

EVALUACIÓN DE UN BIOCIDA PARA FRESAS A BASE EXTRACTOS DE PLANTAS CON PROPIEDADES DESINFECTANTES

EVALUATION OF A BIOCIDES FOR STRAWBERRIES BASED ON PLANT EXTRACTS WITH DISINFECTION PROPERTIES

RESUMEN

La fresa es una fruta ampliamente apreciada en México por su alto valor nutricional, su contenido de antioxidantes y su sabor característico, y también es un producto de gran relevancia comercial y gastronómica. No obstante, este cultivo enfrenta problemas fitosanitarios causados principalmente por hongos y bacterias. La microbiota presente en la superficie de las fresas incluye microorganismos benéficos y patógenos como *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum fragariae*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*. Estos patógenos pueden reducir hasta un 70 % la producción y representar un riesgo sanitario debido a la falta de prácticas de desinfección adecuadas. Tradicionalmente, se han empleado productos químicos, como el hipoclorito de sodio, para el control microbiano, aunque su uso excesivo genera impactos negativos en la salud y el medio ambiente. En este sentido, el control biológico y el uso de alternativas ecológicas se perfilan como opciones más seguras y sostenibles. Entre los métodos de desinfección más efectivos se encuentran el uso de ozono, dióxido de cloro, plata coloidal y ácido peracético; este último es eficaz contra *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y norovirus. Sin embargo, estos agentes pueden dejar residuos o alterar la composición natural del fruto. Como alternativa, se han propuesto agentes antimicrobianos naturales como los aceites esenciales de clavo, menta, canela y orégano, así como extractos de plantas como ajo, jengibre y romero, que contienen compuestos fenólicos con actividad antimicrobiana. Estas opciones naturales contribuyen a prolongar la vida útil del producto y constituyen una vía ecológica y segura para la desinfección de fresas destinadas al consumo humano. El objetivo de este trabajo es la elaboración de un microbiano a base de aceites esenciales e infusiones capaces de eliminar bacterias y hongos de la superficie de la fresa por lo que de acuerdo a las pruebas microbiológicas se logró en una eficiencia del 100% comprobables con el nulo crecimiento de

Biología y Química

Edna Abigail Dávila
Hernández, Kendy
Estefanía Escobedo
Villanueva, Alexa
Stephia Quistian
Guerrero, Claudia
Beatriz González
Ruiz, Julia María Ortiz
Reyes

Centro de Estudios
Tecnológicos
Industrial y de
Servicios No. 48
"Gral. Venustiano
Carranza", Blvd.
Sección 38 No.1155,
Col. Magisterial, C.P.
25294, Saltillo,
Coahuila.

Correspondencia:
Julia María Ortiz Reyes,
Correo:
juliamaria.ortiz.ce48@dgeti.sems.gob.mx,
ORCID:0009-0002-
1720-1207



microrganismos en los agares utilizados.

Palabras clave: fresas, biocida, extractos naturales, antimicrobianos

ABSTRACT

*Strawberries are a widely appreciated fruit in Mexico for their high nutritional value, antioxidant content, and distinctive flavor, making them a product of great commercial and culinary importance. However, this crop faces phytosanitary problems, mainly caused by fungi and bacteria. The microbiota on strawberry surfaces includes both beneficial microorganisms and pathogens, including *Fusarium solani*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum fragariae*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, and *Listeria monocytogenes*. These pathogens can reduce production by up to 70% and pose a health risk due to inadequate disinfection practices. Traditionally, chemical products such as sodium hypochlorite have been used for microbial control, although their excessive use has negative impacts on health and the environment. In this regard, biological control and ecological alternatives are emerging as safer and more sustainable options. Among the most effective disinfection methods are ozone, chlorine dioxide, colloidal silver, and peracetic acid, the latter effective against *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and Norovirus. However, these agents can leave residues or alter the fruit's natural composition. As an alternative, natural antimicrobial agents have been proposed, such as essential oils of clove, mint, cinnamon, and oregano, as well as plant extracts like garlic, ginger, and rosemary, which contain phenolic compounds with antimicrobial activity. These natural options help extend the product's shelf life and represent an environmentally friendly and safe way to disinfect strawberries intended for human consumption. The objective of this work is to develop a microbial agent based on essential oils and infusions capable of eliminating bacteria and fungi from the surface of strawberries. According to microbiological tests, 100% efficiency was achieved, verifiable by the absence of microbial growth on the agar plates used.*

Keywords: strawberries, biocide, natural extracts, antimicrobials.

INTRODUCCIÓN

La fresa es una de las frutas más consumidas a nivel mundial debido a sus características organolépticas y su valor nutrimental, lo que la convierte en un producto de gran importancia económica. México se encuentra entre los principales productores y exportadores de este fruto (Campos Torres y col., 2023). Como todo producto vegetal, las fresas poseen una microbiota epifítica natural compuesta por microorganismos que utilizan los nutrientes presentes en su superficie. Estudios como el de Jensen et al. (2013) han mostrado que esta microbiota puede incluir patógenos vegetales, microorganismos oportunistas y hongos productores de micotoxinas. La composición microbiana depende de factores como las prácticas agrícolas, las condiciones de cultivo y el manejo poscosecha (Morales y col., 2020).

Los productos vegetales, por lo general, no contienen patógenos humanos, salvo aquellos presentes de forma natural en el suelo, como *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* y *Clostridium spp.* Sin embargo, bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, norovirus o virus de hepatitis A pueden incorporarse por agua o suelo contaminado (Gil y col., 2010), ocasionando enfermedades gastrointestinales severas. Aunque las fresas presentan un pH bajo, han sido asociadas con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, lo que subraya la importancia de métodos de desinfección adecuados.

Actualmente existen diversos métodos de desinfección, como el ozono, los compuestos clorados y la plata coloidal. También se han propuesto alternativas naturales, como extractos vegetales ricos en ácido ascórbico (Hasani y col., 2020) o en ácido peracético, que se degrada en compuestos con actividad biocida (Van de Verde et al., 2010). Sin embargo, algunos desinfectantes pueden dejar residuos o modificar la composición del fruto. Por ello, los agentes antimicrobianos naturales, incluidos los aceites esenciales y los extractos de plantas, representan una alternativa atractiva. En este contexto, el presente estudio evaluó la eficacia de una mezcla biocida natural para la desinfección de fresas mediante inmersión.



MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Las hojas de orégano, y tubérculo de jengibre se compraron en el supermercado. La gobernadora y el romero se recolectaron en los terrenos cercanos a la sierra de Zapaliname. Los aceites esenciales de árbol de té, hierbabuena, clavo y menta se compraron en línea. Las fresas se compraron en el supermercado.

Preparación de infusiones

Se pesaron 10 g de cada material vegetal (jengibre, romero, orégano y gobernadora). Cada uno se colocó en un vaso separado con 20 mL de agua destilada. Las mezclas se llevaron a ebullición, se dejaron reposar durante 5 minutos a 98 °C, se filtraron y se almacenaron en frascos ámbar.

Preparación de la mezcla biocida y diseño experimental

La mezcla consistió en 10 mL de cada infusión y 8 gotas de cada aceite esencial: de árbol de té, de hierbabuena, de clavo y de menta. Con esta mezcla concentrada, posteriormente se realizó un diseño de experimentos en el que se desinfectaron las fresas por inmersión para comprobar la eficacia de la desinfección.

Se analizaron 2 variables que fueron el tiempo de exposición de fresas (t) con tres niveles que fueron $t_1 = 5$ min, $t_2 = 10$ min y $t_3 = 15$ min y las gotas de desinfectante se agregaron a 600 mL de agua que fueron $g_1 = 5$ gotas, $g_2 = 10$ gotas y $g_3 = 15$ gotas, lo cual resulta en 9 experimentos como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentrado de variables y niveles para el análisis cualitativo de la desinfección de la fresa.

Concentración de mezcla de biocida	Tiempo de exposición		
	Tiempo (minutos)		
Gotas/600 mL	t1	t2	t3
g1	t1g1	t2g1	t3g1
g2	t1g2	t2g2	t3g2
g3	t1g3	t2g3	t3g3



Tabla 2. Diseño de experimentos con 3 agares diferentes.

Eosina-azul de metileno	Simmons	PDA
blanco	blanco	blanco
t1g1	t1g1	t1g1
t1g2	t1g2	t1g2
t1g3	t1g3	t1g3
t2g1	t2g1	t2g1
t2g2	t2g2	t2g2
t2g3	t2g3	t2g3
t3g1	t3g1	t3g1
t3g2	t3g2	t3g2
t3g3	t3g3	t3g3

Las fresas se sumergieron por completo en 50 mL de la solución correspondiente. Tras el tiempo asignado, se realizó el muestreo con hisopo y la siembra en los agares previamente preparados.

Se utilizaron 3 agares diferentes: agar de eosina azul de metileno, agar Simmons y PDA. Esto dio lugar a 27 ensayos de siembra, como se detalla en la Tabla 2.

La Figura 1 muestra un diagrama detallado del procedimiento experimental de la metodología desarrollada.

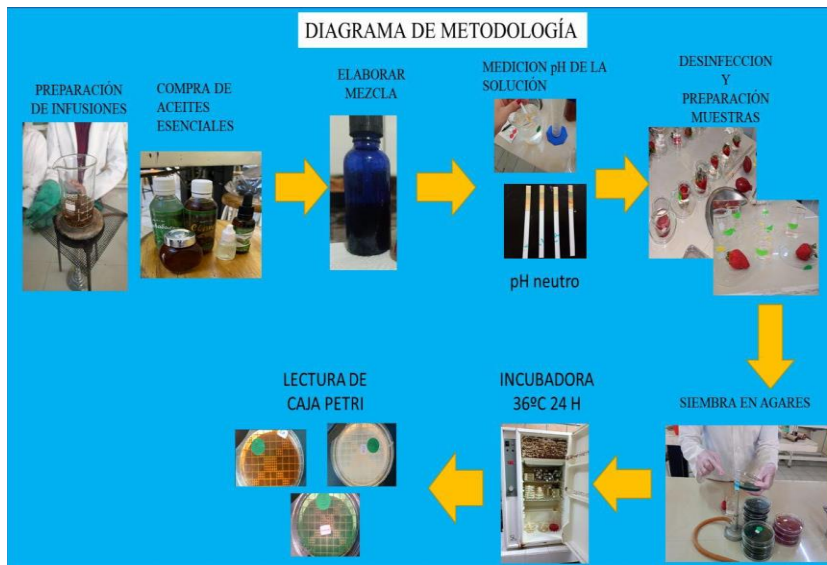


Figura 1. Diagrama de la metodología utilizada.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en la Tabla 3. En todos los medios evaluados (PDA, Simmons y Eosina-Azul de Metileno) se observó ausencia total de crecimiento microbiano en los tratamientos.

Tabla 3. Resultados de las pruebas microbiológicas (SC -sin crecimiento)

CLAVE			
EXPERIMENTO	PDA	SIMMONS	EOS
T1G1	SC	SC	SC
T2G1	SC	SC	SC
T3G1	SC	SC	SC
T1G2	SC	SC	SC
T2G2	SC	SC	SC
T3G2	SC	SC	SC
T1G3	SC	SC	SC
T2G3	SC	SC	SC
T3G3	SC	SC	SC

En la Figura 2 se puede observar que no existe crecimiento de microorganismos en el agar de Simmons; tampoco se observa en PDA, y en eosina se puede observar muy claramente la ausencia de colonias, por lo que se observa que existe un 100% de eliminación de las bacterias y hongos presentes en la superficie de la fresa.

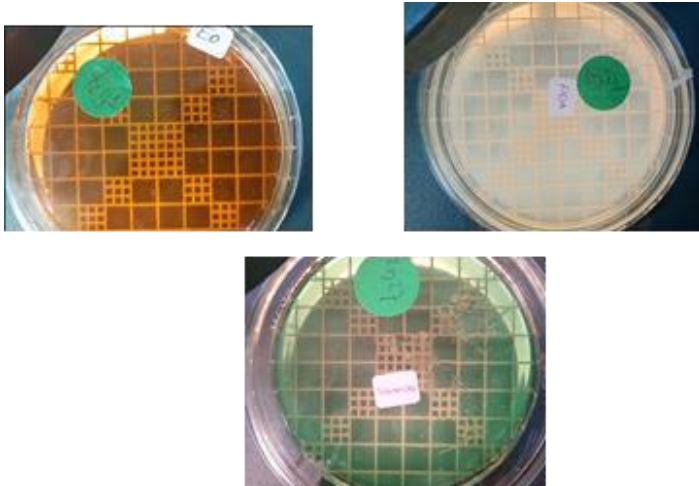


Figura 2. Imágenes del crecimiento microbiano en los diferentes agares

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que no hubo crecimiento microbiano en los medios PDA, Simmons y Eosina-Azul de metileno en ninguno de los tratamientos aplicados. Esta ausencia total de desarrollo bacteriano y fúngico sugiere que la mezcla biocida natural evaluada logró una eliminación cercana al 100% de los microorganismos presentes en la superficie de las fresas. La eficacia observada coincide con lo reportado en la literatura (Lavallén y col., 2025) sobre el potencial antimicrobiano de los aceites esenciales y los extractos vegetales, cuya combinación puede generar efectos

sinérgicos capaces de inhibir o destruir una amplia gama de microorganismos.

Diversos métodos de desinfección han sido utilizados en frutas y verduras, entre ellos el ozono, los compuestos clorados y las sales de plata coloidal (Turoczy y col., 2022). Aunque estos agentes son efectivos, suelen dejar residuos químicos o modificar las características del alimento, lo cual puede resultar perjudicial para el consumidor. Alternativamente, extractos naturales ricos en ácido ascórbico se han propuesto como desinfectantes seguros y capaces de preservar las propiedades sensoriales del producto (Macías-Gallardo y col., 2023). También se ha demostrado que el ácido peracético, incluso en bajas concentraciones, elimina microorganismos comunes en fresas y se degrada rápidamente en sustancias biocidas, como el peróxido de hidrógeno y el ácido acético (Quintero Jiménez y col., 2025). No obstante, estos métodos siguen basándose en compuestos químicos que pueden representar riesgos si no se aplican adecuadamente.

En contraste, los agentes antimicrobianos de origen natural ofrecen una alternativa más segura. Los aceites esenciales de clavo, menta, canela, orégano y hierbabuena contienen moléculas como el carvacrol y el eugenol, con propiedades antimicrobianas bien documentadas (Vega Chadid, 2019). Asimismo, los extractos de ajo, jengibre y romero, así como los compuestos fenólicos presentes en la piel de uva, el té verde o la granada, presentan actividad antimicrobiana, antifúngica y antioxidante. La mezcla utilizada en este estudio, basada en infusiones vegetales y aceites esenciales, coincide con estos mecanismos de acción previamente reportados, lo que explica los resultados obtenidos: un control microbiano completo en la superficie de las fresas analizadas.

La creciente demanda de frutas frescas o mínimamente procesadas ha motivado el desarrollo de alternativas naturales de desinfección, debido a que el uso prolongado de productos químicos puede asociarse con riesgos para la salud. En este contexto, los resultados del presente estudio confirman que el uso de agentes naturales no

solo es viable, sino también altamente efectivo para garantizar la inocuidad microbiológica de las fresas sin comprometer su calidad.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el biocida formulado a partir de infusiones de plantas y aceites esenciales demostró ser un desinfectante eficaz para fresas, sin afectar sus propiedades organolépticas. Su uso representa una alternativa segura y natural frente a desinfectantes químicos convencionales.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro querido y majestuoso Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 48 de la Ciudad de Saltillo Coahuila, así como también a todos nuestros docentes que han puesto su granito de arena para dotarnos de conocimientos todos los días, también agradecer a nuestros compañeros de Laboratorio, por tenernos paciencia y ayudarnos mutuamente en los proyectos (Jorge Luis, Ricardo, Juan Diego y Jean Paul), pero primordialmente a nuestro Director del Cefís # 48, el Licenciado Adolfo Montañés Narro, por confiar en nuestro trabajo y siempre apoyar este tipos de proyectos y facilitarnos las instalaciones y el equipo para realizar las pruebas correspondientes.

REFERENCIAS

- Campos Torres, G. C., Juárez Becerril, O. S., Tejeda Torres, K. A., Vargas Gasca, F., & Olmedo Monfil, V. (2023). Identificación de patógenos de fresa y búsqueda de alternativas biológicas para su control. *Jóvenes en la Ciencia*, 21: 1–7. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4118>
- Gil, A., Morón de Salim, A., & Gaesrte, Y. (2010). Calidad microbiológica en frutas de conchas comestibles expendidas en mercados populares de los municipios Valencia y San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 30(1): 24-28. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-



25562010000100006&lng=es&tlng=es

- Hasani, M., Wu, F., Hu, K., Farber, J., & Warriner, K. (2020). Inactivation of Salmonella and Listeria monocytogenes on dried fruit, using a peracetic acid-ethanol based sanitizer or advanced oxidation process. *International Journal of Food Microbiology*, 333: 108789.
- Lavallén, C.M., Villanueva, C., Dománico, R., Hirsch, D., & Dopchiz, M.C. (2025). Test setup and first report of the removal efficacy of a fruit and vegetable industrial cleaner on fresh-cut vegetables contaminated with Taenia sp. eggs. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 51(1): 38-42. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142025000100038&lng=es&tlng=en.
- Macías-Gallardo, F., Barajas-Díaz, C.G.-M., Mireles-Arriaga, A.I., Ozuna, C. (2023). Strawberry Variety Influences the Effectiveness of Postharvest Treatment with Gaseous Ozone: Impact on the Physicochemical, Microbiological, and Bioactive Properties of the Fruit. *Processes*, 11: 346. <https://doi.org/10.3390/pr11020346>
- Morales-Mora, L. A., Andrade-Hoyos, P., Valencia-de I.M. A., Romero-Arenas, O., Silva-Rojas, H. V., & Contreras-Paredes, C.A. (2020). Caracterización de hongos asociados al cultivo de fresa y efecto antagonista in vitro de Trichoderma harzianum. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(3): 434-449. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2005-7>
- Quintero Jiménez, A., Castillo Ortega, L. S., & López López, E. (2025). Efecto del aceite esencial de Cymbopogon citratus (DC.) Stapf (zacate limón) en la conservación de calidad postcosecha de fresa. *Biotecnia*, 27: e2460. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v27.2460>
- Turoczy, P., Michalska, D., & Józwiak, R. (2022). Effects of ozone treatment on the texture of strawberry fruit during storage. *Antioxidants*, 11(5): 821. <https://doi.org/10.3390/antiox11050821>
- Vega Chadid, H. (2019). Alternativas de control agroecológicas de enfermedades fúngicas foliares en el cultivo de fresa (Fragaria



x ananassa Duch), en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulago Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2081>

