

# Innovación en antisepsia veterinaria: seguridad y nula toxicidad.

PALABRAS CLAVE > SES > Antisepsia > Clorhexidina > Toxicidad > Cicatrización > Resistencia bacteriana

Dr. CS. Camilo Romero Núñez<sup>1,2</sup>  
MVZ. Laura Miranda Contreras<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Veterinario DermaVet

<sup>2</sup> Director Dermavet HV

## Introducción

Las soluciones electrolizadas de superoxidación han surgido como una innovación en el campo de la antisepsia veterinaria, ofreciendo una combinación única de seguridad y nula toxicidad. A diferencia de la clorhexidina, que es ampliamente utilizada en el ámbito veterinario, estas soluciones electrolizadas presentan ventajas significativas en términos de eficacia y efectos secundarios.

En primer lugar, es importante destacar la seguridad que brindan estas soluciones electrolizadas. A diferencia de muchos antisépticos tradicionales, no contienen productos químicos tóxicos o irritantes, lo que las convierte en una opción segura para su uso en animales. Esto es especialmente relevante en el ámbito veterinario, donde la seguridad y el bienestar animal son consideraciones prioritarias.

Además de su seguridad, estas soluciones electrolizadas de superoxidación también han demostrado ser altamente eficaces en la prevención de infecciones y la promoción de la cicatrización de heridas. Estas soluciones contienen especies activas de cloro y oxígeno que actúan eficazmente contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo bacterias, virus y hongos. Su capacidad para destruir los patógenos en el sitio de la herida reduce significativamente el riesgo de infección y acelera el proceso de curación. En este artículo, se analizarán las ventajas del uso de soluciones electrolizadas de superoxidación en comparación con la clorhexidina en el tratamiento de heridas. Estas soluciones emergentes han mostrado resultados prometedores en diversos estudios clínicos y representan una alternativa efectiva a los enfoques convencionales.

Las soluciones electrolizadas de superoxidación (SES) con pH neutro y partículas activas de cloro y oxígeno al 0.006%, han sido ampliamente estudiadas debido a su efectividad contra bacterias, virus, hongos, esporas y micobacterias, así como su baja toxicidad en tejidos y fácil manejo en el almacenamiento, uso y desecho al ser un producto que no emplea productos químicos (Treviño-Garza, 2017).

La clorhexidina es una bisbiguanida sintética que ha sido ampliamente utilizada en el campo laboral como un antiséptico y desinfectante efectivo, especialmente en los servicios de atención médica, para la preparación y antisepsia de la piel. Asimismo, la clorhexidina es uno de los agentes antimicrobianos más recetados y se puede encontrar en una variedad de tratamientos, incluidos los productos de venta libre (Toletone *et al.*, 2018).

En contraste, las soluciones electrolizadas de superoxidación no son citotóxicas y no causan daño tisular, lo que las convierte en una opción segura para su uso en heridas. Estas soluciones también poseen propiedades antiinflamatorias y promueven la liberación de factores de crecimiento, acelerando así el proceso de cicatrización. A diferencia de la clorhexidina, no generan pigmentación o decoloración de la piel. Por otro lado, la clorhexidina, a pesar de ser ampliamente utilizada en el tratamiento de heridas, presenta desventajas significativas.

El uso prolongado de clorhexidina puede causar irritación y sensibilización de la piel, especialmente en personas con piel sensible. Adicionalmente, se ha observado que la clorhexidina puede retrasar la cicatrización y promover la formación de tejido de granulación excesivo en ciertos casos.

La mayoría de los desinfectantes y antisépticos químicos pueden dañar la piel o el tejido de granulación, estos efectos interfieren con la cicatrización de heridas y pueden ser citotóxicos o dañinos para el tejido subyacente o la piel (González-Cantú *et al.*, 2022), por lo cual en este escrito se exponen las ventajas y desventajas del uso de diferentes antisépticos.

## Soluciones electrolizadas de superoxidación (SES)

Las SES con un pH neutro (6.4–7.5) y se producen a partir de la electrólisis de una solución de cloruro de sodio, en una celda electrolítica donde un diafragma (partición o membrana) separa el ánodo y el cátodo. Los cationes son atraídos hacia el electrodo negativo, donde

reciben electrones, formando una solución antioxidante cargada negativamente (solución alcalina) (Jiménez-González *et al.*, 2021). En el electrodo positivo, los aniones son atraídos, los cuales ceden sus electrones adicionales para crear una solución oxidante cargada positivamente (solución ácida) (Lucio-Sauceda *et al.*, 2019).

Este producto se prepara con agua purificada más una solución saturada de cloruro de sodio. El agua purificada se somete a un proceso de electrólisis, en el cual, el agua pasa a través de una serie de membranas que generan y controlan iones de forma estable. Al final de este proceso se obtiene una solución electrolizada, con pH neutro y cantidades controladas de iones en forma estable (Figura 3) (Cabello-Gutiérrez, *et al.*, 2009). ▶

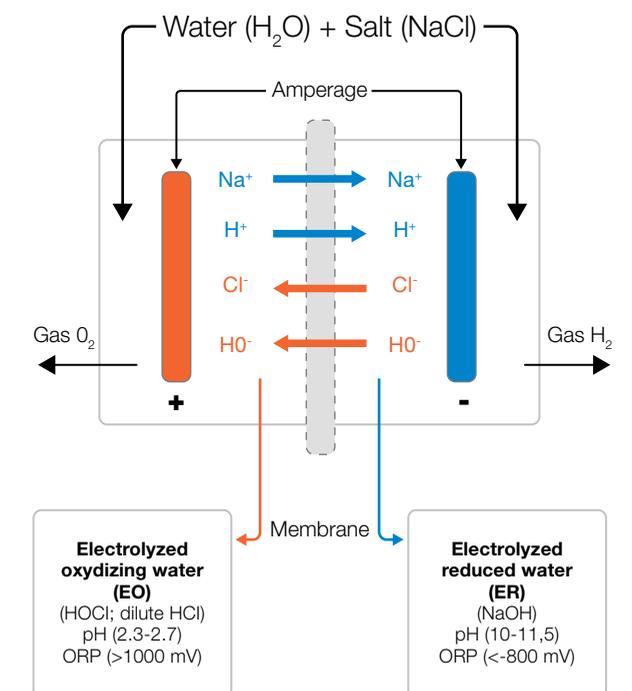


Figura 3. Representación esquemática de la producción de SES (Machado *et al.*, 2016).



Léalo en web

Las Soluciones Electrolíticas Super-oxidantes (SES) se han convertido en una nueva alternativa para la asepsia de tejidos en cirugía, dermatología, tratamiento de quemaduras y desinfección de heridas agudas y crónicas. Estas soluciones no solo reducen significativamente el tiempo de sangrado y el dolor, y aceleran la regeneración de tejidos (Piaggese *et al.*, 2010), sino que también poseen efecto desinfectante y esterilizante. Comúnmente se utilizan en la desinfección de ambientes, alimentos y superficies, ya que minimizan los daños potenciales a la salud humana y el medio ambiente (Figura 1) (Rojas-Briones *et al.*, 2013).



Figura 1. Mecanismo de acción de las SES (González-Cantú *et al.*, 2022).

En varios estudios se ha reportado la alta efectividad de la SES contra microorganismos patógenos entre ellos bacterias Gram-negativas, Gram-positivas y hongos. Por lo que las SES proporcionan una actividad antibacteriana de amplio espectro (Figura 2) (Lucio-Sauceda *et al.*, 2019).

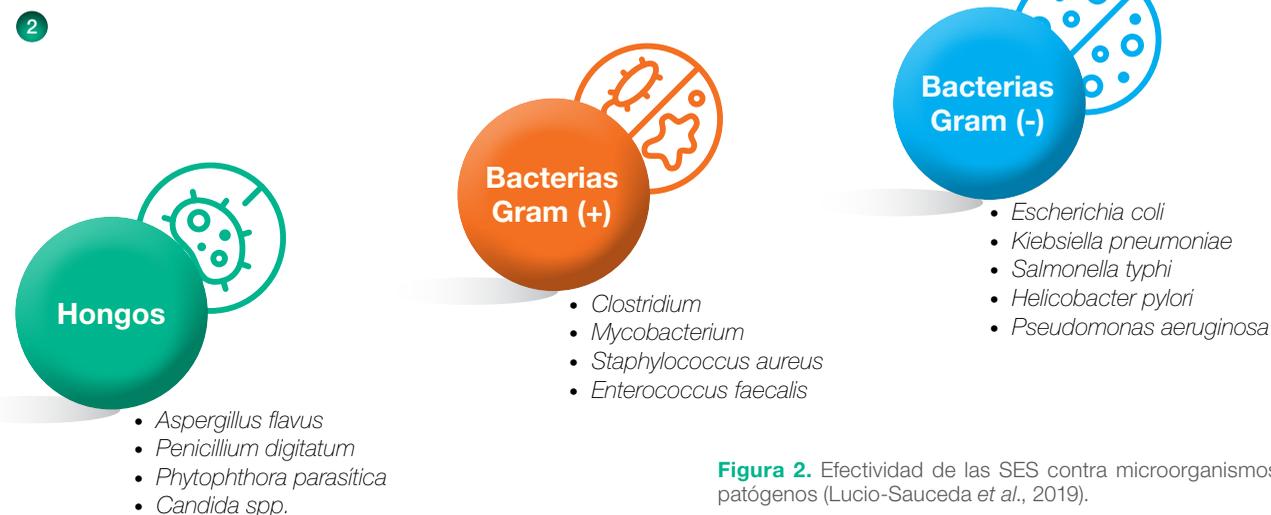


Figura 2. Efectividad de las SES contra microorganismos patógenos (Lucio-Sauceda *et al.*, 2019).

Una de las características que se ha observado en la SES es su acción ante biofilm. Los biofilms son comunidades de bacterias asociadas a superficies que se encuentran incrustadas en una matriz hidratada de sustancias poliméricas extracelulares. Estas biopelículas representan un mecanismo de resistencia a fármacos antimicrobianos y condiciones ambientales adversas, y son desarrolladas por muchas bacterias patógenas.

Es importante destacar que las Soluciones Electrolíticas Super-oxidantes (SES) han demostrado una significativa actividad antimicrobiana sobre bacterias aeróbicas y anaeróbicas, así como sobre biofilms (Zeng *et al.*, 2010). Esto implica que las SES son capaces de combatir eficazmente la formación y la persistencia de biofilms, lo cual es crucial para prevenir infecciones y tratar enfermedades relacionadas con estas estructuras bacterianas. ▶

El uso de SES en la eliminación de biofilms se ha mostrado prometedor, ya que contribuye a superar la resistencia de las bacterias a los tratamientos convencionales y permite un mejor control de las infecciones. Esta propiedad antimicrobiana de las SES representa un avance significativo en la lucha contra las bacterias patógenas y el mantenimiento de la salud en diversos campos, como la medicina y la microbiología.

El uso de la clorhexidina ha sido ampliamente reconocido y adoptado a nivel mundial como desinfectante y antiséptico. Esta sustancia química se emplea en una variedad de productos tópicos antibacterianos, así como en la desinfección de superficies y ambientes.

La clorhexidina es particularmente efectiva contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo bacterias grampositivas y gramnegativas, así como algunos hongos y levaduras. Debido a su eficacia y bajo potencial de toxicidad, se ha convertido en una opción popular para la desinfección y antisepsia en entornos médicos, odontológicos y veterinarios.

#### Chlorhexidina

La clorhexidina es empleada a nivel mundial como desinfectante y antiséptico, y en productos antibacterianos tópicos para perros. Si bien la terapia antibacteriana tópica se recomienda como una alternativa al tratamiento sistémico para reducir microorganismos patógenos, existen preocupaciones sobre la susceptibilidad fenotípica reducida a estos agentes y su fracaso en casos de sobre crecimiento bacteriano (Frosini *et al.*, 2019).

El desarrollo de la resistencia bacteriana se puede definir como cualquier efecto indeseable de un fármaco. Cualquier medicamento tiene el potencial de reacciones adversas (Poppolo y Ouanounou, 2022). Algunos mecanismos que permiten la resistencia de clorhexidina en organismos bacterianos, incluyen bombas de expulsión y mutaciones en la estructura de la membrana celular. La resistencia a múltiples fármacos y la virulencia están aumentando en patógenos como *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter spp.* (Figura 4) (Mulani *et al.*, 2019).

Adicionalmente a la resistencia bacteriana, se sabe que la clorhexidina puede provocar algunas reacciones adversas, incluso en bajas concentraciones dentro del rango terapéutico (0.06% y 0.2%) (Cieplik *et al.*, 2019). Se ha reportado que la clorhexidina ha sido reconocida como una causa de reacciones de tipo IV, como dermatitis alérgica de contacto, urticaria, dermatitis y erupciones cutáneas. Las reacciones anafilácticas a la clorhexidina pueden ser potencialmente mortales y recientemente se ha revelado que interfiere con las vías de los receptores de hormonas sexuales humanas (Figura 5) (Toletone *et al.*, 2018). ▶

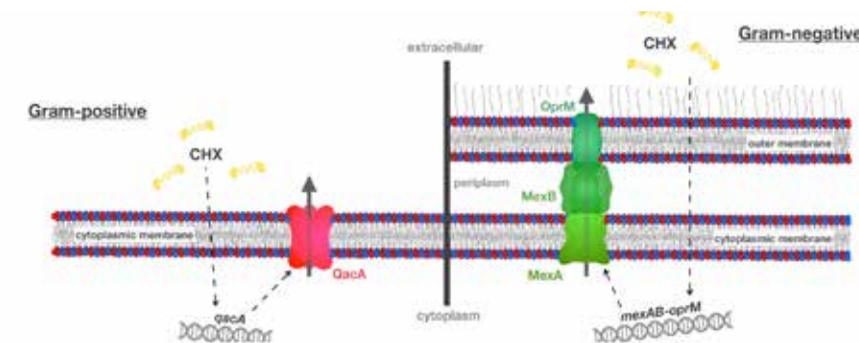
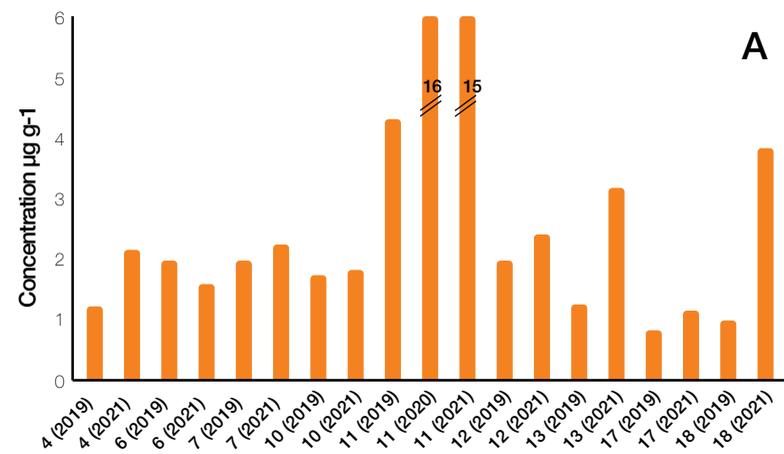


Figura 5. Consecuencias del uso rutinario de clorhexidina (Babiker *et al.*, 2010).

Figura 4. Mecanismos de eflujo que confieren resistencia a la clorhexidina. Observación de dos sistemas de eflujo, qacA en *S. aureus* gram positivo y mexAB-oprM en *P. aeruginosa* gram negativo. Estas bombas de expulsión pueden contribuir a las resistencias cruzadas entre la clorhexidina y los antibióticos (Venter *et al.*, 2017).



**Figura 6.** Concentración de clorhexidina en muestras de lodo de plantas de tratamiento de aguas residuales de diferentes años (2019-2021) (Golpe *et al.*, 2022).

En cuanto a residuos de chlorhexidina en el medio ambiente, se ha reportado su toxicidad en algunos organismos acuáticos como *P. subcapitata*, *D. magna*, *D. rerio* y *V. fischeri*. El agua efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales contiene entre el 1% y el 2% de la masa total de clorhexidina y debido a su gran peso molecular, su limitada solubilidad en agua y su pobre degradabilidad, se llega a acumular en el lodo de las plantas de tratamiento de aguas residuales (Golpe *et al.*, 2022).

### Ventajas de las Soluciones Electrolizadas de Superoxidación (SES) ante clorhexidina

- **Efectividad antimicrobiana:** Las SES han demostrado ser altamente efectivas contra una amplia gama de microorganismos patógenos, incluyendo bacterias, virus, hongos y esporas. Tienen un efecto desinfectante y esterilizante, lo que las convierte en una opción ideal para el tratamiento de heridas (Lucio-Sauceda *et al.*, 2019).
- **Amplio espectro de actividad:** Las SES han demostrado una actividad antibacteriana de amplio espectro, lo que significa que son efectivas contra bacterias Gram-negativas y Gram-positivas. También han demostrado ser efectivas contra hongos y biofilms, que son comunidades de bacterias que pueden ser difíciles de tratar con otros productos antimicrobianos (Zeng *et al.*, 2010).
- **Baja toxicidad:** Las SES tienen una baja toxicidad en los tejidos, lo que significa que son seguras de usar en heridas sin causar daño adicional. Esto es especialmente importante para promover la cicatrización adecuada de las heridas y evitar complicaciones (González-Cantú *et al.*, 2022).

- **Fácil manejo y almacenamiento:** Las SES son fáciles de usar y no requieren el uso de productos químicos adicionales. Además, su almacenamiento y manejo son sencillos, lo que facilita su aplicación en entornos clínicos y de atención médica (Treño-Garza, 2017).

### Desventajas del uso de clorhexidina en el tratamiento de heridas:

- **Resistencia bacteriana:** Se ha observado que algunas bacterias desarrollan resistencia a la clorhexidina, lo que reduce su efectividad como agente antimicrobiano. Esto puede ser problemático, especialmente en entornos clínicos donde se requiere una alta eficacia en la desinfección de heridas (Mulani *et al.*, 2019).
- **Reacciones adversas:** La clorhexidina puede causar reacciones adversas en algunos individuos, incluso en concentraciones terapéuticas. Estas reacciones pueden incluir dermatitis alérgica de contacto, urticaria, erupciones cutáneas y, en casos raros, reacciones anafilácticas potencialmente mortales (Cieplik *et al.*, 2019; Toletone *et al.*, 2018).
- **Impacto ambiental:** La clorhexidina puede tener efectos tóxicos en el medio ambiente y en los organismos acuáticos cuando se libera en el agua residual. Además, debido a su baja degradabilidad, puede acumularse en el lodo de las plantas de tratamiento de aguas residuales, lo que plantea preocupaciones sobre su impacto ambiental a largo plazo (Golpe *et al.*, 2022). ▶

# VeteriBac®

## Salud Animal

### Antiséptico de amplio espectro



Es indicado en el **tratamiento de lesiones en piel y mucosas** como: quemaduras, úlceras, debridación. **Se recomienda su uso** desde la recepción o ingreso del animal, en embrocado, irrigación de cavidad durante los procesos quirúrgicos. **Por su pH neutro** no causa irritaciones ni efectos adversos



No. de registro Q-0702-002

**Úsalos siempre juntos**  
**VeteriBac Mascotas Gel**  
 para una mayor protección antiséptica y regeneración tisular.



Número de registro: Q-0702-007

### Fórmula:

Solución electrolizada de superoxidación con pH neutro y especies activas de cloro y oxígeno al 0.002%

- **No es tóxico**
- **Evita** una infección en la herida
- **Estimula** el proceso de cicatrización
- **Seguro** de usar en irrigación de tejido blando
- **No genera resistencia** bacteriana\*
- Es **inoloro e inoloro**

\*no se han presentado casos.





En resumen, las soluciones electrolizadas de superoxidación con pH neutro (SES) ofrecen ventajas significativas en el tratamiento de heridas, como su efectividad antimicrobiana, amplio espectro de actividad, baja toxicidad y facilidad de uso. Por otro lado, el uso de clorhexidina puede verse limitado por la resistencia bacteriana, las posibles reacciones adversas y el impacto ambiental. ■

## Referencias

- Babiker A, Luttring JD, Fridkin S, Hayden MK. Assessing the Potential for Unintended Microbial Consequences of Routine Chlorhexidine Bathing for Prevention of Healthcare-associated Infections. *Clin Infect Dis*. 2021 72(5):891-898.
- Cabello-Gutiérrez, C., Rosete Olvera, D., Manjarrez-Zavala, M.E. Efecto de una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro sobre la infección del virus de influenza A en células MDCK. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex*. 2009 22(4):280-287.
- Cieplik F, Jakubovics NS, Buchalla W, Maisch T, Hellwig E, Al-Ahmad A. Resistance Toward Chlorhexidine in Oral Bacteria - Is There Cause for Concern? *Front Microbiol*. 2019 22(10):587.
- Frosini SM, Bond R, Rantala M, Grönthal T, Rankin SC, O'Shea K, Timofte D, Schmidt V, Lindsay J, Loeffler A. Genetic resistance determinants to fusidic acid and chlorhexidine in variably susceptible staphylococci from dogs. *BMC Microbiol*. 2019 19(1):81.
- Golpe MC, Castro G, Ramil M, Cela R, Santos Y, Rodríguez I. Chlorhexidine residues in sludge from municipal wastewater treatment plants: analytical determination and toxicity evaluation. *Anal Bioanal Chem*. 2022 414(22):6571-6580.
- González-Cantú CC, Torres-Muñoz Á, Urrutia-Baca VH, Sánchez-García GA, De La Garza-Ramos MA. Antibacterial efficacy of a pH-neutral electrolyzed superoxidized solution for nonsurgical periodontal treatment. *Heliyon*. 2022 8(12):e12291.
- Jimenez-Gonzalez HA, Nakagoshi-Cepeda MAA, Nakagoshi-Cepeda SE, Urrutia-Baca VH, De La Garza-Ramos MA, Solis-Soto JM, Gomez-Flores R, Tamez-Guerra P. Antimicrobial Effect of Calcium Hydroxide Combined with Electrolyzed Superoxidized Solution at Neutral pH on *Enterococcus faecalis* Growth. *Biomed Res Int*. 2021:6960143.
- Lucio-Sauceda DG, Urrutia-Baca VH, Gomez-Flores R, De La Garza-Ramos MA, Tamez-Guerra P, Orozco-Flores A. Antimicrobial and anti-biofilm effect of an electrolyzed superoxidized solution at neutral-pH against *Helicobacter pylori*. *BioMed Research International*. 2019 2019:9.
- Machado I, Meireles A, Fulgêncio R, Mergulhão F, Simões M, Melo LF. Disinfection with neutral electrolyzed oxidizing water to reduce microbial load and to prevent biofilm regrowth in the processing of fresh-cut vegetables. *Food and Bioproducts*. 2016 98:333-340.
- Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, Tawre MS, Pardesi KR. Emerging Strategies to Combat ESKAPE Pathogens in the Era of Antimicrobial Resistance: A Review. *Front Microbiol*. 2019 10:539.
- Piaggese A, Goretti C, Mazzurco S, Tascini C, Leonildi A, Rizzo L, Tedeschi A, Gemignani G, Menichetti F, Del Prato S. A randomized controlled trial to examine the efficacy and safety of a new super-oxidized solution for the management of wide postsurgical lesions of the diabetic foot. *Int J Low Extrem Wounds*. 2010 9(1):10-5.
- Poppolo Deus F, Ouanounou A. Chlorhexidine in Dentistry: Pharmacology, Uses, and Adverse Effects. *Int Dent J*. 2022 72(3):269-277.
- Rojas-Briones ME, Silva-Herzog F, González-Amaro AM, Rodríguez R. Comparative assessment of the antimicrobial capacity of an electrolyzed superoxide solution of neutral pH and a hydrogen peroxide-based solution. *Revista ADM*. 2013 70(4):183-189.
- Toletone A, Dini G, Massa E, Bragazzi NL, Pignatti P, Voltolini S, Durando P. Chlorhexidine-induced anaphylaxis occurring in the workplace in a health-care worker: case report and review of the literature. *Med Lav*. 2018 109(1):68-76.
- Treviño-Graza VA. Evaluación in vitro de la motilidad de huevos larvados de *Toxocara canis* luego de la exposición a compuestos metálicos de transición, ligandos derivados de azoles y Soluvel®. 2017. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Venter H, Henningsen ML, Begg SL. Antimicrobial resistance in healthcare, agriculture and the environment: the biochemistry behind the headlines. *Essays Biochem*. 2017 61:1-10.
- Zeng X, Tang W, Ye G. Estudios sobre el mecanismo de desinfección del agua oxidante electrolizada en *E. coli* y *Staphylococcus aureus* ". *Journal of Food Science*. 2010 75(5):253-260.