



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

TESIS

***Dalea bicolor*: UNA ALTERNATIVA PARA EL
TRATAMIENTO DE BACTERIAS DE
IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA**

Para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA

Yesica Anayanci Morales Ubaldo

Directora

Dra. Nallely Rivero Perez

Codirector

Dr. Adrian Zaragoza Bastida

Comité tutorial

Dr. Lenin Rangel López
M en C. Ana Lizet Morales Ubaldo
M en Bt. Gabino Misael López Rodríguez

Tulancingo de Bravo, Hidalgo., abril 2023



DR. ARMANDO PELÁEZ ACERO
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

De acuerdo con el artículo 40 del Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se realizó la reunión ordinaria para evaluar el documento de tesis titulada: **“Dalea bicolor: una alternativa para el tratamiento de bacterias de importancia en salud pública”**, presentada por la **C. Yesica Anayanci Morales Ubaldo** con número de cuenta 319517, egresada del Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Asistentes:

Dra. Nallely Rivero Perez
 Dr. Adrian Zaragoza Bastida
 Dr. Lenin Rangel López
 M en C. Ana Lizet Morales Ubaldo
 M en C. Gabino Misael López Rodríguez

A. Revisión de Trabajo de Tesis

El comité revisó con antelación el trabajo de tesis en extenso propuesto por la **C. Yesica Anayanci Morales Ubaldo**, comunicando a la estudiante, las observaciones, adiciones y/o modificaciones que debería considerar para mejorar su trabajo y poder continuar con el proceso de obtención del título profesional. La estudiante atendió de forma conveniente las sugerencias del comité.

B. Acuerdos

En esta fecha, se comunica atentamente que el comité conformado por los profesores firmantes, otorgamos nuestra autorización para que la estudiante imprima su trabajo final de tesis, y continúe con los trámites necesarios para la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”
Tulancingo de Bravo, Hidalgo a 16 de enero de 2023

Dra. Nallely Rivero Pérez
 Dr. Adrian Zaragoza Bastida
 Dr. Lenin Rangel López
 M en C. Ana Lizet Morales Ubaldo
 MBt. Gabino Misael López Rodríguez

Dr. Rodrigo Salomón Hernández Aco
 Coordinador del Programa Educativo de
 Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Vicente Vega Sánchez
 Jefe del Área Académica de Medicina
 Veterinaria y Zootecnia



C.c.p. Jefatura de MVZ-ICAP-UAH
 C.c.p. Coordinación de MVZ-ICAP-UAH

Avenida Universidad Km. 1 s/n, Exhacienda Aquetzalpa
 Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México; C.P. 43600
 Teléfono: 771 71 72000 ext 2461
 pelaeza@uaeh.edu.mx



AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y en especial al Instituto de Ciencias Agropecuarias, por la oportunidad de formarme como profesionista.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi directora la Dra. Nallely Rivero Perez y a mi codirector el Dr. Adrian Zaragoza Bastida, gracias por haberme brindado la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo. Sé que, sin sus conocimientos, sin su apoyo y orientación en cada una de las etapas no hubiera obtenido los mismos resultados. Gracias por permitirme conocer a los profesionistas, pero también a los seres humanos sin duda alguna son excelentes en ambos aspectos.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Maestra Ana Lizet Morales Ubaldo, por su paciencia y entrega al momento de enseñarme lo que ahora sé, por su total apoyo y supervisión en la parte experimental y por sus valiosas aportaciones en el proceso de escritura de la presente tesis.

Finalmente agradezco al Doctor Lenin Rangel López y al Maestro Gabino Misael López Rodríguez por aceptar ser parte de mi comité evaluador y por sus valiosas correcciones.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A Dios por las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida y en especial por permitirme culminar esta etapa tan importante.

A mi mamá, Yolanda Ubaldo Hernández por enseñarme el valor del compromiso y la responsabilidad, gracias a ello me encuentro aquí a un paso de culminar mi carrera. Gracias por el apoyo, pero sobre todo gracias por tu amor incondicional y por siempre creer en mí. Nada de esto sería posible sin ti. Te amo

A mí hermana Ana Lizet Morales Ubaldo, no pude tener mejor ejemplo de excelencia y perseverancia. Sin tu apoyo, tus consejos y tu cariño no estaría en dónde ahora estoy. Gracias por guiarme, eres total inspiración.

INDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1 Objetivo general	4
4.1 Objetivos específicos.....	4
5. HIPÓTESIS.....	5
6. JUSTIFICACIÓN.....	6
7. CONCLUSIÓN	7
8. REFERENCIAS	8
9. <i>Dalea bicolor</i> : UNA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE BACTERIAS DE IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA_	9

1. RESUMEN

Las infecciones bacterianas son consideradas como uno de los principales problemas en salud pública, actualmente el uso inadecuado de antimicrobianos ha llevado a la aparición de cepas multirresistentes a estos ingredientes activos, lo que ha incentivado el desarrollo de tratamientos alternativos frente a este tipo de patógenos, destacando el uso de plantas medicinales y sus extractos, por lo cual el objetivo del presente estudio fue determinar *in vitro* la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública. El extracto se obtuvo mediante la técnica de maceración utilizando una solución hidroalcohólica. La actividad antibacteriana se determinó mediante la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB). Los resultados obtenidos mostraron que el extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* posee actividad inhibitoria a concentraciones de 6.25 a 12.50 mg/mL y actividad bactericida a 50 y 100 mg/mL. El extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* puede ser considerado como una alternativa para el tratamiento de infecciones asociadas a bacterias de importancia en salud pública

Palabras clave: actividad antibacteriana, extracto hidroalcohólico, *Dalea bicolor*, salud pública

2. ABSTRACT

Bacterial infections are considered one of the main problems for public health, currently, misuse of antimicrobials has led to the emergence of multidrug-resistant strains, due to this, is necessary to develop of alternative treatments against these pathogens, highlighting the use of medicinal plants and their extracts, according with the aforementioned the aim of this study was to determine *in vitro* the antibacterial activity of *Dalea bicolor* hydroalcoholic extract on bacteria of importance in public health. The extract was obtained by the maceration technique, using a hydroalcoholic solution. The antibacterial activity was determined through the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and the Minimum Bactericidal Concentration (MBC). Obtained results showed that *Dalea bicolor* hydroalcoholic extract possesses inhibitory activity at concentrations from 3.12 to 12.5 mg/mL and bactericidal activity at 50 and 100 mg/mL. *Dalea bicolor* hydroalcoholic extract can be considered as an alternative for the treatment of infections associated with bacteria of importance in public health.

Keywords: antibacterial activity, hydroalcoholic extract, *Dalea bicolor*, public health

3. INTRODUCCIÓN

El uso inadecuado de antimicrobianos en el sector humano y animal vienen afectando seriamente el control de las infecciones bacterianas, considerándose actualmente como un problema de gran importancia para la salud pública (McEwen y Collignon, 2018; Pachay-Solórzano, 2018).

Una gran cantidad de antimicrobianos se ha empleado en dosis sub-terapéuticas como promotores de crecimiento, así como para la profilaxis o tratamiento de infecciones en animales de producción, lo cual ha incrementado la aparición de bacterias resistentes a dichos fármacos. Así mismo, en muchos casos no se observa el adecuado tiempo de retiro de los antimicrobianos aplicados a los animales, lo cual deriva en la generación de residuos en alimentos de origen animal (Camou *et al.*, 2017).

Se requiere implementar acciones para disminuir el problema de la resistencia de los microorganismos a los antimicrobianos, incluyendo la regulación y vigilancia del uso y administración de estos fármacos en el sector agropecuario, así como el desarrollo de tratamientos alternativos frente a este tipo de patógenos (McEwen y Collignon, 2018). En este sentido se han propuesto diversas alternativas, destacando de entre ellas el uso de plantas medicinales y sus extractos para tratar enfermedades metabólicas, neurodegenerativas e infecciosas (Lundstrom, 2016).

En México existe una gran diversidad de especies botánicas con potenciales actividades biológicas, ejemplo de ello se encuentra *Dalea bicolor*, tradicionalmente conocida como hierba de la víbora, cabeza de ratón o escobilla. Se le atribuye diversos usos medicinales, principalmente en problemas gastrointestinales como vómito y diarrea (CONABIO, s.f.; Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana, 2009; Vásquez-Montes *et al.*, 2020).

Debido a lo antes mencionado el objetivo del presente estudio fue determinar *in vitro* la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar *in vitro* la actividad antibacteriana de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública.

4.1 Objetivos específicos

1. Determinar la Concentración Mínima Inhibitoria del extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública.
2. Determinar la Concentración Mínima Bactericida del extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública.

5. HIPÓTESIS

El extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* presenta actividad antibacteriana frente a bacterias de importancia en salud pública.

6. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la resistencia a antimicrobianos supone un problema mayor para la salud pública debido en mayor medida al uso inadecuado de estos fármacos. En el sector humano, se ha documentado que en la mayoría de las veces la población adquiere los medicamentos sin regulación alguna, además de recurrir a la automedicación utilizando dosis incorrectas, lo que se traduce en la generación de resistencia y esta a su vez en el fracaso de los tratamientos. En el sector agropecuario la situación no es diferente puesto que una gran lista de antimicrobianos ha disminuido su eficacia, esto se debe principalmente a que se han utilizado a lo largo de los años sin supervisión médica como promotores del crecimiento y en el tratamiento de diversas enfermedades, lo que también genera residuos en alimentos de origen animal poniendo en riesgo la salud humana.

La constante aparición de bacterias resistentes y multirresistentes a antimicrobianos, ha incentivado a la comunidad científica a desarrollar e implementar nuevas alternativas de control y tratamiento frente a este tipo de patógenos, principalmente basado en el uso de plantas medicinales o bien de sus compuestos bioactivos, tal es el caso de *Dalea bicolor*, especie con reportes de ser utilizada en la medicina tradicional mexicana gracias a sus diversas actividades biológicas tales como el tratamiento de enfermedades gastrointestinales. La evaluación *in vitro* de la actividad antibacteriana de *Dalea bicolor* permitirá proponer una alternativa de control y tratamiento de bajo costo, fácil acceso y sobre todo de bajo impacto ambiental.

7. CONCLUSIÓN

Los resultados indican que el extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* posee actividad antibacteriana sobre bacterias de importancia en salud pública y podría ser una alternativa para el tratamiento de infecciones asociadas a estas bacterias.

8. REFERENCIAS

- CONABIO. Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd. 2022. México [Internet] [10 mayo 2022] Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/dalea-bicolor/fichas/ficha.htm>
- Camou, T., Zunino, P., & Hortal, M. (2017). Alarma por la resistencia a antimicrobianos: situación actual y desafíos. *Revista Médica del Uruguay*, 33, 104-127.
- Lundstrom, K. (2016). Unlocking the therapeutic potential of plant extracts. *Future Med Chem*, 8(3), 245-248. doi:10.4155/fmc-2015-0012.
- McEwen SA, Collignon PJ. 2018. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr* 6. doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017.
- Pachay Solórzano JW. 2018. Las infecciones bacterianas y su resistencia a los antibióticos. Caso de estudio: Hospital Oncológico “Dr. Julio Villacreses Colmont Solca”, Portoviejo. *Revista Universidad y Sociedad* 10: 219-223.
- Vásquez-Montes S, Villarreal-Guerrero F, Amaya-Olivas NI, Hernández-Ochoa LR. 2020. Producción y composición química del aceite esencial de *Dalea bicolor* en diferentes regiones de Chihuahua, México. *Bot Sci* 98: 486-498.

Dalea bicolor: Una alternativa para el tratamiento de bacterias de importancia en salud pública

Dalea bicolor: An alternative for the treatment of bacteria of public health importance

Yesica Anayanci Morales-Ubaldo¹, Nallely Rivero-Perez¹,
Ana Lizet Morales-Ubaldo¹, Benjamín Valladares-Carranza²,
Gabino Misael López-Rodríguez¹, Adrian Zaragoza-Bastida^{1*}

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la actividad antibacteriana *in vitro* del extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública. La actividad antibacteriana se determinó mediante la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB). Se determinó que el extracto hidroalcohólico de *Dalea bicolor* posee actividad inhibitoria a concentraciones de 3.12 a 12.5 mg/ml y actividad bactericida a 50 y 100 mg/ml, pudiendo ser considerado como una alternativa para el tratamiento de infecciones asociadas a bacterias de importancia en salud pública.

Palabras clave: actividad antibacteriana, extracto hidroalcohólico, *Dalea bicolor*, salud pública

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the *in vitro* antibacterial activity of the hydroalcoholic extract of *Dalea bicolor* on bacteria of importance in public health. The antibacterial activity was determined by the Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Hidalgo, México

² Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Estado de México, México

* E-mail: adrian_zaragoza@uaeh.edu.mx

Recibido: 18 de mayo de 2022

Aceptado para publicación: 14 de noviembre de 2022

Publicado: 22 de diciembre de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

and the Minimum Bactericidal Concentration (MBC). It was determined that the hydroalcoholic extract of *Dalea bicolor* has inhibitory activity at concentrations of 3.12 to 12.5 mg/ml and bactericidal activity at 50 and 100 mg/ml and can be considered as an alternative for the treatment of infections associated with bacteria of importance in public health.

Key words: antibacterial activity, hydroalcoholic extract, *Dalea bicolor*, public health

INTRODUCCIÓN

El uso inadecuado de antimicrobianos en el sector humano y animal vienen afectando seriamente el control de las infecciones bacterianas, considerándose actualmente como un problema de gran importancia para la salud pública (McEwen y Collignon, 2018; Pachay-Solórzano, 2018).

Una gran cantidad de antimicrobianos se ha empleado en dosis sub-terapéuticas como promotores de crecimiento, así como para la profilaxis o tratamiento de infecciones en animales de producción, lo cual ha incrementado la aparición de bacterias resistentes a dichos fármacos. Así mismo, en muchos casos no se observa el adecuado tiempo de retiro de los antimicrobianos aplicados a los animales, lo cual deriva en la generación de residuos en alimentos de origen animal (Camou *et al.*, 2017).

Se requiere implementar acciones para disminuir el problema de la resistencia de los microorganismos a los antimicrobianos, incluyendo la regulación y vigilancia del uso y administración de estos fármacos en el sector agropecuario, así como el desarrollo de tratamientos alternativos frente a este tipo de patógenos (McEwen y Collignon, 2018). En este sentido se han propuesto diversas alternativas, destacando de entre ellas el uso de plantas medicinales y sus extractos para tratar enfermedades metabólicas, neurodegenerativas e infecciosas (Lundstrom, 2016).

En México existe una gran diversidad de especies botánicas con potenciales actividades biológicas, ejemplo de ello se encuentra *Dalea bicolor*, tradicionalmente conocida como hierba de la víbora, cabeza de ratón o escobilla. Se le atribuye diversos usos medicinales, principalmente en problemas gastrointestinales como vómito y diarrea (CONABIO, s.f.; Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana, 2009; Vásquez-Montes *et al.*, 2020). Ante esto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la actividad antibacteriana *in vitro* de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de Material Vegetal

Dalea bicolor fue colectada en el municipio Mineral del Chico, estado de Hidalgo, México (20°102 493 N 98°452 263 O). Se colectaron las partes aéreas de plantas en diversos estados fenológicos (1200 g). El material vegetal fue secado en ausencia de luz y a temperatura ambiente, y triturado en un molino semi-industrial (Pulvex MPP300).

Se corroboró la identificación de *Dalea bicolor* en el herbario de la Universidad Autónoma de México (UNAM), registrada como IBUNAM:MEXU:1414355.

Técnica de Extracción

El extracto hidroalcohólico de la planta se realizó según González-Alamilla *et al.* (2020). Para esto, se maceró el material vegetal (1000 g) en una solución de agua con metanol (70:30) durante 48 h a temperatura ambiente en ausencia de luz. Pasado ese tiempo, la solución fue pasada en dos oportunidades por papel filtro (Whatman® 42) y algodón para eliminar la mayor parte posible del material vegetal. Se utilizó un rotavapor (Büchi R-300) para concentrar a presión el líquido residual y el extracto resultante se conservó a 4 °C.

Material Biológico

Se utilizaron cepas de referencia (ATCC) de *Staphylococcus aureus*⁶⁵³⁸, *Listeria monocytogenes*¹⁹¹¹³, *Bacillus subtilis*⁶⁶³³, *Escherichia coli*³⁵²¹⁸, *Pseudomonas aeruginosa*⁹⁰²⁷, *Salmonella choleraesuis*¹⁰⁷⁰⁸ y *Salmonella tiphy*¹⁴⁰²⁸. Cada una de las cepas fue reactivada de la crioconservación en agar Müller-Hinton (BD Bioxon, Germany), por medio de la técnica de estría simple con la finalidad de obtener colonias aisladas. Se incubaron durante 24 h a 37 °C y luego se realizó la tinción Gram para corroborar su morfología y pureza. Posteriormente, las colonias en estudio fueron inoculadas en caldo nutritivo (BD Bioxon, Alemania) e incubadas en agitación constante (70 rpm) a 37 °C durante 24 h.

Actividad Antibacteriana

Se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) de acuerdo con lo establecido por el CLSI (2012) y por Morales-Ubaldo *et al.* (2020). Así mismo, para determinar el efecto bacteriostático o bactericida se calculó la relación CMB/CMI (Rangel-López *et al.*, 2022).

Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

Se trabajó con el método de microdilución en placa evaluando con concentraciones de 400 a 3.12 mg/ml. Se utilizaron placas de 96 pozos y las muestras se trabajaron por triplicado. En cada pozo se colocó 100 µl de cada concentración y 10 µl de la suspensión bacteriana (150 x 10⁶ cel/ml), la cual había sido ajustada al 0.5 del patrón de turbidez de McFarland (Remel, R20421, Lenexa, USA). Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 h en agitación constante (70 rpm). Se utilizó como control positivo a la kanamicina (AppliChem 4K10421, Germany) a concentraciones de 64 a 0.5 µg/ml y como control negativo al caldo nutritivo.

El punto final de la CMI fue determinado mediante un método colorimétrico con sales de tetrazolio (Sigma-Aldrich I8377, USA). Para esto, se colocó 20 µl de una solución de p-iodonitrotetrazolium (0.04% v/v) en cada pozo, considerándose como CMI la concentración que se tomó de color rosa.

Concentración Mínima Bactericida (CMB)

Se inoculó 5 µl de cada pozo en agar Mueller Hinton. Las placas fueron incubadas a 37 °C durante 24 h. Se consideró como CMB la concentración negativa al crecimiento bacteriano.

Análisis Estadístico

Los resultados de la actividad antibacteriana fueron normalizados (log¹⁰) y analizados mediante un diseño completamente al azar a través de un análisis de varianza. Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante una comparación de medias por Tukey con un nivel de significancia del 95% (p<0.05), usando el programa SAS v. 9.0.

Cuadro 1. Concentración Mínima Inhibitoria y Concentración Mínima Bactericida del extracto hidroalcohólico (EHA) de *Dalea bicolor* sobre bacterias de importancia en salud pública

Bacteria	Concentración Mínima Inhibitoria		Concentración Mínima Bactericida	
	EHA (mg/ml)	Kanamicina (µg/ml)	EHA (mg/ml)	Kanamicina (µg/ml)
<i>Staphylococcus aureus</i>	6.25 ^b	4	50 ^a	8
<i>Bacillus subtilis</i>	6.25 ^b	0.5	100 ^b	2
<i>Listeria monocytogenes</i>	12.5 ^c	0.5	50 ^a	2
<i>Escherichia coli</i>	12.5 ^c	1	SA	4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12.5 ^c	2	SA	8
<i>Salmonella typhi</i>	3.12 ^a	2	SA	4
<i>Salmonella choleraesuis</i>	3.12 ^a	2	SA	4

SA, sin actividad

^{a, b, c} Diferentes literales dentro de columnas indican diferencias significativas (p<0.05)

RESULTADOS

El extracto hidroalcohólico (EHA) de *Dalea bicolor* presentó actividad sobre todas las cepas evaluadas, determinándose una mejor actividad inhibitoria sobre bacterias Gram negativas como *S. choleraesuis*¹⁰⁷⁰⁸ y *S. typhi*¹⁴⁰²⁸, al obtenerse una concentración de 3.12 mg/ml para ambas bacterias. Los mejores resultados en el caso de bacterias Gram positivas se obtuvieron para *S. aureus*⁶⁵³⁸ y *B. subtilis*⁶⁶³³ al determinarse una CMI de 6.25 mg/ml, en tanto que *L. monocytogenes*¹⁹¹¹³, *E. coli*³⁵²¹⁸ y *P. aeruginosa*⁹⁰²⁷ fueron las cepas menos sensibles al tratamiento (12.5 mg/ml). De igual forma, se determinó una CMB de 50 mg/ml frente a *L. monocytogenes*¹⁹¹¹³ y *S. aureus*⁶⁵³⁸ y de 100 mg/ml para *B. subtilis*⁶⁶³³ (Cuadro 1).

La relación CMB/CMI determinó que el efecto de *D. bicolor* frente a *S. aureus* y *B. subtilis* fue bacteriostático, considerando que la relación entre ambas concentraciones fue mayor a 4, en tanto que frente a *L. monocytogenes* el efecto fue considerado como bactericida, al obtenerse una relación

igual a 4. Respecto a las bacterias Gram negativas, el extracto únicamente presentó actividad bacteriostática.

DISCUSIÓN

No se dispone de reportes sobre la actividad antibacteriana de *D. bicolor*; sin embargo, Nanayakkara *et al.* (2002) reportaron actividad antibacteriana de tres compuestos aislados a partir del extracto de acetato de etilo de las raíces de *Dalea scandens* var. *paucifolia* sobre *Staphylococcus aureus* mediante la técnica de microdilución en caldo, determinando actividad inhibitoria en un rango de concentraciones de entre 1.56 y 3.13 µg/ml, concluyendo que la actividad antibacteriana estuvo asociada a los compuestos de carácter fenólico (flavonoides).

De manera similar, Belofsky *et al.* (2004) determinaron la actividad antibacteriana de extractos orgánicos de *Dalea versicolor* var. *sessilis* sobre *S. aureus* y *B. cereus*, por el método de microdilución en placa, utilizando concentraciones de entre 7.8 y 500 µg/ml, indicando

que la actividad antibacteriana fue conferida por la presencia de chalconas y estilbenos. En un estudio posterior, Belofsky *et al.* (2014) determinaron que el extracto metanólico de partes aéreas y raíces tuvo actividad inhibitoria a concentraciones de 2.0 y 8.0 µg/ml de *Dalea searlsiae* sobre *S. mutans*, *S. aureus* y *B. subtilis*, y actividad bactericida a la concentración de 2.7-15.0 µg/ml. Por su parte, Villa-Ruano *et al.* (2017) determinaron la actividad antibacteriana de los aceites esenciales de *Dalea foliolosa* frente a *P. syringae* pv tabaci y *P. syringae* pv tomato por el método de microdilución en caldo, determinando concentraciones de entre 35.6 y 155.3 µg/ml.

Estos estudios permiten confirmar la actividad antibacteriana asociada a *Dalea bicolor*; sin embargo, en concentraciones inferiores a las del presente estudio. Al respecto, Rangel-López *et al.* (2020) explican que la concentración de metabolitos secundarios puede verse afectada por el empleo de diferentes solventes para la obtención de los extractos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó una mejor actividad sobre bacterias Gram positivas. En este sentido, Martins *et al.* (2013) señalan que las bacterias Gram negativas son menos susceptibles a los agentes antimicrobianos en comparación con las bacterias Gram positivas, debido a la presencia de una barrera de permeabilidad en la membrana externa, la cual limita el paso de los agentes antimicrobianos al sitio de acción sobre la bacteria.

La mayoría de los estudios asocia la actividad antibacteriana a la presencia de compuestos de tipo fenólico, por lo cual se sugiere que en *D. bicolor* se encuentran contenidos compuestos químicos de este tipo que presentan actividad antibacteriana frente a cepas Gram positivas y Gram negativas; sin embargo, se requiere realizar la caracterización fitoquímica del extracto hidroalcohólico de *D. bicolor* para determinar el o los compuestos bioactivos.

LITERATURA CITADA

1. **Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. 2009.** Cabeza de ratón. En: Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. México. [Internet]. Disponible en: https://web.archive.org/web/20140102200741/http://www.-medicinatradicional-mexicana.unam.mx/monografia.-php?l=-3&t=Cabeza_de_rat%C3%B3n&id=7032
2. **Belofsky G, Aronica M, Foss E, Diamond J, Santana F, Darley J, Dowd, PF, et al 2014.** Antimicrobial and antiinsectan phenolic metabolites of *Dalea searlsiae*. J Nat Prod 77: 1140-1149. doi: 10.1021/np401083g
3. **Belofsky G, Percivill D, Lewis K, Tegos GP, Ekart J. 2004.** Phenolic metabolites of *Dalea versicolor* that enhance antibiotic activity against model pathogenic bacteria. J Nat Prod 67: 481-484. doi: 10.1021/np030409c
4. **[CLSI] Clinical and Laboratory Standards Institute. 2012.** Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. Standard-Ninth Edition. CLSI
5. **Camou T, Zunino P, Hortal M. 2017.** Alarma por la resistencia a antimicrobianos: situación actual y desafíos. Rev Med Urug 33: 104-127.
6. **[CONABIO] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. s.f.** *Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. ex Willd. México [Internet]. Disponible en: <http://www.-conabio.gob.mx/malezas-demexico/fabaceae/dalea-bicolor/fichas/ficha.htm>
7. **González-Alamilla E, Rivas-Jacobo M, Sosa-Gutiérrez C, Delgadillo-Ruiz L, Valladares-Carranza B, Rosenfeld-Miranda C, Zaragoza-Bastida A, et al. 2020.** Antibacterial effect of the methanol extract of *Salix babylonica* against important bacteria in public Health. Abanico Veterinario 10: e3. doi: 10.21929/abavet2020.1

8. **Lundstrom K. 2016.** Unlocking the therapeutic potential of plant extracts. *Future Med Chem* 8: 245-248. doi: 10.4155/fmc-2015-0012
9. **Martins S, Amorim ELC, Sobrinho TJSP, Saraiva AM, Pisciotano MNC, Aguilar CN, Teixeira JA, Mussatto SI. 2013.** Antibacterial activity of crude methanolic extract and fractions obtained from *Larrea tridentata* leaves. *Ind Crops Prod* 41: 306-311. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.04.037
10. **McEwen SA, Collignon PJ. 2018.** Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Microbiol Spectr* 6. doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017
11. **Morales-Ubaldo A, Hernández-Alvarado J, Valladares-Carranza B, Velázquez-Ordoñez V, Delgadillo-Ruiz L, Rosenfeld-Miranda C, Rivero-Pérez N, et al. 2020.** Antibacterial activity of the *Croton draco* hidroalcoholic extract on bacteria of sanitary importance. *Abanico Veterinario* 10: e1. doi: 10.21929/abavet2020.2
12. **Nanayakkara NP, Burandt CL Jr, Jacob MR. 2002.** Flavonoids with activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from *Dalea scandens* var. paucifolia. *Planta Med* 68: 519-522. doi: 10.1055/s-2002-32554
13. **Pachay Solórzano JW. 2018.** Las infecciones bacterianas y su resistencia a los antibióticos. Caso de estudio: Hospital Oncológico «Dr. Julio Villacreses Colmont Solca», Portoviejo. *Universidad y Sociedad* 10: 219-223.
14. **Rangel-López L, Rivero-Perez N, Valladares-Carranza B, Olmedo-Juárez A, Delgadillo-Ruiz L, Vega-Sánchez V, Hori-Oshima S, Nassan MA, Batiha GE, Zaragoza-Bastida A. 2022.** Antibacterial potential of *Caesalpinia coriaria* (Jacq) willd fruit against *Aeromonas* spp of aquaculture importance. *Animals* 12: 511. doi: 10.3390/ani1204051
15. **Rangel-López L, Zaragoza-Bastida A, Valladares-Carranza B, Peláez-Acero A, Sosa-Gutiérrez CG, Hetta HF, Batiha GE-S, et al. 2020.** In vitro antibacterial potential of *Salix babylonica* extract against bacteria that affect *Oncorhynchus mykiss* and *Oreochromis* spp. *Animals* 10: 1340. doi: 10.3390/ani10081340
16. **Vásquez-Montes S, Villarreal-Guerrero F, Amaya-Olivas NI, Hernández-Ochoa LR. 2020.** Producción y composición química del aceite esencial de *Dalea bicolor* en diferentes regiones de Chihuahua, México. *Bot Sci* 98: 486-498. doi: 10.17129/botsci.2602
17. **Villa-Ruano N, Pacheco-Hernández Y, Zárate-Reyes JA, Lozoya-Gloria E, Cruz-Durán R. 2017.** Chemical profile, nutraceutical and anti-phytobacterial properties of the essential oil from *Dalea foliolosa* (Fabaceae). *Emir J Food Agr* 29: 724-728. doi: 10.9755/ejfa.-2017.v29.i9.99