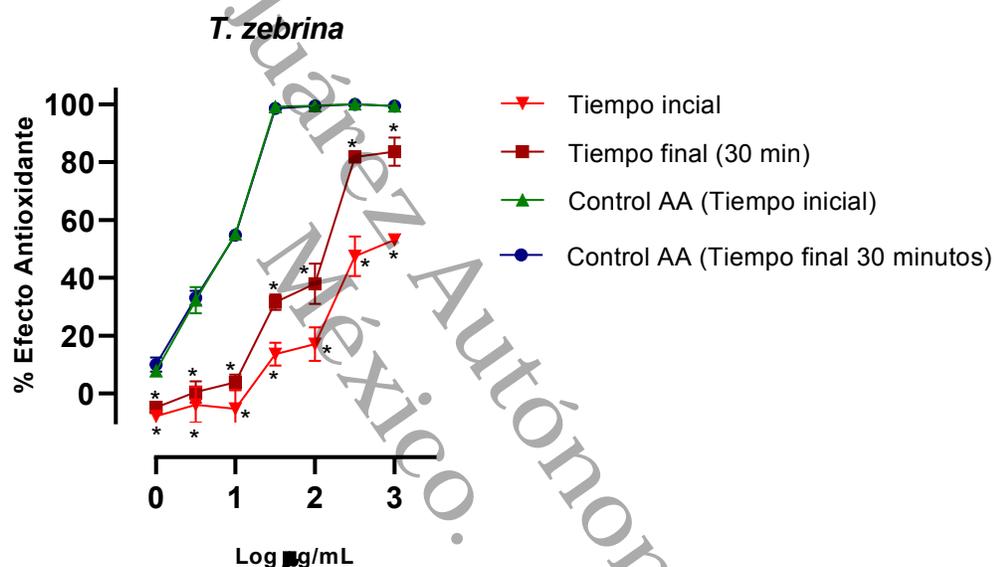


Figura 8. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMTz comparada con el ácido ascórbico. El EMTz mostró actividad antioxidante con una eficacia de 83.60 ± 6.81 % y una potencia de 63.24 $\mu\text{g/mL}$.

En la figura 9 se observa la gráfica de *B. orellana* donde se aprecia una CE₅₀ de 145.54 µg/mL con una E_{max} de 54.57 % en el tiempo inicial, y una CE₅₀ de 124.45 µg/mL con una E_{max} de 74.79 %.

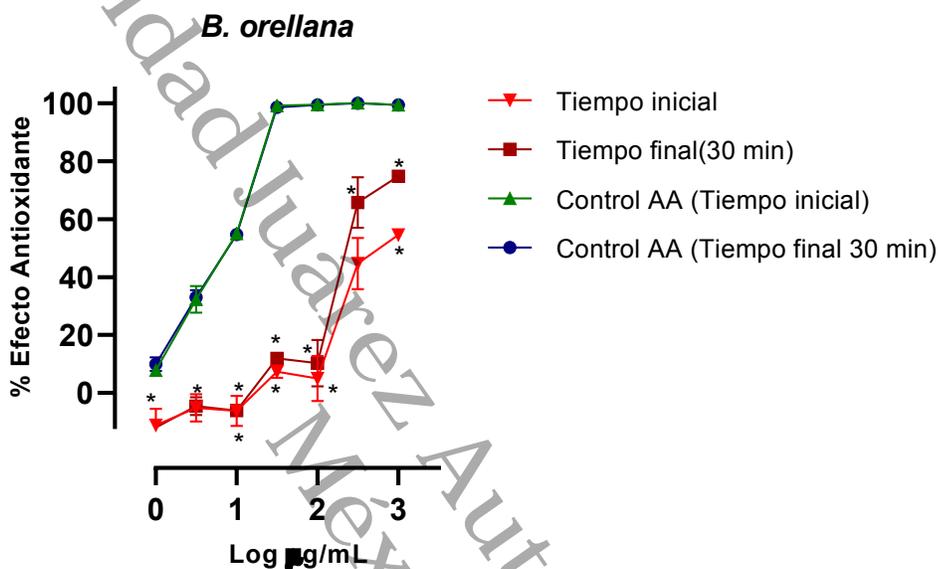


Figura 9. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMBo comparada con el ácido ascórbico. El EMBo mostró actividad antioxidante con una eficacia de 74.79 ± 0.29 % y una potencia de $124.45 \mu\text{g/mL}$.

En la figura 10 se observa la gráfica de *E. mexicana* donde se aprecia una CE₅₀ de 28.70 µg/mL con una E_{max} de 68.15 % en el tiempo inicial, y una CE₅₀ de 18.53 µg/mL con una E_{max} de 72.96 %.

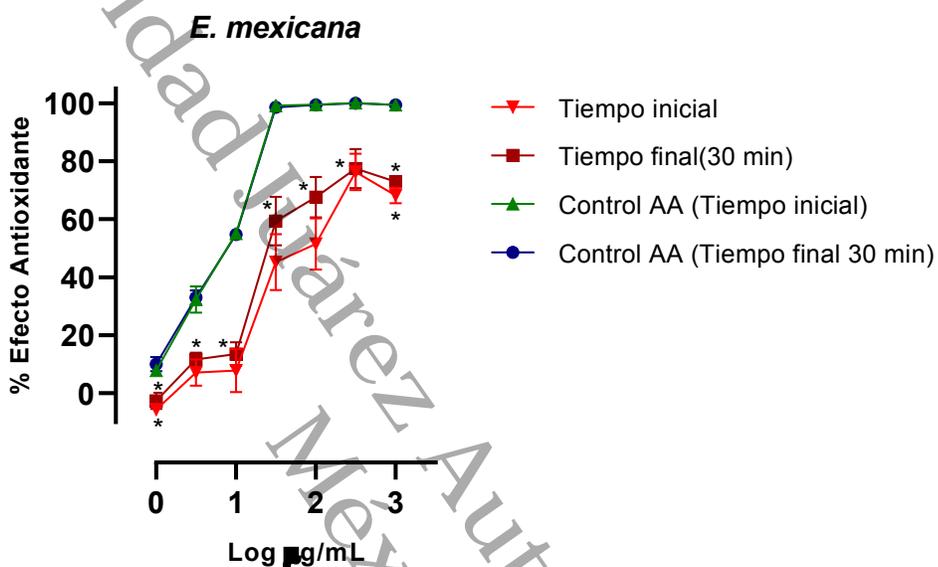


Figura 10. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EME_m comparada con el ácido ascórbico. El EME_m mostró actividad antioxidante con una eficacia de 72.96 ± 2.57 % y una potencia de 18.53 µg/mL.

En la figura 11 se observa la gráfica de *M. arboreus* donde se aprecia una CE_{50} de 74.30 $\mu\text{g/mL}$ con una E_{max} de 51.01 % en el tiempo inicial, y una CE_{50} de 74.64 $\mu\text{g/mL}$ con una E_{max} de 68.94 %.

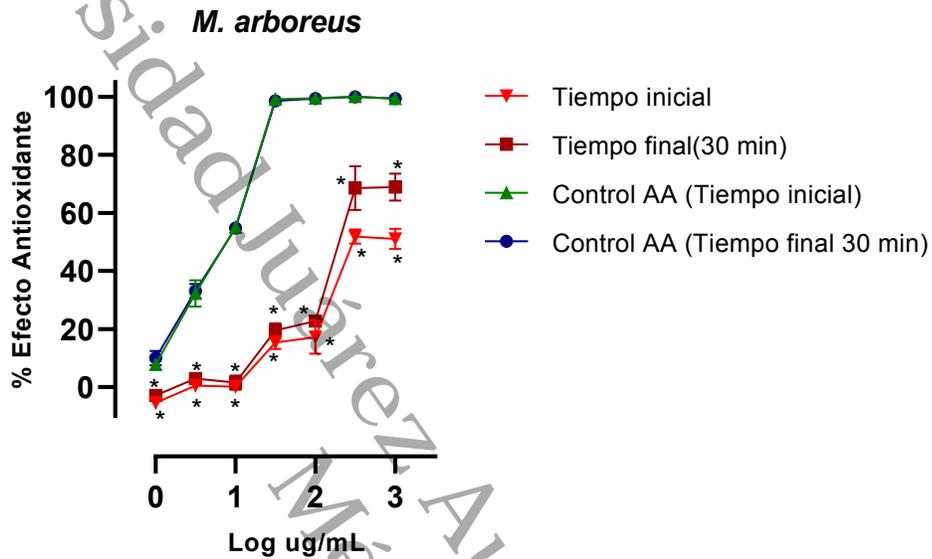


Figura 11. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMMa comparada con el ácido ascórbico. El EMMa mostró actividad antioxidante con una eficacia de $68.94 \pm 6.68\%$ y una potencia de 74.64 $\mu\text{g/mL}$.

En la figura 12 se observa la gráfica de *E. foetidum* donde no fue posible calcular su CE₅₀ debido a una E_{max} de 21.10 % que se considera baja en el tiempo inicial, y de la misma manera en el tiempo final no fue posible calcular la CE₅₀ con una E_{max} de 41.71 %.

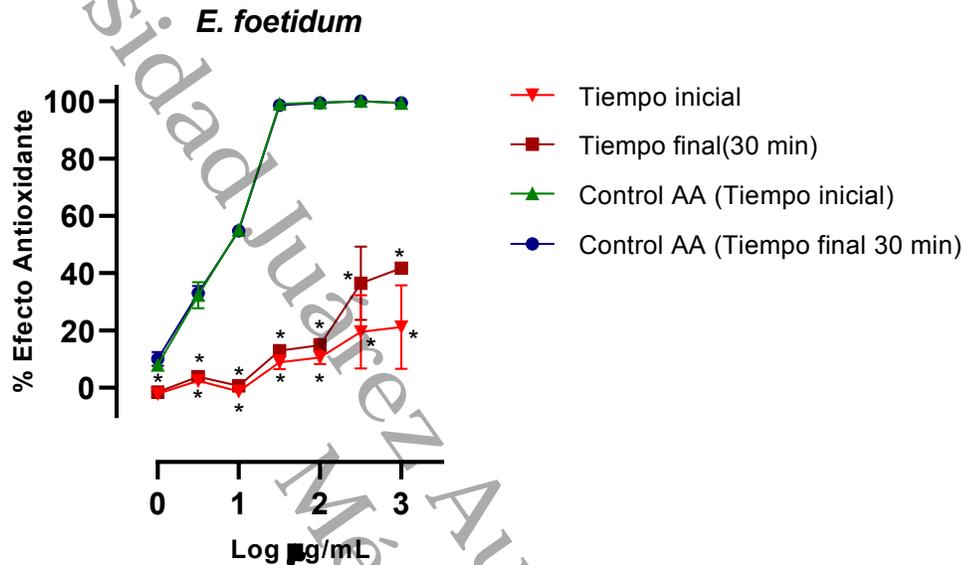


Figura 12. Curva concentración – respuesta de la actividad antioxidante del EMEf comparada con el ácido ascórbico. El EMEf mostró una baja actividad antioxidante con una eficacia de 41.71 ± 1.75 % por lo cual no fue posible calcular su CE₅₀ (Potencia).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

11. DISCUSIÓN

11. DISCUSIÓN.

Los antioxidantes son de suma importancia para prevenir enfermedades y padecimientos crónicos y degenerativos, estos interactúan con los radicales libres logrando la neutralización de ellos, de esta forma retardan y previenen la oxidación de un sustrato oxidable (García *et al.*, 2001).

Se eligieron como candidatas a cinco especies vegetales endémicas del estado de Tabasco en base a antecedentes etnomédicos de las mismas, puesto que son las más utilizadas en la gastronomía y medicina tradicional de la región; posterior a la elección se realizó una revisión bibliográfica de antecedentes de las especies, como estudios fitoquímicos y farmacológicos que hayan sido reportados.

En otras investigaciones se ha demostrado que al trabajar con extractos metanólicos se presenta mayor contenido de fenoles totales y flavonoides que al ser evaluadas frente a los radicales DPPH• y ABTS•+ muestran una mayor actividad antioxidante, y a estos compuestos se les atribuye dicha actividad (Gruszycki *et al.*, 2019; Juárez *et al.*, 2024).

El método del radical libre DPPH para la evaluación de la actividad antioxidante se ha convertido en uno de los ensayos más recurrentes al momento de realizar la determinación de la actividad ya mencionada, esto debido a que es un método sencillo y económico (Martemucci *et al.*, 2022).

Los extractos metanólicos más eficaces y potentes fueron el EMTz y EME_m con una eficacia y potencia de 83.60 % y 63.24 µg/mL, 72.96 % y 18.53 µg/mL respectivamente en comparación con el grupo control, no así el EME_f que a pesar de mostrar actividad antioxidante con una eficacia de 41.71 % no fue lo suficientemente potente para calcular su CE₅₀, estos datos fueron expresados en la tabla 2, la actividad antioxidante que mostraron los extractos posiblemente se le puede atribuir al contenido de compuestos fenólicos ya que hay reportes donde se han identificado estos compuestos y presentan dicha actividad en los extractos orgánicos (Juárez *et al.*, 2024; Sánchez *et al.*, 2019).

Los datos obtenidos justifican de manera preliminar que estas especies vegetales presentan actividad antioxidante, por lo cual se debe continuar con su investigación para desarrollar productos derivados de estas especies debido a que las moléculas

antioxidantes neutralizan los radicales libres y previenen enfermedades asociadas al estrés oxidativo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Mexico.

12. CONCLUSIONES

12. CONCLUSIONES.

En esta investigación se demostró que las especies vegetales *Malvaviscus arboreus*, *Epaltes mexicana*, *Bixa orellana* y *Tradescantia zebrina* poseen actividad antioxidante por el método DPPH, con una eficacia similar al control, pero con menor potencia. Además, se relacionan los resultados obtenidos con sus usos en la medicina tradicional, ya que la actividad antioxidante podría relacionarse con efectos antiinflamatorios, antihipertensivos, antidiabéticos, entre otros. Por ello, las cuatro especies vegetales se consideran de interés para continuar con sus estudios fitoquímicos y explorar actividades farmacológicas relacionadas con su efecto antioxidante.

La especie vegetal *Eringyum foetidum* no mostró efecto antioxidante por el método DPPH. Su uso en la medicina tradicional sugiere explorar otras actividades farmacológicas e implementar otros métodos de extracción para obtener metabolitos secundarios con diferentes propiedades.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Mexico.

13. PERSPECTIVAS

13. PERSPECTIVAS.

13.1. Realizar otros procesos de extracción como infusión, decocción o percolación para evaluarlos y comparar los resultados con los datos obtenidos, para determinar que método es el más adecuado a utilizar.

13.2. Identificar por el método ABTS la actividad antioxidante de los extractos utilizados

13.3. Realizar la evaluación antioxidante de los extractos metanólicos utilizados en un modelo *in vivo*.

13.4. Identificar los metabolitos secundarios encargados de la actividad antioxidante por medio HPLC de las dos especies vegetales que presentaron mayor potencia y eficacia.

13.5. Determinar el mecanismo de acción de los metabolitos secundarios (después de su identificación) y conocer a que receptores se unen para llevar a cabo su actividad biológica.

13.6. Desarrollar un producto cosmético con la especie vegetal que presentó mayor eficacia y potencia en actividad antioxidante.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

14. REFERENCIAS

14. REFERENCIAS.

1. Acosta L., Hechevarría I., Rodríguez C., Rivera Magdalena., Milanés M., Solano S., y Ramos R. (2013). Explotación de *Malvaviscus arboreus* Cav. con fines medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 461-468.
2. Arroyave L., Gómez M., Hurtado L. (2018). Determinación de la actividad antioxidante de *Malvaviscus arboreus* Cav. (Malvavisco). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 23(2), 135-142.
3. Ayala C., Castillo E., Alfaro K., Aspiros E., y Seclén L. (2018). Desarrollo de un tinte cosmético a base de semilla de *Bixa orellana* L. (Bixaceae) y evaluación de su efecto in vitro. *Scientia Agropecuaria*. 9(1), 133-141.
4. Cabral E. (2010) Guía de Consultas Diversidad Vegetal, Core Eudicotiledóneas, Clado Rosides. Argentina: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). 1(2), 238-240.
5. Cabrera F., Siqueiros M., Ceja J., y Sosa Joaquín. (2020). Orden Commelinales en Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*. 98(4), 593-611.
6. Cahuich D., Moreno J., Hidalgo D., Martínez J., y Borges Farfan. (2013). Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of *Malvaviscus arboreus* Cav, *Pimenta dioica* (L.) Merr. *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *Psidium guajava* L. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 16(3), 505-513.
7. Carballeira C. (2017). Ácidos 5,9-Nonadecadienoic en *Malvaviscus arboreus* y *Allamanda cathartica*. *Elsevier*. 49(5), 1253-1256.
8. Cilia V., Cariño Raquel., y Zurita L. (2021). Ethnopharmacology of the Asteraceae family in Mexico. *Botanical Sciences*. 99(3), 455-486.
9. Domínguez C., Cruz G., y González C. (2015). Plantas de uso medicinal de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec", municipio de Chontla, Veracruz. *Ciencia UAT*. 9(2), 41-52.
10. Espinoza J., Centurión D., Mayo A., y Velázquez J. (2017). Plantas aromáticas y medicinales tropicales con potencial actividad antimicrobiana. *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. 1(9), 1-22.
11. Falcon J. (2004). Efecto biocida de extractos vegetales de "sachayoco" *Paullinia clavigera* var *bullata* D.R.S. y "oreja de tigre" *Tradescantia zebrina* H. en el control

- de *Anopheles benarrochi* G. principal vector de malaria en Ucayali. [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Ucayali.
12. Frei B., y Heinrich M. (1996). Sesquiterpenes with Antibacterial Activity from *Epaltes mexicana*. *Planta Médica*. 62(1), 66-77.
 13. Gamez P. (2022). Efecto antiinflamatorio del gel elaborado a base de extracto etanólico de las hojas de *Malvaviscus arboreus Cav.* (Amapola) En *Rattus Rattus var Albinus* [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote.
 14. García Ignacio. (2013). Contribución al conocimiento del género *Eryngium* (Apiaceae) en el estado de Michoacán, México. *Acta botánica mexicana*. 2(103), 65-118.
 15. González M., Betancourt M., y Ortiz R. (2000). Daño Oxidativo y Antioxidantes. *Bioquímica*. 25(1), 3-9.
 16. Grijalva A. (2006). Flora útil Etnobotánica de Nicaragua. Managua. *Nicaragua: MARENA*. 22(2), 73.
 17. Gruszycki M., Valenzuela Gabriela., Báez Margarita., Leguiza Pedro., Gruszycki A., y Alba D. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante en extractos hidroalcohólicos de *Portulaca oleracea* L. *Revista Colombiana de Ciencias Químico – Farmacéuticas*. 48(2), 425-435.
 18. Guadarrama M. (2010). De los “Matalís”, “Señoritas embarcadas” y otras Commelinas en Tabasco. *Kuxulkab’ Revista de Divulgación División Académica de Ciencias Biológicas*. 31(17), 79-86
 19. Guija E., Inocente M., Ponce J., y Zarzosa E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte Médico (Lima)*. 15(1), 57-60.
 20. Hernández D., Barrera V., Briz Oliva., González E., Laguna K., Jardínez A., Sánchez M., y Matuz D. (2019). El papel de las especies reactivas de oxígeno y de nitrógeno en algunas enfermedades neurodegenerativas. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 62(3), 6-19.
 21. Hernández T., García M., Serrano R., Ávila G., Dávila P, Cervantes H., Peñalosa I., Flores M., y Lira R. (2015). Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de

- importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*. 18(2), 116-121.
22. Heywood H. (1985). Las plantas con flores. *Ed. Reverté S.A. España*. 33(1), 332
 23. Huamán O., Sandoval M., Arnao I., y Béjar E. (2009). Antiulcer effect of lyophilized hydroalcoholic extract of *Bixa orellana* (annatto) leaves in rats. *Anales de la Facultad de Medicina*. 70(2), 97-102.
 24. Jaramillo E., Duarte E., y Martelo I. (2011). Composición química volátil del aceite esencial de *Eryngium foetidum* L. colombiano y determinación de su actividad antioxidante. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 16(2), 140-150.
 25. Jiménez J., y Madrid R. (2019) Estudio preliminar farmacognóstico y fitoquímico de las hojas de la chillangua *Eryngium foetidum* L. [Tesis]. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
 26. Juárez T. (2022). Efecto citotóxico de la especie vegetal *Epaltes mexicana* utilizada en medicina tradicional de tabasco. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 27. Juárez T., González J., Sánchez I., Jiménez N., Olivares I., García J., y Hernández O. (2024). Untargeted metabolic analysis of *Epaltes mexicana* by LC-QTOF-MS: Terpenes with activity against human cancer cell lines. *Fitoterapia*. 179(24), 106194.
 28. León I. (2020). Efecto sinérgico del aceite esencial de *Eryngium foetidum* con nitrofurantoína como antibacteriano sobre *Escherichia coli* ATCC11229, estudio in vitro. [Tesis]. Perú: Universidad César Vallejo.
 29. Lingaraju D., Sudarshanna M., Mahendras C., y Rao P. (2016). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Leaf Extracts of *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae). *Indo J Pharm Research India*. 6(2), 4339-4344.
 30. López A. (2019). Evaluación antibacteriana de las especies vegetales *Eryngium foetidum* y *Bixa orellana*, utilizadas en la medicina tradicional del estado de Tabasco. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 31. López K. (2019). Efecto vasorrelajante de la especie vegetal *Tradescantia zebrina*. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

32. Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., & Li, Z. (2021). Antioxidant activity and healthy benefits of natural pigments in fruits. *Fitoterapia*. 22(9), 45-49.
33. Magaña M., Gama L., y Mariaca R. (2010). El uso de las plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales de Nacajuca, Tabasco, México. *Polibotánica*. 22(29), 213-262.
34. Ocampo B. (2019). Efecto vasorrelajante de la especie vegetal *Malvaviscus arboreus*. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
35. Ocampo E. (2022). Evaluación in vivo del efecto antiinflamatorio y antinociceptivo del extracto etanólico de *Tradescantia zebrina hort. ex Bosse*. [Tesis]. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
36. Olivo E., Ruíz J., Vega M., Ochoa H., Irecta C., y Sánchez X. (2020). Pharmacological Potential of *Tradescantia zebrina* Leaf Extracts. *Journal of Bioengineering and Biomedicine Research*. 4(2), 31-37.
37. Omnia A., John F., Usama A., y Samar D. (2021). Headspace Volatiles of the Leaves and Flowers of *Malvaviscus arboreus* Cav. (*Malvaceae*). *Sociedad Química de México*. 65(1), 141-147.
38. Padró L., López Tania., y Nuviola D. (2017) Caracterización preliminar de tinturas al 10% de *Bixa orellana* L. Preliminary. *Revista Cubana de Química*. 29(1), 103-114.
39. Paul S., Essien E., Samuel J., y Mohammad I. (2017). *Eryngium foetidum* L. Essential Oils: Chemical Composition and Antioxidant Capacity. *Medicines*. 24(4), 2-7.
40. Piundo B. (2023). Efecto cicatrizante extracto hidroalcohólico *Malvaviscus arboreus*. [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote.
41. Poppendieck H. (1980). A monograph of the Cochlospermaceae. *Bot. Jahrb. Syst.* 101(21), 191-265.
42. Poppendieck H. (1981). Cochlospermaceae. *Flora Neotropical Monograph*. 24(27), 1-34.
43. Puckhaber L., Stipanovic R., y Bost G. (2002). Analyses for Flavonoid Aglycones in Fresh and Preserved Hibiscus Flowers. *Fitoterapia*. 22(7), 556-563.

44. Quintanar M., y Calderón J. (2009). La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. *Rev Educ Bioquímica*. 28(3), 89-101.
45. Reyes K. (2019). Efecto antiinflamatorio del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Eryngium foetidum* L. (Sacha culantro) en ratas albinas. [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote.
46. Robles M., y Sánchez M. (2022). Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutrimental y nutracéutico. *Terra Latinoamericana*. 40(7), 943.
47. Sánchez X., Ruíz J., Salazar M., Méndez O., y Olivo Z. (2019). Phenolics compounds and anti-inflammatory activity *in vitro*, of *Tradescantia zebrina* extracts. *Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria*. 1(1) 650-653.
48. Vilaplana M. (2007). Antioxidantes presentes en los alimentos Vitaminas, minerales y suplementos. *Ámbito farmacéutico nutrición*. 26(10), 79-86.
49. Villaseñor J. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*. 96(2), 332-358.
50. Xorge A., y Dominguez S. (2016). *Latinoamericana de Química*. Estado de México, México. 23(3), 153-154.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Mexico.

15. ANEXOS

15. ANEXOS.

15.1. Constancia de la modalidad cartel, en el 5to. Congreso Nacional de Ciencias Bioquímicas, llevado a cabo en Caborca, Sonora, del 29 de noviembre al 1 de diciembre del 2023, Organizado por la Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Biológicas y de Salud de la Universidad de Sonora.



15.2. Constancia de la participación en la modalidad de cartel, en el 1er. Simposio Mexicano de Farmacognosia, llevado a cabo en Cuernavaca, Morelos, el 20 de mayo del 2024, organizado por la Facultad de Farmacia de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en coordinación con la Red Mexicana de Investigación Preclínica y Desarrollo Farmacéutico.



La Facultad de Farmacia en coordinación con la Red Mexicana de Investigación Preclínica y Desarrollo Farmacéutico otorga la presente

CONSTANCIA

A: Limberg Cruz-Lara, Litzia Cerón-Pomero, Omar Peña-Morán, Tamara Juárez-velázquez Oswaldo Hernández-Abreu.

por la presentación de su trabajo titulado:
"DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CUATRO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO"
en el Primer Simposio Mexicano de Farmacognosia, en homenaje al Dr. Samuel Enoch Estrada Soto por su trayectoria científica y académica.

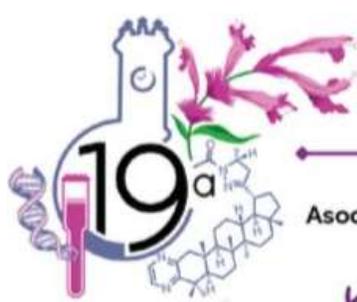

Dra. Gabriela María Avila Villarreal
Presidente
Comité Organizador


Dra. Judith González Christen
Directora
Facultad de Farmacia



Cuernavaca, Morelos
20 de mayo de 2024

15.3. Constancia de la participación en la modalidad de cartel, en la 19ª. Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales, llevado a cabo en Cuernavaca, Morelos, del 22 al 25 de mayo del 2024, organizado por la Asociación Mexicana de Investigación en Productos Naturales y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

La Universidad Autónoma del Estado de Morelos y la Asociación Mexicana de Investigación en Productos Naturales, A. C.

Otorgan la presente

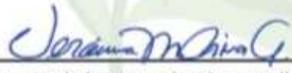
Constancia

A: Limberg Cruz-Lara, Litzia Cerón-Romero, Omar Peña-Morán, Tamara Juárez-Velázquez y Oswaldo Hernández-Abreu

Por su valiosa participación en la modalidad CARTEL con el trabajo:

"Determinación del efecto antioxidante por DPPH de cuatro especies vegetales endémicas del estado de Tabasco."

durante la 19ª Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales | *Dr. Eduardo Guillermo Delgado Lamas, Dr. Samuel Enoch Estrada Soto, Dra. María Luisa Teresa Villarreal Ortega;* que se llevó a cabo del 22 al 25 de mayo de 2024. Cuernavaca, Morelos, México.


Dra. Verónica Mayela Rivas Galindo
Presidenta de la AMIPRONAT


Dra. Mayra Yaneth Antunez Mojica
Presidenta del Comité Local Organizador

15.4. Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional.

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de la Tesis:	DETERMINACIÓN DEL EFECTO ANTIOXIDANTE POR DPPH DE CINCO ESPECIES VEGETALES ENDÉMICAS DEL ESTADO DE TABASCO.
Autor de la Tesis:	p.Q.F.B. Limberg Cruz Lara
ORCID:	https://orcid.org/0009-0003-3592-5791
Resumen de la Tesis:	<p>En este proyecto de investigación se eligieron cinco especies vegetales endémicas del estado de Tabasco que forman parte de la medicina y gastronomía tradicional de dicha entidad los cuales son <i>Malvaviscus arboreus</i> (<i>M. arboreus</i>), <i>Bixa orellana</i> (<i>B. orellana</i>), <i>Eringyum foetidum</i> (<i>E. foetidum</i>), <i>Tradescantia zebrina</i> (<i>T. zebrina</i>) y <i>Epaltes mexicana</i> (<i>E. mexicana</i>), por sus antecedentes fitoquímicos y farmacológicos que se han realizado en dichas especies, se sospechaba que poseían actividad antioxidante aunado a esto el objetivo principal fue evaluar los extractos metanólicos de las cinco especies vegetales seleccionadas por el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo), y en base a los resultados obtenidos con una n=4 evaluaciones, se construyó una curva de concentración-respuesta de los extractos metanólicos.</p> <p>Los extractos metanólicos de cada especie vegetal fueron obtenidos utilizando el método de maceración por triplicado. Las plantas fueron recolectadas en los municipios de Teapa y Cunduacán, Tabasco. La evaluación de la actividad antioxidante de los extractos elegidos fue por el método ya mencionado en donde se utilizó como control positivo el ácido ascórbico, las lecturas se hicieron 30 minutos después del tiempo inicial para una comparativa de la eficacia y potencia en cada tiempo.</p> <p>A partir de la evaluación de la actividad antioxidante por DPPH se determinó que <i>T. zebrina</i>, <i>E. mexicana</i>, <i>B. orellana</i>, <i>M. arboreus</i> y <i>E. foetidum</i> poseen actividad antioxidante con una eficacia y potencia de $83.60 \pm 6.8 \%$ y $63.24 \mu\text{g/mL}$; $72.96 \pm 2.5 \%$ y $18.53 \mu\text{g/mL}$; $74.79 \pm 0.2 \%$ y $124.45 \mu\text{g/mL}$; $68.94 \pm 6.6 \%$ y $74.64 \mu\text{g/mL}$; y $41.71 \pm 1.7 \%$ (debido a su baja eficacia fue imposible calcular su potencia), respectivamente.</p> <p>Las especies vegetales que fueron seleccionadas para la determinación de su actividad biológica, presentaron actividad antioxidante aunado a esto es de suma importancia conocer a través de métodos científicos los efectos benéficos de las especies vegetales que se consumen en la medicina y gastronomía tradicional del estado de Tabasco y asimismo poder estandarizar el consumo según concentraciones y dosificaciones.</p>
Palabras Claves de la Tesis:	Antioxidante, DPPH, farmacológico, fitoquímico
Referencias Citadas:	<ol style="list-style-type: none"> Acosta L., Hechevarría I., Rodríguez C., Rivera Magdalena., Milanés M., Solano S., y Ramos R. (2013). Explotación de <i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. con fines medicinales. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 18(3), 461-468.

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Universitat de Tabasco</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Arroyave L., Gómez M., Hurtado L. (2018). Determinación de la actividad antioxidante de <i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. (Malvavisco). <i>Revista Cubana de Plantas Medicinales</i>. 23(2), 135-142. 3. Ayala C., Castillo E., Alfaro K., Aspiros E., y Seclén L. (2018). Desarrollo de un tinte cosmético a base de semilla de <i>Bixa orellana</i> L. (Bixaceae) y evaluación de su efecto in vitro. <i>Scientia Agropecuaria</i>, 9(1), 133-141. 4. Cabral E. (2010) Guía de Consultas Diversidad Vegetal, Core Eudicotiledóneas, Clado Rosides. Argentina: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). 1(2), 238- 240. 5. Cabrera F., Siqueiros M., Ceja J., y Sosa Joaquín. (2020). Orden Commelinales en Aguascalientes, México. <i>Botanical Sciences</i>. 98(4), 593-611. 6. Cahuich D., Moreno J., Hidalgo D., Martínez J., y Borges Farfan. (2013). Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of <i>Malvaviscus arboreus</i> Cav, <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr., <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth AND <i>Psidium guajava</i> L. <i>Tropical and Subtropical Agroecosystems</i>. 16(3), 505-513. 7. Carballeira C. (2017). Ácidos 5,9-Nonadecadienoic en <i>Malvaviscus arboreus</i> y <i>Allamanda cathartica</i>. <i>Elsevier</i>. 49(5), 1253-1256. 8. Cilia V., Cariño Raquel., y Zurita L. (2021). Ethnopharmacology of the Asteraceae family in Mexico. <i>Botanical Sciences</i>. 99(3), 455-486. 9. Domínguez C., Cruz G., y González C. (2015). Plantas de uso medicinal de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec", municipio de Chontla, Veracruz. <i>Ciencia UAT</i>. 9(2), 41-52. 10. Espinoza J., Centurión D., Mayo A., y Velázquez J. (2017). Plantas aromáticas y medicinales tropicales con potencial actividad antimicrobiana. <i>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco</i>. 1(9), 1-22. 11. Falcon J. (2004). Efecto biocida de extractos vegetales de "sachayoco" <i>Paullinia clavigera</i> var <i>bullata</i> D.R.S. y "oreja de tigre" <i>Tradescantia zebrina</i> H. en el control de <i>Anopheles benarrochi</i> G. principal vector de malaria en Ucayali. [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Ucayali. 12. Frei B., y Heinrich M. (1996). Sesquiterpenes with Antibacterial Activity from <i>Epaltes mexicana</i>. <i>Planta Medica</i>, 62(1), 66-77. 13. Gamez P. (2022). Efecto antiinflamatorio del gel elaborado a base de extracto etanólico de las hojas de <i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. (Amapola) En <i>Rattus Rattus</i> var <i>Albinus</i> [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote. 14. García Ignacio. (2013). Contribución al conocimiento del género <i>Eryngium</i> (Apiaceae) en el estado de Michoacán, México. <i>Acta botánica mexicana</i>. 2(103), 65-118.
---	--

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); opacity: 0.3; font-size: 2em; font-weight: bold;">Univer</p>	<p>15. González M., Betancourt M., y Ortiz R. (2000). Daño Oxidativo y Antioxidantes. <i>Bioquímica</i>. 25(1), 3-9.</p> <p>16. Grijalva A. (2006). Flora útil Etnobotánica de Nicaragua. Managua. Nicaragua: MARENA. 22(2), 73.</p> <p>17. Gruszycki M., Valenzuela Gabriela., Báez Margarita., Leguiza Pedro., Gruszycki A., y Alba D. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante en extractos hidroalcohólicos de <i>Portulaca oleracea</i> L. <i>Revista Colombiana de Ciencias Químico – Farmacéuticas</i>. 48(2), 425-435.</p> <p>18. Guadarrama M. (2010). De los “Matalís”, “Señoritas embarcadas” y otras Commelinas en Tabasco. <i>Kuxulkab’ Revista de Divulgación División Académica de Ciencias Biológicas</i>. 31(17), 79-86</p> <p>19. Guija E., Inocente M., Ponce J., y Zarzosa E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. <i>Horizonte Médico (Lima)</i>. 15(1), 57-60.</p> <p>20. Hernández T., García M., Serrano R., Ávila G., Dávila P, Cervantes H., Peñalosa I., Flores M., y Lira R. (2015). Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. <i>Revista especializada en ciencias químico-biológicas</i>. 18(2), 116-121.</p> <p>21. Heywood H. (1985). <i>Las plantas con flores</i>. Ed. Reverté S.A. España. 33(1), 332</p> <p>22. Huamán O., Sandoval M., Amao I., y Béjar E. (2009). Antiulcer effect of lyophilized hydroalcoholic extract of <i>Bixa orellana</i> (annatto) leaves in rats. <i>Anales de la Facultad de Medicina</i>. 70(2), 97-102.</p> <p>23. Jaramillo E., Duarte E., y Martelo I. (2011). Composición química volátil del aceite esencial de <i>Eryngium foetidum</i> L. colombiano y determinación de su actividad antioxidante. <i>Revista Cubana de Plantas Medicinales</i>. 16(2), 140-150.</p> <p>24. Jiménez J., y Madrid R. (2019) Estudio preliminar farmacognóstico y fitoquímico de las hojas de la chillangua <i>Eryngium foetidum</i> L. [Tesis]. Ecuador: Universidad de Guayaquil.</p> <p>25. Juárez T. (2022). Efecto citotóxico de la especie vegetal <i>Epaltes mexicana</i> utilizada en medicina tradicional de tabasco. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.</p> <p>26. Juárez T., González J., Sánchez I., Jiménez N., Olivares I., García J., y Hernández O. (2024). Untargeted metabolic analysis of <i>Epaltes mexicana</i> by LC-QTOF-MS: Terpenes with activity against human cancer cell lines. <i>Fitoterapia</i>. 179(24), 106194.</p>
--	---

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Universidad Juárez Autónoma de Tabasco</p>	<p>27. León I. (2020). Efecto sinérgico del aceite esencial de <i>Eryngium foetidum</i> con nitrofurantoina como antibacteriano sobre <i>Escherichia coli</i> ATCC11229, estudio in vitro. [Tesis]. Perú: Universidad César Vallejo.</p> <p>28. Lingaraju D., Sudarshanna M., Mahendras C., y Rao P. (2016). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Leaf Extracts of <i>Eryngium foetidum</i> L. (Apiaceae). Indo J Pharm Research India. 6(2), 4339-4344.</p> <p>29. López A. (2019). Evaluación antibacteriana de las especies vegetales <i>Eryngium foetidum</i> y <i>Bixa orellana</i>, utilizadas en la medicina tradicional del estado de Tabasco. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.</p> <p>30. López K. (2019). Efecto vasorrelajante de la especie vegetal <i>Tradescantia zebrina</i>. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.</p> <p>31. Lu, W., Shi, Y., Wang, R., Su, D., Tang, M., Liu, Y., & Li, Z. (2021). Antioxidant activity and healthy benefits of natural pigments in fruits. 22(9), 45-49.</p> <p>32. Magaña M., Gama L., y Mariaca R. (2010). El uso de las plantas medicinales en las comunidades Maya-Chontales de Nacajuca, Tabasco, México. Polibotánica. (29), 213-262.</p> <p>33. Ocampo B. (2019). Efecto vasorrelajante de la especie vegetal <i>Malvaviscus arboreus</i>. [Tesis]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.</p> <p>34. Ocampo E. (2022). Evaluación in vivo del efecto antiinflamatorio y antinociceptivo del extracto etanólico de <i>Tradescantia zebrina</i> hort. ex Bosse. [Tesis]. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.</p> <p>35. Olivo E., Ruíz J., Vega M., Ochoa H., Irecta C., y Sánchez X. (2020). Pharmacological Potential of <i>Tradescantia zebrina</i> Leaf Extracts. Journal of Bioengineering and Biomedicine Research. 4(2), 31-37.</p> <p>36. Omnia A., John F., Usama A., y Samar D. (2021). Headspace Volatiles of the Leaves and Flowers of <i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. (Malvaceae). Sociedad Química de México, 65(1), 141-147.</p> <p>37. Padró L., López Tania., y Nuviola D. (2017) Caracterización preliminar de tinturas al 10% de <i>Bixa orellana</i> L. Preliminary Revista Cubana de Química. 29(1), 103-114.</p> <p>38. Paul S., Essien E., Samuel J., y Mohammad I. (2017). <i>Eryngium foetidum</i> L. Essential Oils: Chemical Composition and Antioxidant Capacity. Medicines. 24(4), 2-7.</p> <p>39. Piundo B. (2023). Efecto cicatrizante extracto hidroalcohólico <i>Malvaviscus arboreus</i>. [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote.</p> <p>40. Poppendieck H. (1980). A monograph of the Cochlospermaceae. Bot. Jahrb. Syst. 101(21), 191-265.</p>
---	---

	<p>41. Poppendieck H. (1981). Cochlospermaceae. Flora Neotropical Monograph. 24(27), 1-34.</p> <p>42. Puckhaber L., Stipanovic R., y Bost G. (2002). Analyses for Flavonoid Aglycones in Fresh and Preserved Hibiscus Flowers. 22(7), 556-563.</p> <p>43. Quintanar M., y Calderón J. (2009). La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. Rev Educ Bioquímica. 28(3), 89-101.</p> <p>44. Reyes K. (2019). Efecto antiinflamatorio del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Eryngium foetidum</i> L. (Sacha culantro) en ratas albinas. [Tesis]. Perú: Universidad Católica de Los Ángeles Chimbote.</p> <p>45. Robles M., y Sánchez M. (2022). Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutrimental y nutracéutico. Terra Latinoamericana. 40(7), 943.</p> <p>46. Sánchez X., Ruíz J., Salazar M., Méndez O., y Olivo Z. (2019). Phenolics compounds and anti-inflammatory activity in vitro, of <i>Tradescantia zebrina</i> extracts. Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria. 1(1) 650-653.</p> <p>47. Vilaplana M. (2007). Antioxidantes presentes en los alimentos Vitaminas, minerales y suplementos. Ámbito farmacéutico nutrición. 26(10), 79-86.</p> <p>48. Villaseñor J. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. Botanical Sciences. 96(2), 332-358.</p> <p>49. Xorge A., y Domínguez S. (2016). Latinoamericana de Química. Estado de México, México. 23(3), 153-154.</p>
--	--

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



“Donde hacer ciencia, es Básico”