Evaluación del potencial antimicrobiano de plantas medicinales frente a bacterias · Martín Dos Santos, David Leal y Mario Díaz

Este proyecto tiene como objetivo principal evaluar el potencial antimicrobiano de las plantas medicinales frente a bacterias de interés clínico, mediante la extracción de los compuestos antimicrobianos y el análisis de su actividad en condiciones in vitro. Para llevar a cabo este propósito, se realizará la obtención de los extractos vegetales a partir de las plantas medicinales seleccionadas (ajo tomillo orégano y canela) gracias al uso de distintos disolventes como son el agua y el etanol para comparar la efectividad antimicrobiana de los distintos extractos frente a las bacterias utilizadas para llevar a cabo el ensayo.

Fundamento

La resistencia antimicrobiana constituye uno de los principales problemas de salud pública en todo el mundo, puesto que puede afectar la eficacia de los tratamientos convencionales disponibles pudiendo dar lugar a nuevas pandemias asociadas a bacterias multirresistentes u otros microorganismos. En los últimos años, el uso excesivo e inadecuado de antibióticos tanto en medicina humana como en el ámbito veterinario ha favorecido la aparición y propagación de cepas bacterianas multiresistentes difíciles de controlar y de erradicar. Entre las prácticas que contribuyen a este problema se encuentran la automedicación, la interrupción de los tratamientos designados por los médicos y el uso indiscriminado de antibióticos. Como resultado de estos problemas, han surgido bacterias multirresistentes capaces de resistir varios tipos de antibióticos. Ejemplos de ello incluyen Escherichia coli y Staphylococcus epidermidis, bacterias asociadas a infecciones en humanos que han desarrollado nuevos mecanismos de resistencia que dificultan su tratamiento. Estos mecanismos pueden incluir la modificación del sitio de acción del antibiótico, la producción de enzimas que lo inactivan o la disminución de su entrada en la célula bacteriana.

Desde hace siglos, las plantas medicinales han sido utilizadas con el fin de curar o tratar numerosas enfermedades infecciosas mucho antes del desarrollo de antibióticos. Ahora en la actualidad, está recobrando importancia como una alternativa de interés frente al problema de la resistencia bacteriana a los antibióticos. La ventaja que ofrece esta alternativa es que a diferencia de los antibióticos convencionales, muchos de los compuestos vegetales son capaces de actuar sobre múltiples dianas celulares como puede ser la membrana celular cuya alteración implica la muerte celular, el material genético que al inhibirse impide la replicación o las enzimas cuya inactivación puede implicar la eliminación o ausencia de procesos metabólicos importantes de la bacteria. La suma de todas estas acciones dificulta el desarrollo de la resistencia de las bacterias. Gracias a este hecho, las plantas medicinales se convierten en una alternativa con mucho potencial para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas.

Algunos compuestos que ya han demostrado tener ciertas propiedades antimicrobianas son: carvacrol (orégano), timol (tomillo) o alicina (ajo).[4] Por lo tanto

como alternativa eficiente a los antibióticos, se plantea el uso clínico de compuestos de los extractos vegetales para reducir o inhibir la proliferación bacteriana.

Material y método

La técnica que se utilizó para evaluar la actividad antimicrobiana es el método de difusión en agar realizado en un medio de cultivo agar Moeller Hinton, medio que es exclusivo para llevar a cabo el antibiograma. Gracias a esta técnica podemos medir los halos de inhibición creados por la actuación del mecanismo antimicrobiano de cada planta habiendo impregnado los discos en blanco con el extracto previamente.

Se realizaron los ensayos por triplicado para garantizar la veracidad del estudio y con ello la fiabilidad de los resultados, comparando la eficacia de cada extracto en función del tipo de disolvente utilizado ya sea etanol o agua destilada. El etanol, al presentar una polaridad intermedia, permite disolver tanto los compuestos hidrofílicos como lipofílicos. Sin embargo si se llega a utilizar otro disolvente como puede ser el agua destilada que es altamente polar solo es capaz de extraer compuestos hidrosolubles, limitando de esta forma la cantidad de componentes obtenidos.

Preparación de extractos

Los extractos fueron preparados en una disolución de etanol 96% a través de un proceso de maceración en frío y de trituración posterior. La mezcla fue filtrada para eliminar residuos sólidos.

Preparación de discos

Se prepararon cuatro alícuotas correspondientes a cada uno de los extractos vegetales obtenidos y a continuación se pipetearon 10 microlitros de cada compuesto en los discos en estériles para la absorción del compuesto. Los discos cargados con el extracto se dejaron reposar en la estufa a unos 37 oC para el secado del disolvente, de esta forma se logra garantizar que la actividad observada en el antibiograma sea exclusiva de los compuestos antimicrobianos.

Ensayo con microorganismos

Para la realización del ensayo se emplearon dos cepas bacterianas controladas de interés clínico *E. coli* y *S. Epidermidis*, seleccionadas por su fácil adquisición y por su alta probabilidad de adquirir multirresistencia frente a los antibióticos. Se procedió posteriormente a la inoculación de las bacterias en el agar mediante la técnica de extensión en césped con el fin de que el inóculo se extienda por toda la placa utilizando material esteril para garantizar la fiabilidad de los resultados del ensayo.

Las placas se incubaron a 37 ^{0}C en la incubadora durante 24h en unas condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de las bacterias de estudio. Tras haber incubado las bacterias se evaluó la actividad antimicrobiana de los extractos mediante la medición de los halos de inhibición. Gracias al diámetro de cada halo de inhibición, se podrá demostrar que extracto tiene mayor eficacia frente a las

bacterias considerando que a mayor halo, mayor será la actividad antimicrobiana y la efectividad del extracto frente a la bacteria.

Variables de estudio

Para desarrollar una estructura visual y garantizar una correcta interpretación de los resultados obtenidos, en la Tabla 1 se define las variables de este estudio:

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Variable independiente	Extractos vegetales	Ajo, canela, tomillo y orégano
Variable dependiente	Halos de inhibición y frecuencia de aparición	Diámetro de la zona de aparición del halo y número de placas en las que se observa
Variable control	Control negativo y positivo	Aplicación de agua destilada como control negativo y de disco con antibiótico como positivo
Variables conocidas	Tipo de microorganismo	*E. coli y S. epidermidis*
Variable experimental	Condiciones experimentales	Temperatura de incubación, medio de cultivo utilizado, tiempo de exposición

Tabla 1. Descripción de las variables del experimento.

Resultados

Algunas imágenes de los resultados obtenidos a modo de representación del experimento son las siguientes:



Figura 1. Halos de inhibición de placa 5 (*S. epidermidis*). Imagen representativa de los resultados experimentales. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Halos de inhibición de placa 8 (E. coli). Imagen representativa de los resultados experimentales. Fuente: Elaboración propia.

.

Todos los halos fueron medidos (cm) y los resultados agrupados en tablas de datos con los cuales, posteriormente se elaboraron las siguientes gráficas:

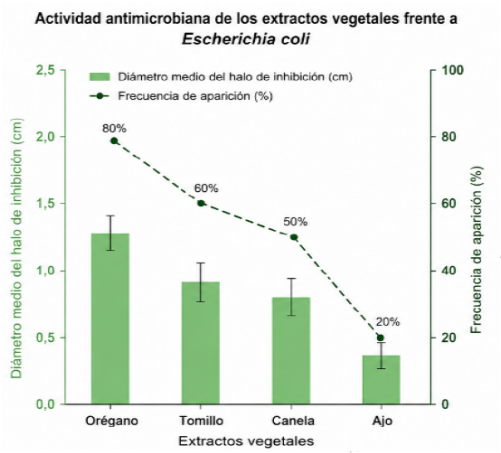


Figura 3. Gráfico de barras comparativo de extractos *E.Coli* con la comparación del diámetro del halo de inhibición y la frecuencia de aparición según los diferentes extractos empleados. Fuente: Elaboración propia.

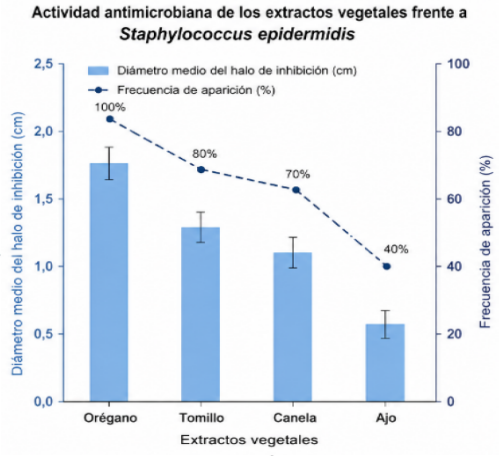


Figura 4. Gráfico de barras comparativo de extractos *S. epidermidis* con la comparación del diámetro del halo de inhibición y la frecuencia de aparición según los diferentes extractos empleados. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de este estudio evidencian la actividad antimicrobiana de los extractos vegetales ensayados, aunque con algunas diferencias significativas en función del tipo de microorganismo y del extracto utilizado. En términos generales, se logra observar que *Staphylococcus epidermidis* posee una mayor sensibilidad frente a los extractos, mientras que *Escherichia coli* demuestra una mayor resistencia, lo cual se refleja en la menor frecuencia y tamaño de halos de inhibición.

En relación con los extractos estudiados, el de orégano destaca como el más eficaz, demostrado en los resultados, al igual que en otros estudios similares.[4] Presenta una alta actividad antimicrobiana en una mayoría de placas y frente a ambos microorganismos. Este hecho sugiere la presencia de compuestos bioactivos con un amplio espectro de acción. Por el contrario, el resto de los extractos muestran una actividad más limitada, especialmente frente a *E. coli*, donde en numerosos casos no se observaron halos de inhibición, lo que indica una menor eficacia o ausencia de actividad antimicrobiana.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten afirmar que los extractos vegetales presentan un potencial antimicrobiano variable, dependiente tanto de su composición como del tipo de microorganismo sobre el que se aplican. Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar las características específicas de cada bacteria en la evaluación de nuevos agentes antimicrobianos.

Martín Dos Santos Barrera	**David Leal Sánchez**	**Mario Díaz Gegúndez**
MetrodoraFP-Cámara (Madrid)	MetrodoraFP-Cámara (Madrid)	MetrodoraFP-Cámara (Madrid)
mdsantos@metrodorafp.com	*dls3219@fpmetrodora.com*	*mdg3220@fpmetrodora.com*

Bibliografía

- Ventola CL. The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. P T. 2015 Apr;40(4):277-83. PMID: 25859123; PMCID: PMC4378521.
- Cowan, M. M. (1999). *Plant products as antimicrobial agents*. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564–582.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). *Antimicrobial activity of flavonoids*. International Journal of Antimicrobial Agents, 26(5), 343–356.
- Burt, S. (2004). *Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods*. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods used in medicinal plants. International Journal of Basic & Clinical Pharmacology, 4(3), 241–247.

Nota del editor: Este trabajo ha sido galardonado con el Primer Premio del Certamen «Investiga y publica» 2026 convocado por la Fundación para el Conocimiento Madri+d en la categoría *Estudiantes de Bachillerato y Ciclos Formativos de Grado Superior*. El trabajo ha sido realizado por David Leal Sánchez y Mario Díaz Gegúndez, estudiantes del Ciclo de Laboratorio Clínico y Biomédico del Centro MetrodoraFP-Cámara (Madrid), bajo la dirección y supervisión del Prof. Martín Dos Santos Barrera.