



EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO DESINFECTANTES ORGÁNICOS

FRENTE A BACTERIAS AISLADAS DE LECHUGAS

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
NOVIEMBRE DE 2025



*EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO DESINFECTANTES ORGÁNICOS
FRENTE A BACTERIAS AISLADAS DE LECHUGAS*

Ana María Hernández Huertas

Andrea Jimena Lagares Florián

Valentina Herrera Vera

Dirigido por

Asesor interno: Lady Maricel Casallas Rodríguez

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
NOVIEMBRE DE 2025



EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO DESINFECTANTES ORGÁNICOS
FRENTE A BACTERIAS AISLADAS DE LECHUGAS

APROBADA:

JURADOS:

ASESORES:

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA
NOVIEMBRE DE 2025

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza. Por darnos luz en momentos de incertidumbre y guiar cada uno de nuestros pasos. A nuestra familia, por su apoyo incondicional, su amor y por ser nuestro motor de aliento en este proceso. Lo dedicamos con mucho orgullo a nosotras mismas por el esfuerzo, la constancia, la entrega; por confiar en nuestras capacidades incluso en momentos de duda y por haber caminado juntas en este proceso hasta alcanzar la meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra asesora Lady Maricel Casallas Rodríguez por su guía, dedicación, tiempo y compromiso durante todo el proceso. Su orientación académica, apoyo constante y confianza en nuestro trabajo fueron fundamentales para su desarrollo y logro.

A los docentes que compartieron sus conocimientos y enseñanzas, por guiarnos con vocación y fortalecer nuestro camino profesional y personal. Sus enseñanzas dejaron una huella imborrable en nuestro recorrido académico.

Ana: A mis padres, amores de mi vida y ejemplo de fortaleza, gracias por su amor incondicional y por caminar siempre a mi lado, incluso en los momentos más difíciles. Este logro es también de ustedes. A mis hermanos, gracias por estar siempre conmigo, por su compañía constante y por animarme incluso en los días más duros; en especial a mi hermano que partió antes de verme graduada, tu presencia vive en mi memoria y en tus hijos, veo tu legado y una parte de ti que sigue viva. A Sky, mi fiel compañero de cuatro patas, gracias por estar ahí en tantas noches de estudio. Tu compañía tranquila y leal significó más de lo que las palabras pueden decir.

Jimena: A mi mamá y a mi abuelita, que jamás han escatimado en esfuerzo cuando se trata de mí, las mujeres que han confiado ciegamente en la niña de sus ojos incluso cuando yo he estado segura de no poder más; quienes han estado en la frustración, la felicidad y las noches más largas con una cena calentita que me reconforta el corazón. A mi hermanito, gracias por verme como una súper doctora y una heroína, tú me llenas de confianza y seguridad cuando me siento totalmente desorientada. A Mottas, que con solo verlo dormir al lado del escritorio cada madrugada de estudio, me ayudó a no desfallecer. Esto es tan mío como de ustedes, porque lo que me trajo hasta acá fue su amor y fuerza incondicional.

Valentina: Este logro no habría sido posible sin el amor, la paciencia y el apoyo de quienes siempre han estado a mi lado. A mis padres, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por acompañarme con cariño en cada paso de mi formación, por ser mi refugio en cada momento, por creer en mí incluso cuando dudaba. A mi hermana por su apoyo incondicional, por sus consejos y palabras de aliento. A mí fiel compañero de cuatro patas Timoty, por su amor incondicional, su compañía silenciosa pero reconfortante y por ser mi refugio de calma en momentos de estrés. Son mi mayor motivación en cada paso de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO.

1	ANTECEDENTES	13
2	MARCO REFERENCIAL	15
	2.1 Alimentación saludable y componentes nutricionales.	15
	2.2 Las hortalizas en la dieta saludable y su riesgo microbiológico	17
	2.3 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)	19
	2.4. Desinfectante y su mecanismo de acción	20
	2.5. Desinfección y proceso de limpieza de las hortalizas	23
	2.6. El vinagre como una alternativa desinfectante.....	24
	2.7. Normativas colombianas aplicables	24
	2.7.1. Evaluación de desinfectantes bajo la NTC 5150:2003	24
	2.7.2. Requisitos sanitarios para frutas y verduras: NTS-USNA 007:2017	25
3	DISEÑO METODOLÓGICO	25
	3.1 Universo, población y muestra.....	25
	3.2 Hipótesis, variables e indicadores.	26
	3.3 Técnicas y procedimientos	27
	3.3.1. Fases del estudio.....	29
	3.3.1.1 Fase 1: Revisión bibliográfica y selección desinfectantes.	29
	3.3.1.2 Fase 2: Evaluación de la efectividad de los desinfectantes.....	29
	3.3.1.2.1 Procedimiento experimental.....	30
	3.3.1.3 Fase 3: Análisis de los resultados	31
4	RESULTADOS	31
	4.1 Fase 1: Revisión bibliográfica y selección desinfectantes.	31
	4.2 Fase 2: Evaluación de la efectividad de los desinfectantes.	33
	4.3 Fase 3: Análisis de los resultados.....	37
5	DISCUSIÓN	40
6	CONCLUSIONES.....	44
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Macronutrientes.</i>	16
<i>Figura 2. Micronutrientes.</i>	17
<i>Figura 3 Diseño metodológico.</i>	28
<i>Figura 4. Registro fotográfico del crecimiento bacteriano posterior a la exposición a los desinfectantes.</i>	34
<i>Figura 5. Efecto bactericida Binner Verde.</i>	38
<i>Figura 6 Efecto bactericida Ecohome.</i>	38
<i>Figura 7. Efecto bactericida vinagre.</i>	39
<i>Figura 8. Efecto bactericida Suma Eden.</i>	39

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Bacterias patógenas asociadas a brotes de ETA en vegetales.</i>	18
<i>Tabla 2. Clasificación de los desinfectantes y su mecanismo de acción.</i>	21
<i>Tabla 3. Variables e indicadores.</i>	27
<i>Tabla 4. Características de los desinfectantes seleccionados.</i>	32
<i>Tabla 5. Recuento de colonias para cada uno de los desinfectantes.</i>	37



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO.

EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CUATRO DESINFECTANTES ORGÁNICOS
FRENTE A BACTERIAS AISLADAS DE LECHUGAS.

RESUMEN:

El presente estudio evalúa la efectividad bactericida de cuatro desinfectantes comerciales (Binner Verde, Ecohome, Suma Eden y vinagre) frente a cepas de *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. y *Pseudomonas* spp., obtenidas de lechugas comercializadas en Bogotá. Dado el incremento en el consumo de vegetales crudos y el riesgo asociado a las enfermedades transmitidas por alimentos, resulta esencial asegurar que los métodos de desinfección realmente reduzcan la carga microbiana presente en estos productos.

Las pruebas se realizaron siguiendo la Norma NTC 5150:2003. Los resultados muestran que Binner Verde presentó la mayor capacidad bactericida, logrando eliminar las cepas analizadas desde los primeros minutos de exposición. En contraste, Ecohome mostró efectos inconsistentes, aunque en algunos casos produjo una ligera disminución del crecimiento, no mantuvo un efecto sostenido. Suma Eden no evidenció actividad antimicrobiana, ya que no logró reducir la presencia bacteriana en ninguna de las muestras evaluadas.

El vinagre, por su parte, demostró un efecto notable frente a *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp. y *Proteus* spp., actuando de manera rápida y efectiva. Así se posiciona como una alternativa accesible y confiable para el consumidor.

En conclusión, Binner Verde y el vinagre se destacan como opciones útiles para el control bacteriano en hortalizas frescas. Este trabajo resalta la importancia de comprobar la acción real de los desinfectantes de uso cotidiano, pues su efectividad influye directamente en la inocuidad de los alimentos y en la prevención de riesgos para la salud.

PALABRAS CLAVES: Efectividad, bactericida, población bacteriana, desinfectante, hortalizas.

Ana María Hernández Huertas.

Andrea Jimena Lagares Florián.

Valentina Herrera Vera.

Dirigido por:

Asesor interno: Lady Maricel Casallas Rodríguez.

24/10/2025

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el consumo habitual de verduras cocidas tiene una prevalencia entre el 68,8% y el 72,4%. En cuanto a las verduras crudas, la tendencia de su consumo aumenta con la edad, lo que indica que los niños y adolescentes consumen menos verduras frescas en comparación con los adultos (1).

Por lo tanto, este comportamiento alimentario resulta preocupante si se tiene en cuenta que una alimentación saludable se basa en la idea de consumir una dieta equilibrada que proporcione los nutrientes necesarios para mantener una buena salud, prevenir enfermedades y promover un desarrollo adecuado en cada etapa de la vida (2).

No obstante, a pesar de las recomendaciones nutricionales en ningún grupo de edad se alcanza la ingesta diaria sugerida de cinco porciones de frutas y verduras. Específicamente, los preescolares consumen en promedio 2,8 porciones, los escolares 2,4, y tanto los adolescentes como los adultos apenas 2,2 porciones al día. Dentro de los 40 alimentos más consumidos por adolescentes y adultos se encuentran verduras como cebolla, tomate, zanahoria, lechuga, arveja verde y habichuela, con un consumo promedio diario que varía entre 25 y 46 gramos (1).

Sin embargo, más allá del bajo consumo, existe una preocupación adicional relacionada con la seguridad alimentaria. De acuerdo con el Ministerio de Salud, las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) representan un problema crítico de salud pública, especialmente en países en desarrollo como Colombia. En 2010, el grupo de referencia sobre Epidemiología de la Carga de Morbilidad de Transmisión Alimentaria (FERG) estimó que 31 microorganismos presentes en los alimentos fueron responsables de 600 millones de casos de ETA y 420 mil muertes a nivel mundial (3).

Entre los principales patógenos detectados en vegetales crudos se encuentran *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Cyclospora* spp., *Cryptosporidium* spp. y *Norovirus*. Estos microorganismos suelen llegar a los alimentos a través de prácticas agrícolas inadecuadas, siendo la contaminación del agua de riego una de las vías más comunes. En este contexto, las verduras crudas se posicionan como fuente potencial de ETA, por la posible contaminación del agua utilizada para el riego, la cual puede estar comprometida desde su origen (3).

En el caso particular de Colombia, la incidencia de brotes ETA ha presentado cambios relevantes. En el año 2018 se reportaron 895 brotes, con un total de 11.577 personas afectadas. En el 2019 se registraron 1.010 brotes, en 2020 se registró la cifra más baja con 501 brotes, una reducción que posiblemente se relaciona a las medidas y restricciones derivadas de la pandemia COVID-19. Durante el año 2022, el SIVIGILA registró 614 brotes de ETA, en los cuales se identificaron 7.987 personas afectadas, 48.329 expuestas y tres muertes relacionadas (4). En 2023, se reportaron 730 brotes de ETA, involucrando un total de 10.355 casos confirmados y 55.280 personas expuestas, con un total de cinco muertes relacionadas a estos brotes (5).

Esta situación ha evidenciado la necesidad de evaluar la eficacia de los desinfectantes comerciales y el vinagre comúnmente empleados en los hogares para el lavado de frutas y verduras, en especial ante el incremento en el uso de estos productos tras la pandemia por SARS-CoV-2, situación que impulsó la comercialización de diversas alternativas en el mercado. Sin embargo, en Colombia, no existe hasta la fecha evidencia bibliográfica que compare la eficacia de los desinfectantes orgánicos disponibles en el mercado.

Por lo tanto, este estudio experimental se centra en evaluar la efectividad bactericida de cuatro desinfectantes orgánicos Binner Verde, Ecohome, Suma Eden y vinagre frente a cepas de *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. y *Pseudomonas* spp., que fueron aisladas de

lechugas comercializadas en Bogotá.

Para ello, se siguieron los lineamientos especificados en la NTC 5150, la cual establece los procedimientos para evaluar la efectividad bactericida de desinfectantes químicos. Por consiguiente, la investigación se desarrolló mediante una metodología controlada, en la que se aplicaron los desinfectantes durante diferentes tiempos de exposición (1, 5, 15, 30, 45 y 60 min) para determinar su efecto de inhibir o eliminar el crecimiento bacteriano. Los resultados buscan ofrecer información útil a los consumidores, apoyar la prevención de ETA y contribuir con información para futuras investigaciones o regulaciones en seguridad alimentaria.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar la efectividad de cuatro desinfectantes orgánicos (Suma Eden, Binner Verde, Eco Home y vinagre), para frutas y verduras frente a bacterias aisladas de lechugas comercializadas en Bogotá.

Objetivos Específicos:

- 1.** Seleccionar los cuatro desinfectantes a evaluar, según sus características de composición, garantizando que sean orgánicos.
- 2.** Evaluar la efectividad bactericida de cuatro desinfectantes comerciales frente a aislados bacterianos procedentes de lechugas, bajo la norma NTC 5150 del 26 de febrero del 2003.
- 3.** Comparar la eficacia de la acción bactericida de los cuatro desinfectantes orgánicos, por medio del análisis de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el fin de promover la seguridad alimentaria.

1 ANTECEDENTES

A nivel nacional, aunque se reconoce la importancia del adecuado lavado y desinfección de frutas y hortalizas, existe una marcada ausencia de estudios experimentales que evalúen la eficacia de desinfectantes orgánicos disponibles comercialmente para bacterias asociadas a vegetales de consumo crudo. Lo anterior, genera un vacío en la literatura respecto al comportamiento real de alternativas orgánicas ampliamente utilizadas por los consumidores. Esta falta de evidencia local resalta la necesidad de investigaciones como la presente, que permitan comparar la efectividad de diferentes productos y aportar información sólida para fortalecer la seguridad alimentaria en el país.

Las frutas y hortalizas son alimentos básicos en una alimentación saludable y su consumo habitual se ha asociado a un menor riesgo de enfermedad y mortalidad. Debido al claro beneficio para la salud que genera el consumo de estos alimentos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el consumo diario de al menos 5 raciones entre frutas y hortalizas (6); así que, basado en esto se evidencia el consumo en promedio diario de 25 a 46 gramos de frutas y verduras, cantidad que no es suficiente para alcanzar las porciones sugeridas (1).

En Colombia, para el 2019 el área total sembrada con hortalizas, verduras y legumbres fue de 288.212 hectáreas. El área total cosechada fue de 238.124 hectáreas, donde los cultivos con mayor participación fueron el fríjol con 86.719 hectáreas (36,4%), la arveja con 34.172 hectáreas (14,4%) y las hortalizas de hoja con 23.626 hectáreas (9,9%). La producción total de hortalizas y verduras fue de 3.051.481 toneladas y en el caso de las hortalizas de hoja se obtuvo 415.168 toneladas (13,6%). Específicamente, la lechuga en Colombia se cultiva en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Nariño, y al año pueden darse alrededor de 80.000 toneladas de la misma (7).

Se evidenció que en los últimos años ha aumentado el consumo de hortalizas, frutas y verduras. Estos productos son mayormente incorporados en la dieta de personas que excluyen alimentos de origen animal y cuya alimentación se basa en frutas, verduras, legumbres, nueces, granos y hongos. Este patrón alimentario se conoce como dieta vegana. Para dar un breve contexto, el veganismo data sus orígenes en los años 3000 a. C. basados en el cumplimiento estricto de sus doctrinas religiosas, la reencarnación y los principios de la no violencia, además

de fundamentos filosóficos, por lo que también fue conocida como una dieta pitagórica; sin embargo, durante el auge del cristianismo, este estilo de vida perdió reconocimiento, hasta que aparece Darwin a principios del siglo XIX cuestionando la creencia de la Iglesia, según la cual los animales no tenían alma (8).

Cabe destacar que la primera sociedad vegetariana se inició en Inglaterra en 1847. La Sociedad Vegetariana Internacional se fundó en 1908 y la primera sociedad vegana comenzó en 1944 (9).

Por tal razón, la historia ha reflejado una transición hacia a estilos de vida veganos más éticos, sostenibles y saludables que han incrementado de forma exponencial con el pasar de los años; de modo que, la OMS ha establecido una conexión entre la calidad de vida y el vegetarianismo y/o veganismo por medio de los cuatro dominios que son: físico, psicológico, social y ambiental. Lo que está directamente relacionado con la satisfacción vital y la felicidad de cada individuo teniendo en cuenta sus intereses personales (8).

Por lo anterior, surge la necesidad de implementar la desinfección eficaz en alimentos como frutas y verduras para garantizar la seguridad alimentaria. En Colombia, específicamente se cumple con la Resolución 2674 de 2013, la cual establece que los alimentos que se fabriquen, envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requieren de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo que tengan estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social. El artículo 35 señala la operación de preparación y servicios de los alimentos, en el cual las hortalizas y frutas que se consuman deben someterse a lavado y desinfección con sustancias autorizadas por Ministerio de Salud; (10) en asociación a este, el Decreto 3075 de 1997, indica en el artículo 41 la obligatoriedad del registro sanitario en el que se exceptúan del cumplimiento de este requisito los alimentos naturales que no sean sometidos a ningún proceso de transformación, tales como: granos, frutas, hortalizas, verduras frescas, miel de abejas, y otros productos apícolas (11).

Adicionalmente, la Organización Panamericana de la Salud (PAHO) determina el manejo de frutas y verduras haciendo las siguientes aclaraciones:

Lavar las frutas y vegetales con abundante agua.

- Se puede utilizar vinagre para desinfectar frutas y verduras (1 vaso de vinagre en litro de agua) (12).
- Se puede usar 1 vaso de jugo de limón en ½ litro de agua, se puede adicionar ½ vaso de vinagre, sumergir de 5 a 10 minutos las frutas y verduras (12).
- Se puede utilizar cloro diluido (una cucharadita de cloro comercial en un litro de agua) y limpiar con esponja (12).
- No mezclar el cloro con otros desinfectantes (12).
- Lavarse las manos con abundante agua y jabón antes de manipular alimentos (12).

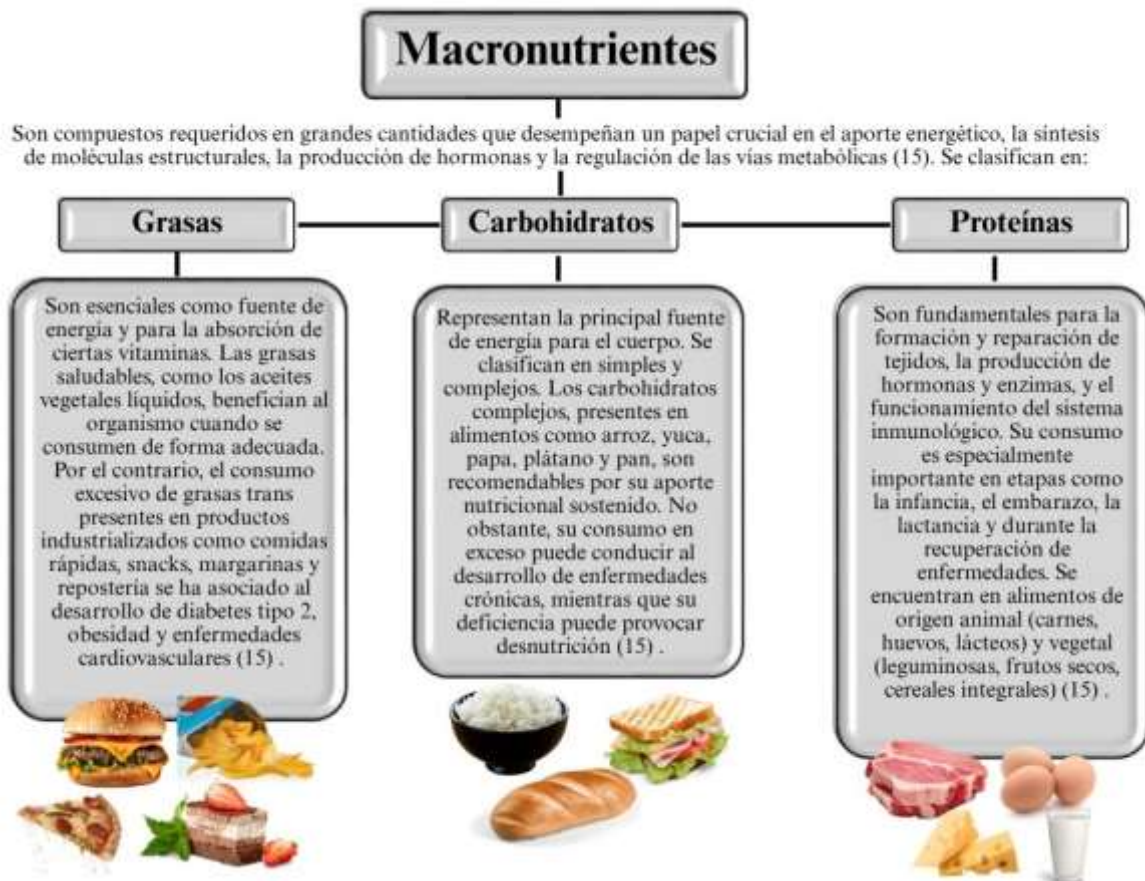
Lo anterior, con la mejora en la capacidad de respuesta y atención a la inocuidad alimentaria, en un contexto posterior a la pandemia (13).

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Alimentación saludable y componentes nutricionales.

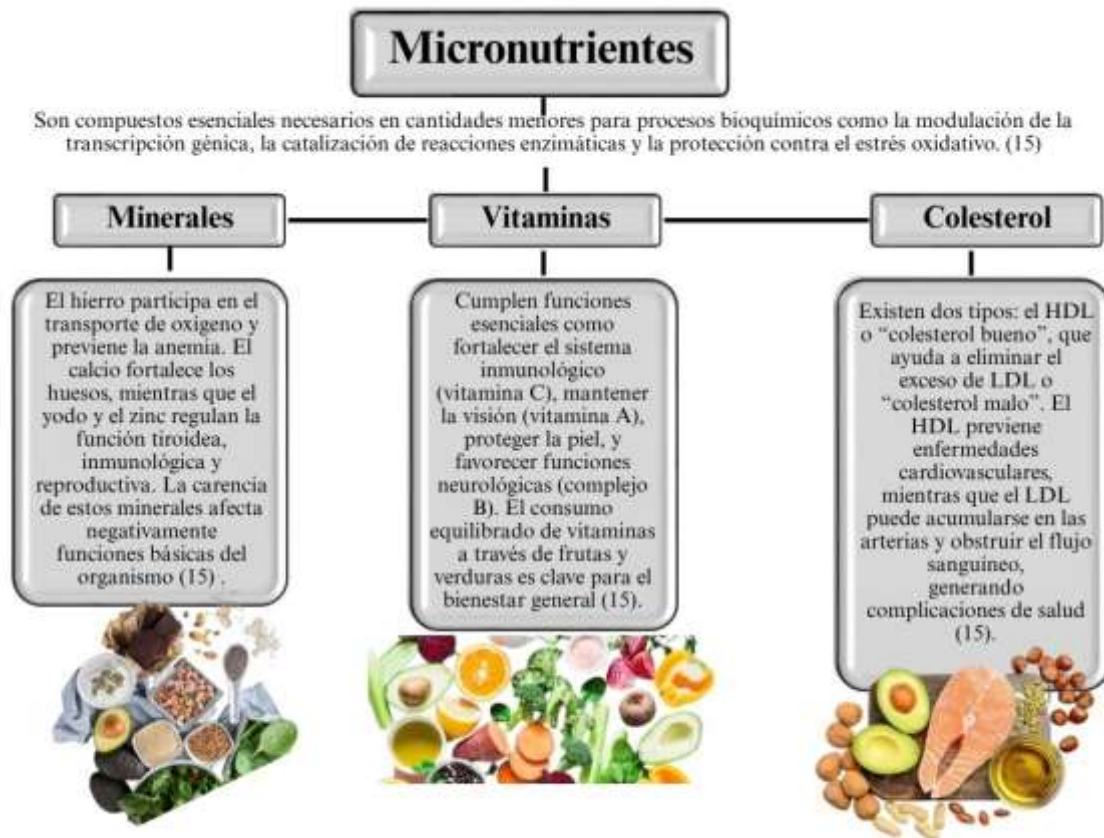
Una alimentación saludable proporciona los nutrientes necesarios para el correcto funcionamiento del organismo, siendo fundamental para el crecimiento, el desarrollo y la prevención de enfermedades a lo largo de todas las etapas de la vida. En este contexto, es importante distinguir entre los macronutrientes y los micronutrientes, cuya adecuada ingesta permite mantener la salud y prevenir múltiples trastornos asociados a deficiencias o excesos alimentarios (14). Esta clasificación, junto con los principales componentes de cada grupo, se presenta en la *Figura 1* y la *Figura 2*, donde se describen y ejemplifican los diversos macronutrientes y micronutrientes, respectivamente (15).

Figura 1. Macronutrientes.



Nota. Autoría propia.

Figura 2. Micronutrientes.



Nota. Autoría propia.

2.2 Las hortalizas en la dieta saludable y su riesgo microbiológico

Las hortalizas son componentes esenciales de una alimentación saludable por su riqueza nutricional. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las hortalizas comprenden las partes comestibles de las plantas, estructuras portadoras de semillas, flores, brotes, hojas, tallos y raíces que pueden ser cultivadas o recolectadas de forma silvestre, consumidas crudas o mínimamente elaboradas (14).

Este grupo de alimentos se caracteriza por su elevado contenido de caroteno y vitamina C, además de calcio, hierro y otros minerales, pero su aporte de vitaminas del complejo B suele ser bajo.

El consumo frecuente de hortalizas contribuye significativamente a la prevención de enfermedades como el escorbuto, enfermedad causada por la deficiencia grave de vitamina C

también conocida como ácido ascórbico, el cual es un nutriente que cumple funciones imprescindibles en el cuerpo humano como la síntesis de colágeno y el adecuado mantenimiento del tejido conectivo. Cuando hay deficiencia de vitamina C, se origina una fragilidad en los vasos sanguíneos, alteraciones en la piel y mucosas, y deterioro en los procesos de cicatrización. Desde el aspecto clínico se caracteriza por presencia de astenia, fatiga, mialgias, artralgias, hemorragias cutáneas (petequias, equimosis), sangrado gingival, pérdida dental y cicatrización lenta. Cabe destacar que en la actualidad son pocos los casos de escorbuto, pero en poblaciones vulnerables como personas con dietas restrictivas, desnutrición o consumo crónico de alcohol, aún persiste la enfermedad, que es fácilmente tratable con suplementación de ácido ascórbico (16)(17).

Además, el consumo y presencia de vitamina C en la dieta mejora la absorción del hierro gracias a su contenido. Asimismo, vale la pena señalar que las hortalizas cultivadas en el hogar o en huertas escolares pueden representar una fuente valiosa para mejorar la ingesta de micronutrientes, reforzando así la seguridad alimentaria y nutricional ya que están dentro de un entorno controlado por el consumidor (14).

No obstante, debido a que muchas de estas se consumen crudas o con mínima cocción, las hortalizas también representan un vehículo potencial para la transmisión de microorganismos patógenos. Durante el cultivo, la cosecha, el transporte, la comercialización y la manipulación final pueden contaminarse con agentes biológicos si no se siguen buenas prácticas agrícolas e higiénicas (18).

Se han identificado la presencia de bacterias patógenas asociadas a brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, siendo algunos de los microorganismos más comunes los que se observan en la **Tabla 1**:

Tabla 1. Bacterias patógenas asociadas a brotes de ETA en vegetales.

Microorganismo	Vegetales asociados
<i>Aeromonas hydrophila</i> y <i>Aeromonas sobria</i>	Presentes en germinados, lechuga, ensaladas verdes, perejil y zanahoria (18).
<i>Bacillus cereus</i>	Detectado en germinados y diversas especias (18).

<i>Campylobacter jejuni</i> y <i>Campylobacter coli</i>	Hallados en lechuga, ensaladas, setas, melón y papaya (18).
<i>Escherichia coli</i> O157:H7, O121:H19, y O145	Asociados a germinados de rábano, melón, zanahoria, espinaca, tomate, lechuga, cilantro, endivia y apio (18).
<i>Enterobacter sakazakii</i> y <i>Enterobacter cloacae</i>	Encontrados en cebollín (18).
<i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Listeria innocua</i>	Presentes en col y hortalizas de hoja (18).
<i>Salmonella enterica</i> y otros serovares	Detectados en melón, tomates, germinados de alfalfa, mango, almendras, hortalizas de hoja, albahaca, chile jalapeño y serrano, y cilantro (18).
<i>Shigella sonnei</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> y <i>Shigella boydii</i>	Identificados en cebollín, perejil, lechuga cortada, chalotes, melón y maíz enlatado (18).
<i>Vibrio cholerae</i>	Presente en mezclas de ensaladas y hortalizas crudas (18).
<i>Yersinia enterocolitica</i> y <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	Halladas en col, apio, zanahorias y germinados (18).

2.3 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

Las ETA son trastornos de salud causados por la ingestión de alimentos o agua contaminados con agentes biológicos, químicos o físicos. Según el Ministerio de Salud de Colombia, las ETA afectan tanto a individuos como a comunidades enteras, y pueden presentarse de manera esporádica o en forma de brotes (3). La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica en tres grupos:

- **Infecciones:** Causadas por la ingesta de microorganismos vivos como bacterias, virus o parásitos, por ejemplo, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, virus de la hepatitis A o *Norovirus* (14).

- **Intoxicaciones:** Producidas por el consumo de toxinas generadas por bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, o toxinas fúngicas y marinas (14).
- **Infecciones mediadas por toxinas:** Se originan cuando el microorganismo ingerido produce toxinas dentro del cuerpo humano, como ocurre con *Clostridium perfringens* o ciertas cepas de *Escherichia coli* (14).

El consumo de hortalizas contaminadas se ha identificado como una vía frecuente de transmisión de estas enfermedades, especialmente cuando no se someten a un adecuado proceso de lavado y desinfección antes del consumo.

2.4. Desinfectante y su mecanismo de acción

Los desinfectantes son sustancias químicas que se utilizan sobre superficies inertes para destruir microorganismos mediante mecanismos como oxidación, hidrólisis o desactivación enzimática. A diferencia de los antisépticos que se aplican sobre tejidos vivos, los desinfectantes tienen un alto poder microbicida y su uso sobre alimentos debe cumplir con regulaciones específicas (19).

Cada desinfectante se clasifica según el grupo químico, junto con su mecanismo de acción detallando en qué estructura específica de la bacteria actúa para eliminarla. Por lo tanto, es importante conocer su clasificación y mecanismo de acción tal como se presenta en la **Tabla 2**:

Tabla 2. Clasificación de los desinfectantes y su mecanismo de acción.

Grupo.	Antiséptico.	Mecanismo de acción.
Aldehídos (20)(21)	Formaldehído	La actividad microbicida se debe principalmente a la alquilación de diversos grupos químicos de los microorganismos, entre los cuales están sulfhidrilos, hidroxilo, carboxilo y amino, los cuales alteran las estructuras de los ácidos nucleicos y la síntesis proteica
	Glutaraldehído	La actividad biocida del glutaraldehído se centra en su capacidad para actuar sobre enzimas que contienen grupos -SH, grupos tiol, grupos amino y oxidación en general.
	Ortoftalaldehído	Implica la alquilación de grupos hidroxilo, amino, carboxilo y sulfhidrilo, que afecta la síntesis de ARN, ADN y proteínas.
	Asociación de aldehídos más amonio cuaternario	Su acción sinérgica se basa en una acción conjunta de los compuestos cuaternarios que disuelven las membranas celulares de las bacterias y destruyen las cápsulas de protección de los virus. Los tensoactivos alteran, rompen la membrana de las bacterias, haciendo que su contenido citoplasmático salga al vacío. Una vez logrado esto, la asociación de aldehídos penetra fácilmente al interior celular en donde reacciona con las proteínas citoplasmáticas generando polímeros insolubles que desencadenan lisis celular.
Alcohol (22)	Etanol e isopropílico	Actúan destruyendo la membrana celular, por reducción de su tensión superficial, y desnaturalizando las proteínas. Su eficacia está basada en la presencia de agua, ya que así penetra mejor en las células y bacterias permitiendo el daño a la membrana y rápida desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente interferencia con el metabolismo y lisis celular.
Ácido peracético (acín) (20)	Ácido peracético	Su efectividad se basa en la capacidad para oxidar grupos sulfhídrico y enlaces sulfuros de proteínas, enzimas y otros metabolitos, de forma que altera la función de las lipoproteínas de la membrana, produciendo alteración de la permeabilidad de la pared celular y los ácidos

		nucleicos. Su acción para desnaturalizar proteínas puede explicar su capacidad esporicida.
Compuestos halogenados (arg-acin) (20)(22)	Hipoclorito de sodio	Oxidación de aminoácidos, disminución de síntesis proteica, disminución de la producción de ATP, degradación de fosfolípidos de membrana y ruptura de ADN.
	Dicloroisocianurato de sodio	La acción microbicida es mayor que las concentraciones equivalentes de hipoclorito de sodio, debido a que la solución diluida tiende a mantener en equilibrio mayores niveles de ácido hipocloroso. Conduce a la muerte celular por la acción oxidativa sobre enzimas con grupos sulfhidrilos y aminoácidos, disminución de la síntesis de ATP, ruptura del ADN y disrupción de las membranas lipídicas.
	Ácido hipocloroso	Es un oxidante natural que hace parte de las especies reactivas de oxígeno que se produce al interior de los leucocitos. Conduce a la muerte celular por la acción oxidativa sobre enzimas con grupos sulfhidrilos y aminoácidos, disminución de la síntesis de ATP, ruptura del ADN y disrupción de las membranas lipídicas.
	Cloraminas	Agente modificador de grupos funcionales de proteínas y ácidos nucleicos.
	Yodóforos	El yodo elemental penetra la pared celular y actúa como oxidante generando precipitación de proteínas en los microorganismos y muerte celular.
Compuestos fenólicos (23)	Fenol	En altas concentraciones, el fenol actúa como un potente veneno protoplásmico, penetrando y alterando la pared celular, y precipitando las proteínas celulares. Las bajas concentraciones de fenol y sus derivados de mayor peso molecular causan la muerte bacteriana por inactivación de sistemas enzimáticos esenciales y la fuga de metabolitos esenciales de la pared celular.
Detergentes (20)	Amonios cuaternarios	Son sustancias que lesionan la membrana celular debido a que desorganizan la disposición de las proteínas y los fosfolípidos, por lo que se liberan metabolitos desde la célula, interfiriendo con el metabolismo energético y el transporte activo. Su acción también se ha relacionado con la desnaturalización de proteínas celulares y la alteración de la membrana celular.

Biguanidas (22)	Clorhexidina	Su absorción ocurre por difusión pasiva a través de las membranas celulares, la que es muy rápida tanto en bacterias como en levaduras. A bajas concentraciones produce una alteración de la permeabilidad osmótica de la membrana y una inhibición de enzimas del espacio periplásmico. A concentraciones elevadas origina la precipitación de proteínas y ácidos nucleicos.
Peróxido de hidrógeno (20)	Peróxido de hidrógeno	Su acción bactericida se debe a dos motivos: producción de iones hidroxilo y radicales libres, que actúan oxidando componentes esenciales del microorganismo (lípidos, proteínas y ADN) y a la liberación de O ₂ por las catalasas tisulares, que actúa impidiendo la germinación de esporas de anaerobios.

2.5. Desinfección y proceso de limpieza de las hortalizas

La desinfección, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es el proceso mediante el cual se eliminan la mayoría de los microorganismos patógenos presentes en una superficie, y debe realizarse después de la limpieza para asegurar su efectividad. Este proceso puede llevarse a cabo mediante métodos químicos o térmicos, dependiendo del tipo de superficie, el desinfectante y las condiciones del entorno (24).

Históricamente, la desinfección ha sido parte de las prácticas humanas desde el siglo XVIII, cuando se utilizaban sustancias como el alquitrán para conservar la madera. Con el tiempo, se descubrieron nuevas técnicas como el uso de compuestos derivados del ácido hipocloroso, la esterilización de alimentos, la radiación y la luz ultravioleta, las cuales han demostrado ser eficaces para eliminar microorganismos (25).

Para el proceso específico de desinfección en frutas y hortalizas, diversos estudios han evaluado la eficacia de desinfectantes químicos y naturales, con el fin de controlar microorganismos patógenos que pueden representar un riesgo para la salud pública. García y colaboradores en el 2017 realizaron una revisión sobre la efectividad de varios productos, concluyendo que la eficacia depende de diferentes factores como la concentración del desinfectante, el tiempo de exposición, la temperatura del agua y el tipo de superficie vegetal (26).

Asimismo, el manual de la FAO “Preparación y venta de frutas y hortalizas” del año 2003 enfatiza la importancia de un proceso riguroso de limpieza y desinfección para reducir la carga microbiana en alimentos frescos. Este proceso debe contemplar una etapa inicial de eliminación de tierra y residuos visibles, seguida por una desinfección controlada que asegure la inocuidad del producto (27).

En la actualidad, el mercado ofrece una amplia variedad de productos desinfectantes, tanto orgánicos como comerciales. Sin embargo, en Colombia no existe hasta la fecha, evidencia bibliográfica que compare la eficacia de los cuatro desinfectantes orgánicos evaluados en la presente investigación. Esto resalta la importancia de este estudio, ya que busca brindar información confiable a los consumidores y fortalecer la seguridad alimentaria en el país (28).

2.6. El vinagre como una alternativa desinfectante

Dentro de los compuestos del vinagre se encuentra el ácido acético producido por la fermentación de etanol. El vinagre es empleado en preparaciones alimenticias que pueden generar varios ácidos orgánicos, dentro de los que se encuentran el acético, tartárico, láctico, málico y cítrico como resultado de la oxidación de azúcares y alcoholes, donde el ácido acético es el predominante. Por lo tanto, es el constituyente principal del vinagre que se puede implementar en procesos de desinfección, elaboración y manipulación de alimentos, debido a que cuenta con propiedades similares a ácidos orgánicos que son componentes esenciales de los desinfectantes comerciales más usados (28).

2.7. Normativas colombianas aplicables

2.7.1. Evaluación de desinfectantes bajo la NTC 5150:2003

La Norma Técnica Colombiana NTC 5150:2003, titulada "Antisépticos y desinfectantes químicos. Actividad bactericida básica. Método de prueba y requisitos", establece los procedimientos estandarizados para la evaluación de la eficacia bactericida de desinfectantes químicos. Esta norma especifica que un desinfectante se considera efectivo si logra una reducción significativa de la población bacteriana en condiciones controladas de laboratorio. El método incluye el uso de cepas bacterianas estándar y tiempos de contacto definidos, lo cual permite la comparación entre diferentes productos bajo las mismas condiciones experimentales (29).

El cumplimiento de esta norma garantiza que los desinfectantes evaluados tengan respaldo técnico sobre su capacidad de eliminación de microorganismos, sirviendo como referente para estudios como el presente, que busca verificar la efectividad bactericida de productos orgánicos sobre bacterias aisladas de lechugas.

2.7.2. Requisitos sanitarios para frutas y verduras: NTS-USNA 007:2017

La NTS-USNA 007 del año 2017, emitida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), establece los criterios sanitarios mínimos para la manipulación segura de frutas y hortalizas destinadas al consumo humano. Esta norma determina los lineamientos para el lavado, desinfección, almacenamiento y presentación de estos alimentos, priorizando la reducción de contaminantes biológicos, químicos y físicos durante su manipulación (30).

La norma destaca que la desinfección debe realizarse después de un lavado exhaustivo con agua potable y que deben utilizarse productos autorizados, respetando tiempos de contacto, concentraciones y enjuagues posteriores. Estos requisitos son fundamentales para garantizar la inocuidad de los alimentos frescos en la cadena de consumo.

3 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Universo, población y muestra

En esta investigación el universo está formado principalmente por las bacterias presentes en lechugas destinadas al consumo humano, cultivadas y comercializadas. Estas bacterias representan los microorganismos que podrían ser reducidos mediante el uso de desinfectantes orgánicos.

De la misma manera, la población directa se constituye por las bacterias presentes en lechugas adquiridas en puntos de comercialización de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la importancia de la inocuidad alimentaria. Por otro lado, la población indirecta comprende a los consumidores de lechugas, quienes podrían beneficiarse mediante la implementación de desinfectantes orgánicos eficaces para reducir la carga microbiana en vegetales de consumo crudo, contribuyendo a la seguridad alimentaria y salud pública.

De la población se seleccionó una muestra conformada por las siguientes cepas

bacterianas: *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. y *Pseudomonas* spp., seleccionadas para evaluar la actividad bactericida de cuatro desinfectantes orgánicos usados comercialmente: Binner Verde, Ecohome, Suma Eden y vinagre.

3.2 Hipótesis, variables e indicadores.

La hipótesis principal de esta investigación propone que la aplicación de los desinfectantes orgánicos Ecohome, Binner Verde, vinagre y Suma Eden tendrá un efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento de las bacterias aisladas de lechugas, con una efectividad variable entre los desinfectantes. Se espera que al menos uno de los desinfectantes orgánicos sea tan efectivo como es el caso de Suma Eden, empleado en industrias alimentarias. Con el fin de comprobar la hipótesis, se implementó una metodología experimental controlada en el que intervinieron variables independientes como los desinfectantes Ecohome, Binner Verde, Suma Eden y el vinagre durante distintos tiempos de exposición (1, 5, 15, 30, 45, 60 minutos) para observar su efecto sobre la variable dependiente con el crecimiento o ausencia de colonias bacterianas tras aplicación del desinfectante, tal como se observa en la **Tabla 3**. Para la evaluación de los resultados, se estableció un indicador cualitativo y dicotómico basado en observación directa, los cuales permiten determinar cuál es el desinfectante más eficaz y a su vez encontrar el tiempo mínimo necesario para que cada desinfectante actúe.

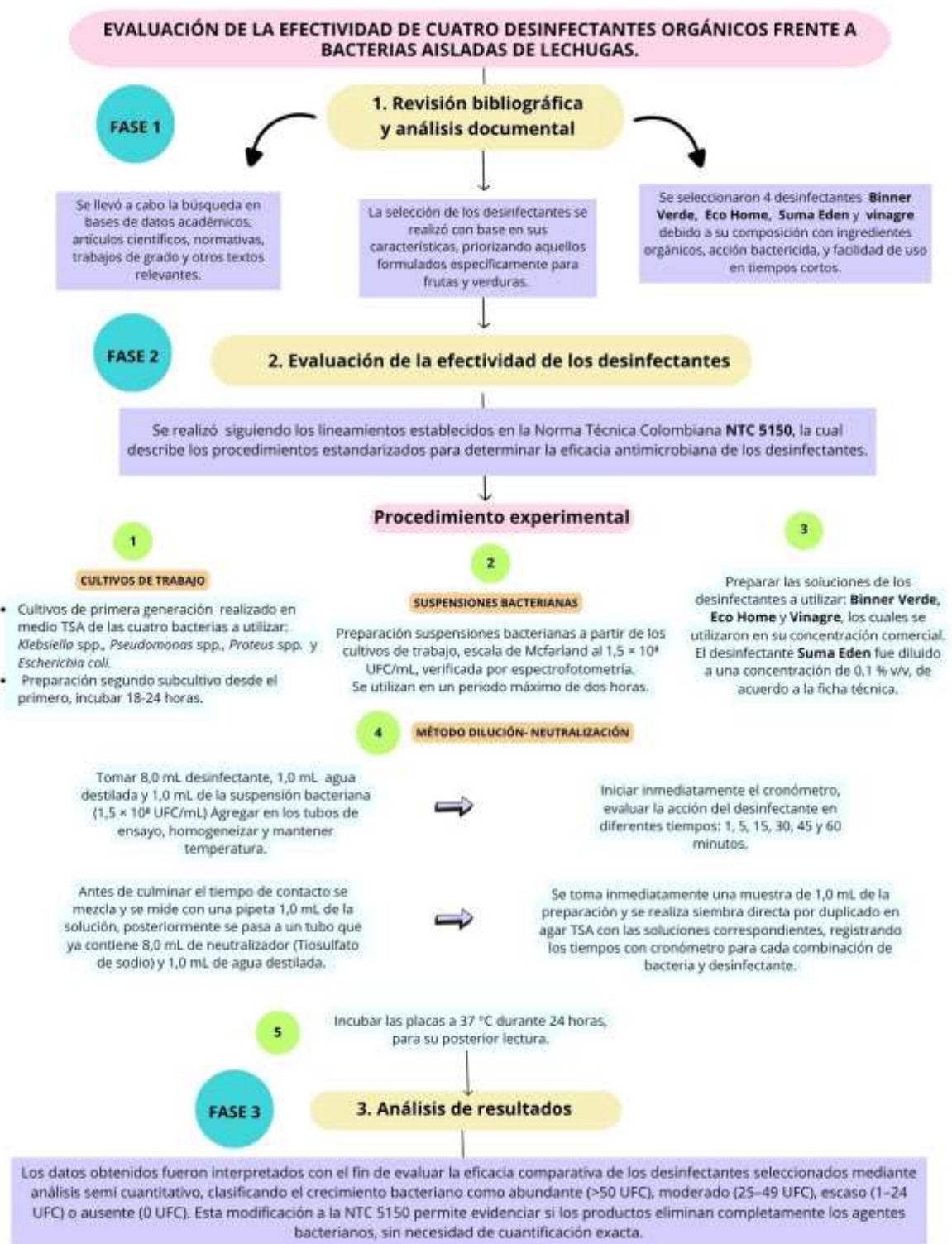
Tabla 3. Variables e indicadores.

Tipo de variable	Nombre de la variable	Descripción	Indicadores cualitativos / dicotómicos.
Independiente	Tipo de desinfectante	Ecohome, Binner Verde, vinagre y Suma Eden.	-Ecohome -Binner Verde -vinagre -Suma Eden
	Tiempo de exposición	Tiempos controlados y cronometrados.	Minutos de exposición: -1 -5 -15 -30 -45 -60
Dependiente	Crecimiento bacteriano	Presencia o ausencia de crecimiento bacteriano en medios de cultivo posterior al contacto con el desinfectante orgánico.	-Presencia de crecimiento. - Ausencia de crecimiento.

3.3 Técnicas y procedimientos

Para evaluar la efectividad de los desinfectantes orgánicos frente a bacterias aisladas de lechugas, se diseñó una metodología experimental que permitió comparar la acción antimicrobiana. A continuación, en la **Figura 3** se describen los procedimientos llevados a cabo (29).

Figura 3 Diseño metodológico.



Nota. Autoría propia.

3.3.1. Fases del estudio

3.3.1.1 Fase 1: Revisión bibliográfica y selección desinfectantes.

Se llevó a cabo la búsqueda en bases de datos académicas, evaluando aproximadamente 230 documentos entre artículos científicos, normativas, trabajos de grado y otros textos relevantes. A partir de esta revisión se filtraron 53 documentos, dentro de los criterios utilizados se tuvo en cuenta el año de publicación iniciando desde 1995 hasta 2024, con el fin de mantener actualizada la información y que sea significativa para el desarrollo del estudio. Los documentos se seleccionaron estratégicamente con las siguientes palabras claves: alimentación saludable, nutrición, bacterias patógenas, contaminación alimentaria, *Escherichia coli*, desinfectantes, antisépticos, orgánicos, normas sanitarias, seguridad alimentaria, inocuidad.

La selección de los desinfectantes se realizó con base en sus características, priorizando aquellos formulados específicamente para frutas y verduras, y que estuvieran disponibles en establecimientos comerciales de cadena. Por esta razón, se eligieron los productos Binner Verde y Eco Home, debido a su composición con ingredientes orgánicos, acción bactericida, y facilidad de uso en tiempos cortos.

Además, se incluyó el vinagre, ampliamente reconocido por su uso doméstico como desinfectante. Asimismo, se incorporó el desinfectante de uso industrial Suma Eden, perteneciente a la empresa Diversey, con el propósito de ampliar el alcance del estudio y complementar los resultados obtenidos, permitiendo así una comparación más integral entre los diferentes agentes desinfectantes evaluados.

3.3.1.2 Fase 2: Evaluación de la efectividad de los desinfectantes

La evaluación se realizó mediante ensayos de laboratorio, siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma NTC 5150, la cual describe los procedimientos estandarizados para determinar la eficacia antimicrobiana de los desinfectantes en distintas condiciones y superficies. Se registraron variables como el tiempo de acción, los microorganismos eliminados y el nivel de efectividad, conforme a los parámetros definidos por la normativa. (29).

3.3.1.2.1 Procedimiento experimental

Inicialmente se mantuvieron cultivos de primera generación de las cuatro bacterias a utilizar: *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp. y *Escherichia coli*. Se organizaron las cajas de Petri para la siembra en un segundo subcultivo el cual fue incubado de 18 a 24 horas, teniendo en cuenta las cuatro bacterias y los cuatro desinfectantes correspondientes a cada una.

A partir de las colonias seleccionadas, se prepararon las suspensiones bacterianas en NaCl 8,5 mg/mL (solución salina), utilizando la escala de McFarland a 0,5, se realizó la dilución correspondiente para ajustar la concentración bacteriana a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL, equivalente a una densidad óptica de 0,45 aproximadamente a una longitud de onda de 620 nm en un espectrofotómetro, verificada por conteo de bacterias viables sobre TSA. Las suspensiones se mantuvieron a 20°C y se utilizaron en un periodo máximo de dos horas (29).

A continuación, se prepararon las soluciones de los desinfectantes a utilizar: Binner Verde, Eco Home y vinagre, los cuales se utilizaron en su concentración comercial. El desinfectante Suma Eden fue diluido a una concentración de 0,1 % v/v. Todos los desinfectantes se mantuvieron a 20 °C. (29)(31).

Para la evaluación de la actividad antimicrobiana se empleó el método de dilución-neutralización. En este ensayo, se agregaron 8,0 mL del desinfectante, 1,0 mL de agua destilada y 1,0 mL de la suspensión bacteriana ($1,5 \times 10^8$ UFC/mL) en tubos de ensayo. La mezcla fue homogeneizada e introducida en un baño de agua a 20 ± 1 °C, iniciando inmediatamente el cronómetro (29).

Se evaluó la acción del desinfectante en diferentes tiempos: 1, 5, 15, 30, 45 y 60 minutos. Antes de culminar el tiempo de contacto se mezcla y se mide con una pipeta 1,0 mL de la solución, posteriormente se pasa a un tubo que ya contiene 8,0 mL de neutralizador (Tiosulfato de sodio) y 1,0 mL de agua destilada. Se toma inmediatamente una muestra de 1,0 mL de la preparación y se realiza siembra directa por duplicado en agar TSA con las soluciones correspondientes, registrando los tiempos con cronómetro para cada combinación de bacteria y desinfectante (29).

Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas y se procedió a la lectura de resultados. Es importante destacar que el objetivo principal de este ensayo fue evaluar la actividad

antibacteriana de los desinfectantes mediante la observación de la presencia o ausencia de crecimiento microbiano (29).

3.3.1.3 Fase 3: Análisis de los resultados

Los datos obtenidos fueron interpretados con el objetivo de evaluar la eficacia comparativa de los desinfectantes seleccionados. Según lo establecido en la NTC 5150, el procedimiento estándar implica el conteo de placas y la determinación del número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) mediante cálculos cuantitativos.

Sin embargo, en este estudio se realizó una modificación metodológica de la técnica, optando por un análisis semicuantitativo donde se busca establecer la presencia o ausencia del crecimiento bacteriano definiendo rangos de UFC para su distribución. La clasificación de los resultados se estableció de la siguiente manera:

- **Abundante:** >50 UFC
- **Moderado:** 25–49 UFC
- **Escaso:** 1–24 UFC
- **Ausente:** 0 UFC

Esta modificación se fundamenta en determinar si los desinfectantes comerciales utilizados son efectivos o no en la eliminación total de agentes bacterianos. Dado que estos productos cuentan con fichas técnicas que reportan un alto nivel de efectividad (alrededor del 99%), el enfoque cualitativo permite evidenciar de manera clara si logran una desinfección completa, sin necesidad de realizar una cuantificación precisa. Asimismo, se identificaron patrones de comportamiento y diferencias significativas entre los productos evaluados.

4 RESULTADOS

4.1 Fase 1: Revisión bibliográfica y selección desinfectantes.

Se realizó una revisión de aproximadamente 230 documentos académicos publicados entre 1995 y 2024, incluyendo artículos científicos, normativas y trabajos de grado. De estos, se seleccionaron 53 textos relevantes en español e inglés, utilizando palabras clave como: alimentación saludable, nutrición, bacterias patógenas, contaminación alimentaria, *Escherichia coli*, desinfectantes, antisépticos, orgánicos, normas sanitarias, seguridad

alimentaria e inocuidad. Esta selección garantiza información actualizada y pertinente para el desarrollo del estudio, la cual se encuentra al final del trabajo de grado en la sección de referencias bibliográficas.

Por otro lado, se seleccionaron cuatro desinfectantes orgánicos incluyendo el vinagre que es un producto que a menudo se usa en el ámbito doméstico, A continuación, se presenta la ficha técnica de cada uno:

Tabla 4. Características de los desinfectantes seleccionados.

Producto	BINNER VERDE (32).
Características	Binner Verde frutas y verduras, desinfectante y limpiador de agroquímicos de origen natural, es el producto más seguro para rociar de manera natural y sin químicos. Elimina el 99,9% de las bacterias y hongos. Es inoloro e insaboro. Está basado en nanotecnología que permite una rápida dispersión y penetración para una limpieza y desinfección eficaz.
Ingredientes	Agua desionizada, biocida natural, tensoactivo biodegradable y preservante.
Modo de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lave de forma rápida las frutas y verduras. 2. Rocíe el producto dando vuelta a las frutas y verduras, deje actuar por 5 minutos. 3. Enjuague y deje secar.

Producto	ECOHOME (33).
Características	Es un limpiador de frutas y verduras diseñado para remover las sustancias y residuos contaminantes que están presentes en las frutas y verduras y que el agua no es capaz de eliminar completamente. Con este limpiador se puede eliminar cualquier rastro de tóxicos de pesticidas que son causantes de tantas enfermedades. Por la presencia de aceites esenciales tiene naturalmente un agradable aroma a naranja y limoncillo.
Ingredientes	Limpiadores naturales, aceites esenciales, preservantes, humectantes y agua.
Modo de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar directamente sobre la superficie de la fruta o verdura. 2. Frotar con las manos durante 20 a 30 segundos. 3. Enjuagar con abundante agua.

Producto	ZEV VINAGRE BLANCO (34).
Características	Es un producto versátil y esencial en cualquier cocina. Tiene una presentación de botella plástica, el contenido neto es de 1000 mL y es

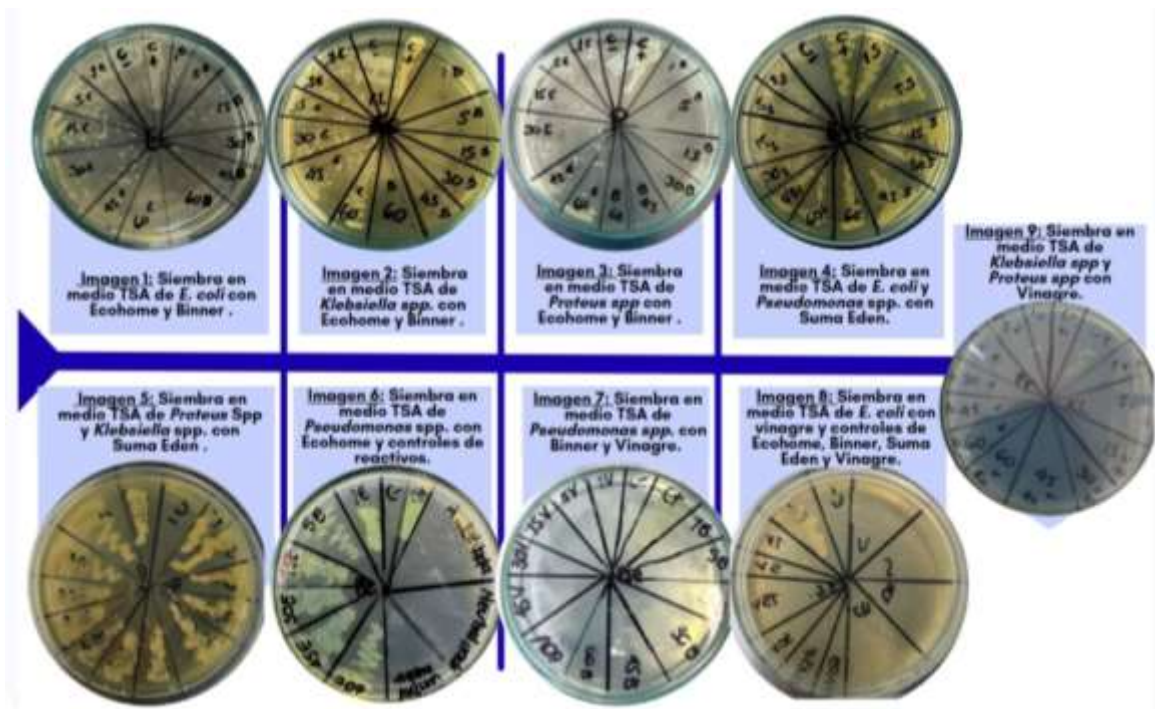
	perfecto para aquellos que buscan una opción práctica y económica para agregar sabor a sus comidas. Su versatilidad permite que se adapte a diferentes estilos de vida y necesidades de los consumidores. Es un producto incoloro, transparente y brillante.
Ingredientes	Agua, acidulante (Ácido acético)
Modo de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producto listo para consumo. 2. Verter la cantidad deseada sobre la comida o mezcla. 3. Ideal para aderezar verduras y legumbres crudas.

Producto	SUMA EDEN DIVERSEY (ANTIBACTERIAL ORGÁNICO PARA FRUTAS, VERDURAS Y SUPERFICIES) (31).
Características	Es un desinfectante formulado a base de ácidos orgánicos que provee un excelente nivel de desinfección sin dañar las superficies, además de que es libre de enjuague ya que no deja residuos ni aroma. Especial para acero inoxidable.
Ingredientes	Cada 100g de producto contiene: Ácido láctico 40% CAS 79-33-4 Ácido fosfórico 30% CAS 7664-38-2 Sulfato lauril de sodio 1% CAS 151-21-3 Agua.
Modo de uso	Modo de uso frutas y verduras: Prepare una solución de Suma Eden a una concentración del 0.1 % v/v. (1ml /litro de agua) <ol style="list-style-type: none"> 1. Llene con solución de Suma Eden el recipiente limpio e higienizado a utilizar para el lavado de frutas y/o verduras. 2. Realice previo lavado con agua de frutas y verduras, para retirar la suciedad gruesa y objetos extraños. Sumerja los alimentos en la solución preparada. 3. Deje en inmersión al menos 1 min. frutas cáscara blanda y es recomendable 5 min. para hojas, frutas cáscara dura. Nota: Se puede usar en huevos y empaques, dejar en inmersión 1 min. <ol style="list-style-type: none"> 4. Agite para remover la suciedad, si es necesario. 5. Remueva las frutas y verduras de la solución. No requiere enjuague 6. Cambie la solución cada 8 horas o cuando haya suciedad en exceso

4.2 Fase 2: Evaluación de la efectividad de los desinfectantes.

La evaluación de la efectividad de los desinfectantes, se realizó aplicando la metodología establecida en la norma NTC 5150, la cual establece los criterios y procedimientos para determinar la actividad antimicrobiana de productos desinfectantes mediante ensayos microbiológicos en placas de cultivo TSA. Como se evidencia en la **Figura 4** se muestra el crecimiento microbiano en presencia de cada uno de los desinfectantes.

Figura 4. Registro fotográfico del crecimiento bacteriano posterior a la exposición a los desinfectantes.



- Imagen 1:** La cepa de *Escherichia coli* en el control positivo tuvo un crecimiento masivo y ausencia de colonias aisladas. Sin embargo, tras solo un minuto de exposición al desinfectante Binner Verde, el número de colonias disminuyó drásticamente, permitiendo su recuento, de esta manera el número de colonias continuó reduciéndose de forma progresiva hasta desaparecer por completo a los 60 minutos. En comparación con el desinfectante Ecohome, en el cual, aunque se observó una ligera reducción en comparación con el control, el crecimiento bacteriano se mantuvo masivo en todos los tiempos evaluados, lo que sugiere una eficacia limitada frente a esta cepa.
- Imagen 2:** En cuanto a *Klebsiella spp.*, el desinfectante Binner Verde demostró una acción bactericida efectiva. Desde el primer minuto de contacto, no se evidenció crecimiento alguno en el medio de cultivo, y esta ausencia de colonias se mantuvo constante hasta los 60 minutos. Por otro lado, el comportamiento del desinfectante Ecohome fue inconsistente. Aunque al minuto uno se observó una ligera disminución en comparación con el crecimiento masivo del control positivo, a partir de ese momento la carga bacteriana aumentó progresivamente, revelando que el producto no

solo es ineficaz para eliminar totalmente *Klebsiella* spp., sino que además no impide su proliferación.

- **Imagen 3:** Respecto a *Proteus* spp., el desinfectante Binner Verde nuevamente evidenció una eficacia completa. En el control positivo se observó un crecimiento masivo, sin colonias aisladas. Sin embargo, desde el primer minuto de contacto, las colonias desaparecieron por completo. Este resultado reafirma la capacidad del desinfectante para eliminar rápidamente la carga bacteriana. En cambio, Ecohome presentó una respuesta variable, pues logró reducir el crecimiento bacteriano en algunos tiempos de contacto sin cumplir con un patrón determinado, lo que sugiere una acción limitada que no se mantiene con el tiempo.
- **Imagen 4:** En el caso del desinfectante Suma Eden frente a *Pseudomonas* spp. y *Escherichia coli*, los resultados fueron no favorables. Desde el primer minuto de contacto, se observó un incremento significativo en la carga bacteriana, evidenciando que no solo no logra reducir el crecimiento, sino que puede favorecer la persistencia de estos microorganismos, lo que lleva a descartar su efectividad frente a estas dos cepas.
- **Imagen 5:** Para las cepas *Proteus* spp. y *Klebsiella* spp., el comportamiento de Suma Eden no tuvo ningún impacto. Es decir, durante todos los tiempos evaluados, la carga bacteriana se mantuvo estable, sin evidenciar una disminución significativa ni un incremento notable. Estos resultados indican que el desinfectante no altera el crecimiento de estos microorganismos, por lo tanto, no ejerce un efecto antimicrobiano relevante.
- **Imagen 6:** En el caso de *Pseudomonas* spp., el desinfectante Ecohome no mostró ningún efecto bactericida. Desde el control positivo hasta los tiempos finales de exposición, el crecimiento bacteriano permaneció masivo, sin cambios apreciables. Además, se verificó que los controles negativos utilizados en el ensayo (agua destilada, medio de cultivo y neutralizador) no presentaron crecimiento bacteriano alguno, lo cual valida la confiabilidad de los resultados obtenidos.

- **Imagen 7:** En cuanto a *Pseudomonas* spp., los resultados demuestran que tanto el desinfectante Binner Verde como el vinagre que a pesar de ser un producto alimentario y no es considerado como tal un desinfectante, mostró actividad bactericida desde el minuto 1 de contacto, lo cual es un hallazgo relevante que indica la presencia de mecanismos de acción efectivos contra este microorganismo.
- **Imagen 8:** La actividad bactericida que generó el vinagre frente a *E.coli* fue una eliminación efectiva a partir del minuto 5 de contacto, ya que, si bien se observa un crecimiento en el minuto 1, este se detuvo completamente en el minuto 5, manteniéndose durante los 15, 30, 45 y 60 minutos. Además, se descartó una posible contaminación para los desinfectantes evaluados, en los cuales los controles no mostraron crecimiento alguno.
- **Imagen 9:** Para las cepas de *Klebsiella* spp. y *Proteus* spp., al realizar la evaluación bactericida que presenta el vinagre, este demostró una inhibición total del crecimiento bacteriano desde el minuto 1 hasta el minuto 60 de contacto, lo que sugiere una alta eficacia del vinagre para prevenir la proliferación de estas dos especies bacterianas Gram negativas.

4.3 Fase 3: Análisis de los resultados.

Tabla 5. Recuento de colonias para cada uno de los desinfectantes.

Bacteria	Tiempo(Min)	Binner Verde (UFC)	Ecohome (UFC)	Vinagre (UFC)	Suma Eden (UFC)
<i>E coli</i>	1	13	>50	7	>50
	5	0	>50	0	>50
	15	9	>50	0	>50
	30	3	38	0	>50
	45	7	>50	0	>50
	60	0	>50	0	>50
<i>Proteus spp.</i>	1	0	17	0	>50
	5	0	32	0	>50
	15	0	25	0	>50
	30	0	>50	0	>50
	45	0	30	0	>50
	60	0	>50	0	>50
<i>Klebsiella spp.</i>	1	0	33	0	>50
	5	0	>50	0	>50
	15	0	>50	0	>50
	30	0	>50	0	>50
	45	0	>50	0	>50
	60	0	>50	0	>50
<i>Pseudomonas spp.</i>	1	0	>50	0	>50
	5	0	>50	0	23
	15	0	>50	0	>50
	30	0	>50	0	>50
	45	0	>50	0	>50
	60	0	>50	0	>50

Abundante = >50 UFC

Moderado = 25-49 UFC

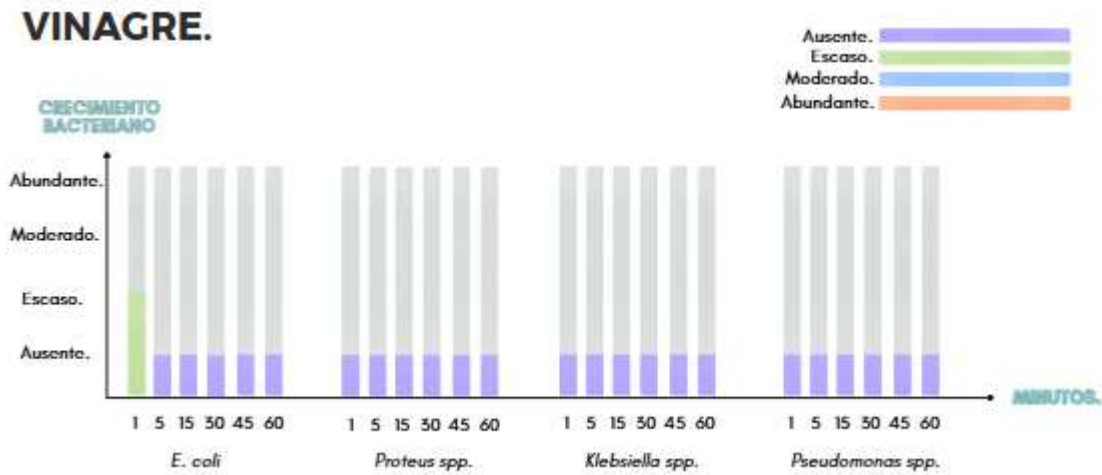
Escaso = 1-24 UFC

Ausente = 0 UFC

De los cuatro productos evaluados, Binner Verde y vinagre blanco demostraron una alta eficacia bactericida frente a las cepas aisladas de lechuga. En el caso del vinagre, eliminó completamente el crecimiento microbiano en tiempos cortos de exposición. Con respecto a Binner Verde, se observó una disminución significativa del crecimiento bacteriano a lo largo del ensayo. Ecohome presentó una eficacia variable, dependiente del tipo de bacteria y del tiempo de exposición. Su acción fue limitada frente a *Klebsiella spp.*, *E. coli* y *Pseudomonas*

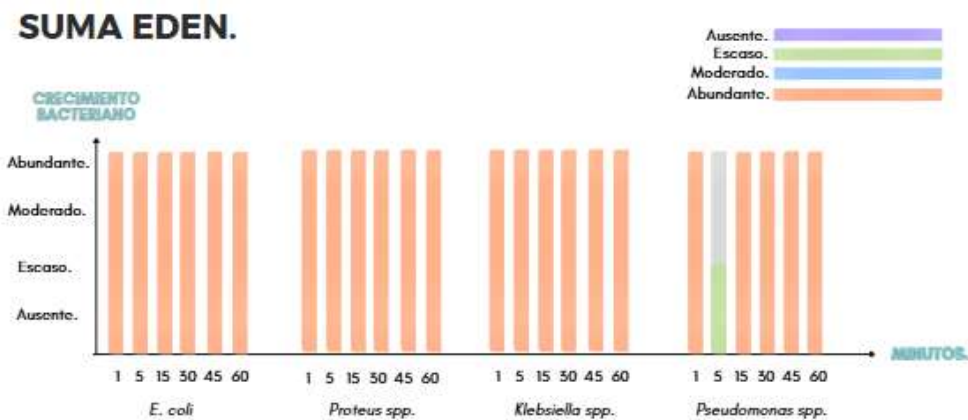
El desinfectante Ecohome mostró baja eficacia contra las bacterias evaluadas. En *Proteus* spp., hubo reducciones temporales del crecimiento, pero no se logró inhibición total. En *Pseudomonas* spp., se mantuvo un crecimiento abundante durante todo el ensayo, evidenciando resistencia al desinfectante. Para *E.coli* y *Klebsiella* spp., solo en un tiempo específico de contacto se redujo la carga bacteriana, pero no fue significativo.

Figura 7. Efecto bactericida vinagre.



El vinagre mostró alta eficacia contra todas las bacterias evaluadas. Logrando inhibición total desde el primer minuto; a excepción de *E.coli*, que fue la única cepa con crecimiento escaso en el primer minuto, a partir de ahí, las cepas no tuvieron crecimiento durante los 60 minutos del ensayo.

Figura 8. Efecto bactericida Suma Eden.



El desinfectante Suma Eden en general mostró baja eficacia. Todas las cepas bacterianas, mantuvieron un crecimiento abundante durante los 60 minutos del proceso experimental. Sin embargo, cabe resaltar que Para *Pseudomonas* spp., únicamente en el minuto 5 se presentó un crecimiento escaso.

5 DISCUSIÓN

Los ácidos orgánicos principalmente liberan iones de hidrógeno, provocando disminución del pH lo que permite atravesar la membrana externa de la bacteria, afectando el equilibrio interno de la célula repercutiendo en la actividad de las enzimas vitales y llevando a la muerte bacteriana (33). Asimismo, el autor Hirshfield observó en el año 2003 que el ácido acético provoca daño estructural en la membrana bacteriana y alteración de proteínas intracelulares (34), lo cual explicaría su eficacia frente a bacterias Gram negativas resistentes.

Como explica Nilgün H. Budak y colaboradores, los factores como el tipo de bacteria, la temperatura, el pH del medio, la concentración del ácido o la fuerza iónica pueden influir en el grado de efectividad de este proceso (35)(36).

Los resultados evidenciaron una alta efectividad del vinagre blanco frente a la mayoría de las cepas evaluadas, lo cual concuerda con estudios previos que han demostrado su acción bactericida. Entani y colaboradores, reportaron que una concentración de ácido acético al 0,1 % inhibió completamente el crecimiento de *E. coli* O157:H7 y otras cepas patógenas (37), de igual forma Halstead en 2015 demostró que soluciones de ácido acético al 5 % lograron una reducción de hasta 7 log₁₀ en *E. coli* y *Mycobacterium smegmatis*, incluso en condiciones de presencia de materia orgánica (40). Asimismo, investigaciones en Corea mostraron que soluciones de vinagre al 10–15 % permitieron reducir significativamente la carga de *E. coli* en hortalizas durante almacenamiento a 4 °C (41).

Además, la acción del vinagre frente a *Pseudomonas* spp. ha sido documentada, destacando una concentración mínima inhibitoria (MIC90) del 2 % y una concentración bactericida mínima (MBC90) del 8 % en estudios clínicos (42).

En los últimos años, el vinagre ha ganado popularidad como alternativa natural y accesible para la desinfección gracias a la presencia del ácido acético que posee propiedades antimicrobianas. Su mecanismo consiste principalmente en la capacidad del ácido, cuando no se disocia, lo que le permite penetrar la membrana celular bacteriana y acidificar el

citoplasma, interfiriendo con procesos enzimáticos vitales para su supervivencia. Este mecanismo fue descrito por Entani y colaboradores (37) quienes destacan que la acción del ácido acético es más potente que la de otros ácidos minerales que se encuentran al mismo pH, reforzando así el potencial en la desinfección de alimentos.

Dicho esto, al centrarnos en la presente investigación, los resultados obtenidos en el trabajo experimental realizado demuestran la alta eficacia del vinagre como agente desinfectante, evidenciada por la inhibición del crecimiento de *Escherichia coli*, *Proteus spp.*, *Klebsiella spp.*, y *Pseudomonas spp.*, logrando este efecto desde el primer minuto de exposición y manteniéndolo durante los 60 minutos del ensayo, confirmando así, el potencial antimicrobiano del vinagre, y posicionándolo como una alternativa viable frente a otros productos comerciales evaluados, como Binner Verde, Ecohome y Suma Eden, los cuales presentaron una eficacia variable.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado en otro estudio experimental, en el que se observó una mayor reducción microbiana al utilizar vinagre al 5 % en comparación con cloro al 0.1 %, tanto en lechuga como en pepino, especialmente en los tiempos de exposición de 10 y 20 minutos. Esta similitud entre diferentes ensayos refuerza la evidencia sobre la efectividad del vinagre como desinfectante de amplio espectro, tanto en superficies inertes como en alimentos. (43). Por ejemplo, en estudios previos sobre la desinfección de estetoscopios, se demostró que el vinagre logra una desinfección efectiva en el 75% de los casos, reduciendo la carga microbiana de forma significativa. Pese a que en ese estudio el alcohol logró una mayor reducción de unidades formadoras de colonias, el vinagre también demostró una notable capacidad para disminuir la carga microbiana. (44).

Además, se ha confirmado que el ácido acético, es altamente eficaz en su acción antimicrobiana, especialmente cuando se emplea en concentraciones del 10% combinadas con ácido cítrico, ya que pueden reducir en más de 5 pasos logarítmicos una amplia gama de patógenos, incluyendo bacterias comunes y microorganismos resistentes como *P.aeruginosa*, *K. pneumoniae* y *C.albicans*. Este efecto también se ha observado en el lavado de ropa, lo que sugiere el amplio potencial del vinagre como desinfectante en diversos entornos, desde el ámbito clínico hasta el doméstico. (45).

Ahora bien, estudios recientes sobre el uso de aceites esenciales como alternativa a los desinfectantes tradicionales han mostrado resultados promisorios. Por ejemplo, el autor

Bărbulescu y colaboradores, evaluaron emulsiones de aceites de orégano y winter savory en el lavado poscosecha de la lechuga, demostrando una reducción significativa de *E. coli* O157:H7, en algunos casos incluso es comparable a la obtenida con compuestos convencionales como cloro o ácido peracético (46). Sin embargo, la eficacia de estos aceites esenciales puede variar según la formulación, la superficie de la hortaliza y la estructura física y química del alimento, lo que limita su estandarización y aplicación a gran escala (47).

Esto se asemeja al comportamiento observado con Ecohome en este estudio, el cual presentó un efecto bactericida variable, cuya acción depende del microorganismo evaluado y no alcanza la eliminación total de las bacterias en la mayoría de los casos, ya que su efectividad depende del tipo y concentración de compuestos activos (48).

En cuanto a los ácidos orgánicos, diversas investigaciones han documentado su acción antimicrobiana frente a bacterias patógenas presentes en vegetales frescos. Van Haute y colaboradores en el 2013 reportaron que el ácido láctico y el ácido cítrico lograron reducciones entre 1,5 y 2,2 log CFU/g de mesófilos y psicrófilos en lechuga iceberg fresca, alcanzando resultados similares o superiores al cloro, sin comprometer la textura, color o características sensoriales durante el almacenamiento (49). Estos hallazgos respaldan la eficacia observada en este estudio con el vinagre, que logró inhibir por completo el crecimiento bacteriano desde los primeros minutos de exposición en varias de las cepas evaluadas.

No obstante, es importante señalar que el uso de ácidos orgánicos puede modificar la microbiota superficial de las hortalizas. El autor Ding y colaboradores, mediante análisis de secuenciación 16S rRNA, encontraron que ácidos como el cítrico y el propiónico reducen eficazmente la carga microbiana, pero en algunos casos favorecieron el desarrollo de géneros como *Xanthomonas*, lo que podría comprometer la calidad del producto y su vida útil (50). Este hecho resalta que la elección de un desinfectante debe equilibrar la reducción de patógenos con la preservación de la estabilidad microbiológica de las hortalizas.

Entre las nuevas alternativas, el ácido peracético (PAA) se ha posicionado como uno de los desinfectantes más efectivos y sostenibles. En el 2020 se demostró que una solución de PAA (~75 mg/L) fue capaz de lograr una reducción de hasta 5 log de *E. coli* durante el procesamiento de lechuga tanto en condiciones de laboratorio como industriales, manteniendo su eficacia incluso en presencia de alta carga orgánica en el agua de lavado (51).

De igual forma, en 2011, se reportó que el PAA resultó más eficaz que el cloro y el ozono en la reducción de bacterias psicrófilas durante el almacenamiento refrigerado de lechuga mínimamente procesada (52).

Estos resultados contrastan con el desempeño observado en Suma Eden dentro de este estudio, lo cual sugiere que la formulación o la concentración utilizada podría no haber sido adecuada para alcanzar la eficacia esperada, a pesar de estar basado en ácidos orgánicos. Además de ácidos y aceites esenciales, se han investigado estrategias combinadas para potenciar la efectividad de los desinfectantes orgánicos. Akbas y Olmez reportaron que la combinación de ácido cítrico con etanol generó reducciones microbianas de aproximadamente 1,1 log CFU/g en vegetales frescos, manteniendo una calidad sensorial aceptable, mientras que el etanol por sí solo, aunque muy eficaz como bactericida, deterioró la textura y apariencia de los vegetales (53). Este tipo de combinaciones puede representar un enfoque prometedor para superar las limitaciones de eficacia de algunos compuestos orgánicos sin comprometer la calidad del producto.

En este contexto, los resultados del presente estudio se alinean con la evidencia internacional que indica que no todos los desinfectantes orgánicos ofrecen la misma seguridad microbiológica. Mientras que algunos, como el vinagre y Binner Verde, demostraron una acción comparable a desinfectantes reportados en la literatura, otros como Ecohome y Suma Eden evidenciaron limitaciones similares a las observadas con ciertos aceites esenciales o formulaciones de ácidos orgánicos inestables.

La comparación con estudios previos sugiere que el uso de desinfectantes orgánicos puede ser una alternativa viable para garantizar la inocuidad en hortalizas frescas, siempre que se consideren aspectos como la formulación, la concentración, el tiempo de contacto y los posibles efectos sobre la microbiota y la calidad sensorial. Por lo que este trabajo experimental, sirve de base para futuras investigaciones sobre estandarizar estas condiciones y validar los resultados en escenarios de producción y consumo real, con el fin de garantizar su efectividad y aceptación a nivel doméstico e industrial.

Es importante resaltar que este estudio aporta a la seguridad alimentaria, garantizando que los alimentos sean óptimos sin representar riesgos para la salud. Las hortalizas, en especial la lechuga, tiene la facilidad de contaminarse durante el cultivo, transporte y comercialización lo que puede contribuir a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Por lo anterior,

los desinfectantes orgánicos resaltando el vinagre son una herramienta que complementa las buenas prácticas agrícolas ayudando a reducir los diferentes riesgos de contaminación que afectan la salud humana.

6 CONCLUSIONES.

A partir del desarrollo de esta investigación fue posible evaluar la efectividad de cuatro desinfectantes orgánicos Suma Eden, Ecohome, Binner Verde y vinagre, utilizados en bacterias aisladas de lechugas, las cuales son comercializadas en la ciudad de Bogotá. Este estudio permite conocer información relevante para fortalecer las prácticas de inocuidad alimentaria, garantizando la salud y bienestar de los humanos.

Los resultados obtenidos evidencian que se presenta variabilidad en los desinfectantes analizados frente a su efectividad bactericida, algunos desinfectantes demostraron una acción antimicrobiana significativamente mayor observada en los aislados bacterianos obtenidos, indicando que no todos los desinfectantes orgánicos ofrecen seguridad microbiológica en los alimentos utilizados.

Ecohome mostró una eficacia variable que dependió tanto del tipo de bacteria como del tiempo de exposición. Su efecto fue limitado frente a *Klebsiella* spp., *E. coli* y *Pseudomonas* spp., logrando únicamente una reducción parcial del crecimiento en *Proteus* spp., sin evidenciar una acción bactericida significativa. En contraste, Suma Eden, pese a su uso frecuente en entornos industriales, no demostró actividad antimicrobiana frente a ninguna de las cepas analizadas. Incluso, en algunos casos se registró un incremento en la carga bacteriana, lo que indica que no resulta efectivo como desinfectante de lechugas bajo las condiciones evaluadas.

El vinagre, demostró el mejor desempeño frente a las cepas bacterianas por lo que se sigue constatando que es un producto natural con alta eficacia bactericida, por lo tanto, en futuros estudios se pueden evaluar el impacto en el sabor, la textura de los alimentos, la aceptación de los consumidores y su comportamiento frente a distintos tipos de bacterias o condiciones ambientales. De esta manera, se podrían ampliar las opciones seguras, naturales y efectivas para conservar los alimentos, mantenerlos frescos y libres de patógenos.

Los resultados obtenidos, evidencian la importancia de verificar y constatar científicamente la efectividad de diferentes desinfectantes del mercado disponibles para el uso doméstico con el fin de minimizar el aumento del riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Por esta razón, es importante que para futuras investigaciones se profundice en la evaluación de diferentes factores como concentraciones, tiempos de contacto, desinfectantes combinados y demás, para así ofrecer alternativas seguras y sostenibles para los consumidores.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MINSALUD. Agosto. 2022. p. 108 Estrategia de promoción de alimentación saludable. Available from:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SSNAB/estrategia-promocion-alimentacion-saludable.pdf>
2. Aliye Özenoğlu, Cahit Erkul, Nejla Anul, Büşra Özçelikçi BM. Relationship of attitudes for healthy nutrition with mindful eating, motivation to participate in physical activity, and academic success: A controlled study. 2024;123(0899–9007). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900724000728>
3. MINSALUD. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS ETA. :1–8. Available from:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/abece-eta-final.pdf>
4. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Informe de Evento Brotes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos, 2022. [Internet]. 2023 p. 19. Available from:
[https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA INFORME 2022.pdf?utm](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA%20INFORME%202022.pdf?utm)
5. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Informe de Evento 2023 Brotes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos. [Internet]. 2024 p. 21. Available from:
[https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA INFORME DE EVENTO 2023.pdf?utm](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ETA%20INFORME%20DE%20EVENTO%202023.pdf?utm)
6. Día A 5 al. Guía práctica para la compra, conservación y consumo de frutas y hortalizas. [Internet]. Available from: https://www.5aldia.org/key/guia-practica-para-la-compra--conservacion-y-consumo-de-las-frutas-y-hortalizas/guia-practica-para-la-compra--conservacion-y-consumo-de-las-frutas-y-hortalizas_13432_1683_17507_0_1_in.html
7. DANE. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) [Internet]. 2019. Available from:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf
8. Hargreaves S, Raposo A, Saraiva A, Zandonadi R. Vegetarian Diet: An Overview through the Perspective of Quality of Life Domains. *Int J Environ Res Public Heal* [Internet]. 2021;18(8):23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33921521/>
9. Leitzmann C. Vegetarian nutrition: past, present, future. In: *The American Journal of*

- Clinical Nutrition [Internet]. 2014. p. 496–502. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000291652304902X?via%3Dihub>
10. Función Publica. Resolución 2674 de 2013 Ministerio de Salud [Internet]. 2013 p. 41. Available from:
<https://www1.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>
 11. MINSALUD. TITULO I. 1979;1–32. Available from:
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/decreto 3075 DE 1997.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/decreto%203075%20DE%201997.pdf)
 12. OMS, OPS, PAHO. Desinfección en el hogar, prendas de protección y protocolos [Internet]. 2021. p. 54. Available from:
<https://www.paho.org/sites/default/files/desinfeccion-hogar-prendas-protocolos.pdf>
 13. Guglielmone F, Toribio N, Paola A. Impacto de la pandemia (COVID-19) sobre la “cultura de la inocuidad” entre comerciantes a cargo de verdulerías y panaderías de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Isalud* [Internet]. 2021;17(82):75–80. Available from:
[https://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/557/BI.2021.004 - Artículo Revista ISALUD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/557/BI.2021.004 - Articulo Revista ISALUD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
 14. FAO. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta [Internet]. 2021. p. 83. Available from:
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a7fbf654-32d4-4f88-bfde-6ec900deb5dc/content>
 15. Santiago Espinosa-Salas; Mauricio Gonzalez-Arias. Foodborne Illnesses: Pathogens and Toxins. Bethesda (MD): NCBI Bookshelf. Natl Cent Biotechnol Inf [Internet]. 2023; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK594226/>
 16. Yan S, Liu Z, Xu H, Chen M, Zhang J LJ. Antimicrobial mechanisms and applications of plant-derived essential oils: A review. *Front Microbiol* [Internet]. 2023;14. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10296835/>
 17. Fernández S, Deza-Durand K LL. Evaluación de la actividad antimicrobiana de aceites esenciales sobre bacterias patógenas de alimentos. *Rev Argent Microbiol* [Internet]. 2022;54(150–8). Available from:
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752022000300015
 18. Cortés, Mónica; Bautista, Sivia; Ventura, Rosa; Landa, Patricia; Hernández M. Bacterias patógenas de los alimentos agrícolas frescos y mínimamente procesados. Estado actual en el control del género salmonella. *Redalyc* [Internet]. 2021;22(1):12.

- Available from: <https://www.redalyc.org/journal/813/81367929003/>
19. Sonia Gaviola, Guillermo Lombardo, Valeria Malinovsky, Laura Ferreirós Gago, María Martha Sapoznik, Adela Contreras, Silvana Judith Pérez FMDS. DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS. 2021; Available from: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_desinfectantes_y_antisepticos_septiembre_2021_0.pdf
 20. Salud SD de. Limpieza y desinfección de equipos y superficies ambientales en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. 2021; Available from: https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf
 21. Elvira, Natalita., Torres F. EVALUACIÓN DE LOS DESINFECTANTES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL ÁREA DE FITOTERAPEUTICOS EN LABORATORIOS PRONABELL LTDA. Pontif Univ JAVERIANA [Internet]. 2008; Available from: <https://apidspace.javeriana.edu.co/server/api/core/bitstreams/b70346a1-6a73-48ee-89f6-09be5f4e751b/content>
 22. Diomedi A, Chacón E, Delpiano L, Hervé B, Jemenao MI, Medel M. Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud. Rev Chil infectología [Internet]. 2017; Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v34n2/art10.pdf>
 23. CDC Control de infecciones. Desinfectantes químicos Guía para la desinfección y esterilización en centros de salud. 2008; Available from: https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-sterilization/chemical-disinfectants.html#cdc_generic_section_10-phenolics
 24. OMS, Emergencies HP. Cuidado, limpieza, desinfección y esterilización de dispositivos respiratorios [Internet]. p. 16. Available from: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/care-cleaning-disinfection-and-sterilization-es.pdf>
 25. Barry H. A brief history of heat, chemical and radiation preservation and disinfection. Int Biodeterior Biodegradation [Internet]. 1995;35(3–4):197–217. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1894581/>
 26. García, Jesús; Medina, Laura ; Mercado J, N; Báez R. EVALUACIÓN DE DESINFECTANTES PARA EL CONTROL DE MICROORGANISMOS EN FRUTAS Y VERDURAS. Iberoam Tecnol Postcosecha [Internet]. 2017;18(1):9–22.

- Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81351597002.pdf>
27. López A. FAO. 2003. p. 163 Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Available from: <https://www.fao.org/4/y4893s/y4893s00.htm>
 28. González R, Martínez L, Pérez J, Rodríguez M SD. Efecto bactericida del ácido acético presente en el vinagre, una alternativa a desinfectantes sintéticos o químicos. Bol Redipe [Internet]. 2019; Available from: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1653/1563>
 29. INCONTEC. NTC 5150 ANTISÉPTICOS Y DESINFECTANTES QUÍMICOS. ACTIVIDAD BACTERICIDA BÁSICA. MÉTODO DE PRUEBA Y REQUISITOS [Internet]. 2003. p. 34. Available from: <https://tienda.icontec.org/gp-antisepticos-y-desinfectantes-quimicos-actividad-bactericida-basica-metodo-de-prueba-y-requisitos--fase-1--ntc5150-2003.html>
 30. INCONTEC. NTS_007 NORMA SANITARIA DE MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS. [Internet]. 2017. Available from: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/5fcb0531-5eab-441b-b41a-ce677f8c553f/Norma-Tecnica-Sectorial-Colombiana-NTS-USNA-007-No>
 31. Johnson profesional. Johnson Profesional. Hoja de seguridad Suma Eden [Internet]. 2017. Available from: https://www.johnsonprofesional.com/hojas_de_seguridad/Johnson_Profesional_Diversy_Hoja_de_Seguridad_Suma_Eden.pdf
 32. Colombia: Binner. Binner. Desinfectante y Limpiador Binner Verde para Frutas y Verduras 500 ml [Internet]. Available from: <https://www.binner.com.co/producto/desinfectante-y-limpiador-binner-verde-para-frutas-y-verduras-500ml/>
 33. Bogotá: Ecohome. Ecohome. Desengrasante ecológico [Internet]. Available from: <https://www.mundoecohome.com/collections/compra-online/products/desengrasante-ecologico>
 34. Bogotá: Tiendas D1. Tiendas D1. Vinagre Blanco ZEV 1000 ml [Internet]. Available from: <https://domicilios.tiendasd1.com/p/vinagre-blanco-zev-1000-ml-12003655>
 35. Universidad de Antioquia. Evaluación de la efectividad de desinfectantes naturales frente a bacterias aisladas de vegetales. Medellín UdeA [Internet]. 2022;1–37. Available from: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/71d220a9-c0ed-4499-833b-ba4ff18f8ab8/content>

36. Hirshfield IN, Terzulli S, O'Byrne C. Weak organic acids: a panoply of effects on bacteria. *Sci Prog* [Internet]. 2003;86:245–69. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15508892/>
37. Tajkarimi MM, Ibrahim SA C DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *J Food Sci* [Internet]. 2010;75. Available from: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.12434>
38. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 94(3):223–53. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160504001680>
39. ETSUZO ENTANI, MITO ASAI, SHIGETOMO TSUJIHATA, YOSHINORI TSUKAMOTO AMO. Antibacterial Action of Vinegar against Food-Borne Pathogenic Bacteria Including *Escherichia coli*O157:H7. *J Food Prot* [Internet]. 1998;61,8:953–9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/13571147_Antibacterial_Action_of_Vinegar_against_Food-Borne_Pathogenic_Bacteria_Including_Escherichia_coliO157H7
40. Fenella, Halstead Maryam, auf Naiem, S. Moiemem Amy Bamford Christopher, Wearn Adán, Fraise Peter, Lund Beryl, Oppenheim Mark W. The Antibacterial Activity of Acetic Acid against Biofilm-Producing Pathogens of Relevance to Burns Patients. *PLoS One* [Internet]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26352256/>
41. Shin, Young Park. Sujin, Kang., Sang-Do H. Antimicrobial effects of vinegar against norovirus and *Escherichia coli* in the traditional Korean vinegared green laver (*Enteromorpha intestinalis*) salad during refrigerated storage. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2016; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27665528/>
42. H. Ryssel, O. Kloeters, G. Germann, Th. Schäfer GW, Oehlbauer. M. The antimicrobial effect of acetic acid—An alternative to common local antiseptics? *Burns* [Internet]. 35(5):695–700. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305417908003616#:~:text=It can be concluded that,further clinical studies are necessary>
43. Gabriela Araujo-Martínez, María Concepción Medina-Díaz JJZE, Susana Morales-González MDPC y JHT. Eficiencia del vinagre en la reducción de coliformes totales y mesófilos aerobios en lechuga y pepino. *Rev Investig en Ciencias la Salud* [Internet]. 2019;14:82. Available from: <https://www.uv.mx/veracruz/uvca281dinamicadesistemas/files/2019/07/RevistaInvEnCienciasDeLaSaludVol14Num1.pdf>

44. Valdizán UNH. Efectividad de desinfectantes naturales en hortalizas frescas. Huánuco: UNHEVAL [Internet]. 2022; Available from: <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/30d76d6a-5e82-4b76-ae32-db24b20f8f2d/content>
45. Ye M, Neetoo H CH. Effectiveness of organic acids in inactivating foodborne pathogens on fresh produce: A review. *BMC Microbiol* [Internet]. 2020;20. Available from: <https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12866-020-01948-8>
46. Pizzo JS, Pelvine RA, da Silva ALBR, Mikcha JMG, Visentainer JV RC. Use of Essential Oil Emulsions to Control *Escherichia coli* O157:H7 in the Postharvest Washing of Lettuce. *Foods* [Internet]. 2023;12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37444307/>
47. Noshirvani, Nooshin. Essential Oils as Natural Food Preservatives: Special Emphasis on Antimicrobial and Antioxidant Activities. *J Food Qual* [Internet]. 2024;18. Available from: <https://doi.org/10.1155/jfq/5807281>
48. Burt SA RR. Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. *Appl Env Microbiol* [Internet]. 2006;72. Available from: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/aem.72.1.660-664.2006>
49. Meltem Yesilcimen Akbas 1 HO. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2013; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20836169/>
50. Jiayi Wang, Dongbing Tao, Shan Wang, Chen Li, Yanru Li FZZW. Disinfection of lettuce using organic acids: an ecological analysis using 16S rRNA sequencing. *RSC Adv* [Internet]. 2019;9. Available from: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/ra/c9ra03290h>
51. J.L. Banach, H. van Bokhorst-van de Veen, L.S. van Overbeek, P.S. van der Zouwen, M.H. Zwietering HJ van der FK. Effectiveness of a peracetic acid solution on *Escherichia coli* reduction during fresh-cut lettuce processing at the laboratory and industrial scales. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2020;321(0168–160). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108537>
52. Bachelli ML, Amaral RD BB. Alternative sanitization methods for minimally processed lettuce in comparison to sodium hypochlorite. *Braz J Microbiol* [Internet]. 2014; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24516433/> %0A
53. J G. Environmental Friendly Sanitation to Improve Quality and Microbial Safety of

Fresh-Cut Vegetables. *Biotechnol - Mol Stud Nov Appl Improv Qual Hum Life*
[Internet]. 2012; Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/30637>