

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

INHIBICIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS PRODUCTOR DE FORUNCULOSIS Y BACTERIAS DEL GÉNERO STREPTOCOCCUS POR EFECTO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

**INHIBITION OF FURUNCULOSIS-PRODUCING STAPHYLOCOCCUS
AUREUS AND STREPTOCOCCUS SPECIES BY THE EFFECT OF
ELECTROMAGNETIC FIELDS**

Marco Antonio Becerril Flores

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Gabriela Pedrero Huerta

Universidad Abierta y a Distancia de México, México

Georgina Almaguer Vargas

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

José Ramón Montejano Rodríguez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Astrid Espinosa Sánchez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Inhibición de *Staphylococcus aureus* Productor de Forunculosis y Bacterias del Género *Streptococcus* por Efecto de Campos Electromagnéticos

Marco Antonio Becerril Flores¹

becerril@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2322-4686>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Instituto de Ciencias de la Salud
México

Gabriela Pedrero Huerta

gabriela.pedrero@nube.unadmexico.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7543-7579>

Universidad Abierta y a Distancia de México
México

Georgina Almaguer Vargas

georgina_almaguer5910@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0396-752X>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Instituto de Ciencias de la Salud
México

José Ramón Montejano Rodríguez

jose_montejano5902@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5744-381X>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Instituto de Ciencias de la Salud.
México

Astrid Espinosa Sánchez

astrid_espinosa@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-2415-5280>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
Instituto de Ciencias de la Salud
México

RESUMEN

Las infecciones cutáneas recurrentes, como la forunculosis, continúan representando un problema relevante de salud pública, particularmente aquellas asociadas a *Staphylococcus aureus*, un patógeno oportunista con alta capacidad de persistencia y adaptación. El uso reiterado de antibióticos ha contribuido al incremento de la resistencia antimicrobiana, lo que ha impulsado la búsqueda de estrategias terapéuticas alternativas. En este estudio se evaluó el efecto de campos electromagnéticos (CEM) sobre el crecimiento *in vitro* de bacterias de importancia médica, incluyendo microorganismos Gram positivos y Gram negativos. Se analizaron diferentes frecuencias de CEM sobre *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* y especies del género *Streptococcus*. Los resultados mostraron que *S. aureus* fue la única especie que presentó una inhibición consistente del crecimiento bajo exposición a CEM, particularmente a 50 Hz, efecto que fue reproducible en múltiples cepas clínicas y de referencia. En contraste, las bacterias Gram negativas no mostraron inhibición y, en algunos casos, presentaron mayor crecimiento bajo CEM. El análisis estadístico mediante ANOVA de dos factores confirmó diferencias significativas entre tratamientos, cepas e interacciones tratamiento–cepa ($p < 0.05$). Estos hallazgos sugieren que determinados parámetros de CEM pueden ejercer un efecto inhibitorio selectivo sobre bacterias Gram positivas, posicionando a los CEM como una alternativa potencial complementaria en el control de infecciones cutáneas recurrentes.

Palabras clave: Campos electromagnéticos, *Staphylococcus aureus*, bacterias Gram positivas, Forunculosis

¹ Autor principal

Correspondencia: becerril@uaeh.edu.mx

Inhibition of Furunculosis-Producing *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus* Species by the Effect of Electromagnetic Fields

ABSTRACT

Recurrent skin infections, such as furunculosis, continue to represent a significant public health problem, particularly those associated with *Staphylococcus aureus*, an opportunistic pathogen with a high capacity for persistence and adaptation. The repeated use of antibiotics has contributed to the increase in antimicrobial resistance, driving the search for alternative therapeutic strategies. In this study, the effect of electromagnetic fields (EMFs) on the in vitro growth of medically important bacteria, including Gram-positive and Gram-negative microorganisms, was evaluated. Different EMF frequencies were tested against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, and *Streptococcus* species. The results showed that *S. aureus* was the only species that exhibited consistent growth inhibition under EMF exposure, particularly at 50 Hz, an effect that was reproducible across multiple clinical and reference strains. In contrast, Gram-negative bacteria did not show inhibition and, in some cases, exhibited increased growth under EMF exposure. Two-way ANOVA statistical analysis confirmed significant differences among treatments, strains, and treatment–strain interactions ($p < 0.05$). These findings suggest that specific EMF parameters may exert a selective inhibitory effect on Gram-positive bacteria, positioning EMFs as a potential complementary alternative for the control of recurrent skin infections.

Keywords: electromagnetic fields, *Staphylococcus aureus*, gram-positive bacteria, furunculosis

Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 16 enero 2026



INTRODUCCIÓN

Las infecciones bacterianas continúan representando un desafío significativo para la salud pública, particularmente aquellas de carácter recurrente y cutáneo, como la forunculosis, cuya etiología se asocia frecuentemente con *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) en conjunto con la presencia de *Cutibacterium acnés*, un microorganismo oportunista de la piel del humano. Este microorganismo oportunista presenta una notable capacidad de colonización, persistencia y adaptación, lo que favorece la recurrencia de las infecciones y complica su erradicación clínica (Lowy, 1998; Tong et al., 2015). Tradicionalmente, el tratamiento de estas infecciones se basa en el uso de antibióticos, los cuales, si bien han sido fundamentales en la medicina moderna, han mostrado limitaciones importantes tanto a nivel microbiológico como sistémico.

Diversos estudios han documentado que el uso prolongado o repetido de antibióticos puede inducir efectos adversos significativos en el organismo humano, incluyendo alteraciones del microbioma, disbiosis intestinal, reacciones inflamatorias y efectos colaterales metabólicos e inmunológicos (Blaser, 2016; Francino, 2016). Además, la presión selectiva ejercida por estos fármacos ha contribuido de manera directa al incremento de la resistencia antimicrobiana, fenómeno que reduce progresivamente la eficacia terapéutica y favorece la aparición de cepas multirresistentes (Ventola, 2015). En el caso particular de *S. aureus*, la emergencia de variantes resistentes ha incrementado la dificultad para el manejo clínico de infecciones cutáneas recurrentes, aumentando el riesgo de recaídas y complicaciones (Tong et al., 2015).

Ante este panorama, la búsqueda de estrategias terapéuticas alternativas o complementarias a los antibióticos se ha convertido en una prioridad científica. En este contexto, los campos electromagnéticos (CEM) han surgido como una posible herramienta innovadora con potencial antimicrobiano. Investigaciones recientes han demostrado que determinados parámetros de campos electromagnéticos pueden interferir con procesos celulares bacterianos esenciales, tales como la permeabilidad de membrana, la actividad enzimática y la replicación celular, sin inducir los mecanismos clásicos de resistencia asociados a los antibióticos (Goodman et al., 2015; Costanzo et al., 2020).

La evidencia experimental disponible sugiere que la aplicación de campos electromagnéticos puede reducir significativamente la viabilidad bacteriana en cultivos de *S. aureus*, así como en otras bacterias



patógenas, incluyendo especies Gram negativas, lo que indica un posible efecto antimicrobiano de amplio espectro (Novickij et al., 2018; Salmen et al., 2022). No obstante, aunque los resultados preliminares son prometedores, los mecanismos biofísicos implicados y su eficacia comparativa frente a los tratamientos convencionales aún no se encuentran completamente dilucidados.

En consecuencia, existe una necesidad clara de profundizar en el estudio del uso de campos electromagnéticos como alternativa terapéutica para el control de infecciones bacterianas, particularmente aquellas asociadas a forunculosis recurrente. Analizar su efectividad frente a *S. aureus*, así como su posible aplicación en bacterias Gram negativas, permitiría avanzar hacia enfoques terapéuticos más seguros, sostenibles y con menor impacto negativo sobre el organismo humano. Este vacío de conocimiento constituye el eje central del presente problema de investigación. Es por eso que este trabajo tiene el objetivo de evaluar el efecto que tienen los CEM sobre la multiplicación in vitro de bacterias Gram negativas y Gram positivas de importancia médica, particularmente sobre *S. aureus* causante de forunculosis.

METODOLOGÍA

Cultivos de microorganismos. Se prepararon las cepas de *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, 28 cepas de *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sanguinis* y seis cepas de *Streptococcus pyogenes* ya caracterizadas e identificadas previamente a través de genotipificación y confirmadas por pruebas bioquímicas convencionales, las cuales se mantuvieron y los experimentos se realizaron en agar tripticaseina y en caldo tripticaseina sembrados a 37°C durante 24 horas de incubación.

Aplicación de CEM. En todos los experimentos se aplicaron CEM a diferentes frecuencias en una bobina del Helmholtz. El sistema para generar CEM se diseñó con dos componentes principales, el generador de señal y el sistema de bobinas de Helmholtz con diámetro interior de 30 cm y una altura de 22 cm una separación de las bobinas hechas de alambre magneto con calibre 18 y 200 vueltas de alambre en cada bobina de 15 cm y núcleo de aire en el interior del cual se colocaron los recipientes de caja petri con los cultivos microbianos. La medición del campo se realizó con un gausímetro de efecto Hall. El generador entregó una onda cuadrada de amplitud pico-pico variable de 0-22 V, con frecuencia de 1 Hz hasta 1 MHz durante el tratamiento de CEM. La señal fue monitoreada en un osciloscopio la cual pasaba

a una bobina. Para alimentar las bobinas que producen los campos magnéticos, se usó una fuente de poder (PASCO “Scientific” SF-9584 A). Esta fuente produce un voltaje regular de 0 a 22 V, en corriente directa. Se usó un generador de funciones *Elenco* GF8056 de 1GHz para generar una señal senoidal que alimenta al circuito amplificador para fijar la amplitud y frecuencia que para los experimentos varió de 1 Hz hasta 1 MHz con voltaje de 22 V y 3 Amp y 5-8 mT de campo magnético.

Medición del efecto de los CEM sobre el crecimiento de los microorganismos. Cuando se realizaba el ensayo en cajas de Petri se sembraban con un inóculo inicial en que se ajustaba la concentración en solución fisiológica estéril de tal manera que diera 0.5 unidades McFarland y de ahí colocar 100 mL de cada suspensión. Cada ensayo se realizó por triplicado y las cajas sembradas se incubaron a 37°C por 24 horas para hacer el conteo en cada caja. En el caso del ensayo con las 28 cepas de *Staphylococcus aureus*, una vez ajustado el cultivo a 0.5 unidades de McFarland se colocó 100 mL de cada suspensión en 5 mL de caldo tripticaseína en tubos con tapón de rosca y por triplicado. Los tubos se incubaron a 37°C por 24 horas para hacer la medición de absorción en espectrofotómetro y medir la turbidez a 505 nm.

Análisis estadístico. Los triplicados de cada medición de cada grupo a comparar, tanto controles a los que no se efectuó tratamiento como aquellos sometidos a diferentes CEM se sometieron a un análisis de varianza de dos colas con un error permitido de 5% y 95% de confianza y con ello saber si había diferencias significativas entre los sometidos a CEM y sus controles.

Tipo de estudio: Fue una investigación básica, con un enfoque cuantitativo, Fue un estudio experimental, cuantitativa y con un alcance explicativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de ver si los CEM ejercen un efecto negativo sobre el crecimiento de bacterias tanto Gramnegativas como Gram positivas de importancia médica se probaron diferentes frecuencias contra *S. aureus*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*.

Efecto de los CEM sobre bacterias Gram positivas y Gramnegativas así como *Candida albicans*.

En un primer experimento bacterias de especies *S. aureus* y *Salmonella typhi* se sometieron a diferentes frecuencias de CEM (ver en sección de Metodología). Los resultados se observan en la figura número



1a, en donde se presenta el promedio de número de unidades formadoras de colonias (UFC) que crecieron después de 24 horas de incubación a 37 °C comparando aquellas que se expusieron y con aquellas que no se expusieron a los CEM. Los resultados mostraron que para el caso de *S. aureus* se presentó un mayor crecimiento en los cultivos control que aquellos sometidos a los CEM a las diferentes frecuencias; mientras que en el caso de *Salmonella typhi* hubo mayor crecimiento en aquellos cultivos sometidos a CEM que con respecto a su control. En las figuras 1b y 1c también se observa lo mismo en las otras especies que se aprobaron; es decir, la única especie en donde se observó menor crecimiento en los cultivos sometidos a todas las frecuencias de CEM con respecto a sus controles no expuestos fue en *S. aureus*, la única Gram positiva que se estudió. Si es verdad que inhibe esta especie entonces el resultado podría ser reproducible en más cepas de *S. aureus*.

Efecto de los CEM sobre diferentes cepas de *S. aureus* a diferentes frecuencias de CEM.

Debido a que la única especie de las seis ensayadas que se mostró un efecto negativo por exposición a CEM en sus cultivos fue *S. aureus*, se decidió probar seis diferentes cepas de esta especie para ver si el resultado era reproducible para este microorganismo. Únicamente se probó a las dos frecuencias de CEM donde hubo efecto más notorio en el primer experimento, es decir, aquellas frecuencias en las que hubo más inhibición por el CEM con relación a los cultivos que no se sometieron al CEM (controles). Los resultados señalan que el CEM estudiado afectó los cultivos de *S. aureus* en todas las cepas cuando son sometidas a 50 Hz, en cambio, a un Hz algunas cepas sí son afectadas por los CEM pero en algunas cepas sucede lo contrario hay mayor crecimiento con respecto a su control cuando son sometidas a los CEM (ver fig.2); Podemos llegar a la conclusión que a 50 hertz el efecto contra *S. aureus* es reproducible.

Efecto de los CEM sobre diferentes cepas de *S. aureus* a 50 KHz.

Con la finalidad de demostrar reproducibilidad de los resultados en que los CEM efectúan un efecto inhibitorio contra *S. aureus*, se ensayaron 28 cepas de esta especie bacteriana, 26 aisladas a partir de personas que padecían de acné y dos cepas con registro de ATCC. Sin embargo, a diferencia del estudio anterior, por ser estudiadas mayor cantidad de cepas, se decidió ensayar las cepas por triplicado en caldo tripticaseína y se incubaron durante 24 horas a 37°C para que posteriormente se midieran espectrofotométricamente a 505 nm para medir la absorbancia debido a la turbidez en el tubo de cultivo. Se prepararon tres tubos que contenían caldo tripticaseína pero no se sembraron con las bacterias y se



midió la turbidez. Los resultados se muestran en la figura 3. Podemos observar que los controles se mantuvieron en una turbidez basal y no hubo turbidez, en cambio en todos las cepas si hubo disminución de su desarrollo registrado por la absorbancia de la turbidez cuando se sometieron durante 24 h a CEM de 50 Hz en comparación con sus controles no sometidos a CEM.

Efecto de CEM sobre *Streptococcus pyogenes*.

De acuerdo a los resultados anteriores se podría pensar que a hubo un CEM de 50 Hz que ejercía parcialmente un efecto inhibitorio en el desarrollo de *S. aureus* y posiblemente este efecto se podría reproducir en otras especies Gram positivas de bacterias, por lo que se decidió realizar el ensayo con cinco cepas de *Streptococcus pyogenes* y una de *Streptococcus sanguinis* a un CEM de 50 Hz. Los resultados se muestran en la figura cuatro, donde podemos observar que en todos los casos hubo menor desarrollo en los cultivos sometidos a los CEM estudiados, repitiendo el resultado observado para *S. aureus*. Por lo que estos resultados señalan que un CEM a 50 Hz ejerce un efecto parcialmente inhibitorio sobre bacterias Gram positivas de acuerdo a los resultados que en este estudio se obtuvieron.

En todos los casos El análisis ANOVA de dos factores mostró un efecto significativo del tratamiento (CEM vs control), de cada cepa bacteriana y de la interacción tratamiento por cepa ($p < 0.05$), indicando que la respuesta al campo electromagnético depende de la especie bacteriana.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los campos electromagnéticos ejercen un efecto diferencial sobre el crecimiento bacteriano, dependiente tanto de la especie como de la frecuencia aplicada. De las seis especies evaluadas inicialmente, *Staphylococcus aureus* fue la única que presentó una inhibición consistente del crecimiento tras la exposición a CEM, particularmente a la frecuencia de 50 Hz, mientras que las bacterias Gram negativas y *Candida albicans* no mostraron un efecto inhibitorio comparable. Este comportamiento diferencial sugiere que la estructura celular, especialmente la composición de la pared bacteriana, podría desempeñar un papel clave en la susceptibilidad a los CEM. La pared celular gruesa rica en peptidoglucano característica de las bacterias Gram positivas podría favorecer una mayor interacción con los campos electromagnéticos, afectando procesos esenciales como la permeabilidad de membrana, el transporte iónico o la actividad enzimática, como ha sido propuesto previamente (Goodman et al., 2015; Costanzo et al., 2020). Estudios previos han reportado que los CEM



pueden inducir alteraciones en la expresión génica y en la estabilidad de membranas celulares, lo que podría explicar la reducción en el crecimiento observada en *S. aureus* (Novickij et al., 2018).

La reproducibilidad del efecto inhibitorio a 50 Hz en múltiples cepas clínicas de *S. aureus*, incluyendo aislamientos de pacientes con acné y cepas de referencia ATCC, refuerza la consistencia del fenómeno observado y sugiere que no se trata de un efecto cepa-específico aislado. Asimismo, la inhibición observada en especies del género *Streptococcus* indica que este efecto podría extenderse a otras bacterias Gram positivas de relevancia clínica.

El análisis ANOVA de dos factores confirmó que tanto el tratamiento con CEM como la cepa bacteriana y su interacción influyen significativamente en la respuesta observada, lo que evidencia que el efecto de los CEM no es uniforme y depende de características intrínsecas de cada microorganismo. Estos hallazgos concuerdan con reportes previos que destacan la importancia de los parámetros físicos del campo electromagnético para lograr efectos biológicos específicos (Costanzo et al., 2020).

En conjunto, los resultados de este estudio sugieren que los CEM, particularmente a 50 Hz, representan una estrategia prometedora como herramienta complementaria para el control de infecciones cutáneas causadas por bacterias Gram positivas como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus*. No obstante, se requieren estudios adicionales que permitan dilucidar los mecanismos biofísicos implicados y evaluar su potencial aplicación clínica de manera segura y controlada.

Conclusiones

Los campos electromagnéticos evaluados mostraron un efecto selectivo sobre el crecimiento bacteriano, dependiente de la especie y de la frecuencia aplicada. *Staphylococcus aureus* presentó una inhibición reproducible del crecimiento bajo exposición a CEM, particularmente a 50 Hz, efecto que también se observó en especies del género *Streptococcus*. En contraste, las bacterias Gram negativas no mostraron inhibición bajo las mismas condiciones experimentales. El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre tratamientos, cepas y su interacción ($p < 0.05$), evidenciando que la respuesta a los CEM no es uniforme. En conjunto, los resultados sugieren que los campos electromagnéticos de baja frecuencia podrían constituir una herramienta complementaria para el control de infecciones cutáneas causadas por bacterias Gram positivas, aunque se requieren estudios adicionales para esclarecer los mecanismos involucrados y su potencial aplicación clínica. Finalmente, se reconoce la necesidad de

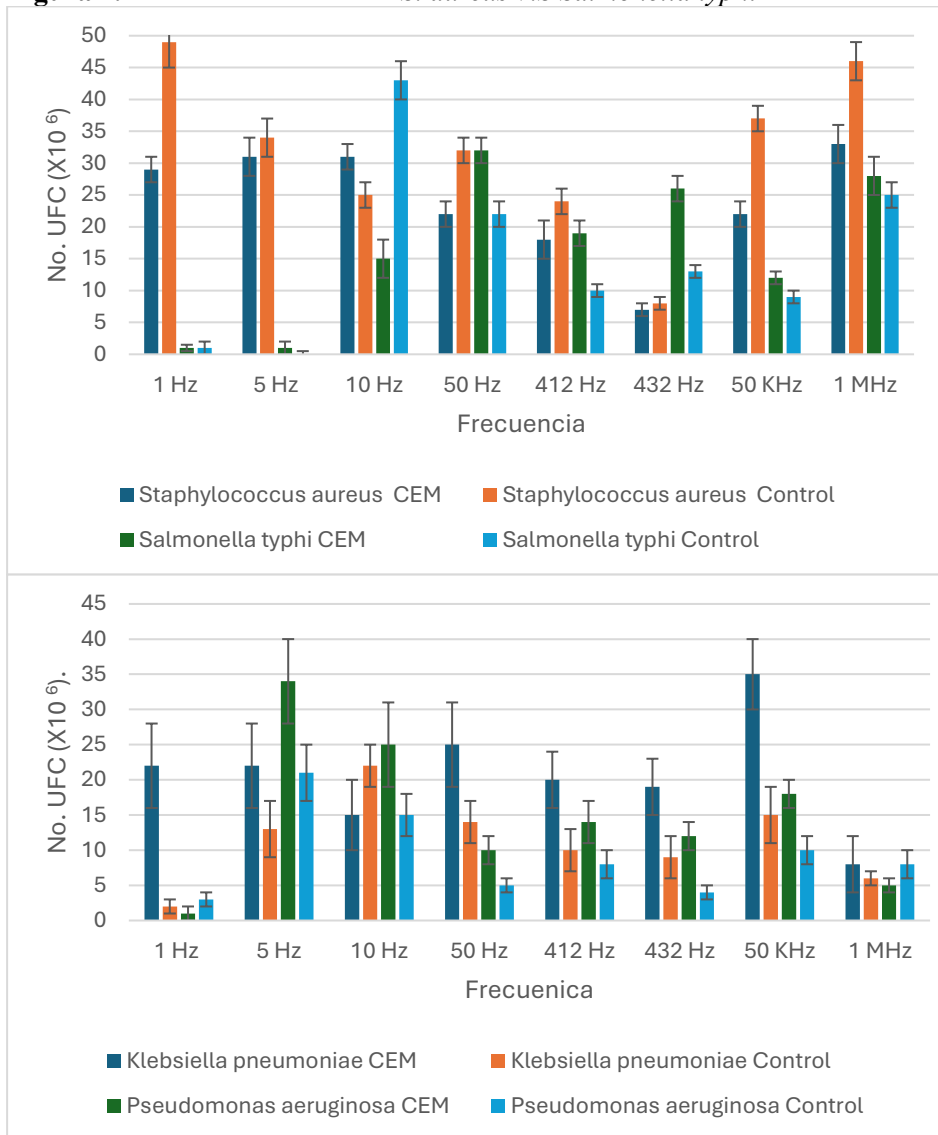
realizar estudios adicionales orientados a esclarecer los mecanismos biofísicos involucrados y a evaluar la seguridad, eficacia y aplicabilidad clínica de los campos electromagnéticos como estrategia terapéutica.

Los campos electromagnéticos evaluados mostraron un efecto selectivo sobre el crecimiento bacteriano, dependiente de la especie y de la frecuencia aplicada. *Staphylococcus aureus* presentó una inhibición reproducible del crecimiento bajo exposición a CEM, particularmente a 50 Hz, efecto que también se observó en especies del género *Streptococcus*. En contraste, las bacterias Gram negativas no mostraron inhibición bajo las mismas condiciones experimentales. El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre tratamientos, cepas y su interacción ($p < 0.05$), evidenciando que la respuesta a los CEM no es uniforme. En conjunto, los resultados sugieren que los campos electromagnéticos de baja frecuencia podrían constituir una herramienta complementaria para el control de infecciones cutáneas causadas por bacterias Gram positivas, aunque se requieren estudios adicionales para esclarecer los mecanismos involucrados y su potencial aplicación clínica. Finalmente, se reconoce la necesidad de realizar estudios adicionales orientados a esclarecer los mecanismos biofísicos involucrados y a evaluar la seguridad, eficacia y aplicabilidad clínica de los campos electromagnéticos como estrategia terapéutica.

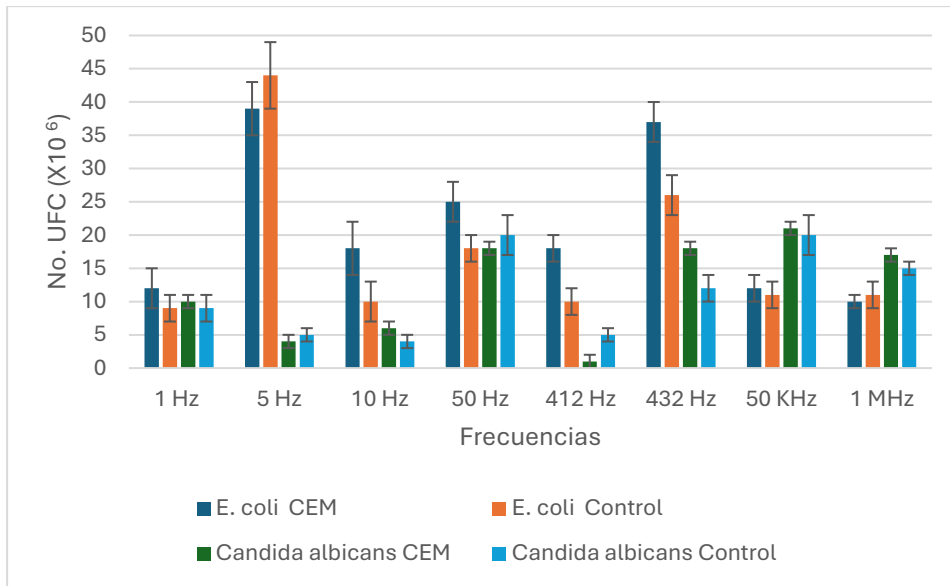


ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS

Figura 1. Efectos de CEM sobre *S. aureus* V.S *Salmonella typhi*



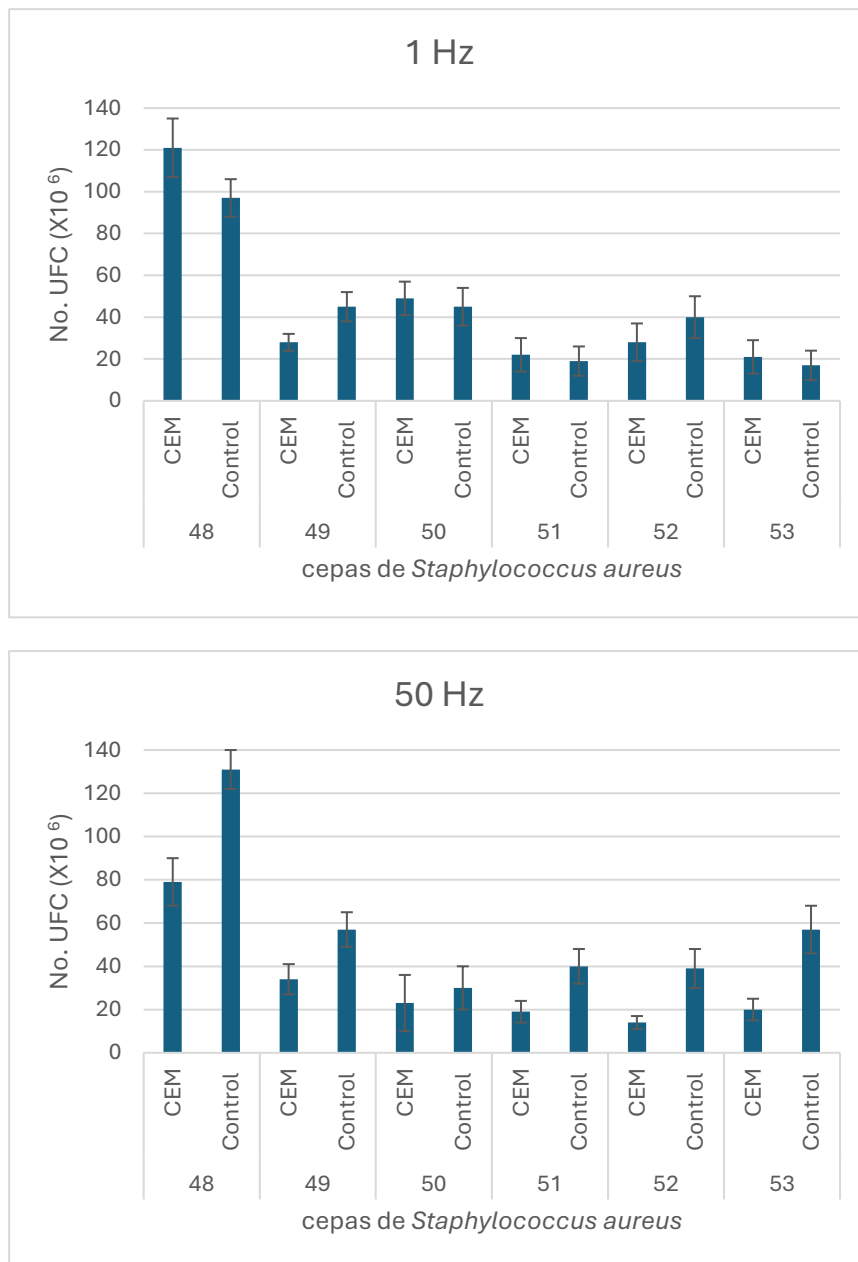
1a) Efectos de CEM sobre *S. aureus* V.S *Salmonella typhi*. 1b) *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*



1e) *E. coli* y *Candida albicans*

Efecto de los CEM sobre diferentes cepas de *S. aureus* a diferentes frecuencias de CEM.

Figura.2 Efecto de CEM a 1 y 50 Hz sobre *S.aureus*.



3. Efecto de los CEM sobre diferentes cepas de *S. aureus* a 50 KHz.

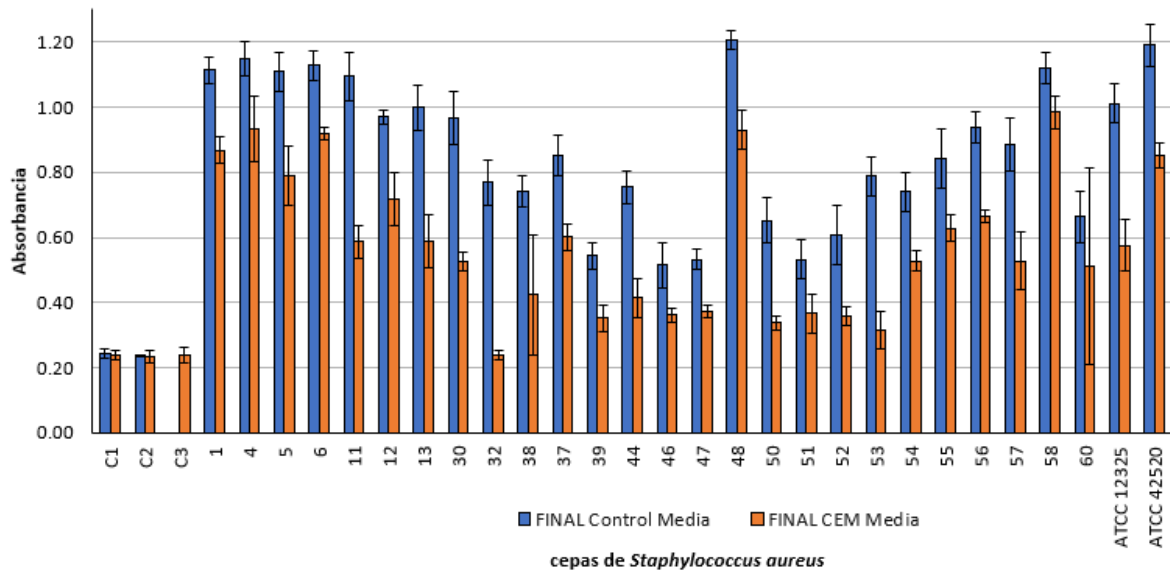
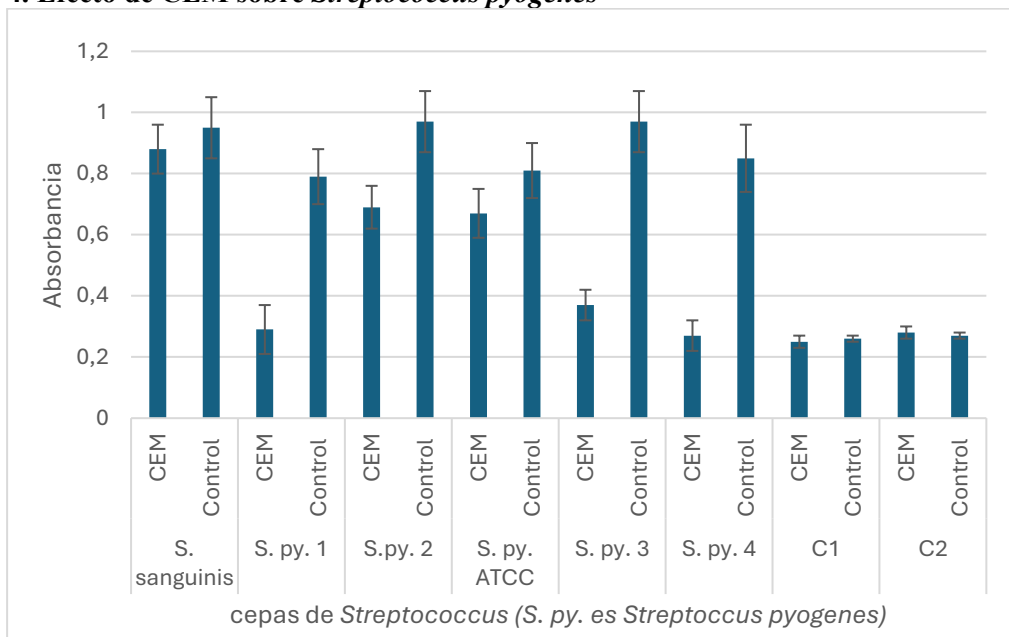


Figura. 3 Efecto de los CEM a 50 Hz sobre 28 cepas de *S. aureus*.

4. Efecto de CEM sobre *Streptococcus pyogenes*



CONCLUSIONES

Finalmente, se reconoce la necesidad de realizar estudios adicionales orientados a esclarecer los mecanismos biofísicos involucrados y a evaluar la seguridad, eficacia y aplicabilidad clínica de los campos electromagnéticos como estrategia terapéutica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blaser, M. J. (2016). *Missing microbes: How the overuse of antibiotics is fueling our modern plagues*. Henry Holt and Company.
- Costanzo, E., Midiri, A., & La Fauci, V. (2020). Effects of electromagnetic fields on bacterial growth and viability: A systematic review. *Journal of Electromagnetic Biology and Medicine*, 39(3), 256–270. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1764022>
- Francino, M. P. (2016). Antibiotics and the human gut microbiome: Dysbioses and accumulation of resistances. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1543. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01543>
- Goodman, R., Blank, M., Lin, H., Dai, R., Khorkova, O., Soo, L., & Weisbrot, D. (2015). Increased levels of hsp70 transcripts induced when cells are exposed to low frequency electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 36(1), 45–53. <https://doi.org/10.1002/bem.21883>
- Lowy, F. D. (1998). Staphylococcus aureus infections. *New England Journal of Medicine*, 339(8), 520–532. <https://doi.org/10.1056/NEJM199808203390806>
- Novickij, V., Grainys, A., Lastauskienė, E., Kananavičiūtė, R., & Zinkevičienė, A. (2018). Pulsed electromagnetic fields assist bacterial inactivation. *Bioelectromagnetics*, 39(8), 632–641. <https://doi.org/10.1002/bem.22136>
- Tong, S. Y. C., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., & Fowler, V. G. (2015). Staphylococcus aureus infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 603–661. <https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14>
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277–283.

