

Artículo Original

Biotecnología

Kasmera 53:e535801 2025

ISSN 0075-5222 E-ISSN 2477-9628

 <https://doi.org/10.56903/kasmera.535108>

Reducción de *Bacillus cereus* en el cascarón de huevo de mesa por desinfección con sales cuaternarias de amonio, etanol y radiación ultravioleta

Reduction of Bacillus cereus on table eggshells through disinfection with quaternary ammonium salts, ethanol, and ultraviolet radiation

Reyes-Roldan Joel ¹, Santiago-Dionisio María Cristina ², Muñoz-Barrios Salvador ³, Ramírez-Peralta Arturo ✉¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Investigación en Patometabolismo Microbiano. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. ²Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Investigación en Análisis Microbiológicos. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. ³Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Naturales. Laboratorio de Investigación en Inmunología y Microbiología. Las Petaquillas-Guerrero. México.

Resumen

En este estudio, se observó una disminución en la cantidad de log₁₀ UFC/mL de *B. cereus* cuando se aplicaron sales de amonio cuaternario, las cuales presentaron actividad residual. La aplicación de radiación UV en huevos enteros en 5 minutos disminuye el crecimiento microbiano de *B. cereus*.

Palabras claves: *Bacillus cereus*, huevo, desinfectantes.

Abstract

This study observed a decrease in log₁₀ CFU/mL of *B. cereus* after applying quaternary ammonium salts, indicating residual activity. Additionally, exposing whole eggs to UV radiation for 5 minutes reduced the microbial growth of *B. cereus*.

Keywords: *Bacillus cereus*, eggs, disinfectant.

Introducción

El huevo es un alimento altamente nutritivo y económico, fuente de proteínas de excelente calidad, provee 18 vitaminas y minerales, con un aporte calórico moderado (150 kcal/100 g) y tiene una gran versatilidad culinaria (1,2). México es el principal consumidor de huevo a nivel mundial; se estima que para el 2030, el consumo de huevo per cápita alcanzará los 32,92 kg por año (cerca de 527 huevos) (3).

Los huevos y sus derivados pueden contaminarse por diferentes tipos de microorganismos, incluyendo bacterias patógenas, y presentar un riesgo para el desarrollo de enfermedades transmitidas por alimentos en los consumidores (4,5). La calidad microbiológica de los cascarones de huevo y productos relacionados es de particular importancia cuando son utilizados para la elaboración de alimentos susceptibles como cremas, postres, carnes y productos del mar (6). En la microbiota del cascarón, los microorganismos Gram positivos son los más prevalentes, probablemente debido a su habilidad para tolerar condiciones extremas (7).

El grupo *Bacillus cereus* incluye bacterias en forma de bacilo, Gram positivas, formadoras de endosporas que pueden causar intoxicación alimentaria (8). *B. cereus* puede persistir y sobrevivir en condiciones ambientales adversas por la producción de endosporas y la formación de biopelículas (9). *B. cereus* se ha encontrado en granjas avícolas relacionado con la dispersión del polvo, alimentadores y al granjero

Recibido: 18/08/2025

Aceptado: 04/10/2025

Publicado: 12/10/2025

Como Citar: Reyes-Roldan J, Santiago-Dionisio MC, Muñoz-Barrios S, Ramírez-Peralta A. Reducción de *Bacillus cereus* en el cascarón de huevo de mesa por desinfección con sales cuaternarias de amonio, etanol y radiación ultravioleta. Kasmera. 2025;53:e535108. doi: [10.56903/kasmera.535108](https://doi.org/10.56903/kasmera.535108)

Autor de Correspondencia: Ramírez-Peralta Arturo. E-mail: ramirezperaltavagro@gmail.com

Una lista completa con la información detallada de los autores está disponible al final del artículo.

©2025. Los Autores. **Kasmera**. Publicación del Departamento de Enfermedades Infecciosas y Tropicales de la Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons atribución no comercial (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando la obra original sea debidamente citada.



como las principales rutas de contaminación de cascarones de huevo (4). Sin embargo, también se ha reportado en cascarones de huevos de mesa en México (10). Por lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar la actividad bactericida de distintos desinfectantes frente a *B. cereus* en cascarones de huevos inoculados artificialmente

Métodos

Cepas bacterianas: en este trabajo, se utilizó la cepa de *Bacillus cereus* ATCC14579, la cual se encontraba congelada en caldo BHI al 40% de glicerol a -20°C. La reactivación de la cepa se realizó por inoculación en agar infusión cerebro corazón (BHI) y fue incubada a 37°C por 24 h.

Selección de huevo de gallina: se compraron huevos de gallina de cascarón blanco de una marca comercial, la cual se distribuye empaquetada en cartón grueso y con una fecha mínima de 20 días antes del día de término del consumo preferente.

Inoculación artificial de cascarones de huevo y huevos enteros: se utilizaron tanto huevos de mesa enteros como porciones de 1 cm² de cascarón. Ambos fueron inoculados con 1x10⁵ UFC/mL de un cultivo líquido de 24 h de la cepa *B. cereus* ATCC 14579. Los huevos y los cascarones se mantuvieron estáticos hasta que el inóculo se absorbió completamente.

Aplicación de métodos de desinfección en huevos enteros de gallina: se utilizaron métodos de desinfección físicos y químicos. Para los físicos, se utilizó radiación ultravioleta (UV) mediante cámara UV (Esterilizador UV Eco-UV, USA), en la cual se colocaron huevos previamente inoculados durante 5, 10, 15 y 30 minutos. En el caso de los químicos, se utilizó etanol comercial desnaturalizado al 70% y 200 ppm de sales de amonio cuaternario (SAC), los cuales se aplicaron por dispersión en la superficie del huevo y se dejaron secar hasta evaporación.

Recuperación del crecimiento bacteriano después de la desinfección de huevos enteros: una vez aplicados los métodos de desinfección, los huevos fueron lavados con 1 mL de caldo tioglicolato para recuperar los microorganismos no eliminados durante la desinfección. Del lavado recuperado, se realizaron diluciones seriadas en factor 10. Las diluciones fueron inoculadas en Agar Soya Trypticaseína (BD Bioxon). Las placas fueron incubadas durante 24 h a 37°C. Se realizó el conteo de UFC y los resultados se expresaron en log₁₀ UFC/mL.

Aplicación de métodos de desinfección químicos en cascarones de huevos de gallina: por otro lado, los cascarones de huevo de gallina fueron desinfectados como superficie porosa de acuerdo con el método de prueba AOAC 991.48 (11), el cual consistió en cortar porciones de cascarón de huevo de 1 cm² e inocular 10 µL de inóculo bacteriano de un cultivo líquido de 24 h y dejándose secar durante 15 a 20 minutos, posteriormente mediante rociado se aplicaron SAC (200 ppm) o etanol al

70%. Para el control libre de inóculo solo fue aplicado el rociado de desinfectantes. Cada porción de cascarón desinfectado fue colocada en 1 mL de caldo tioglicolato (BD Bioxon) y se incubó durante 20 min. Posteriormente, se realizaron diluciones factoriales 1:10. Las diluciones fueron inoculadas por dispersión en placas de Agar Soya Trypticaseína (BD Bioxon) e incubadas durante 24 h a 37 °C. Una vez transcurrido el tiempo, se realizó el conteo de UFC y los resultados se expresaron en log₁₀ UFC/mL.

Actividad residual de los desinfectantes químicos: se cortaron trozos de cascarón de huevo de 1 cm² y se aplicó desinfección mediante rociado de sales de amonio cuaternario (200 ppm) o etanol al 70%. Cada trozo de cascarón tratado fue colocado en 1 mL de caldo Infusión cerebro corazón (BD Bioxon), posteriormente fue inoculado con 20 µL de la cepa *B. cereus* ATCC14579 e incubado a 37 °C durante 24 h. Una vez transcurrido el tiempo, se determinó el crecimiento microbiano mediante la lectura en espectrofotómetro a 600 nm.

Análisis estadístico: los resultados son expresados en media y desviación estándar y son el resultado de tres repeticiones en dos momentos independientes. Se utilizó como prueba estadística ANOVA con análisis post hoc de Dunnett. Se consideraron como estadísticamente significativos los valores de p menores que 0.05.

Resultados

En este estudio, en el caso de desinfectantes químicos se observó una disminución en la cantidad de log₁₀ UFC/mL de *B. cereus* cuando se aplicaron SAC tanto en huevos enteros como en cascarones de huevo (Figura 1). Mientras que, para el caso del etanol al 70% solo se observó una disminución cuando se aplicó en cascarones de huevo (Figura 1).

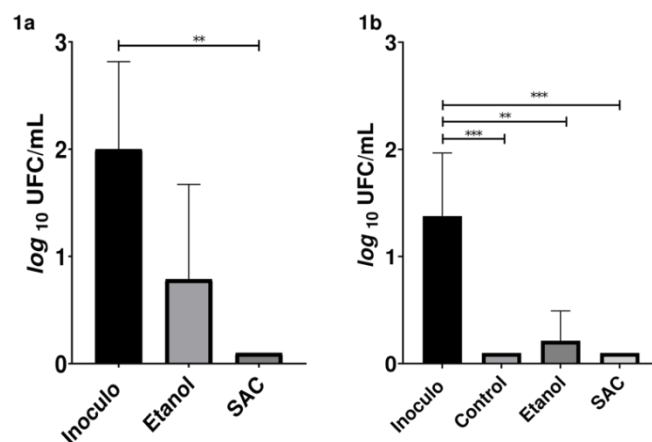


Figura 1. Disminución del crecimiento bacteriano de *B. cereus* en huevos enteros y cascarones de huevo por la aplicación de desinfectantes químicos. 1a) desinfección en huevos enteros. 1b) desinfección en cascarones de huevo. SAC (sales cuaternarias de amonio). Prueba estadística de ANOVA con post hoc de Dunnett, ** p<0.01, *** p<0.001.

En el caso de los desinfectantes físicos, la aplicación de radiación UV en huevos enteros en 5 minutos disminuye el crecimiento microbiano de *B. cereus* (Figura 2). Visualmente no se encontraron cambios en el cascaron, clara y yema de huevos tratados con radiación UV (Figura 2).

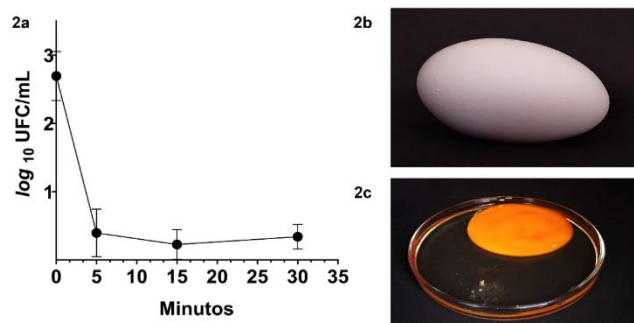


Figura 2. Disminución del crecimiento bacteriano de *B. cereus* en huevos enteros por la aplicación de radiación UV. 2a) Disminución del crecimiento de *B. cereus* con respecto al tiempo. 2b) Cascarón, clara y yema de huevos tratados con 30 minutos con radiación UV.

En el caso de los desinfectantes químicos también se determinó la actividad residual de estos, encontrándose que el alcohol no tiene actividad residual, ya que permite el crecimiento de *B. cereus* después de la desinfección, al contrario de las SAC que inhibieron el crecimiento ($p < 0.01$) (Figura 3).

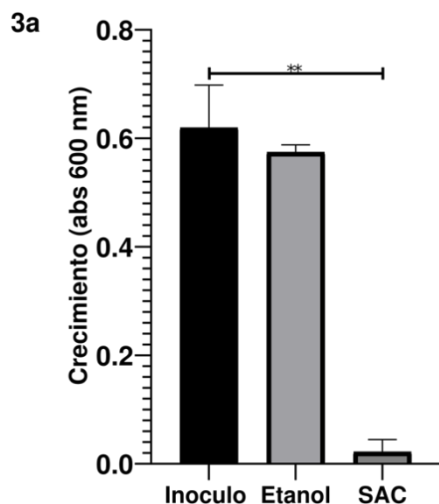


Figura 3. Actividad residual de desinfectantes químicos contra *B. cereus*. El crecimiento se determinó por absorbancia a 600 nm. SAC, Sales de amonio cuaternario. Prueba estadística de ANOVA con post hoc de Dunnett, ** $p < 0.01$.

Discusión

El huevo es un alimento que puede contaminarse por transmisión vertical durante el desarrollo del huevo en el ovario o por contaminación horizontal a través de la contaminación del cascarón [12]. Por lo anterior, se han

buscado diversas estrategias para prevenir ambos tipos de contaminación, desde la aplicación de vacunas contra ciertos microorganismos (por ejemplo, *Salmonella* spp.) en gallinas, hasta el uso de desinfectantes químicos y físicos a nivel industrial, para la desinfección de cascarones de huevos contaminados de manera horizontal [13,14]. Altos niveles de microorganismos en los cascarones de huevos pueden incrementar el riesgo de penetración microbiana del cascarón, la contaminación del contenido del huevo y la contaminación cruzada de otros huevos [15].

En cuanto a la desinfección del huevo de mesa, existen estudios relacionados con la eliminación de *Listeria monocytogenes*, especies de *Salmonella* y patotipos de *Escherichia coli* [12,16-21]. Sin embargo, no se ha determinado la eficacia de métodos de desinfección en cascarón de huevo que inhiban a *B. cereus*, aun cuando este microorganismo se ha reportado en cascarones de huevos [6,10].

Para desinfectantes físicos, en ambos métodos probados se encontró una mejor actividad antimicrobiana por las SAC contra *B. cereus*. Las SAC son surfactantes catiónicos altamente reactivos contra la membrana celular de bacterias, hongos y virus envueltos; estas sales pueden afectar la fluidez de la membrana, interferir en la hidrofobicidad y las interacciones electrostáticas lípido-proteína, así como alterar la asimetría en el ordenamiento de lípidos [22].

En cuanto a la aplicación de la radiación UV, se ha reportado en *B. subtilis* la disminución del crecimiento microbiano en los primeros cinco minutos aplicados del tratamiento [23], lo cual coincide con lo encontrado en este estudio con una especie relacionada, en este caso *B. cereus*.

También, se evaluó la actividad residual de los desinfectantes químicos, encontrando que solo las SAC presentaron actividad residual contra este microorganismo. La actividad residual de las SAC se atribuye a que al secarse forman una delgada capa sobre la superficie, que provee actividad antimicrobiana por periodos mayores de tiempo [24].

Conflicto de Relaciones y Actividades

Los autores declaran que la investigación se realizó en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de relaciones y actividades.

Financiamiento

Joel Reyes Roldán contó con la beca nacional para estudios de posgrado, la cual fue otorgada por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México.

Referencias Bibliográficas

1. Carrillo S, Ríos VH, Calvo C, Carranco ME, Casas M, Pérez-Gil F. n-3 Fatty acid content in eggs laid by hens fed with marine algae and sardine oil and stored at different times and temperatures. *J Appl Phycol* [Internet]. 2012;24(3):593-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10811-011-9777-x>. DOI: [10.1007/s10811-011-9777-x](https://doi.org/10.1007/s10811-011-9777-x)
2. Fraeye I, Bruneel C, Lemahieu C, Buyse J, Muylaert K, Foubert I. Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Res Int* [Internet]. 2012;48(2):961-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996912001226> DOI: [10.1016/j.foodres.2012.03.014](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.014)
3. Mendoza Rodríguez YY, Brambila Paz J de J, Arana Coronado JJ, Sangerman- Jarquín DM, Molina Gómez JN. El mercado de huevo en México: tendencia hacia la diferenciación en su consumo. *Rev Mex Ciencias Agrícolas* [Internet]. 2017;7(6):1455-66. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/206> DOI: [10.29312/remexca.v7i6.206](https://doi.org/10.29312/remexca.v7i6.206)
4. Al-Ajeeli MN, Taylor TM, Alvarado CZ, Coufal CD. Comparison of eggshell surface sanitization technologies and impacts on consumer acceptability. *Poult Sci* [Internet]. 2016;95(5):1191-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911931836X> DOI: [10.3382/ps/pew014](https://doi.org/10.3382/ps/pew014) PMID [26944973](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26944973/)
5. Howard ZR, O'Bryan CA, Crandall PG, Ricke SC. *Salmonella Enteritidis* in shell eggs: Current issues and prospects for control. *Food Res Int* [Internet]. 2012;45(2):755-64. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911002602> DOI: [10.1016/j.foodres.2011.04.030](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.030)
6. Kone AZ, Jan S, Le Marechal C, Grosset N, Gautier M, Puterflam J, et al. Identifying risk factors for eggshell contamination by *Bacillus cereus* group bacteria in French laying farms. *Br Poult Sci* [Internet]. 2013;54(3):298-305. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/00071668.2013.783900?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%20pubmed# DOI: [10.1080/00071668.2013.783900](https://doi.org/10.1080/00071668.2013.783900) PMID [23650940](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23650940/)
7. Chaemsanit S, Akbar A, Anal AK. Isolation of total aerobic and pathogenic bacteria from table eggs and its contents. *Food Appl Biosci J* [Internet]. 2017;3(1):1-9. Disponible en: <https://ii01.tci-thaijo.org/index.php/fabjournal/article/view/78102> DOI: [10.14456/fabj.2015.1](https://doi.org/10.14456/fabj.2015.1)
8. Enosi Tuipulotu D, Mathur A, Ngo C, Man SM. *Bacillus cereus*: Epidemiology, Virulence Factors, and Host-Pathogen Interactions. *Trends Microbiol* [Internet]. 2021;29(5):458-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.09.003> DOI: [10.1016/j.tim.2020.09.003](https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.09.003) PMID [33004259](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33004259/)
9. Duport C, Jobin M, Schmitt P. Adaptation in *Bacillus cereus*: From Stress to Disease. *Front Microbiol* [Internet]. 2016;7. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2016.01550> DOI: [10.3389/fmicb.2016.01550](https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01550) PMID [27757102](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27757102/) PMCID [PMC504791](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC504791/)
10. Cruz-Facundo IM, Adame-Gómez R, Vences-Velázquez A, Rodríguez-Bataz E, Muñoz-Barrios S, Pérez-Oláis JH, et al. *Bacillus cereus* in Eggshell: Enterotoxigenic Profiles and Biofilm Production. *Brazilian J Poult Sci* [Internet]. 2022;24(2). Disponible en: <https://www.scielo.br/rbca/a/Cbw3bLmQ48n78tjYB-BnTBYg/?lang=en> DOI: [10.1590/1806-9061-2021-1535](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1535)
11. Latimer GW Jr, editor. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL [Internet]. 22.a ed. New York: Oxford University Press; 2023. Disponible en: <https://academic.oup.com/aoac-publications/book/45491>
12. Davies R, Breslin M. Observations on *Salmonella* contamination of commercial laying farms before and after cleaning and disinfection. *Vet Rec* [Internet]. 2003;152(10):283-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/vr.152.10.283> DOI: [10.1136/vr.152.10.283](https://doi.org/10.1136/vr.152.10.283) PMID [12650470](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12650470/)
13. Bermudez-Aguirre D, Niemira BA. A review on egg pasteurization and disinfection: Traditional and novel processing technologies. *Compr Rev Food Sci Food Saf* [Internet]. 2023;22(2):756-84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.13088> DOI: [10.1111/1541-4337.13088](https://doi.org/10.1111/1541-4337.13088) PMID [36537903](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36537903/)
14. Dórea FC, Cole DJ, Hofacre C, Zamperini K, Mathis D, Doyle MP, et al. Effect of *Salmonella* vaccination of breeder chickens on contamination of broiler chicken carcasses in integrated poultry operations. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2010;76(23):7820-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.01320-10> DOI: [10.1128/AEM.01320-10](https://doi.org/10.1128/AEM.01320-10) PMID [20889797](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20889797/) PMCID [PMC2988591](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2988591/)
15. Messens W, Grijspeerdt K, De Reu K, De Ketelaere B, Mertens K, Bamelis F, et al. Eggshell penetration of various types of hens' eggs by *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *J Food Prot* [Internet]. 2007;70(3):623-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028x-70.3.623> DOI: [10.4315/0362-028x-70.3.623](https://doi.org/10.4315/0362-028x-70.3.623) PMID [17388050](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17388050/)
16. Abdoli B, Khoshtaghaza MH, Ghomi H, Torshizi MAK, Mehdizadeh SA, Pishkar G, et al. Cold atmospheric pressure air plasma jet disinfection of table eggs: Inactivation of *Salmonella enterica*, cuticle integrity and egg quality. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2024;410(110474):110474. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110474> DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110474](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110474) PMID [37984215](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37984215/)

17. Chung H, Kim H, Myeong D, Kim S, Choe N-H. Effect of chlorine dioxide gas application to egg surface: Microbial reduction effect, quality of eggs, and hatchability. *Korean J Food Sci Anim Resour* [Internet]. 2018;38(3):487–97. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.3.487> DOI: [10.5851/kosfa.2018.38.3.487](https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.3.487) PMID [30018493](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30018493/) PMCID [PMC6048379](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6048379/)
18. Davies RH, Breslin M. Investigation of *Salmonella* contamination and disinfection in farm egg-packing plants. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2003;94(2):191–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01817.x>. DOI: [10.1046/j.1365-2672.2003.01817.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01817.x) PMID [12534810](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12534810/) PMCID [PMC6048379](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6048379/)
19. Medina-Gudiño J, Rivera-García A, Santos-Ferro L, Ramírez-Orejuel JC, Agredano-Moreno LT, Jimenez-García LF, et al. Analysis of Neutral Electrolyzed Water anti-bacterial activity on contaminated eggshells with *Salmonella enterica* or *Escherichia coli*. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2020;320(108538):108538. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108538> DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108538](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108538) PMID [32004824](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32004824/)
20. Rivera-García A, Santos-Ferro L, Ramírez-Orejuel JC, Agredano-Moreno LT, Jimenez-García LF, Paez-Esquiliano D, et al. The effect of neutral electrolyzed water as a disinfectant of eggshells artificially contaminated with *Listeria monocytogenes*. *Food Sci Nutr* [Internet]. 2019;7(7):2252–60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.1053> DOI: [10.1002/fsn3.1053](https://doi.org/10.1002/fsn3.1053) PMID [31367353](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31367353/) PMCID [PMC6657710](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6657710/)
21. Vinayananda CO, Fairuze N, Madhavaprasad CB, Byregowda SM, Nagaraj CS, Bagalkot P, et al. Studies on occurrence, characterisation and decontamination of emerging pathogenic *Escherichia coli* (STEC, ETEC and EIEC) in table eggs. *Br Poult Sci* [Internet]. 2017;58(6):664–72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2017.1373387> DOI: [10.1080/00071668.2017.1373387](https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1373387) PMID [28881144](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28881144/)
22. Obłqk E, Futoma-Kołoch B, Wiczyńska A. Biological activity of quaternary ammonium salts and resistance of microorganisms to these compounds. *World J Microbiol Biotechnol* [Internet]. 2021;37(2):22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-020-02978-0> DOI: [10.1007/s11274-020-02978-0](https://doi.org/10.1007/s11274-020-02978-0) PMID [33428020](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33428020/)
23. Ghosh S, Ramirez-Peralta A, Gaidamakova E, Zhang P, Li Y-Q, Daly MJ, et al. Effects of Mn levels on resistance of *Bacillus megaterium* spores to heat, radiation and hydrogen peroxide: Effects of Mn levels on *B. megaterium* spore resistance. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2011;111(3):663–70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05095.x> DOI: [10.1111/j.1365-2672.2011.05095.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05095.x) PMID [21714839](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21714839/)
24. Rutala WA, Gergen MF, Sickbert-Bennett EE, Anderson DJ, Weber DJ, CDC Prevention Epicenters Program. Antimicrobial activity of a continuously active

disinfectant against healthcare pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2019;40(11):1284–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/ice.2019.260> DOI: [10.1017/ice.2019.260](https://doi.org/10.1017/ice.2019.260) PMID [31556367](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31556367/)

Autores:

Reyes-Roldan Joel. <https://orcid.org/0009-0000-0287-9184>. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Investigación en Patometabolismo Microbiano. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. Email: yoelrroldan@gmail.com.

Santiago-Dionisio María Cristina. <https://orcid.org/0000-0001-5187-665X>. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Investigación en Análisis Microbiológicos. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. Email: cristinasantiago81@hotmail.com.

Muñoz-Barrios Salvador. <https://orcid.org/0000-0002-4821-5356>. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Naturales. Laboratorio de Investigación en Inmunología y Microbiología. Las Petaquillas-Guerrero. México. Email: smunoz@uagro.mx.

Correspondencia: Ramírez-Peralta Arturo. <https://orcid.org/0000-0002-7037-6412>. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Laboratorio de Investigación en Patometabolismo Microbiano. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. Dirección Postal: Laboratorio de Investigación en Patometabolismo Microbiano. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Guerrero. Avenida Lázaro Cárdenas 88. Ciudad Universitaria. Colonia El Centenario. C.P. 39086. Chilpancingo de Los Bravo-Guerrero. México. Teléfono: +52-7471896780 Email: ramirezperaltauagro@gmail.com

Contribución de los Autores:

RRJ: metodología, validación, análisis formal, investigación, curación de datos. **SDMC:** metodología, validación, preparación del borrador original, redacción, revisión y edición. **MBS:** análisis formal, investigación, preparación del borrador original, redacción, revisión y edición. **RPA:** conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, recursos curación de datos, preparación del borrador original, redacción, revisión y edición, visualización, supervisión, planificación y ejecución, administración de proyecto, adquisición de fondos.