

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
UNAN-LEÓN
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS AGRARIA Y VETERINARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE VETERINARIA



**Maestría Académica Medicina Preventiva mención en
Higiene e Inocuidad Alimentaria**

**Tesis para optar al título de: Máster en medicina preventiva mención en: higiene e
inocuidad alimentaria.**

Tema: Evaluación antibacteriana del amonio cuaternario y ácido acético en la inhibición
de enterobacterias, en hortalizas frescas.

Autora: Ing. María Alejandra Berrios Espinoza

Tutor: MV. Manuel Velásquez Tiffer Msc.

León, Nicaragua, Junio 2025.

2025: 46/19 ¡Siempre más allá! ¡Avanzando en la Revolución!

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
UNAN-LEÓN
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS AGRARIA Y VETERINARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE VETERINARIA



**Maestría Académica Medicina Preventiva mención en
Higiene e Inocuidad Alimentaria**

**Tesis para optar al título de: Máster en medicina preventiva mención en: higiene e
inocuidad alimentaria.**

Tema: Evaluación antibacteriana del amonio cuaternario y ácido acético en la
inhibición de enterobacterias, en hortalizas frescas.

Autora: Ing. María Alejandra Berrios Espinoza

Tutor: Msc. Manuel Velásquez Tiffer

León, Nicaragua, junio 2025.

2025: 46/19 ¡Siempre más allá! ¡Avanzando en la Revolución!

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, fuerzas y sabiduría, por permitirme cumplir una meta más de mi vida y a nuestra madre la Virgen María por ser mi intercesora.

A mi mamita y papito, que desde el cielo me cuidan y aplauden cada uno de los logros de mi vida.

A mi madre, por todo su sacrificio, apoyo, amor incondicional y por motivarme para lograr cada meta que me propongo.

Ing. María Alejandra Berrios Espinoza

AGRADECIMIENTO

Doy gracias infinitamente a Dios, por el don de la vida, por darme salud, sabiduría, fortalezas, para poder lograr la culminación de esta meta.

A mis padres y familia, por ser el pilar fundamental de mi vida, por estar siempre pendientes, motivarme y apoyarme en cada etapa.

A mi novio, por su apoyo incondicional que me ha brindado, aconsejarme y animarme a seguir adelante.

A los coordinadores Dra. Ligia Hernández y al Dr. Manuel Velásquez, además de ser mi tutor, agradezco por sus orientaciones, sus conocimientos brindados y el seguimiento en este proceso.

A mi compañero Ing. Luis Alfonso Rodríguez, por todo el apoyo, consejos, en todo este tiempo desde el comienzo de la maestría.

Ing. María Alejandra Berrios Espinoza

RESUMEN

Las hortalizas frescas constituyen un pilar fundamental en la dieta humana, aportando nutrientes esenciales y fibra que contribuyen significativamente a la salud y el bienestar. Sin embargo, su consumo en estado crudo las expone a una considerable vulnerabilidad ante la contaminación microbiológica, lo que genera una preocupación creciente en el ámbito de la higiene, seguridad e inocuidad alimentaria.

Al evaluar el efecto antibacteriano del amonio cuaternario y el ácido acético en la inhibición de enterobacterias patógenas en hortalizas frescas. La Metodología implicó el análisis de diez muestras de hortalizas (zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo) de dos supermercados de León. Para evaluar la capacidad inhibitoria, se empleó el método de difusión en disco con amonio cuaternario de 5ta generación y ácido acético a 100, 150 y 200 ppm. Adicionalmente, se probó la eficacia del vinagre (ácido acético al 5%) en concentraciones del 10%, 15% y 20%. Obteniendo como resultados la presencia de enterobacterias patógenas en el 100% de las muestras, incluyendo *E. coli spp.* y *Salmonella spp.*, ambas identificadas como bacterias Gram negativas. Tanto el amonio cuaternario como el ácido acético mostraron una significativa capacidad inhibitoria contra *E. coli spp.* y *Salmonella spp.*, con halos de inhibición proporcionales a la concentración. El ácido acético demostró ser más efectivo que el amonio cuaternario en todas las concentraciones evaluadas. Aunque el vinagre inicialmente no mostró inhibición a bajas ppm, a concentraciones de 10%, 15% y 20% demostró una notable eficacia inhibitoria contra ambas enterobacterias, aumentando su efecto con la concentración. Tanto el amonio cuaternario de 5ta generación como el ácido acético, especialmente en su forma de vinagre a concentraciones adecuadas, son desinfectantes efectivos. El vinagre, en particular, se presenta como una alternativa eficaz y segura para la desinfección de hortalizas frescas en el rango del 10% al 20%.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEÓN

FUNDADA EN 1812

AREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA

(Dirección Específica de Medicina Veterinaria, Zootecnia y Agropecuaria)

Junio, León, Nicaragua 2025.

MSc. Osmar Alfredo Soto

Director Específico, Veterinaria, Zootecnia y Agropecuaria
UNAN – León

Estimado MSc. Soto:

Por medio de la presente aprovecho la ocasión para saludarle y a la vez hacer de su conocimiento que la Ingeniera agropecuaria, **MARÍA ALEJANDRA BERRIOS ESPINOZA**, N° carné **21-0850263-000001**, egresada de la Maestría Académica en Medicina Preventiva, mención en Higiene e Inocuidad Alimentaria, está lista para defender su tesis que lleva por título, **“Evaluación antibacteriana del amonio cuaternario y ácido acético en la inhibición de enterobacterias, en hortalizas frescas”**.

Área de estudio: Salud Pública, Enfermedades Crónicas e Infecciosas.

Línea de Investigación: Enfermedades transmitidas por alimentos.

Por lo que le solicito su gestión para que pueda realizarse la revisión pertinente del documento.

Sin más a que referirme me despido de usted, agradeciendo de antemano su colaboración,

Atentamente,

Dr. MV. Manuel Velásquez Tiffer
Tutor

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS.....	4
	Objetivo General.....	4
	Objetivos específicos.....	4
III.	MARCO TEÓRICO.....	5
	3.1 Definición de Hortalizas	5
	3.2 Enfermedades transmitidas por Alimentos (ETA).....	5
	3.2.1 Intoxicación alimentaria con hortalizas.....	6
	3.3 Generalidades de la bacteria <i>E. coli</i>	7
	3.4 Generalidades de la bacteria <i>Salmonella</i>	8
	3.5 Generalidades de la <i>Listeria monocytogenes</i>	9
	3.6 Vigilancia de enfermedades por el Ministerio de Salud.....	9
	3.7 Desinfectantes	10
	3.7.1 Clasificación de los desinfectantes	10
	3.8 Soluciones desinfectantes para eliminación de patógenos.....	11
	3.8.1 Amonio Cuaternario.....	11
	3.8.2 Ácido Acético	13
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	16
	4.1 Tipo de estudio	16
	4.2 Área de estudio.....	16
	4.3 Población de estudio y tamaño de la muestra.	16
	4.4 Procedimiento de recolección de datos.	16
	4.5 Procedimiento de laboratorio.	16
	4.5.1 Aislamiento y Detección de Enterobacterias.	16
	4.5.2 Pruebas bioquímicas para los aislados de <i>E. coli</i>	17
	4.5.3 Tinción de Gram.....	17
	4.5.4 Evaluación de la capacidad inhibitoria (método de difusión en disco).....	17
	4.6 Técnica de procesamiento de datos	17
	4.7 Aspecto ético.....	17
	4.8 Plan de análisis estadístico	18
	4.9 Operacionalización de variables	18
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19

5.1 Presencia de enterobacterias patógena, mediante cultivos bacteriológicos en hortalizas frescas (zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo) destinadas al consumo humano.	19
5.2 Capacidad inhibitoria del amonio cuaternario de 5ta generación y ácido acético, y vinagre (in vitro), frente a enterobacteria patógena en hortalizas, por medio del Método de difusión en disco.....	20
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES	24
VIII. BIBLIOGRAFÍA	25
IX. ANEXOS	30

I. INTRODUCCIÓN

Aunque las hortalizas frescas son componentes clave de una dieta saludable y, en general, presentan menos riesgos microbiológicos que la carne y los lácteos, su consumo en estado crudo las hace vulnerables a la contaminación (Puig Peña et al., 2014), por ello existe la preocupación por la Higiene, seguridad e inocuidad alimentaria en Hortalizas mínimamente procesados, por lo que entender la efectividad de su desinfección es imperante (Fatjó et al., 2024).

La contaminación de hortalizas no solo compromete su calidad y vida útil, sino que, de manera más grave, representa un factor clave en la incidencia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), un problema de salud pública global con impacto socioeconómico considerable.

Muñoz J. et al. (2013) analizó la contaminación en lechuga, espinaca y espárrago (15 muestras de cada una) provenientes de cuatro mercados mayoristas en Lima, Perú. Se encontró que el 18.9% del total de verduras y el 22.2% de las muestras superaban los niveles de *E. coli* fecal establecidos por la ICMFS. Adicionalmente, el 2.2% mostró niveles altos de *E. coli* Tipo I (Típico) y el 10% presentó contaminación por *Salmonella*.

Maldonado. 2016, realizó un estudio de las propiedades antimicrobianas de los ácidos orgánicos, mediante un diseño de mezclas simplex aumentado. Las lechugas fueron inoculadas con *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella Enteritidis* y tratadas con las diferentes mezclas. La mezcla con 66% de ácido cítrico, 16% de ácido láctico y 16% de ácido acético fue la que demostró la mayor eficiencia desinfectante con un 99%. Finalmente se realizó un análisis sensorial con un panel de 30 personas que determinaron que esta mezcla es agradable al usarse en las lechugas frescas.

(Givovich, 2018a) evaluó su acción germicida de un compuesto químico con principio activo el cloruro de benzalconio y compuesto cuaternario frente a cepas de *Listeria innocua* y *Escherichia coli* a distintas concentraciones (100, 160, 230 ppm) y tiempos de acción (3, 5, 10 min), los resultados mostraron una mayor eficiencia del desinfectante frente a la cepa de *Listeria innocua*, logrando una disminución de 5 ciclos logarítmicos a los 3 min de acción a la menor concentración analizada del desinfectante (100 ppm).

Mientras que para *E. coli* a la concentración más alta del desinfectante (230 ppm) al mayor tiempo de acción (10 min) se alcanzó solo una reducción de 4 ciclos logarítmicos. Se comprueba que el amonio cuaternario funciona de mejor manera contra hongos, levaduras y microorganismos Gram positivos, usaron concentraciones de 100 y 200 ppm con tiempos de exposición de 3 minutos y 15 segundos, se obtuvieron resultados satisfactorios.

(Entani et al., 1998) examinaron las acciones bacteriostáticas y bactericidas del vinagre sobre bacterias patógenas transmitidas por los alimentos, incluyendo la *E. coli* enterohemorrágica (ECEH) O157:H7. El crecimiento de todas las cepas evaluadas se inhibió con una concentración del 0,1 % de ácido acético en el vinagre. Esta inhibición aumentó generalmente en presencia de cloruro de sodio o glucosa. Prácticamente no hubo diferencia en la sensibilidad a la acción bacteriostática del vinagre entre las cepas de *E. coli* patógena. El vinagre tuvo un efecto bactericida sobre bacterias patógenas transmitidas por los alimentos, incluyendo la ECEH O157:H7. Esta acción contra la ECEH O157:H7 se vio potenciada sinérgicamente por el cloruro de sodio, pero se atenuó con la glucosa. Para las cepas de ECEH (O157:H7, O26:H11, O111:HNM).

(Sengun & Karapinar, 2004) Evaluaron la eficacia del jugo de limón, el vinagre y la mezcla de jugo de limón y vinagre (1:1) para reducir los recuentos de *Salmonella typhimurium* inoculada (aproximadamente 6 y 3 log ufc/g) en zanahorias. El tratamiento de muestras de zanahoria con vinagre de jugo de limón solo durante diferentes tiempos de exposición (0, 15, 30 y 60 min) produjo reducciones significativas de entre 0,79-3,95 y 1,57-3,58 log ufc/g, respectivamente, mientras que el número de patógenos se redujo a un nivel indetectable tras 30 min de tratamiento con el vinagre de jugo de limón combinado.

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) son un problema global creciente, causadas por la ingestión de alimentos contaminados con patógenos vivos, toxinas o químicos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que bacterias como *Escherichia coli* enterohemorrágica y *Vibrio cholerae* pueden transmitirse a través del consumo de hortalizas crudas o insuficientemente cocinadas, provocando desde diarreas severas hasta condiciones que ponen en riesgo la vida, especialmente en

poblaciones vulnerables como niños y adultos mayores. La limpieza inadecuada de estos productos es un factor clave en la propagación de estas enfermedades y en el deterioro físico y microbiológico de las hortalizas, generando pérdidas económicas y de salud.

Ante este panorama, y considerando que la medicina preventiva juega un papel crucial en la higiene e inocuidad alimentaria, surge la necesidad imperante de identificar y evaluar soluciones prácticas y efectivas para la desinfección de hortalizas frescas. Si la contaminación por enterobacterias patógenas es tan prevalente en hortalizas destinadas al consumo humano, por tanto, surge la siguiente duda:

¿Cuál es la eficacia real del amonio cuaternario y el ácido acético (incluyendo el vinagre) como agentes antibacterianos para inhibir estos patógenos en hortalizas frescas, y cuál de ellos ofrece una alternativa más segura y viable para la salud pública en León, Nicaragua?

La elevada prevalencia de enterobacterias patógenas en hortalizas frescas constituye una amenaza significativa para la salud de los consumidores, con el potencial de desencadenar brotes de enfermedades gastrointestinales que comprometen la calidad de vida y ejercen una considerable presión sobre los sistemas de atención sanitaria. La identificación y validación de desinfectantes eficaces emerge como una medida proactiva indispensable para mitigar este riesgo.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Evaluar el efecto antibacteriano de amonio cuaternario y ácido acético para la inhibición del desarrollo de enterobacterias patógenas, en hortalizas frescas.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar la presencia de enterobacterias patógenas, mediante cultivos bacteriológicos en hortalizas frescas (zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo) destinadas al consumo humano.
- ✓ Evaluar la capacidad inhibitoria del amonio cuaternario de 5ta generación y ácido acético y vinagre (in vitro), frente a enterobacteria patógena en hortalizas, por medio del Método de difusión en disco.
- ✓ Evaluar la capacidad inhibitoria en Vinagre (ácido acético al 5%) a una concentración del 10%, 15% y 20%

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Definición de Hortalizas

Las porciones comestibles de plantas que no son frutas, incluyendo los bulbos, las flores, las hojas, las raíces, los cormos, los tallos, los tubérculos, los rizomas y los brotes, así como las hortalizas con frutos de algunas plantas anuales, como los pepinos, los pimientos dulces, los tomates y las setas. (Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas (CCFFV), 2022)

3.2 Enfermedades transmitidas por Alimentos (ETA)

Es definido por como un incidente en el que dos o más personas presentan una enfermedad semejante después de la ingestión de un mismo alimento y los análisis epidemiológicos apuntan al alimento como el origen de la enfermedad (OPS, 2023)

Los brotes pueden involucrar números diferenciado de casos (un individuo afectado es lo que se entiende como "caso"). Un único caso de botulismo, envenenamiento químico o de una enfermedad que no se encuentre en el país, puede ser suficiente para desencadenar acciones relativas a un brote epidémico, debido a la gravedad de la enfermedad provocada por esos agentes. Además, es importante observar que pueden ocurrir casos aislados de enfermedades de origen alimentario. (OPS,2023)

Los brotes y casos de ETA registrados representan apenas la "punta del iceberg". La probabilidad de que un brote o caso se reconozca y notifique por las autoridades de salud depende, entre otros factores, de la comunicación de los consumidores, del relato de los médicos y de las actividades de vigilancia sanitaria de las secretarías municipales, departamentales y provinciales de salud. (OPS,2023)

Más de 200 enfermedades son causadas por el consumo de alimentos contaminados por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas, como metales pesados. Este problema de salud pública cada vez mayor produce un impacto socioeconómico considerable, debido a la presión ejercida sobre los sistemas de atención de salud, la

pérdida de productividad y el deterioro del turismo y el comercio. Esas enfermedades contribuyen considerablemente a la carga mundial de morbilidad y mortalidad (OPS, 2023)

Las enfermedades de transmisión alimentaria son causadas por la contaminación de los alimentos, que se produce en cualquier etapa de la cadena de producción, suministro y consumo de estos. Pueden deberse a varias formas de contaminación ambiental, como la polución del agua, el suelo o el aire, así como al almacenamiento y transformación de alimentos insalubres. (OPS, 2023)

Las enfermedades de transmisión alimentaria abarcan una amplia gama de enfermedades, desde la diarrea hasta el cáncer. En la mayoría de los casos, se manifiestan como problemas gastrointestinales, pero también pueden producir síntomas neurológicos, ginecológicos e inmunológicos. Las enfermedades que causan diarrea son un problema importante en todos los países del mundo, aunque la carga recae desproporcionadamente sobre los países de ingresos bajos y medianos y sobre los menores de 5 años. (OMS, 2021)

3.2.1 Intoxicación alimentaria con hortalizas

La Organización mundial de la salud (OMS) explica que:

La bacteria *Escherichia coli* enterohemorrágica se transmite por el consumo de leche no pasteurizada, carne poco cocinada, y frutas y hortalizas frescas. *Vibrio cholerae* se transmite por la ingestión de agua o alimentos contaminados, y causa síntomas como cólicos abdominales, vómitos y diarrea líquida abundante, que pueden dar lugar a una deshidratación grave y provocar la muerte. Los alimentos que pueden causar brotes de cólera son las hortalizas crudas y diversos tipos de mariscos crudos o insuficientemente cocinados. (OMS, 2024)

Enterobacterias.

La familia Enterobacteriaceae es un grupo heterogéneo y extenso de bacilos gramnegativos cuyo hábitat natural es el intestino del ser humano y de los animales. La familia comprende muchos géneros (*Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Proteus* y otros más). Algunos microorganismos entéricos como *Escherichia coli* son parte del microbiota normal y en contadas ocasiones originan enfermedades, pero otros como las Salmonelas y las Shigelas siempre son patógenos para los seres humanos. La familia Enterobacteriaceae son bacilos anaerobios o aerobios facultativos, fermentan una amplia gama de hidratos de carbono, poseen una estructura antigénica compleja y producen diversas toxinas y otros factores de virulencia. Las enterobacterias, los bacilos gramnegativos entéricos y las bacterias entéricas se denominan también coliformes. (Riedel et al., 2020)

3.3 Generalidades de la bacteria *E. coli*

La bacteria *Escherichia coli* vive en los intestinos de las personas y de los animales sanos. La mayoría de las variedades de *Escherichia coli* son inofensivas o causan diarrea breve. Sin embargo, algunas cepas, como la *Escherichia coli* O157:H7, pueden causar cólicos abdominales intensos, diarrea con sangre y vómitos. (OMS, 2018)

Puedes estar expuesto a la *Escherichia coli* proveniente de agua o de alimentos contaminados, sobre todo de los vegetales crudos y de la carne de res molida poco cocida. Los adultos sanos suelen recuperarse de la infección por *E. coli* O157:H7 en el plazo de una semana. Los niños pequeños y los adultos mayores presentan un mayor riesgo de desarrollar un tipo de insuficiencia renal que pone en riesgo la vida. (OMS, 2018).

Los signos y síntomas de la infección por *E. coli* O157:H7 suelen aparecer tres o cuatro días después de la exposición a la bacteria. Pero puedes enfermarte al día siguiente de haber estado expuesto, o más de una semana después. Los signos y síntomas incluyen los siguientes:

Diarrea, que puede ser variar entre leve y líquida y grave con sangre, calambres estomacales, dolor o sensibilidad en el estómago náuseas y vómitos en algunas personas (OMS, 2018)

Algunas de ellas, como *E. coli* productora de toxina Shiga, pueden causar graves enfermedades a través de los alimentos. La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como productos de carne picada cruda o poco cocida, leche cruda, y hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas (OMS, 2018).

E. coli productora de toxina Shiga produce toxinas conocidas como toxinas Shiga por su semejanza con las toxinas producidas por *Shigella dysenteriae*. *E. coli* productora de toxina Shiga puede crecer a temperaturas que oscilan entre 7 °C y 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C. Algunas pueden proliferar en alimentos ácidos, hasta a un pH de 4,4, y en alimentos con una actividad de agua (a_w) mínima de 0,95.

E. coli productora de toxina Shiga se destruye cociendo los alimentos hasta que todas las partes alcancen una temperatura de 70 °C o más. *E. coli* O157: H7 es el serotipo de *E. coli* productora de toxina Shiga más importante por su impacto en la salud pública, pero hay también otros serotipos frecuentemente implicados en brotes y casos esporádicos.(Reyes, 2017)

3.4 Generalidades de la bacteria *Salmonella*

La bacteria *Salmonella*, perteneciente a la familia de las enterobacterias, se caracteriza por su forma de bastón, su tinción gramnegativa, la ausencia de esporas y su capacidad de movimiento. Es un microorganismo que puede vivir tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, y produce un pigmento de color rojo. Su desarrollo óptimo ocurre a una temperatura de 37°C. La infección por estas bacterias provoca la salmonelosis, una enfermedad que se manifiesta con síntomas como deshidratación severa, dolor abdominal, diarrea, somnolencia y vómitos (Rodríguez et al., 2020, p. 25)

3.5 Generalidades de la *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes (*L. monocytogenes*) es una bacteria patógena que se encuentra en muchos lugares, como el suelo, el agua, las aguas residuales, la vegetación en descomposición y los animales. Puede sobrevivir y crecer incluso en condiciones de refrigeración. *L. monocytogenes* puede proliferar en condiciones insalubres de producción de alimentos, lo que provoca su contaminación. Cuando las personas consumen alimentos contaminados con *L. monocytogenes*, pueden desarrollar una enfermedad llamada listeriosis. (FDA, 2025a)

La *Listeria monocytogenes* se transmite generalmente cuando los alimentos se cosechan, procesan, preparan, envasan, transportan o almacenan en entornos de fabricación o producción contaminados con *L. monocytogenes*. Los entornos pueden contaminarse con materias primas, agua, tierra y aire entrante. Las mascotas también pueden propagar la bacteria en el hogar si consumen alimentos contaminados con *L. monocytogenes* (FDA, 2025b) .

3.6 Vigilancia de enfermedades por el Ministerio de Salud

Se enuncia que, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un importante problema de Salud Pública por su magnitud, tendencia creciente, emergencia y reemergencia de algunos patógenos, aparición de nuevos escenarios epidemiológicos y formas de transmisión, incremento de la resistencia antimicrobiana e impacto social y económico. (MINSA, 2015)

En la vigilancia de las enfermedades transmitidas por alimentos es esencial caracterizar la dinámica epidemiológica, orientar la planificación de las políticas, estrategias de promoción, prevención y control, así mismo evaluar el impacto de las intervenciones de los programas de inocuidad de alimentos e identificar áreas prioritarias de investigación, particularmente a nivel local, consolidar la capacidad de análisis, uso de la información y la retroalimentación a los distintos niveles del sistema. (MINSA, 2015)

Debido a los factores multicausales involucrados en la ocurrencia de las ETA y la necesidad de una respuesta ante la aparición de brotes en la comunidad, surge una norma para ser utilizada, para fortalecer la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos en Salud Pública. (MINSA, 2015)

El MINSA a través del Sistema de Vigilancia de la Salud Pública realiza la detección oportuna, la investigación y el monitoreo de los factores de riesgos que influyen en la persistencia de las ETA. (MINSA, 2015)

3.7 Desinfectantes

Se denomina desinfectante al agente químico utilizado en el proceso de desinfección de objetos, superficies y ambiente (Diomedi et al., 2017)

3.7.1 Clasificación de los desinfectantes

Según (Diomedi et al., 2017) los desinfectantes se pueden clasificar de diversas maneras, atendiendo a su:

Espectro de actividad:

- **Bactericidas:** Actúan contra las bacterias.
- **Virucidas:** Actúan contra los virus.
- **Fungicidas y Levuricidas:** Actúan contra hongos y levaduras.
- **Esporicidas:** Actúan contra las esporas bacterianas (algunos desinfectantes de alto nivel).

Nivel de desinfección:

- **Alto Nivel:** Eliminan todos los microorganismos, incluyendo esporas bacterianas (con tiempos de contacto prolongados). Ejemplos: glutaraldehído, ácido peracético, peróxido de hidrógeno estabilizado.
- **Nivel Intermedio:** Inactivan bacterias vegetativas, micobacterias, la mayoría de los virus y hongos, pero no necesariamente esporas bacterianas. Ejemplos: alcoholes (etanol, isopropanol), compuestos clorados, yodóforos.

- **Bajo Nivel:** Eliminan la mayoría de las bacterias vegetativas, algunos hongos y algunos virus. No son efectivos contra micobacterias ni esporas. Ejemplos: amonios cuaternarios.

Naturaleza química:

- **Alcoholes:** Etanol, isopropanol.
- **Aldehídos:** Formaldehído, glutaraldehído, orto-ftalaldehído (OPA).
- **Compuestos Halogenados:** Cloro y derivados (hipoclorito de sodio), yodo y yodóforos.
- **Compuestos de Amonio Cuaternario:** Cloruro de benzalconio.
- **Peróxidos y Ácido Peracético:** Peróxido de hidrógeno, ácido peracético.
- **Fenoles:** Fenol, cresoles.
- **Biguanidas:** Clorhexidina.
- **Agentes Oxidantes:** Peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio.
- **Ácidos y Alcalis:** Ácido acético, hidróxido de sodio (uso limitado por corrosividad).

3.8 Soluciones desinfectantes para eliminación de patógenos

3.8.1 Amonio Cuaternario

Este conjunto de compuestos (conocidos como "quats") representan una familia de compuestos antimicrobianos en los cuales las cuatro valencias del átomo de nitrógeno están ocupadas por grupos tipo alquilo de complejidad variable. Son solubles en agua y en alcohol y poseen propiedades tensioactivas. Los compuestos de amonio cuaternario actúan a nivel de la superficie celular, incrementando la permeabilidad de la membrana con la consecuente pérdida de los componentes citoplasmáticos. Son ampliamente utilizados, ya que presentan una baja toxicidad y en general son muy eficientes frente a bacterias Gram positivas. El espectro de actividad de estos productos es bastante elevado frente a bacterias y hongos, pero escaso frente a virus y esporas. Es necesario remarcar que hay microorganismos, como pseudomonas, que en algunos amonios cuaternarios encuentran un medio de cultivo en el que se multiplican perfectamente. Esta

bacteria puede crecer, por ejemplo, en cloruro de benzalconio que, utilizado como desinfectante de superficies, ha sido la causa de inesperadas infecciones en hospitales. Los compuestos de amonio cuaternario son inactivos frente a las aguas duras, por lo que no deben utilizarse para desinfectar el agua de los sifones de vaciado, rica en sales. (Ministerio de trabajo y asuntos sociales España & Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2000)

Los amonios cuaternarios son compuestos químicos clasificados dentro del grupo de los tensioactivos catiónicos. Su estructura general comprende una porción catiónica compuesta por un átomo de nitrógeno unido a cuatro cadenas alquílicas (parte funcional de la molécula) y un átomo halógeno (generalmente cloro). (Calvente, 2022)

Su estructura básica es el catión amonio (NH_4^+), en donde los cuatro hidrógenos unidos al átomo de nitrógeno han sido reemplazados por radicales orgánicos de variable complejidad.

La porción catiónica consiste en el nitrógeno central con cuatro grupos unidos, que se encuentran en una variedad de estructuras.

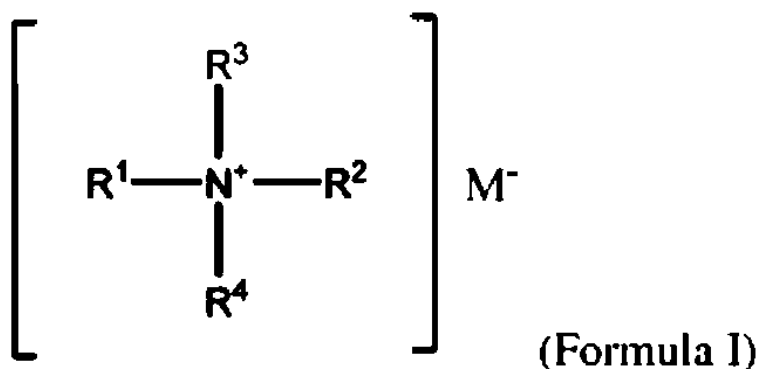


Figura 1: Estructura del Amonio Cuaternario

La porción aniónica cargada negativamente (M^-) es normalmente cloro o bromo y está unida al nitrógeno para formar la sal.

Poseen grupos orgánicos de cadena larga, observándose una mayor actividad en compuestos con grupos de 8 a 18 átomos de carbono de longitud. (Neri & dnznc, 2021)

3.8.1.1 Mecanismo de Acción

(Gerba, 2015) explica que el mecanismo de acción de los amonios cuaternarios se basa en su naturaleza tensioactiva catiónica:

Atracción electrostática: La parte cargada positivamente de la molécula de amonio cuaternario es atraída hacia las superficies de los microorganismos, que generalmente tienen carga negativa.

Adsorción: La molécula se adhiere a la membrana celular del microorganismo.

Disrupción de la membrana: La porción lipofílica (soluble en grasas) de la molécula penetra y desorganiza la bicapa lipídica de la membrana celular, alterando su permeabilidad. Esto provoca la fuga del contenido celular esencial del microorganismo.

Inactivación de enzimas: Los amonios cuaternarios también pueden interferir con la función de las enzimas esenciales para la supervivencia y el metabolismo del microorganismo.

3.8.2 Ácido Acético

El ácido acético es una sustancia química orgánica, es un líquido incoloro con un olor muy característico. Uno de sus usos más frecuente es para la composición del vinagre, aunque también tiene presencia en productos cosméticos y farmacéuticos, en la industria alimentaria, textil o industria química.

Esta sustancia se encuentra en muchos productos cotidianos, así como alimentos, productos de limpieza o cosméticos, entre otros. Dentro de todos ellos, el vinagre podría ser uno de los principales, teniendo diferentes utilidades como para cocinar o limpiar. Se trata de un producto infalible ante manchas complicadas como por ejemplo orina de perros, óxido u otras suciedades. (Núria, 2022).

Se emplea ordinariamente en la cocina, como limpiador de vegetales o aderezo de ensaladas (como vinagre, es decir, diluido con agua en un 3 a 5 % de soluto). En proporciones puras puede ser riesgoso para la salud.

El ácido acético responde a la fórmula química **C₂H₄O₂**, y su fórmula semidesarrollada es CH₃COOH. Visto así, no es más que un grupo metilo (CH₃-) con un grupo carboxilo (-COOH) enlazados por un enlace simple entre sus átomos de carbono. (PCC, 2024)

El ácido acético pertenece a los ácidos carboxílicos (caracterizados por la presencia de un grupo químico funcional carboxilo: -COOH), y se lo suele ubicar en las clasificaciones entre el ácido fórmico o metanoico (que posee un único átomo de carbono) y el ácido propanoico (que posee ya una cadena de tres átomos de carbono). (PCC, 2024)

3.8.2.1 Efecto bactericida del ácido acético

Disrupción del pH intracelular: el ácido acético, en su forma no disociada, puede atravesar la membrana celular de las bacterias. Una vez dentro de la célula, donde el pH es más neutro, el ácido acético se disocia, liberando iones hidrógeno (H⁺). Este aumento de la concentración de H⁺ disminuye el pH intracelular, lo que interfiere con las reacciones enzimáticas y los procesos metabólicos esenciales para la supervivencia de la bacteria. Las bacterias tienen mecanismos para mantener un pH interno óptimo, y la sobrecarga de protones puede sobrepasar estos sistemas. (Caceres et al., 2024)

Desnaturalización de proteínas: el pH intracelular bajo puede desnaturalizar las proteínas bacterianas, alterando su estructura tridimensional y, por lo tanto, su función. Esto afecta enzimas cruciales para el metabolismo, la replicación del ADN y otras funciones celulares. (Falcón, 2020)

Alteración de la membrana celular: aunque el mecanismo principal no es la disrupción directa de la membrana como en el caso de los amonios cuaternarios, la presencia de ácido acético puede alterar la integridad y la función de la membrana celular bacteriana

a través de la acidificación del entorno y la interacción con los componentes de la membrana. (Fontalvo, 2020)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Tipo de estudio

Descriptivo-experimental y corte transversal.

4.2 Área de estudio.

Se selecciono dos supermercados de León debido a las posibilidades de garantizar hortalizas frescas.

4.3 Población de estudio y tamaño de la muestra.

Las muestras consisten en hortalizas “frescas” escogidos por conveniencia (zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo) de los supermercados seleccionados, la toma se llevó a cabo durante dos semanas y se analizó un total de diez muestras (hortalizas), cinco muestras por cada supermercado.

4.4 Procedimiento de recolección de datos.

Para la identificación de patógenos se realizó el método sobre agar en placa, así mismo, para conocer la capacidad inhibitoria, se llevó a cabo por el método de difusión en disco.

4.5 Procedimiento de laboratorio.

4.5.1 Aislamiento y Detección de Enterobacterias.

Para el análisis de productos agrícolas el tamaño de la porción es de 25 ± 0.5 gramos, basándose en Manual de Análisis Bacteriológico del FDA se homogenizo previamente en pre-enriquecimiento medio liquido no selectivo (Agua peptonada) y se incubo durante 18 ± 2 horas a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, enriquecimiento medio selectivo liquido RV (Caldo Rappaport–Vassiliadis), VB (Verde Brillante Bilis 2%), Caldo TT (Tetratonato) y se incubo durante 24 ± 2 horas a $42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Luego, se inocularon placas con medios solido-selectivos y diferenciales para el aislamiento presuntivo de *Salmonella spp.* y *Shigella spp.* [Agar Salmonella-Shigella (SS), Sulfito de Bismuto (BS), Verde Brillante (BG) y Agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato (XLD)] (FDA, 2024).

4.5.2 Pruebas bioquímicas para los aislados de *E. coli*

Para la identificación bioquímica de los aislados se utilizó los siguientes medios: citrato de Simon, utilizado para la diferenciación de enterobacterias en base a la capacidad de usar citrato como única fuente de carbono y energía. LIA (Agar Lisina y hierro), utilizado para diferenciar microorganismos, especialmente *Salmonella spp.*, basado en la decarboxilación y desaminación de la lisina y en la producción de ácido sulfhídrico. La inoculación de los aislados bacterianos se realizó de acuerdo con las especificaciones de cada medio de cultivo y se incubaron a 37 °C durante 24 a 48 h. Con los resultados de las pruebas bioquímicas se determinó el género y especie de los aislados.

4.5.3 Tinción de Gram

Se realizó la primera diferenciación entre bacterias encontradas en las muestras por medio de la tinción-Gram, y orientar el tratamiento con las soluciones amonio cuaternario y ácido acético.

4.5.4 Evaluación de la capacidad inhibitoria (método de difusión en disco)

Se utilizó el método de Kirby-Bauer y se probó el amonio cuaternario y ácido acético a 100ppm, 150ppm, 200ppm para evaluar la concentración inhibitoria.

4.6 Técnica de procesamiento de datos

Los resultados que se obtuvieron en la fase de laboratorio se respaldaron por medio de tablas en el Software MS-Excel.

4.7 Aspecto ético

Para evitar sesgos en el estudio, la recolección de las muestras se llevó a cabo de manera encubierta, de modo que el expendedor no estuviera al tanto de que se trataba de una investigación.

4.8 Plan de análisis estadístico

Se realizó un Diseño completamente al Azar (DCA) para conocer diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados a las muestras en estudios en este caso el amonio cuaternario y ácido acético a 100ppm, 150ppm, 200ppm para evaluar la concentración inhibitoria.

4.9 Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador
Enterobacteria patógena	La familia <i>Enterobacteriácea</i> es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos gramnegativos (BGN) con importancia clínica. Aunque se trata de una familia compleja, en la que se han descrito 50 géneros y cientos de especies y subespecies, la mayoría de las infecciones en seres humanos están causadas por relativamente pocas especies	Presencia o ausencia bacteriana
Amonio Cuaternario	Desinfectante orgánico y tensioactivos, y, por su acción como biocidas, forman parte del principio activo de una gran cantidad de desinfectantes y productos de limpieza.	Efectividad leve moderado alto
Ácido Acético	Sustancia química orgánica, utilizada como desinfectante de los alimentos antes de su consumo, especialmente en verduras y hortalizas que pueden haber tenido contacto con organismos y sustancias como bacterias, virus, parásitos, químicos o priones.	Efectividad leve moderado alto

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Presencia de enterobacterias patógena, mediante cultivos bacteriológicos en hortalizas frescas (zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo) destinadas al consumo humano.

Tabla 1

Enterobacterias presentes en las hortalizas muestreadas

Presencia de enterobacterias patógena hortalizas frescas		
Hortaliza Fresca	<i>E.coli</i>	<i>Salmonella spp</i>
S1_zanahoria	Presencia	–
S1_Papa	Presencia	–
S1_Pepino	Presencia	–
S1_Brócoli	Presencia	–
S1_Repollo	Presencia	–
S2_zanahoria	Presencia	Presencia
S2_Papa	Presencia	Presencia
S2_Pepino	Presencia	–
S2_Brócoli	Presencia	Presencia
S2_Repollo	Presencia	Presencia

La tabla 1, muestra la presencia de enterobacterias en las diferentes hortalizas analizadas siendo estas zanahoria, papa, pepino, brócoli, repollo, el contraste principal entre el estudio de Muñoz et al. (2013) en mercados mayoristas y la investigación en dos supermercados radica en la prevalencia y distribución por la presencia de patógenos, mientras Muñoz et al. encontraron *E. coli* fecal por encima de los límites en una fracción significativa pero no total de las muestras (18.9 % 22.2 %) y una presencia de *Salmonella* en un 10% generalizado, el estudio de supermercados reportó *E. coli* en el 100% de las

muestras analizadas, sugiriendo un problema de higiene potencialmente más extendido o detectado de forma diferente. Además, la Salmonella mostró una variabilidad marcada en los supermercados: ausente en uno, pero presente en varios productos del otro, indicando contaminación esporádica o localizada, a diferencia del patrón más constante en el nivel mayorista.

5.2 Capacidad inhibitoria del amonio cuaternario de 5ta generación y ácido acético, y vinagre (in vitro), frente a enterobacteria patógena en hortalizas, por medio del Método de difusión en disco.

Tabla 2

Capacidad inhibitoria de los desinfectantes para la bacteria E.coli

Medida de Halo en Antibiograma para la bacteria E.coli			
Desinfectante	100 ppm	150 ppm	200 ppm
Amonio cuaternario de 5ta Generación	8mm	10mm	12mm
Ácido Acético	5mm	8mm	16mm
Vinagre	0mm	0mm	0mm

La Tabla 2; se detalla la efectividad inhibitoria con un p-valor de 0.46 por lo tanto existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a las hortalizas en estudio, esto porque a medida que aumenta la concentración, aumenta el diámetro del halo, presente en el antibiograma, de los tres desinfectantes contra la bacteria E. coli a concentraciones de 100, 150 y 200 ppm. Se observó que el Amonio cuaternario de 5^a Generación exhibe una dosis-respuesta, con halos que crecen de 8mm a 100 ppm, a 10mm a 150 ppm, y finalmente a 12mm a 200 ppm. De manera similar, el Ácido Acético muestra un incremento en la inhibición con el aumento de la concentración (5mm a 100 ppm, 8mm a 150 ppm), pero su eficacia se dispara notablemente a la concentración más alta, alcanzando un halo de 16mm a 200 ppm. Por otro lado, el Vinagre resulta completamente

ineficaz en este ensayo, produciendo un halo de 0mm en las tres concentraciones evaluadas, lo que indica que no inhibe el crecimiento de *E. coli* bajo estas condiciones.

Tabla 3

Capacidad inhibitoria de los desinfectantes para la bacteria Salmonella

Medida de Halo en Antibiograma para la bacteria <i>Salmonella spp</i>			
Desinfectante	100 ppm	150 ppm	200 ppm
Amonio cuaternario de 5ta Generación	6mm	8mm	10 mm
Ácido Acético	10mm	16mm	18 mm
Vinagre	0mm	0mm	0mm

La **tabla 3**, muestra la capacidad inhibitoria de los desinfectantes contra *Salmonella spp.*, con un p-valor de 0.46 por lo tanto existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a las hortalizas en estudio, se demuestra que tanto el Amonio cuaternario de 5ta Generación como el Ácido Acético incrementan su eficacia al aumentar la concentración. Sin embargo, el Ácido Acético demuestra ser consistentemente más efectivo que el amonio cuaternario en todas las concentraciones probadas contra *Salmonella spp.*, con halos de inhibición notablemente mayores. Se observa que el amonio cuaternario parece tener una menor potencia contra *Salmonella spp.* en comparación con *E. coli* (según la Tabla 2), mientras que el ácido acético parece ser más potente contra *Salmonella spp.*, especialmente a concentraciones bajas y medias. Un hallazgo consistente en los resultados obtenidos según tabla 2 y 3 que completa la ineficacia del Vinagre, que no muestra ninguna capacidad para inhibir el crecimiento de *Salmonella spp.* en ninguna de las concentraciones evaluadas.

Maldonado (2016) demostró la alta eficacia de una mezcla específica de ácidos orgánicos (cítrico, láctico y acético) para desinfectar hojas de lechuga, logrando una reducción del 99% de *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella Enteritidis*. Este estudio se centró en una aplicación práctica sobre un producto fresco real, validando

no solo la potente acción antimicrobiana de la mezcla contra patógenos tanto Gram positivos como Gram negativos, sino también su aceptabilidad sensorial en la lechuga. Por otra parte (Givovich, 2018) en su investigación los amonios cuaternarios resultaron con efectividad contra bacterias Gram positivas como *Listeria monocytogenes*, así como contra hongos y levaduras, pero consistentemente señalan su menor acción frente a bacterias Gram negativas como coliformes, *Salmonella spp.* y *E. coli*. Aunque son estables ante materia orgánica, su uso puede requerir enjuague posterior.

Tabla 4

Capacidad inhibitoria del Vinagre a diferentes concentraciones

Medida de Halo en Antibiograma para la bacteria <i>Salmonella spp</i>			
<i>E.coli</i>			
Desinfectante	10%	15%	20%
Vinagre	5mm	9mm	18mm
<i>Salmonella</i>			
Desinfectante	10%	15%	20%
Vinagre	5mm	15mm	18mm

En la tabla 4 se observa la efectividad de las concentraciones (10%, 15% y 20%) frente a la presencia de patógenos. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Entani et al. (1998), quienes afirmaron que el vinagre ejerce un efecto bactericida sobre bacterias patógenas transmitidas por alimentos, incluyendo *E. coli* O157:H7. Por otra parte, Sengun & Karapinar (2004) evaluaron la eficacia del jugo de limón, el vinagre y una mezcla de ambos (1:1) para reducir los recuentos de *Salmonella typhimurium*, determinando una reducción de patógenos a niveles indetectables tras 30 minutos de tratamiento con la combinación de vinagre y jugo de limón. En línea con esta última investigación, nuestro estudio también logró la eliminación de salmonella en vinagre.

VI. CONCLUSIONES

De las muestras de hortalizas frescas obtenidas de los supermercados, se confirma la presencia de enterobacterias patógenas en hortalizas frescas como zanahoria, papa, pepino, brócoli y repollo destinadas al consumo humano, se encontraron presencia de enterobacterias patógenas, esto evidencia el riesgo potencial de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) asociado al consumo de hortalizas frescas, especialmente en contextos donde las prácticas de higiene y desinfección no son óptimas.

El amonio cuaternario de 5ta generación y el ácido acético a 100ppm, 150ppm y 200ppm mostró una capacidad inhibitoria significativa contra enterobacterias, como *E. coli* y *Salmonella spp.*

El vinagre a diferentes concentraciones (10%, 15% y 20%), demostró una notable capacidad inhibitoria sobre enterobacterias en las pruebas in vitro.

Para *Salmonella spp.*, el ácido acético es el desinfectante más potente de los probados, superando al amonio cuaternario, mientras que el vinagre es inactivo.

VII. RECOMENDACIONES

Uso de ácido acético (vinagre) a concentraciones comprobadas (10%–20%) como desinfectante doméstico y comercial para hortalizas frescas, dada su eficacia, disponibilidad y bajo costo.

El amonio cuaternario puede emplearse en contextos industriales, siempre asegurando un correcto enjuague posterior para evitar residuos químicos, pero únicamente para superficies.

Realizar capacitación a productores, comerciantes y consumidores sobre la importancia de la higiene y las técnicas adecuadas de desinfección de hortalizas frescas, enfatizando los riesgos asociados a la contaminación bacteriana y las medidas preventivas recomendadas

Realizar nuevas investigaciones alternativas de desinfección, incluyendo combinaciones de desinfectantes y métodos físicos, para optimizar la inocuidad alimentaria y adaptarse a las necesidades locales y a los avances tecnológico

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Caceres, J., Caycedo, L., & Trujillo, D. (2024). (PDF) Efecto bactericida del ácido acético presente en el vinagre, una alternativa a desinfectantes sintéticos o químicos. Revisión sistemática. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1653>
- Calvente, D. (2022, abril). Evolución y características de los amonios cuaternarios para desinfección de superficies. <https://www.proquimia.com/evolucion-y-caracteristicas-de-los-amonios-cuaternarios-para-desinfeccion-de-superficies/>
- Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas (CCFFV). (2022). DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS UTILIZADOS EN EL MODELO GENERAL PARA LAS NORMAS DEL CODEX PARA LAS FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/codexalimentarius/committee/docs/INF_CCFFV_8s.pdf
- Diomedi, A., Chacón, E., Delpiano, L., Hervé, B., Jemenao, M. I., Medel, M., Quintanilla, M., Riedel, G., Tinoco, J., & Cifuentes, M. (2017). Antisépticos y desinfectantes: Apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. Revista chilena de infectología, 34(2), 156-174. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182017000200010>
- Entani, E., Asai, M., Tsujihata, S., Tsukamoto, Y., & Ohta, M. (1998). Antibacterial action of vinegar against food-borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli* O157:H7. Journal of Food Protection, 61(8), 953-959. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-61.8.953>

- Falcón, M. A. (2020). Texto de Bioquímica. Libromed Panamá.
<https://elibro.net/es/lc/unanleon/titulos/210858>
- Fatjó, E., Davidovich-Young, G., & Wong-González, E. (2024). Efectividad del cloro y ácido peracético en la desinfección de repollo (*Brassica oleracea*) y plátano verde (*Musa AAB*) mínimamente procesado. *Agronomía Mesoamericana*, 59984.
<https://doi.org/10.15517/am.2024.59984>
- FDA. (2025a). *Listeria (Listeriosis)*. FDA. <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/listeria-listeriosis>
- FDA. (2025b). *Listeria (Listeriosis)*. FDA. <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/listeria-listeriosis>
- FDA, H. F. (2024). *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*. FDA.
<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>
- Gerba, C. P. (2015). Quaternary Ammonium Biocides: Efficacy in Application. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(2), 464-469.
<https://doi.org/10.1128/AEM.02633-14>
- Givovich, M. (2018a). Determinación del coeficiente de dilución de un desinfectante compuesto de amonio cuaternario frente a cepas de interés en productos alimenticios.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170364/Determinacion-del-coeficiente-de-dilucion-de-un-desinfectante-compuesto-de-amonio-cuaternario-frente-a-cepas-de-interes-en-productos-alimenticios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Givovich, M. (2018b). Determinación del coeficiente de dilución de un desinfectante compuesto de amonio cuaternario frente a cepas de interés en productos alimenticios.

Luna Fontalvo, J. A. (2020). Métodos analíticos de microbiología general y aplicada. <https://elibro.net/es/ereader/unanleon/128443>

Ministerio de trabajo y asuntos sociales España, & Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2000). NTP 429: Desinfectantes: Características y usos más corrientes. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_429.pdf/353cf0a5-b164-4f6f-b53b-3124b0c90302](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_429.pdf/353cf0a5-b164-4f6f-b53b-3124b0c90302)

MINSA. (2015). Norma y Manual de Procedimientos Para la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos. <https://www.minsa.gob.pe/sites/default/files/2023-02/NORMA%20Y%20MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20PARA%20LA%20VIGILANCIA%20DE%20LAS%20ENFERMEDADES%20TRANSMITIDAS%20POR%20ALIMENTOS.pdf>

Neri, A. I., & dznznc. (2021, diciembre 19). Desinfectantes de amonio cuaternario: ¿qué son? Inoclean. <https://inoclean.cl/amonio-cuaternario/>

Núria. (2022). Ácido acético. DC Fine. <https://www.dcfinechemicals.com/es/blog/acido-acetico/>

OMS. (2018). E. coli. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

OMS. (2021). Enfermedades de transmisión alimentaria. https://www.who.int/es/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1

- OMS. (2024). Inocuidad de los alimentos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- OPS. (2023). Enfermedades transmitidas por alimentos—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmitidas-por-alimentos>
- PCC. (2024). Ácido acético: Propiedades y aplicaciones únicas. PCC Group Product Portal. <https://www.products.pcc.eu/es/blog/acido-acetico-propiedades-y-aplicaciones-unicas/>
- Puig Peña, Y., Leyva Castillo, V., Suárez, A., Carrera Vara, J., Molejón, P. L., Muñoz, Y., & Dueñas Moreira, O. (2014). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(1), 111-119.
- Reyes, O. (2017). Presencia de *Escherichia coli* 0157: H7 y *E. coli* non 0157 STEC en carne bovina de exportación (CHUCK) en el matadero Nuevo Cárnico S.A, periodo julio a diciembre del 2019. <https://repositorio.una.edu.ni/4381/1/tnq03r457.pdf>
- Riedel, S., Hobden, J., Miller, S., Morse, S., Mietzner, T., Detrick, B., Mitchell, T., Sakanari, J., & Hotez, P. (2020). Jawetz, Melnick & Adelberg Microbiología Médica, 28e. McGraw Hill Medical. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?sectionid=249093589&bookid=2955>
- Rodríguez Andrade, R., Góngora Marín, P. A., & Amado Agudelo, N. (2020). Análisis funcional y microbiológico de derivados lácteos y cárnicos. Universidad de La Salle. <https://elibro.net/es/ereader/unanleon/215011?page=25>

- Sengun, I., & Karapinar, M. (2004). Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in the elimination of *Salmonella typhimurium* on carrots (*Daucus carota* L.). *International journal of food microbiology*, 96, 301-305.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.04.010>
- Tola Maldonado, J. (2016). Aplicación de ácidos orgánicos en lechugas frescas, como desinfectantes de patógenos. Universidad del Azuay. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5789/1/12109.pdf>

IX. ANEXOS

Figura 2

Colocación de sensidisco en agar Mueller hinton



Figura 3

Inoculación de bacterias en agar XLD (xilosa Lisina desoxicólico)



Figura 4

Traspaso a caldo de pre-enriquecimiento selectivo



Figura 5

Caldo de pre-enriquecimiento selectivo Caldo de Bilis Verde Brillante (BGB) y Caldo de Bilis Verde Brillante (BGB)



Figura 6

E.coli en agar MacConkey



Figura 7

Salmonella en Agar SS (Salmonella-Shigella)

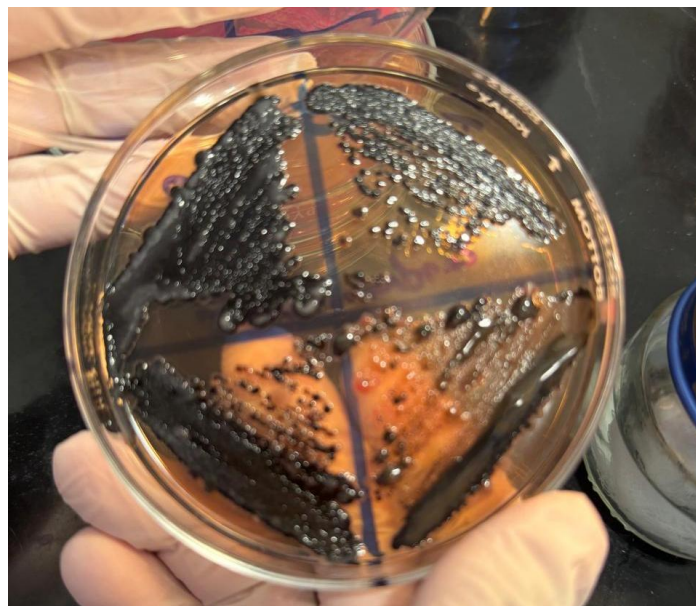


Figura 8

Antibiograma para las concentraciones de Vinagre en presencia de E.coli



Figura 9

Antibiograma para las concentraciones de Vinagre en presencia de Salmonella



Figura 10

Presentación de Amonio cuaternario de Quinta generación utilizado a diferentes concentraciones en el Antibiograma



Figura 11

Presentación de Vinagre utilizada a diferentes concentraciones en el antibiograma



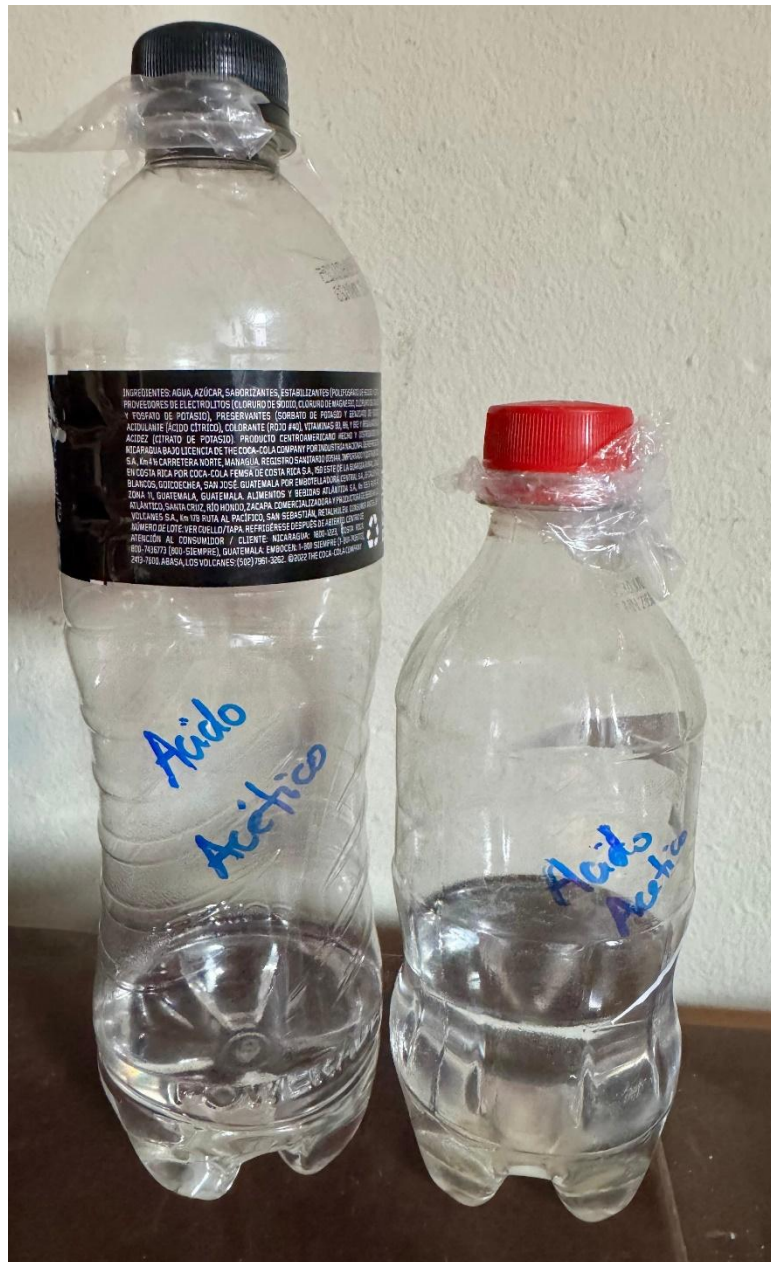
Figura 12

Ácido Acético que se vende en el mercado



Figura 13

Presentación de Ácido Acético que venden de acuerdo a la cantidad comprada



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEÓN

**Maestría Académica en Medicina Preventiva mención en
Higiene e Inocuidad alimentaria**

Ficha de recolección de datos

N°	SUPERMERCADO	FECHA	zanahoria	papa	repollo	pepino	brócoli
	A						
	B						