



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de Alimentos

**EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE
EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL
ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL**

Lcda. Karina Mabel Montenegro Pérez

Asesorado por el Mtro. Lic. Maynor Alfredo Ordoñez Gutiérrez

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE
EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL
ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LCDA. KARINA MABEL MONTENEGRO PEREZ

ASESORADA POR EL MTRO. LIC. MAYNOR ALFREDO ORDOÑEZ
GUTIÉRREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Coti
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADORA	Mtra. Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE
EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL
ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 12 de enero de 2022.

Licda. Karina Mabel Montenegro Pérez



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariodecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.334.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL**, presentado por: **Lcda. Karina Mabel Montenegro Pérez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, marzo de 2023

LNG.EEP.OI.334.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL"

presentado por **Lcda. Karina Mabel Montenegro Pérez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL"** del estudiante **Karina Mabel Montenegro Perez** quien se identifica con número de carné **100012428** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.




Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
Coordinador
Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTO DE AJO COMO AGENTE ANTIBACTERIANO EN FRUTAS Y VERDURAS EN EL ÁREA DE ENSALADAS DE UNA COCINA INDUSTRIAL"** del estudiante Karina Mabel Montenegro Perez del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos identificado(a) con número de carne 100012428.
Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo,



Lic. Maynor A. Ordoñez Gutiérrez
@ UIMICO
Colegiado No. 1281

Lic. Maynor Alfredo Ordoñez Gutiérrez MAI
Colegiado No. 1281
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser luz, guía y acompañante eterno en mi rápido viaje en este tren llamado vida.

Mis padres

Belisario Montenegro y Gloria Pérez, porque su amor, esfuerzo y ejemplo orientan mi destino. Son mi mayor bendición, agradecimiento infinito.

Mis hermanos

Wagner, Gloria y Luis Belisario Montenegro, por los gratos momentos compartidos y la bendición de coincidir, por influenciar positivamente mi vida y por su incondicional apoyo siempre.

Mis sobrinos

Seres únicos, que con su chispa y alegría me motivan a superarme profesionalmente y ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	<i>Alma mater</i> que ha facilitado mi crecimiento profesional.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de adquirir los conocimientos para realizar esta investigación y más.
Restaurantes y Servicios S.A.	Lugar de trabajo que me permitió el desarrollo de la investigación y me ha apoyado incondicionalmente.
Laboratorio Vertical	Su apoyo fue determinante para el desarrollo de esta investigación.
Inga. Concepción de Corrales	Jefa única, ejemplar y especial, pero, sobre todo; amiga.
Ing. Jose Rosal Chicas	Excelente asesor y catedrático, por su apoyo, facilitando el desarrollo de la presente investigación.
Compañeros de maestría	Por el esfuerzo realizado, especialmente a Andrea Bojorquez, Karin Santos, Yolanda García, Ligia Quan, Rudy Pérez y Jose Pablo Morales por la amistad forjada.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XIII
OBJETIVOS	XV
RESUMEN MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Ajo.....	3
1.2.1. Descripción y origen.....	3
1.2.2. Producción de ajo	4
1.2.2.1. Chileno.....	5
1.2.2.2. Floricta I	5
1.2.2.3. Criolla.....	5
1.2.3. Propiedades del ajo	5
1.2.4. Valor nutricional	6
1.2.5. Ajo como agente antibacteriano.....	7
1.3. Extracto de ajo (CTP-90 STC)	8
1.4. Cocina industrial	8
1.4.1. Buenas prácticas de manufactura.....	9
1.4.1.1. Procedimientos establecidos.....	10
1.5. Enfermedades transmitidas por alimentos.....	10

1.5.1.	Microorganismos en los alimentos.....	13
1.5.1.1.	Como causante de enfermedades.....	14
1.5.1.2.	Como agente deteriorante	14
1.5.1.3.	En relacionado a inocuidad.....	15
1.5.1.3.1.	Los microorganismo índice	15
1.5.1.3.2.	Los microorganismo indicadores	15
1.6.	Análisis sensorial.....	17
1.6.1.	Prueba hedónica.....	17
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.	Proceso de lavado y desinfección de frutas y verduras.....	19
2.1.1.	Pasos para la aplicación 1	19
2.1.2.	Pasos para la aplicación 2.....	20
2.2.	Evaluación del extracto de ajo en los diferentes procesos	20
2.3.	Efectividad del extracto de ajo	23
2.4.	Evaluación sensorial.....	24
3.	RESULTADOS	29
3.1.	Evaluación del extracto de ajo en los diferentes procesos	29
3.2.	Efectividad del extracto de ajo	31
3.3.	Evaluación sensorial.....	35
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.	Evaluación de la aplicación del extracto de ajo antes o después del procesado de frutas y secado en la centrífuga para los vegetales.....	39
4.2.	Efectividad del extracto de ajo, recuento según criterios	

microbiológicos internos, con respecto a <i>E. coli</i> , coliformes totales y recuento aeróbico de mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento.....	41
4.3. Evaluación sensorial	42
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	49
APÉNDICES.....	53
ANEXOS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Metabolitos de la aliina	8
2.	Formulario lleno	26
3.	Comportamiento de indicadores en lechuga	34
4.	Comportamiento de indicadores en chile pimiento	34
5.	Influencia del extracto de ajo por característica evaluada, en las diferentes concentraciones y procesos aplicados	35
6.	Diferencias porcentuales comparadas con el producto original.....	38

TABLAS

I.	Valor nutricional del ajo	7
II.	Dosis de patógeno necesaria para enfermar.....	12
III.	Métodos de análisis microbiológico	22
IV.	Resultados microbiológicos.....	22
V.	Resultados microbiológicos.....	23
VI.	Criterios microbiológicos.....	24
VII.	Promedios de evaluación sensorial	27
VIII.	Comparación de procesos por producto en frutas	29
IX.	Comparación de procesos por producto en verduras	30
X.	Extracto de ajo aplicado en frutas	31
XI.	Extracto de ajo aplicado en verduras	33
XII.	Valores Alfa y P	36

XIII. Significancia de las diferencias comparando original con extracto de ajo en diferentes concentraciones37

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AC	Antes de corte
AC C	Antes de corte con cloro
AP	Antes de proceso
AP C	Antes de proceso con cloro
AS	Antes de secado
AS C	Antes de secado con cloro
CT	Coliformes totales
DC	Después de corte
DC C	Después de corte con cloro
DS	Después de secado
DS C	Después de secado con cloro
DP	Después de proceso
DP C	Después de proceso con cloro
EC	<i>E. coli</i>
ETA	Enfermedad transmitida por alimentos
CMP	Mesófilos
%	Porcentaje
UFC/g	Unidades formadoras de colonia por gramo

GLOSARIO

Aliina	Sulfóxido derivado del aminoácido cisteína, presente en el ajo, que al entrar en contacto con la enzima aliinasa se convierte en alisina (componente principal del aroma característico del ajo).
Bactericida	Que destruye las bacterias.
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i> , bacteria que se transmite al ser humano especialmente por el consumo de alimentos, puede llegar a causar la muerte.
Enristrar	Hacer ristras (trenzas) con ajo.
GRAS	Acrónimo usado por las agencias regulatorias federales para referirse a sustancias usadas como aditivos para alimentos que generalmente son reconocidos como seguros cuando son usadas según las buenas prácticas de manufactura.
Indicadores	Microrganismos que tienen un comportamiento similar a los patógenos, concentración y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar.
Infección	Entrada, desarrollo y multiplicación de un agente

infeccioso en el cuerpo de una persona.

Intoxicación

Efecto perjudicial que se produce cuando una sustancia tóxica se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel, ojos o membranas mucosas como las de la boca o nariz.

Microorganismos

Organismo que solo puede verse a través de un microscopio, incluye bacterias, protozoos, algas y hongos. Aunque los virus no se consideran organismos vivos algunas veces se clasifican dentro de los microorganismos.

RESUMEN

En la presente investigación se analizó cuál proceso de aplicación de extracto de ajo al 0.03 % y 0.06 % resultó más efectivo en piña, papaya, lechuga y chile pimiento. Posteriormente se analizó la efectividad del extracto de ajo en cuanto a alcanzar los rangos establecidos para para mesófilos, coliformes totales y *E. coli*. Todas las variables estudiadas fueron sometidas a análisis sensorial para determinar alteraciones en las características organolépticas del producto final.

Después de revisar la estandarización y cumplimiento del procedimiento establecido para el lavado y desinfección de frutas y vegetales se estableció aplicar el extracto de ajo en sus diferentes concentraciones, antes y después de cortar la cáscara a la piña y papaya y antes y después de secar la lechuga y el chile pimiento en la centrífuga, para determinar en qué proceso se obtenía mayor efectividad, comparándolo con un producto sin ninguna aplicación.

Para establecer la efectividad del producto, se aplicó extracto de ajo en diferentes concentraciones a los cuatro productos, después de lavado, tomando muestras y comparándolas con los límites máximos permitidos para productos crudos, listos para consumo establecidos en la planta de producción.

Cada muestra analizada se sometió a análisis sensorial, las variables con mayores alteraciones fueron sometidas a análisis estadístico y por medio de análisis porcentual se determinó la significancia de los cambios.

El extracto de ajo, resultó más efectivo al aplicarlo después de quitar la

cáscara a las frutas, sin poder demostrarse el mismo efecto en los vegetales. En el caso del chile pimiento se obtuvieron mejores resultados aplicándolo después de secarlo en la centrífuga y para la lechuga no fue posible determinarlo.

Se demostró que el extracto de ajo en las frutas es efectivo, en ambas concentraciones, tanto para mesófilos como para coliformes totales. Para *E. coli* no pudo demostrarse, debido a su ausencia en el producto inicial. En el caso de las verduras, con ambas concentraciones, 0.03 % y 0.06 %, se alcanzó un resultado satisfactorio para la bacteria *E. coli*. Sin embargo, para coliformes totales, el resultado obtenido en ambas verduras con ambas concentraciones no fue efectivo ya que se obtuvieron valores por encima del límite máximo permitido.

Según el panel sensorial, las características más afectadas fueron olor, sabor y textura, de las cuales fue el sabor la más alterada y en la que se obtuvieron cambios estadísticamente significativos, lo cual nos permite establecer que el extracto de ajo influye en las características organolépticas de olor, sabor y textura de los productos analizados.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En una planta de producción de alimentos listos para consumo, es de vital importancia, cumplir con la inocuidad de los productos y con los rangos microbiológicos solicitados por los clientes. Existen diferentes causas que pueden influir en el no cumplimiento de dichos parámetros o alteración de la inocuidad, como la implementación de un procedimiento no validado e inefectivo lavado y desinfección del producto, así como el uso de bactericidas ineficientes.

Para mantener la inocuidad de los productos que se consumen crudos, como frutas y verduras, se hace necesario aplicar una metodología validada, así como utilizar químicos que sean permitidos para uso en alimentos y efectivos para la disminución de la carga bacteriana, tomando en cuenta, el tiempo que transcurre desde la producción hasta el consumo y las condiciones de traslado.

Existen diversos químicos, ampliamente conocidos y utilizados en el mercado, que garantizan la disminución de la carga bacteriana, sin embargo, la tendencia actual hacia el consumo de productos cada vez más sanos, nos obliga a buscar una opción eficiente pero natural, como lo es el extracto de ajo.

El ajo es ampliamente comercializado en Guatemala a nivel culinario, limitándose a su consumo como aditivo para brindar sabor a los alimentos. Desaprovechando así, las propiedades antimicrobianas como coadyuvante en la inocuidad de alimentos, de una materia prima natural con alta disponibilidad, asequible y producida a nivel local, provocado por desconocimiento. Tampoco se conoce la metodología adecuada de aplicación para garantizar la efectividad bactericida y alterar en lo mínimo posible, las características organolépticas del

producto final.

Todo esto nos lleva al planteamiento de la pregunta central de este estudio: ¿Es adecuado el procedimiento de aplicación establecido, utilizando extracto de ajo, para la disminución de la carga bacteriana en frutas y verduras?

Para responder a esta pregunta es necesario responder las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es más efectivo, la aplicación del extracto de ajo, antes o después de procesar la fruta y secar el producto en la centrifuga para los vegetales?
- ¿Utilizar extracto de ajo, logra un recuento adecuado según criterios microbiológicos internos, con respecto a *Escherichia coli*, coliformes totales y recuento aeróbico de mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento?
- ¿El extracto de ajo, influye negativamente, en las características organolépticas del producto final?

OBJETIVOS

General

Definir si es adecuado el procedimiento establecido, utilizando extracto de ajo, para la disminución de la carga bacteriana en frutas y verduras.

Específicos

1. Demostrar si es más efectiva la aplicación del extracto de ajo, antes o después del procesado de frutas y secado en la centrifuga para los vegetales.
2. Mostrar que utilizando el extracto de ajo se logra un recuento adecuado según criterios microbiológicos internos, con respecto a E. coli, coliformes totales y recuento aeróbico de mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento.
3. Establecer si el extracto de ajo influye negativamente, en las características organolépticas, del producto final.

RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio es de tipo cuantitativo con un alcance descriptivo, dado que trata sobre el estudio de la efectividad del extracto de ajo en microorganismos indicadores aplicado a frutas y vegetales como método de desinfección y de la evaluación del procedimiento de aplicación.

Se realizó un diseño de tipo experimental, ya que se hizo una toma de datos a pequeña escala al aplicar el extracto de ajo en la materia prima. Las muestras fueron no probabilísticas, pues se probó con diferentes frutas y vegetales seleccionados a conveniencia de la planta de producción involucrada y el extracto de ajo se aplicó en dos etapas diferentes del proceso de lavado y desinfección.

Se realizó el proceso de lavado y desinfección para toma de muestra microbiológica de frutas (piña y papaya) y vegetales (chile pimiento y lechuga) con concentración de extracto de ajo al 0.03 % y al 0.06 %.

Para el análisis microbiológico, se utilizaron las metodologías siguientes: recuento aeróbico mesófilos (APHA conteo placa CAPS 3/8 V), coliformes totales (APHA conteo placa CAPS 9.73 / 9.933) y *Escherichia Coli* (APHA conteo placa CAPS 9.73 / 9.933).

Mediante evaluación sensorial se determinó, si el sabor original de cada materia prima (piña, papaya, chile pimiento y lechuga) se veía afectado por el extracto de ajo. La prueba se realizó en los dos pasos de aplicación del proceso de lavado con cada producto. Para esto se determinaron los cambios

perceptibles en cuanto a color, aroma, sabor y textura, utilizando la escala hedónica de 9 puntos y luego se realizó un análisis de varianza (ANOVA)

INTRODUCCIÓN

Es imperativo que una planta procesadora de productos listos para consumo produzca alimentos inocuos, las causas para el no cumplimiento son diversas y pueden variar desde un procedimiento inadecuado hasta el uso de un bactericida ineficiente. Dicha situación puede tener serias consecuencias como la pérdida de clientes y peor aún, poner en riesgo al consumidor por una enfermedad transmitida por alimentos.

Para disminuir los riesgos y brindar al consumidor un producto final que no le haga daño, se evaluó el uso de extracto de ajo como agente bactericida, así como la concentración adecuada para lograr los niveles aceptables en los indicadores microbiológicos en frutas y vegetales listos para consumo. También, se analizó el orden más efectivo de aplicación para lograr los mejores resultados en frutas y verduras.

Esta investigación demuestra que el extracto de ajo es una alternativa para ser utilizado durante el procedimiento de desinfección, como un producto eficaz y de origen natural, sin alterar las características sensoriales de frutas y verduras, logrando así, beneficiar no solo a la empresa sino incluso a los productores nacionales de ajo.

Después de realizar el método de lavado de las frutas y vegetales, se aplicó el extracto de ajo en dos concentraciones diferentes y se determinó a través de análisis microbiológicos, por el método APHA, el recuento de aeróbicos mesófilos, coliformes totales y *E. coli*. Dichos resultados se compararon con los conteos iniciales de los mismos productos para determinar efectividad. Así

mismo, se analizó si se percibía algún sabor residual a ajo en la materia prima, para lo cual se realizó una evaluación sensorial, utilizando la escala hedónica de nueve puntos.

En el capítulo 1 se presenta la exploración bibliográfica sobre los temas que se utilizaron como base teórica para la aplicación propuesta. En el capítulo 2, se desarrollan los procesos de lavado y desinfección establecidos en la planta de producción de alimentos, así como los pasos para la aplicación del extracto de ajo en las diferentes concentraciones analizadas, 0.03 % y 0.06 %, con los diferentes productos sometidos a investigación.

Se presenta también la aplicación y evaluación del extracto de ajo para el análisis de la efectividad del mismo y su comparación con los rangos permitidos para los tres indicadores microbiológicos. Se analizó la evaluación sensorial del producto final. El capítulo 3 expone los resultados obtenidos en la investigación y finalmente la discusión, conclusiones y recomendaciones.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

No se encontraron estudios relacionados con el efecto antibacteriano del ajo en Guatemala, sin embargo, a nivel internacional especialmente en países como México y Perú, se han realizado estudios con este producto, presentando algunos a continuación:

La Publicación *Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas*, Rodríguez-Sauzeda (2011), manifiesta que el ajo además de ser uno de los productos que FDA considera GRAS (acrónimo utilizado para referirse a especias, aromatizantes y saborizantes naturales usadas como aditivos alimentarios, pero que son generalmente reconocidas como seguras) es un producto natural que contiene aceites esenciales y extractos naturales para su uso como agente microbiano. Aunque existen pocos estudios sobre el mecanismo para la inhibición bacteriana del ajo, se supone que, dada la estructura fenólica presente en otros productos con actividad antimicrobiana, el modo de acción debe ser muy similar. En muchos casos, los antimicrobianos, pueden tener efecto hasta que rebasan el límite crítico; por lo que se recomienda realizar combinaciones que garanticen la efectividad en el proceso.

En la publicación *Efectos Combinados del aceite esencial de ajo y el isotiocianato de alilo contra Escherichia Coli O157:H7 in vitro en embutidos de cerdo*, Kandalski-Bortolotto, Costa-Ceccoti, Orso, Wolupeck, Holley, Bittencourt-Luciano, y Freitas de Macedo (2018), evalúan los efectos del aceite esencial de

ajo e isotiocianato de alilo logrando determinar la concentración de estos aceites solos y en combinación para lograr la efectividad contra *E. coli* O157:H7. Concluye que es necesaria una mayor cantidad de aceite esencial de ajo para alcanzar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima bactericida en comparación con el isotiocianato de alilo. Combinando ambos productos, se logra un efecto sinérgico contra *E. coli* O157:H7 in vitro en salchichas de cerdo.

En la tesis *Efecto antimicrobiano de extractos de Allium sativum L. ajo sobre el crecimiento in vitro de Escherichia Coli A TCC 25922 y Staphylococcus aureus A TCC 25923*, se determina la actividad antimicrobiana del ajo puro, macerado, en diferentes concentraciones, con dos disolventes diferentes. Demostrando que con todas las concentraciones y con ambos solventes se logró un efecto inhibitorio sobre *Escherichia coli*, alcanzando un mayor efecto con el extracto acuoso. Recomienda realizar más estudios con productos naturales popularmente conocidos como agentes antimicrobianos (Salazar-Cordova, 2014).

Arroyo-Lara, Landín-Grandvallet, Alonzo, Sánchez-Aguilar y Suarez-Franco (2015), plantean el uso de nuevas alternativas naturales como inhibidores bacterianos para aprovechar la disponibilidad, accesibilidad y el bajo costo de productos como el ajo y la cebolla. Sus resultados demuestran haber obtenido mayor efectividad haciendo uso de ajo en polvo o fresco que con cebolla y concluyen que los principios activos del ajo a una concentración del 10 % (12.5 mg/ml) in vitro, inhiben el crecimiento de *E. coli*, haciéndolo un producto recomendable para el manejo de la inocuidad alimentaria.

Salazar-Coronado (2016), en su estudio experimental *Eficacia antibacteriana del extracto acuoso del Allium Sativum ajo, comparado con*

Amikacina en Escherichia Coli, compara diferentes concentraciones de extracto acuoso de ajo con amikacina y concluye que no todas las concentraciones de extracto de ajo son efectivas mientras que todas las de amikacina si lo son y que, a mayor concentración de extracto de ajo, mejor efecto antibacteriano se obtiene, siendo más efectiva la concentración del 100 %. Resalta el auge e importancia que últimamente ha adquirido el uso de plantas naturales y medicinales como antimicrobianos ya que constituyen uno de los principales recursos tanto a nivel rural como urbano.

1.2. Ajo

Allium sativum L., Ajo, es un bulbo de la familia *Liliáceas* (*Amaryllidaceae*), con un sistema radicular y una raíz bulbosa, que en su base reúne de 6 a 12 bulbillos en una película delgada, lo cual forma la cabeza del ajo (Juárez-Segovia, K., Días-Darcía, Méndez-López, Pina-Canseco, Pérez-Santiago, y Sánchez-Medina, 2019).

El término *Allium* es debido al poeta Virgilio y deriva de la voz *celta all* que significa cliente, picante; y de *seminativum* que significa semilla (Francés, 2012).

1.2.1. Descripción y origen

El origen del ajo se cree que es Asia Central, aunque actualmente procede del Mediterráneo, de Oriente o de China. Se menciona sobre estos bulbos en la Biblia y el Corán, se les da importancia desde la época de los egipcios y sumerios. Estos bulbos, fueron considerados por romanos y griegos, incluyéndolo en los tratados médicos antiguos, en la Edad Media y después. Uno de los países en donde más se les valoró fue Egipto, usándolos como alimento y medicamento. (Torija, Matallana y Chalup, 2013).

Alrededor del 2300 A.C. Formó parte de cervezas que se usaron para la diarrea, flatulencia, hipofunción hepática, dolor de estómago, se creía que tenía propiedades para reducir inflamaciones, medicinales o eliminar parásitos (Torija, *et. al.*, 2013).

Se conoce que contiene más de 100 compuestos biológicamente activos, contenidos en el bulbo, entre los que se destaca la aliina, sustancia sulfurada inodora que se convierte en esencia de ajo y levulosa por acción de la enzima aliinasa, quien contiene a la alicina, responsable del efecto antimicrobiano y antimicótico contra patógenos para el hombre. (Juárez-Segovia, *et. al.*, 2019).

1.2.2. Producción de ajo

Los mayores productores de ajo a nivel mundial son: Asia: 87 %, siendo así, China, el primer productor. Europa: 6 %, se produce en España, Francia e Italia, incluyendo Egipto y Turquía por cercanía geográfica. Norteamérica: 3 % en México y Estados Unidos. Gilroy, en California, es la capital mundial del ajo. Sudamérica: 4 % en Brasil, Argentina y Chile (Francés, 2012).

El cultivo de ajo se ha desarrollado en Guatemala, en los departamentos de Huehuetenango, Sololá, Quiché, Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala ciudad, en menor escala; siendo los municipios de Chiantla y Aguacatán del departamento de Huehuetenango, los que producen del 70 % al 80 % de la producción nacional (Barrera, 2012).

Las variedades más importantes cultivadas en Guatemala son:

1.2.2.1. Chileno

Altura de 0.40 m con un ciclo vegetativo de 120 a 150 días, son plantas decumbentes. Recibe este nombre, aunque es de origen mediterráneo. Alcanza rendimientos de hasta 15 t/ha. Varía de 11 a 20 dientes por bulbo y las cabezas miden de 4 a 5 cm de diámetro.

1.2.2.2. Floricta I

Produce bulbos grandes, de globo, achatado en su base, de 6-14 dientes por bulbo. Alcanzan alturas de 0.40 m, con tallo central y 4 hojas anchas color verde profundo. Se cosecha 150 a 180 días después de la siembra.

1.2.2.3. Criolla

Producida especialmente en el municipio de Aguacatán Huehuetenango, del tipo egipcio, alcanza alturas de hasta 70 centímetros, de hojas angostas. El número de bulbillos varía de 18 a 35; Se cultiva en Guatemala desde hace muchos años. Su período vegetativo es de cuatro meses. La producción en Aguacatán es en un 90 % Criolla, y en un 10 % Chilena (Barrera, 2012).

1.2.3. Propiedades del ajo

No existe planta medicinal más estudiada que el ajo, desde tiempos antiguamente remotos, se le han atribuido propiedades de todo tipo, por ejemplo, en Egipto se cubrían las caries con una pasta de ajos machacados y miel, combatían las picaduras de insectos y para controlar la extensión de epidemias daban a los esclavos grandes cantidades de ajo. Se conocen 22 recetas hechas 1550 años antes de Cristo, a base de ajos; usadas para combatir infecciones,

tumores, debilidad física y faringitis. En Grecia se conocían las propiedades desinfectantes del ajo, llegó a ser un producto medicinal muy popular ya que se les daba a los enfermos intervenidos quirúrgicamente (Francés, 2012).

El ajo, posee acción farmacológica, hipolipemiente, antimicrobiana y antihelmíntica, indicado para aterosclerosis, antihipertensivo por actuar como un vasodilatador periférico, en hiperlipemias, infecciones del tracto respiratorio y de las vías urinarias; favorece la fluidificación sanguínea por su actuación como antiagregante plaquetario y por ello es beneficioso en las enfermedades coronarias; se emplea para reducir el colesterol, la oxiuriasis y el estrés. Se le atribuye, también, una acción reguladora del sistema inmunitario, podría prevenir el crecimiento tumoral. Se utiliza tópicamente como analgésico osteoarticular, en parodontopatías, dermatomicosis, e hiperqueratosis (Francés, 2012).

1.2.4. Valor nutricional

La composición química de 100 gramos de la parte comestible del ajo es agua: 61 gramos; proteínas: 4 gramos; grasa 0.5 gramos; hidratos de carbono: 20 gramos; potasio 0.54 gramos; calcio 0.1 gramos; hierro 0.01 gramos; tiamina 0.2 gramos; riboflavina 0.11 gramos; niacina 0.7, y ácido ascórbico 0.9 gramos (Barrera, 2012).

Tabla I. **Valor nutricional del ajo**

	Vitaminas	Minerales	Oligoelementos	Principios activos: aceite esencial
Calorías: 98-139 kcal	B1: 0,2 mg	Calcio: 10-24 mg	Selenio	Bisulfuro de alilo
Agua: 61 g	B2: 0,11 mg	Hierro: 1,7-2,3 mg	Germanio	Trisulfuro de alilo
Proteínas: 4-6,4 g	B3: 0,7 mg	Fósforo: 40-195 mg		Tetrasulfuro de alilo
Lípidos: 0,5 g	C: 9-18 mg	Potasio: 540 mg		Bisulfuro de alilpropilo
Glúcidos: 20 g				Aliina
				Alicina

Fuente: Francés (2012). *Aspectos culinarios y farmacéuticos del ajo*.

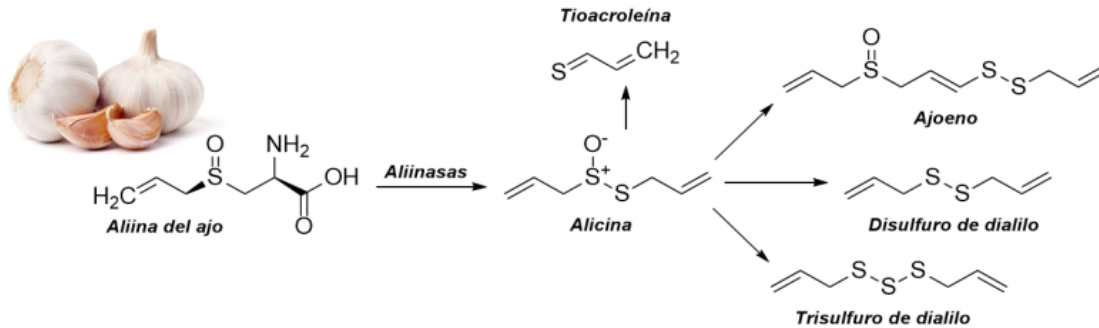
Para que el ajo mantenga el valor nutricional después de recolectarlo, los bulbos secos y limpios, sin tierra, se enristrarán y se colocan bajo techo, en un lugar seco y ventilado para que terminen de perder la humedad que aún pudieran tener (Francés, 2012).

1.2.5. **Ajo como agente antibacteriano**

El ajo posee componentes azulfurados, en especial, sulfóxido de alilo, alicina cuya característica principal es poseer efecto antibiótico, idóneo para inhibir el desarrollo de gérmenes patógenos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Chalar, Moya, Vargas, Sejas y Romero, 2014).

Su mayor componente es la aliina, la cual es inodora, la cual, por acción enzimática produce alicina. La alicina es inestable y como subproductos se obtienen: amoníaco y piruvato en cantidad equivalente al sustrato consumido (aliina). Razón por la que actualmente se usa para cuantificar ácido pirúvico para medir pungencia e indirectamente el sustrato precursor. En la figura 1 se presentan los productos de la aliina (Torija, *et. al.*, 2013).

Figura 1. **Metabolitos de la aliina**



Fuente: Torija, *et. al.* (2013). Los metabolitos de la aliina son: ajoeno, disulfuro de dialilo y trisulfuro de dialilo.

1.3. **Extracto de ajo (CTP-90 STC)**

El CTP-90 STC, es un conservador antimicrobiano compuesto de productos de origen natural como lo es el extracto de ajo, monooleato de sorbitan, ácido cítrico y color caramelo, con propiedades conservadoras y antioxidantes, para aplicar en sistemas alimentarios en los que no se desea o no se puede hacer uso de conservadores químicos (Indukern, 2020).

Se recomienda utilizarlo a niveles de 0.03 % al 0.1 %, mezclando hasta obtener una solución homogénea que permita que todo el producto tenga contacto con el conservador por 60 segundos (Indukern, 2020).

1.4. **Cocina industrial**

Una cocina industrial es la cocina equipada para elaborar alimentos en grandes cantidades, bien dentro de espacios gastronómicos en el ámbito de la hostelería como los hoteles o restaurantes, o bien en empresas de catering

dedicadas a la preparación de comidas y menús orientados a dar servicios de alimentación a empresas, colegios, universidades, hospitales, entre otros. (Montenegro, 2019).

En Guatemala, existe una gran variedad de cocinas industriales, mismas que deben regirse en la normativa nacional. Dentro de los requisitos legales cabe mencionar el cumplimiento del Reglamento Técnico Centroamericano para Alimentos y Bebidas procesadas así como las buenas prácticas de manufactura que a su vez deben incluir procedimientos operativos de limpieza (Montenegro, 2019).

1.4.1. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura son procedimientos y prácticas controladas que se siguen para preservar la inocuidad alimentaria practicada en plantas procesadores de alimentos, emparadoras, almacenadoras de alimentos, entre otros. Son los fundamentos, junto con los procedimientos operativos estándar para un buen plan de análisis de peligros y puntos críticos de control. (Villagran, 2005).

No se limitan a prácticas higiénicas, cubren salud e higiene del personal, alrededores de la planta, construcción y diseño de la planta, operaciones sanitarias y de limpieza, control de plagas, instalaciones sanitarias, equipo y utensilios, producción y control de proceso, transporte, rastreo y registros (Villagran, 2005).

1.4.1.1. Procedimientos establecidos

En una planta de producción de alimentos debe cumplirse con los manuales establecidos que como mínimo deben incluir las buenas prácticas de manufactura para tener el control adecuado sobre salud e higiene del personal, alrededores construcción y diseño de la planta, instalaciones sanitarias, equipo, procesos, control de plagas, desinfección, seguridad, controles y registros de los procesos (Montenegro, 2019).

En los manuales de la planta, relacionados a inocuidad, está establecido como procedimiento de desinfección de productos crudos listos para consumo, el uso de cloro a 200 ppm durante 5 minutos, después del lavado, con el objeto de garantizar la inocuidad de los productos (Montenegro, 2019).

En Guatemala, como todas las empresas relacionadas con alimentos, los procedimientos de la planta están sujetos al cumplimiento de los requisitos enumerados en el Reglamento Técnico Centro Americano, para la adecuada manipulación de los mismos, así como para el análisis microbiológico de sus procesos (Montenegro, 2019).

1.5. Enfermedades transmitidas por alimentos

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), son el problema de salud pública más extendido actualmente y uno de los problemas que influyen negativamente en la economía de países y empresas por problemas de productividad, también la familiar, por gastos hospitalarios y tratamientos (Rodríguez, Barreto, Sedrés, Bertot, Martínez, y Guevara, 2015).

Las causas de las ETA, vienen de las etapas que existen en la cadena

alimenticia (iniciando en la adquisición y almacenamiento de la materia prima hasta terminar en el consumo del producto. Independientemente del origen de la contaminación, al llegar al consumidor puede tener un impacto en la salud pública así como un daño económico importante en los establecimientos dedicados a la preparación y venta de alimentos. Esto puede provocar la pérdida de confianza así como el cierre del negocio (Rodríguez y Solanes, 2010).

Situación que no se ha caracterizado aún, pues existe una gran dificultad para estimar su incidencia verdadera, en especial a nivel global. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona un promedio de 2.2 millones de muertes, enfatizando que, por esta etiología, en seis regiones del planeta, la población infantil menor a cinco años resulta la más afectada. Buena parte de esta mortalidad se debe a la ingestión de aguas y alimentos contaminados, básicamente por agentes bacterianos, como salmonella, *Escherichia coli* enterohemorrágico (ECEH) y campylobacter, por solo citar tres ejemplos (Rodríguez, *et. al.*, 2015).

Los peligros clasificados como biológicos originados en alimentos, incluyen bacterias, parásitos y virus. Organismos asociados tanto a productos crudos contaminados en el área de trabajo como a los manipuladores de los mismos. Estos microorganismos, se encuentran naturalmente en el ambiente en el que se producen los alimentos en los que se encuentran. Son inactivados por cocción o se controlan practicando la manipulación y almacenamiento adecuados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2016).

La cinética de la supervivencia, proliferación y muerte de bacterias en los alimentos está determinada por factores múltiples como: actividad del agua,

composición química del producto, pH, potencial oxido reducción, humedad relativa, gases ambientales, temperatura, gases ambientales y presencia de flora competitiva. Por todos los factores que afectan, los riesgos varían según la composición del alimento, producción tipo de proceso o preparación y condiciones de empaque, almacenamiento y distribución (Carrillo y Reyes, 2013)

La cantidad de dosis infectante de los microorganismos debe considerarse con precaución, pues los números se obtienen de investigaciones experimentales, obtenidos de ensayos de consumo en voluntarios saludables y jóvenes o estimados en base de epidemias o de casos extremos. Razón por la que no pueden usarse para caracterizar riesgos de enfermedad. En la tabla II se muestran microorganismos y concentraciones para causar enfermedad. (Rodríguez *et. al.*, 2010).

Tabla II. **Dosis de patógeno necesaria para enfermar**

ORGANISMO	DOSIS (LOG ₁₀ DE CÉLULAS VIABLES/G)
Shigella dysenteriae	10 ¹ – 10 ⁴
Shigella flexneri	10 ² – 10 ⁹
Vibrio cholerae	10 ³ – 10 ⁹
Salmonella typhi	10 ⁴ – 10 ⁹
Especies de salmonella (no typhi)	10 ⁵ – 10 ¹⁰
Escherichia coli (tipos patogenos)	10 ⁶ – 10 ¹⁰
Clostridium perfringens tipo a	10 ⁸ – 10 ⁹
Yersinia enterocolitica	10 ⁹

Fuente: Rodríguez *et. al.* (2010). *Nutrición y dietética aplicada*.

En la mayoría de casos, para que se desarrolle una enfermedad transmitida por alimentos es necesario que el microorganismo patógeno este en

la cantidad suficiente que cause infección o produzca la toxina, el alimento debe poseer características que favorezcan su desarrollo, el producto debe pasar en la zona de peligro de temperatura el tiempo mínimo necesario para que se multiplique la bacteria o se produzca la toxina y debe consumirse una cantidad suficiente que sobrepase la barrera de susceptibilidad (Carrillo y Reyes, 2013).

Las enfermedades transmitidas por alimentos pueden ser infecciones o intoxicaciones (provocadas por la toxina):

- Infección: se produce por ingerir un alimento que contiene al microorganismo patógeno vivo como Shigella, el virus de la hepatitis A, Salmonella, entre otros (Carrillo y Reyes, 2013).
- Intoxicación: se da cuando una bacteria o moho ha soltado su toxina en el alimento que ingiere un comensal en la cantidad necesaria para afectar su salud. Generalmente, dicha toxina, no tiene sabor u olor, pero sí pueden provocar la enfermedad incluso al eliminar al microorganismo (Rodríguez *et. al.*, 2010).

1.5.1. Microorganismos en los alimentos

Los microorganismos juegan diferentes papeles en los alimentos, no siempre, son una amenaza, algunas veces son beneficiosos como las usadas para la elaboración de cerveza, pan, vino, yogurt, quesos, vinagre, entre otros (Rodríguez *et. al.*, 2010).

Sin embargo, los microorganismos pueden dañar los alimentos, los más comunes son bacterias y hongos, los cuales pueden multiplicarse y deteriorar el producto, protozoarios y virus, que no se desarrollan en el alimento, pero lo

utilizan como vehículo. El almacenamiento y el manejo en el proceso del alimento, inadecuados, son determinantes; ya que se pueden proliferar microorganismos antes del procedimiento de cocción, arriesgando la inocuidad de los productos y la salud del comensal. Aunque poseen mayor riesgo los productos crudos, también los alimentos cocidos, proveen un medio fértil para el crecimiento microbiano, si no se manipulan y almacenan correctamente (Carrillo y Reyes, 2013).

1.5.1.1. Como causantes de enfermedades

Hay una lista de microorganismos patógenos. Aquí se encuentran virus, bacterias, hongos y parásitos. Los parásitos no se multiplican en el alimento, pero si son capaces de causar enfermedad, entre ellos podemos mencionar: *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, entre otros. En algunos casos, no es el microorganismo el que causa la enfermedad sino la toxina que libera, tal como, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum*. Cuando hablamos de los hongos, se debe tener cuidado con las micotoxinas que son las responsables de causar graves enfermedades al consumidor (Rodríguez, *et. al.*, 2010).

1.5.1.2. Como agentes deteriorantes

Existen microorganismos que pueden crecer en los alimentos y deteriorarlos. Esto se refiere a que no todos los alimentos descompuestos causarán daño al consumidor, pero si disminuyen la calidad del producto, generando cambios en textura, apariencia, sabor, olor. (Carrillo y Reyes, 2013).

1.5.1.3. En relación a inocuidad

Los microorganismos se clasifican como microorganismos índice o indicadores.

1.5.1.3.1. Los microorganismos índice

Se han definido como microorganismos, cuya presencia en números que exceden un límite especificado indicando la posible presencia de patógenos con comportamiento y ecología similares. Por tanto, los organismos índice deben utilizarse como predictores directos de la presencia de patógenos específicos (Doyle, Diez- González y Hill, 2019).

1.5.1.3.2. Los microorganismos indicadores

Se han definido como microorganismos, cuya presencia en números exceden los límites específicos, por tanto, la función y el propósito previstos de los organismos indicadores son servir como un predictor indirecto de la presencia de un patógeno (Doyle *et. al.*, 2019).

Generalmente, pueden indicar: presencia de toxina y/o patógenos y posibles prácticas incorrectas de higiene en producción, almacenamiento, distribución, provocando contaminación fecal o deficiente limpieza en el proceso. Como indicadores se utilizan las bacterias coliformes y *E. coli* (Rodríguez *et. al.*, 2010).

Deben detectarse fácil y rápidamente, distinguiéndose fácilmente de la microbiota natural del agua y de los alimentos. Además deben tener igual

procedencia y origen que el microorganismo patogénico; así como, multiplicarse y morir en forma similar para el mismo alimento. Estar en mínima cantidad o ausente en el producto alimenticio cuando el patógeno está ausente. El problema radica en que no siempre se cumplen dichas condiciones. (Doyle *et. al.*, 2019).

Como microorganismo indicador se puede mencionar: Coliformes totales (a 35 °C) de la familia enterobacteriaceae son indicadores gram negativos y no forman esporas, incluyendo coliformes de origen fecal así como ambientales, provenientes de animales de sangre caliente. Fermentan lactosa produciendo gas cuando se incuban entre 35 y 37 °C. Los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella* pertenecen a ese grupo (Rodríguez *et. al.*, 2010).

Coliformes fecales (a 45 °C) y *E. coli*: Las bacterias continúan fermentando la lactosa y produciendo gas, en un rango de temperatura entre 44-44.5 °C. Condiciones en las que el 90 % de cultivos de *Escherichia coli* dan positivo pero no todas las cepas de *Klebsiella ni Enterobacter* poseen esa característica. El único indicador aceptado en vegetales frescos es *Escherichia coli* ya que los otros géneros que pertenecen al grupo coliforme, naturalmente están en el suelo (Rodríguez *et. al.*, 2010).

La elección de un indicador de higiene adecuado depende del conocimiento de una serie de factores relacionados con los productos fabricados y, en particular, su microbiota, la microbiota de las materias primas, las condiciones de procesamiento aplicadas y su efecto sobre la microbiota. En cualquier caso, los organismos indicadores o incluso los organismos de utilidad, desempeñan un papel importante por derecho propio en el control de la higiene / procesos, incluido el monitoreo ambiental (Doyle *et. al.*, 2019).

1.6. Análisis sensorial

Ciencia multidisciplinaria en la cual participan personas denominadas panelistas y utilizan sus sentidos para medir la aceptabilidad y las características sensoriales de los alimentos (Osorio, 2018).

1.6.1. Prueba hedónica

Tipo de prueba que recoge un listado con valores o términos que enumeran el agrado o desagrado de un producto determinado para el consumidor. La escala de la prueba puede variar desde cinco a once puntos, desde gustó hasta disgustó contando con un valor central (neutro) para que el juez ubique, fácilmente, un valor de indiferencia. Cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado, que, en vez de orientar al consumidor, más bien le origina confusión, de ahí que las más empleadas sean las escalas bipolares de 5 a 7 puntos. La escala puede ser verbal o facial, según la necesidad, edades u otras características propias del estudio (Espinosa y Torricella, 2007).

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan detalladamente los pasos efectuados en las diferentes etapas desarrolladas para la investigación.

2.1. Proceso de lavado y desinfección de frutas y verduras

Se revisaron y validaron los procedimientos para lavado y desinfección de frutas y verduras con los operarios en el área de producción de cocina industrial de la planta de producción de alimentos, tal como está establecido en el procedimiento, se utilizó cloro a 200 ppm por 5 minutos después del lavado de cada producto, para este objetivo. Los procedimientos utilizados en la investigación fueron los siguientes:

2.1.1. Pasos para la aplicación 1

Aplicación de desinfectante antes del proceso, (corte en frutas y secado en centrífuga en verduras).

Estos procesos se identificarán de la siguiente forma en la investigación: frutas AC y verduras AS, respectivamente.

- Lavado de materia prima: fruta (piña y papaya) y verduras (lechuga y chile pimiento)
- Preparación de la materia prima (eliminar cáscara, corte, entre otros)
- Desinfección de la materia prima con extracto de ajo
- Proceso de materia prima (pelado y corte de piña y papaya)

- Secado de la materia prima con centrífuga (lechuga y chile pimiento)
- Proceso de materia prima (corte de lechuga y chile pimiento)
- Toma de muestra para análisis microbiológico.

2.1.2. Pasos para la aplicación 2

Aplicación de desinfectante después del proceso (corte en frutas y secado en centrífuga en verduras).

Estos procesos se identificarán de la siguiente forma en la investigación: frutas DC y verduras DS, respectivamente.

- Lavado de materia prima: fruta (piña y papaya) y verduras (lechuga y chile pimiento)
- Preparación de la materia prima (eliminar cáscara, corte, entre otros)
- Secado de la materia prima con centrífuga (lechuga y chile pimiento)
- Desinfección de materia prima con extracto de ajo
- Toma de muestra para análisis microbiológico.

2.2. Evaluación del extracto de ajo en los diferentes procesos

Para establecer qué proceso es más efectivo, se coordinó con el laboratorio externo, para que el personal técnico del mismo estuviera presente durante el proceso realizado para cada producto. Las tomas de muestras se realizaron en diferentes días. El laboratorio contó con el equipo necesario para evitar alteraciones en las muestras durante el traslado entre la planta de producción y la ubicación física del laboratorio; en donde se realizaron las pruebas microbiológicas de las corridas practicadas.

Las variantes investigadas fueron: piña, papaya, lechuga y chile pimiento, al 0.03 % y 0.06 %, antes del proceso de corte o secado y después de corte o secado, desinfectadas, previamente, con cloro, tal como lo indica el proceso establecido.

En el apéndice 2 se presenta el documento interno que se elaboró para el control de la toma de muestras, con el fin de asegurar la toma de todas variables en cada muestreo, además, se asignaron personas responsables en cada proceso para evitar confusiones. En el anexo 1 se presentan fotografías de los documentos de toma de muestra del laboratorio.

El personal operativo involucrado, cumplió con los requisitos exigidos por la planta de producción en relación a personal, ingreso a la planta, uniforme, equipo de protección personal para plantas de alimentos, el procedimiento de lavado de manos, entre otros. Se procedió a lavar y desinfectar el área de trabajo, así como las piletas, contenedores, utensilios de trabajo, cronómetro y balanza, misma que fue previamente calibrada. Se prepararon las piletas de lavado y contenedores, con los químicos en las concentraciones necesarias: detergente específico para vegetales (*vega kleen*), solución de cloro a 200 ppm y extracto de ajo a 0.03 % y 0.06 %.

El laboratorio toma, en todos los casos, una muestra de materia prima, sin ningún tipo de tratamiento, es decir, sin lavado ni desinfección, como control. En el apéndice 3 se presentan fotografías sobre la toma de muestras. El laboratorio analizó los productos utilizando los métodos indicados en la tabla III.

Tabla III. **Métodos de análisis microbiológico**

Ensayo	Método
Recuento Aeróbico Mesófilos	APHA Conteo Placa CAPS 38V
Coliformes Totales	APHA Conteo Placa CAPS 9.73/9.933
Escherichia Coli	APHA Conteo Placa CAPS 9.73/9.933

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Para establecer cuál proceso fue el más efectivo, se tabularon los resultados y se compararon los valores obtenidos en los dos procesos de cada grupo (frutas y verduras), antes de corte o secado y después de corte o secado con ambas concentraciones de extracto de ajo, 0.03 % y 0.06 %. Dicha tabulación puede observarse en la tabla IV. Seguidamente se sacaron promedios de los procesos para obtener el resultado definitivo.

Tabla IV. **Resultados microbiológicos**

Según proceso en frutas y verduras a 0.03 % y 0.06 % de extracto de ajo

PRODUCTO	FRUTAS						VERDURAS					
	PIÑA			PAPAYA			LECHUGA			CH. PIMIENTO		
PROCESO/INDICADOR	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
CONTROL	2.30E+06	4.50E+03	<10	5.70E+06	2.20E+05	<10	6.80E+04	2.70E+03	1.50E+02	9.00E+05	1.40E+05	1.40E+05
0.03% AP C	5.70E+04	<10	<10	7.30E+02	<10	<10	4.30E+03	1.70E+03	<10	7.60E+02	1.60E+02	<10
CONTROL	1.40E+06	9.00E+01	<10	5.70E+06	5.70E+05	<10	4.40E+04	4.30E+03	<10	9.10E+05	9.60E+03	<10
0.06% AP C	5.70E+04	1.50E+03	<10	1.20E+03	<10	<10	5.00E+02	4.00E+01	<10	5.70E+04	<10	<10
CONTROL	2.30E+06	4.50E+03	<10	5.70E+06	2.20E+05	<10	6.80E+04	2.70E+03	1.50E+02	9.00E+05	1.40E+05	1.40E+05
0.03% DP C	1.50E+02	<10	<10	6.00E+01	<10	<10	4.50E+03	1.20E+03	<10	4.00E+01	<10	<10
CONTROL	1.40E+06	9.00E+01	<10	5.70E+06	5.70E+05	<10	4.40E+04	4.30E+03	<10	9.10E+05	9.60E+03	<10
0.06% DP C	3.20E+02	<10	<10	1.00E+02	<10	<10	1.10E+03	1.00E+01	<10	9.00E+01	<10	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

2.3. Efectividad del extracto de ajo

Para evaluar la efectividad del extracto de ajo mediante el análisis microbiológico, se tabularon y compararon los resultados de los procesos en los que se aplicó exclusivamente extracto de ajo, tanto al 0.03 % como 0.06 % en frutas y verduras, como se muestra en la tabla V.

Tabla V. Resultados microbiológicos

En frutas y verduras con extracto de ajo a 0.03 % y 0.06 %

PRODUCTO	FRUTAS						VERDURAS					
	PIÑA			PAPAYA			LECHUGA			CH. PIMIENTO		
PROCESO/INDICADOR	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
SIN EXTRACTO	2.30E+06	4.50E+03	<10	5.70E+06	2.20E+05	<10	6.80E+04	2.70E+03	1.50E+02	9.00E+05	1.40E+05	1.40E+05
0.03% AP	1.60E+02	<10	<10	6.00E+02	<10	<10	1.10E+04	3.30E+03	<10	3.20E+02	3.00E+01	<10
0.03% DP	2.50E+04	1.50E+02	<10	8.00E+01	<10	<10	4.40E+04	9.50E+03	<10	6.80E+02	4.00E+01	<10
SIN EXTRACTO	1.40E+06	9.00E+01	<10	5.70E+06	5.70E+05	<10	4.40E+04	4.30E+03	<10	9.10E+05	9.60E+03	<10
0.06% AP	3.50E+03	<10	<10	1.00E+02	<10	<10	4.20E+02	1.00E+01	<10	5.70E+04	5.70E+04	<10
0.06% DP	1.30E+04	4.00E+01	<10	5.80E+02	<10	<10	5.70E+04	5.70E+04	<10	5.50E+02	<10	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Se sacaron promedios de las aplicaciones, según concentración de extracto de ajo usada y se comparó con los criterios descritos en la tabla VI.

Tabla VI. **Criterios microbiológicos**

Grupo de Productos: FRUTAS Y VEGETALES FRESCOS, DESPUES DE DESINFECCION				
ENSAYO	REFERENCIA	DIMENSIONAL	CRITERIO	REFERENCIA
Conteo de mesófilos aeróbicos	CMMEF-SED	UFC/g	1.00E+05	MORAGAS_2020
Coliformes totales	CMMEF-SED	UFC/g	1.00E+03	MORAGAS_2021
Escherichia coli	CMMEF-SED	UFC/g	<10	MORAGAS_2022
Salmonella spp	CMMEF-SED	P-A	Ausente_25 g	RTCA
Escherichia coli O157:H7	CMMEF-SED	P-A	Ausente_25 g	RTCA
Listeria Monocytogenes	CMMEF-SED	P-A	Ausente_25 g	RTCA

Fuente: Laboratorio Vertical. (2022). *Criterios microbiológicos*.

De esta forma se logró determinar qué concentración (0.03 % o 0.06 %) logra un rango permitido, en recuento de mesófilos aeróbicos, coliformes totales y *E. coli*. Además, en base a una mayor disminución de la carga bacteriana se determinó cuál es la concentración más efectiva.

2.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de cada variable organoléptica (olor, sabor, color y textura), se realizó el día que se hizo la respectiva prueba microbiológica y, de la misma forma que para las pruebas microbiológicas, siempre se presentó un producto control (solo lavado). Fueron elaboradas en las instalaciones del laboratorio de microbiología. Los 38 panelistas estuvieron conformados por personal del laboratorio y de la planta de producción, de los cuales 33 eran hombres y 5 mujeres, con edades comprendidas entre 23 y 48 años. Las muestras se presentaron en recipientes blancos, codificados como control y la siguiente clave (proceso: corte o secado según el caso).

- Muestra 1: fruta o verdura con extracto de ajo 0.03 % antes de proceso
- Muestra 2: fruta o verdura con extracto de ajo 0.03 % después de proceso
- Muestra 3: fruta o verdura con extracto de ajo 0.06 % antes de proceso
- Muestra 4: fruta o verdura con extracto de ajo 0.06 % después de proceso
- Muestra 5: fruta o verdura con cloro y extracto de ajo 0.03 % antes de proceso
- Muestra 6: fruta o verdura con cloro y extracto de ajo 0.03 % después de proceso
- Muestra 7: fruta o verdura con cloro y extracto de ajo 0.06 % antes de proceso
- Muestra 8: fruta o verdura con cloro y extracto de ajo 0.06 % después de proceso

Al panel se le solicitó evaluar cada muestra, comparándola con el control, indicando si percibían algún cambio y marcando en la boleta proporcionada, (apéndice 4), según la escala hedónica de 9 puntos, que iba desde no varió hasta varió extremadamente (perdió características, no se puede consumir y que se ejemplifica en la figura 2.

Figura 2. Formulario lleno

Evaluación sensorial

17

NOMBRE: <u>Daddy Denny</u>	EDAD: <u>28</u>
FECHA: <u>Nov 2012</u>	PRODUCTO: <u>Leche</u>
VARIALES: <input checked="" type="checkbox"/> OLORES <input type="checkbox"/> COLOR <input type="checkbox"/> SABOR <input type="checkbox"/> TEXTURA	

ANÁLISIS SENSORIAL

Instrucciones: MARQUE CON UNA "X" SEGÚN CONSIGUIERE CAMBIO LA CARACTERÍSTICA EVALUADA EN COMPARACIÓN CON EL PRODUCTO CONTROL.

MUESTRA	VARIAS CARACTERÍSTICAS									
	Varia extremadamente (tanto en cantidad como en calidad)	Varia mucho en relación con la muestra original	Varia más que moderadamente	Varia moderadamente	Varia levemente	Varia más que levemente	Varia levemente	Se perciben ligeras variaciones	No varía específicamente pero no es igual	No varía
Muestra 1										X
Muestra 2									X	
Muestra 3										X
Muestra 4										X
Muestra 5										X
Muestra 6										X
Muestra 7										X
Muestra 8										X

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de datos de la evaluación sensorial, se tabularon los resultados (apéndice 5) y se obtuvieron las sumatorias presentadas en la tabla VII, para cada característica evaluada (olor, color, sabor, textura). El máximo puntaje posible fue de 342, lo cual representa el 100 % y es el valor asignado al producto original (fruta o verdura sin ningún tipo de tratamiento), siendo ésta la base de la comparación para determinar cuáles fueron las características más afectadas.

Tabla VII. Promedios de evaluación sensorial

Por característica evaluada

APLICACIÓN EXCLUSIVA DE EXTRACTO DE AJO										
ANTES DE PROCESO										
0.03%			0.06%							
FRUTAS	FRUTAS AC 0.03%					FRUTAS AC 0.06%				
	FRUTAS					FRUTAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	338.5	342	336.5	342	TOTAL	335	342	332.5	342
	%	98.98	100	98.39	100	%	97.95	100	97.22	100
VERDURAS	VERDURAS AC 0.03%					VERDURAS AC 0.06%				
	VERDURAS					VERDURAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	339	342	337	340.5	TOTAL	338	342	333.5	339.5
	%	99.12	100	98.54	99.56	%	98.83	100	97.51	99.27
DESPUÉS DE PROCESO										
0.03%			0.06%							
FRUTAS	FRUTAS DC 0.03%					FRUTAS DC 0.06%				
	FRUTAS					FRUTAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	338.5	342	333	339	TOTAL	329.5	342	329	337
	%	98.98	100	97.37	99.12	%	96.35	100	96.20	98.54
VERDURAS	VERDURAS DC 0.03%					VERDURAS DC 0.06%				
	VERDURAS					VERDURAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	336.5	342	333.5	339	TOTAL	335.5	342	331	338
	%	98.39	100	97.51	99.12	%	98.10	100	96.78	98.83
APLICACIÓN DE CLORO A 200 PPM Y EXTRACTO DE AJO										
ANTES DE PROCESO										
0.03%			0.06%							
FRUTAS	FRUTAS AC C 0.03%					FRUTAS AC C 0.06%				
	FRUTAS					FRUTAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	336	342	328	342	TOTAL	335.5	342	331	339
	%	98.25	100	95.91	100	%	98.10	100	96.78	99.12
VERDURAS	VERDURAS AC C 0.03%					VERDURAS AC C 0.06%				
	VERDURAS					VERDURAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	342	342	334	341	TOTAL	337	342	327	342
	%	100	100	97.66	99.71	%	98.54	100	95.61	100
DESPUÉS DE PROCESO										
0.03%			0.06%							
FRUTAS	FRUTAS DC C 0.03%					FRUTAS DC C 0.06%				
	FRUTAS					FRUTAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	332	342	324.5	334.5	TOTAL	328.5	342	322	332
	%	97.08	100	94.88	97.81	%	96.05	100	94.15	97.08
VERDURAS	VERDURAS DC C 0.03%					VERDURAS DC C 0.06%				
	VERDURAS					VERDURAS				
		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA		OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	TOTAL	336	342	335	336	TOTAL	334	342	325.5	335
	%	98.25	100	97.95	98.25	%	97.66	100	95.18	97.95

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

A las características afectadas se les aplicó la prueba de análisis de varianza y comparación de medias con procedimientos estadísticos, usando un valor de significancia de $p < 0.05$ sometidas al análisis estadístico ANOVA. Las fórmulas para la determinación de ANOVA, fueron las siguientes:

El total de la suma de los cuadrados:

$$SS \text{ total} = \sum (x - \bar{x}_G)^2 \quad | \quad (\text{Ec. 1})$$

El total de la suma de los errores al cuadrado:

$$SSE = \sum (x - \bar{x}_e)^2 \quad | \quad (\text{Ec.2})$$

Tratamiento de la suma de los cuadrados:

$$SST = SS \text{ total} - SSE \quad | \quad (\text{Ec.3})$$

Para culminar y definir si el producto, organolépticamente, es aceptado o no por el consumidor, se utilizó el método de análisis de varianza para obtener una comparación más evidente entre las muestras, como se presenta en el apéndice 6.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la investigación se presentan a continuación:

3.1. Evaluación del extracto de ajo en los diferentes procesos

Para este análisis se utilizaron los procesos establecidos en la planta de producción en relación al lavado y desinfección de todos los productos con cloro a 200 ppm. Seguidamente se analizaron todas las variables posibles, con frutas y verduras tal como lo indican las tablas VIII y IX, respectivamente.

En la tabla VIII, puede observarse, que en el caso de las frutas (piña y papaya), el proceso en el que mejor resultado se obtuvo según el promedio fue aplicando el extracto de ajo después de haber cortado la fruta.

Tabla VIII. Comparación de procesos en frutas

PRODUCTO	FRUTAS					
	PIÑA			PAPAYA		
PROCESO	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
SIN EXTRACTO AC C	1.85E+06	2.30E+03	<10	5.70E+06	3.95E+05	<10
0.03% AC C	5.70E+04	<10	<10	7.30E+02	<10	<10
0.06% AC C	5.70E+04	1.50E+03	<10	1.20E+03	<10	<10
PORMEDIO AC C	5.70E+04	7.55E+02	<10	9.65E+02	<10	<10
SIN EXTRACTO DC C	1.85E+06	2.30E+03	<10	5.70E+06	3.95E+05	<10
0.03% DC C	1.50E+02	<10	<10	6.00E+01	<10	<10
0.06% DC C	3.20E+02	<10	<10	1.00E+02	<10	<10
PROMEDIO DC C	2.35E+02	<10	<10	8.00E+01	<10	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Valores expresados en UFC/g

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En relación a las verduras, en la tabla IX se observa que con respecto a *E. coli*, en ambos productos, se logró una disminución al aplicar el extracto de ajo en los dos procesos, antes y después del secado en la centrífuga. La disminución, en todos los casos, llegó al rango permitido.

Al analizar el comportamiento de los coliformes totales, en el caso de la lechuga se obtuvo una disminución similar; antes y después de secado. En chile pimiento se obtuvo un mejor resultado aplicándolo después, pero todos los datos estuvieron por debajo del rango permitido.

Con respecto a los mesófilos en verduras, como se ve en la tabla IX, en la lechuga se obtuvo un resultado similar en ambos procesos y en chile pimiento hay una ligera mejora aplicando el producto después de secarlo en la centrífuga. En todas las variables se obtuvo un dato por debajo del límite máximo permitido.

Tabla IX. **Comparación de procesos en verduras**

PRODUCTO	VERDURAS					
	LECHUGA			CH. PIMIENTO		
PROCESO	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
CONTROL AS C	5.60E+04	3.50E+03	8.00E+01	9.05E+05	7.48E+04	7.00E+04
0.03% AS C	4.30E+03	1.70E+03	<10	7.60E+02	1.60E+02	<10
0.06% AS C	5.00E+02	4.00E+01	<10	5.70E+04	<10	<10
PORMEDIO AS C	2.40E+03	8.70E+02	<10	2.89E+04	8.50E+01	<10
CONTROL DS C	5.60E+04	3.50E+03	8.00E+01	9.05E+05	7.48E+04	7.00E+04
0.03% DS C	4.50E+03	1.20E+03	<10	4.00E+01	<10	<10
0.06% DS C	1.10E+03	1.00E+01	<10	9.00E+01	<10	<10
PROMEDIO DS C	2.80E+03	6.05E+02	<10	6.50E+01	<10	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Valores expresados en UFC/g

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El extracto de ajo ejerció un mejor efecto sobre los indicadores en el chile

pimiento, al aplicarlo después de secarlo en la centrífuga, mientras que en la lechuga no puede definirse ya que para coliformes fue más efectivo al aplicarlo después de secado y para mesófilos antes de secado.

3.2. Efectividad del extracto de ajo

Para este proceso, se utilizaron productos sometidos exclusivamente a aplicación con extracto de ajo en diferentes concentraciones. Según se indica en la tabla X, en ambas frutas, se obtuvo un resultado satisfactorio en las dos concentraciones probadas, obteniendo en todos los casos, valores dentro del rango permitido para productos crudos listos para consumo. En relación a *E. coli* no se puede determinar en las frutas ya que, en ningún caso, hubo presencia de *E. coli* en el producto inicial.

En el caso de la piña, el extracto de ajo ejerce mayor poder bactericida sobre coliformes y mesófilos, al ser utilizado antes del corte de la cáscara, independientemente de la concentración usada. Se observó un comportamiento igual en la papaya, al utilizar extracto de ajo al 0.06 %.

Tabla X. Extracto de ajo aplicado en frutas

PRODUCTO	FRUTAS					
	PIÑA			PAPAYA		
INDICADOR	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
PROMEDIO SIN EXTRACTO DE AJO	1.85E+06	2.30E+03	<10	5.70E+06	3.95E+05	<10
0.03% AP	1.60E+02	<10	<10	6.00E+02	<10	<10
0.03% DP	2.50E+04	1.50E+02	<10	8.00E+01	<10	<10
0.06% AP	3.50E+03	<10	<10	1.00E+02	<10	<10
0.06% DP	1.30E+04	4.00E+01	<10	5.80E+02	<10	<10
PROMEDIO CON EXTRACTO DE AJO	1.04E+04	5.25E+01	<10	3.40E+02	<10	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Valores expresados en UFC/g

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XI se observa que, aunque para ambas verduras, se obtuvo una disminución de la carga bacteriana en *E. coli*, el efecto fue mayor en el chile pimiento ya que tenía como carga inicial 70000 UFC/g y bajó a menos de 10 UFC/g, mientras que la lechuga solamente tenía 80 UFC/g y bajó a menos de 10 UFC/g lo cual representa una disminución del 99.98 % y 87.63 % respectivamente. En todas las combinaciones se obtuvo un valor dentro del rango permitido.

Referente a los coliformes en lechuga, solamente se alcanzó un resultado satisfactorio al aplicar el extracto de ajo al 0.06 % antes del secado en la centrífuga. En las otras variantes, no se logró el resultado esperado y en el caso de la aplicación del extracto de ajo al 0.03 % y 0.06 % después de secado, la cantidad se incrementó.

En el caso del chile pimiento, el único proceso en el que los coliformes totales no llegaron a un rango permitido, fue aplicando el extracto al 0.06 % antes del secado en la centrifuga. El mejor efecto se logró utilizando el extracto de ajo al 0.03 %, independientemente del momento en el que se aplicará el producto.

En general, para verduras, no se obtuvo el resultado esperado para coliformes, ya que el promedio supera el límite máximo permitido.

Tabla XI. **Extracto de ajo aplicado en verduras**

PRODUCTO	VERDURAS					
	LECHUGA			CH. PIMIENTO		
INDICADOR	CMP	CT	EC	CMP	CT	EC
PROMEDIO SIN EXTRACTO DE AJO	5.60E+04	3.50E+03	8.00E+01	9.05E+05	7.48E+04	7.00E+04
0.03% AP	1.10E+04	3.30E+03	<10	3.20E+02	3.00E+01	<10
0.03% DP	4.40E+04	9.50E+03	<10	6.80E+02	4.00E+01	<10
0.06% AP	4.20E+02	1.00E+01	<10	5.70E+04	5.70E+04	<10
0.06% DP	5.70E+04	5.70E+04	<10	5.50E+02	<10	<10
PROMEDIO CON EXTRACTO DE AJO	2.81E+04	1.75E+04	<10	1.46E+04	1.43E+04	<10
PERMITIDO	1.00E+05	1.00E+03	<10	1.00E+05	1.00E+03	<10

Valores expresados en UFC/g

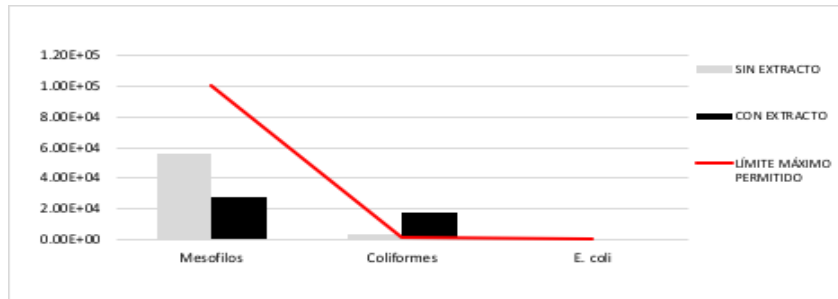
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para evaluar el efecto que el extracto de ajo tuvo sobre la carga de mesófilos, observamos en la tabla XI, que el comportamiento con mayor éxito en la lechuga, se obtuvo al aplicar el producto al 0.06 % antes de secado y en chile pimiento al 0.03 % antes de secado. En todos los casos, se llegó al límite máximo permitido.

En ambas verduras, en el caso de coliformes totales, el promedio indica que no se alcanzaron los valores máximos permitidos en la planta de producción.

En la figura 3, se observa el comportamiento específico del extracto de ajo, en la lechuga. Cabe resaltar que específicamente en coliformes, se supera el rango permitido que es 1.00E+3 UFC/g, obteniendo un valor de 1.75E+4 UFC/g. Además de que, en lugar de disminuir, se incrementó de 3500 UFC/g a 17500 UFC/g.

Figura 3. Comportamiento de indicadores en lechuga

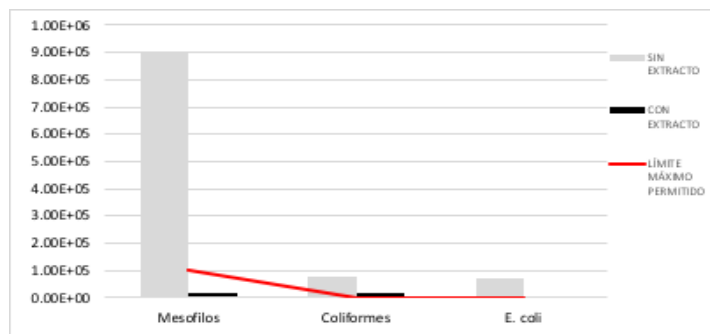


(Valores expresados en UFC/g)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Con relación al chile pimiento y el efecto del extracto de ajo sobre coliformes totales, aunque se obtuvieron valores dentro del rango permitido en tres casos, al aplicarlo al 0.06 % antes del secado en la centrífuga el efecto fue contrario, afectando el promedio, como lo demuestra la figura 4. Ubicando el resultado fuera del límite máximo permitido para productos crudos listos para consumo.

Figura 4. Comportamiento de indicadores en chile pimiento



(Valores expresados en UFC/g)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

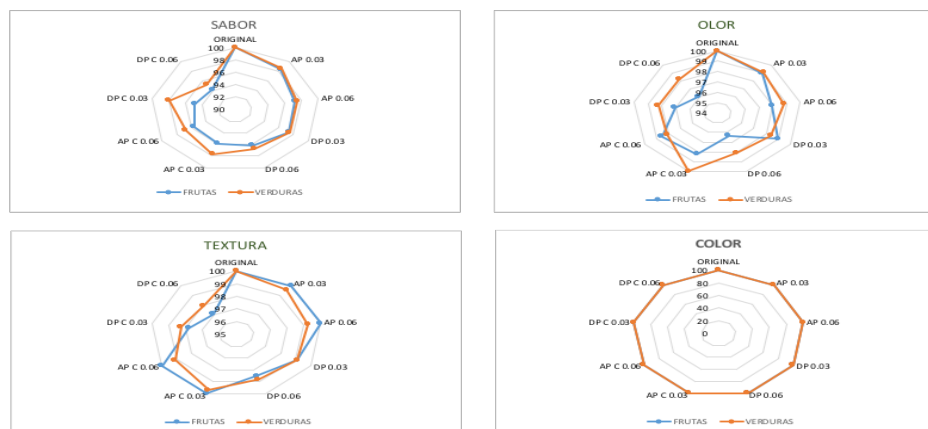
3.3. Evaluación sensorial

Hubo diferencias en algunas características evaluadas según la tabla VII, mismas que se muestran en la figura 5, en donde puede observarse que el comportamiento general, fue el mismo tanto en frutas como en verduras en las diferentes variables analizadas. Pero puede observarse que, en el caso del olor, las diferencias fueron más percibidas en las frutas.

Al comparar las gráficas de la figura 5, se observa que fue el sabor, la característica que el panel percibió con mayores efectos o alteraciones, contrario al color, en donde ningún panelista manifestó percibir algún cambio.

Las características de textura y olor también se vieron afectadas por la aplicación del extracto de ajo, siendo la textura menos afectada que el olor, según la evaluación sensorial.

Figura 5. Influencia del extracto de ajo por característica evaluada, en las diferentes concentraciones y procesos aplicados



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Las tres características afectadas fueron el sabor, seguida del olor y la textura. Como se demuestra en la tabla XII, éstas son mínimas pero significativas al comparar los valores alfa y p obtenidos en el análisis estadístico, pues el valor de p es menor que el valor de alfa, exceptuando la característica de olor, al aplicarlo al 0.03 % antes del proceso con cloro.

Tabla XII. **Valores alfa y P**

PROCESO	SABOR		OLOR		TEXTURA	
	VALOR ALPHA	VALOR P	VALOR ALPHA	VALOR P	VALOR ALPHA	VALOR P
0.03% AP C	0.05	0.01	0.05	0.86	0.05	0.11
0.03% DP C	0.05	0.00	0.05	0.30	0.05	0.04
0.06% AP C	0.05	0.06	0.05	0.00	0.05	0.03
0.06% DP C	0.05	0.04	0.05	0.00	0.05	0.05

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El extracto de ajo altera las características organolépticas de las frutas y verduras como lo demuestra la significancia de las muestras en al menos una de las variables de los procesos analizados, como lo resume la tabla XIII.

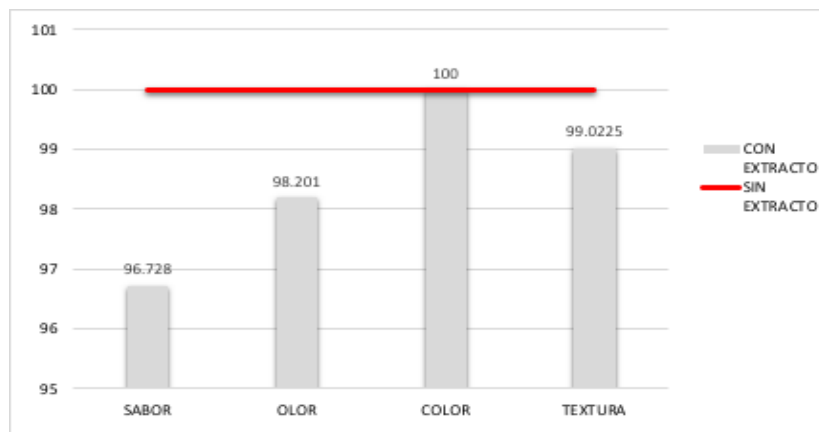
Tabla XIII. **Significancia de las diferencias comparando original con extracto de ajo en diferentes concentraciones**

PROCESO	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
0.03% AP C	NO	NO	SI	SI
0.03% DP C	SI	NO	SI	SI
0.06% AP C	SI	NO	NO	SI
0.06% DP C	SI	NO	SI	NO

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la figura 6, se aprecia como el extracto de ajo afectó las características organolépticas, porcentualmente. La línea horizontal, representa el 100 %, valor obtenido en las cuatro características organolépticas con los productos originales, es decir sin ningún tratamiento. Se observa que los mayores efectos se obtuvieron en el sabor, en donde los panelistas manifestaron percibir cambio significativo seguido por el olor.

Figura 6. **Diferencias porcentuales comparadas con el producto original**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La única característica que alcanzó el 100 % en todas las variables, fue el color, lo cual indica que ningún panelista percibió cambio en los productos analizados.

La característica del olor presenta menor porcentaje que la textura, es decir que los panelistas percibieron que el extracto de ajo tuvo más efecto sobre el olor que sobre la textura. Los cambios en el olor fueron percibidos por un 1.8 % mientras que en la textura por un 1 % representando a 0.68 y 0.38 personas respectivamente.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La solicitud de alimentos crudos, listos para consumo, es cada vez más frecuente en las plantas de producción de alimentos. Parte de la investigación es validar cuál de los procesos aplicados en la planta, para frutas y verduras es más efectivo para garantizar la inocuidad de los productos, por lo que para iniciar se realizó la validación del proceso de lavado y desinfección. Para las pruebas y comparaciones se utilizó el procedimiento establecido y validado, en el que se usa cloro a 200 ppm por 5 minutos; como agente desinfectante y posteriormente se agregó el extracto de ajo.

Las combinaciones probadas fueron aplicar el extracto de ajo al 0.03 % y al 0.06 %, en frutas y verduras antes y después del proceso. El proceso, en el caso de las frutas indica corte de la cáscara, y en el caso de verduras, secado en la centrífuga.

4.1. Evaluación de la aplicación del extracto de ajo antes o después del procesado de frutas y secado en la centrífuga para los vegetales

En el caso de frutas (piña y papaya) se obtuvo una disminución en la carga de mesófilos después de haber cortado la cáscara del producto, ya que en el caso de la piña; la muestra control contaba con $1.85E+6$ UFC/g y al aplicar el extracto de ajo después de cortar la cáscara, el resultado demuestra que bajo a $2.35E+2$ UFC/g lo que significa un 99.98 % de disminución. La papaya tuvo un comportamiento similar, teniendo como dato control en mesófilos $5.7E10+6$ y como dato final $8.00E+1$, disminuyendo el 99.998 %. Datos que, además, se ubican por debajo del límite máximo permitido por la planta de producción, para

este tipo de productos.

Si comparamos los coliformes en las frutas, podemos observar el mismo comportamiento descrito anteriormente, una disminución importante partiendo del dato de la muestra control contra el dato de la muestra final, la cual representa a la muestra tomada después de cortar la cáscara y en ambos productos es menor que el límite máximo permitido.

En el caso de *E. coli* para frutas no pudo evaluarse el comportamiento, ya que en la muestra control de la piña o la papaya, no estuvo presente dicha bacteria.

El análisis de los resultados, sobre la aplicación del extracto de ajo antes de proceso en las frutas o sea antes de cortar la cáscara, demuestra que tanto en el caso de mesófilos como de coliformes, se logra una disminución de la carga bacteriana que, además, cumple con el requisito requerido para productos listos para consumir. Sin embargo, en cantidad de disminución de unidades formadoras de colonias por gramo, la diferencia es menor que con el producto aplicado después de cortar la cáscara de la piña y la papaya.

En base al promedio de las frutas analizadas, el proceso con mejor resultado se obtuvo, aplicando el extracto de ajo después de haber cortado la fruta (promedio DP C) o bien después del proceso. Probablemente al aplicar el extracto de ajo después de cortar la cáscara de la fruta, éste siga ejerciendo un efecto inhibitorio bacteriano y sea esta la razón por la que el efecto logrado fue mayor, a diferencia del que se aplicó antes de cortar la cáscara, que queda eliminado en el momento del corte.

En relación a las verduras y la bacteria *E. coli*, el efecto fue el mismo en

los dos productos. En la muestra control la lechuga tuvo una carga de 80 UFC/g y el chile pimiento de 70000 UFC/g y en la muestra final, tomada después del secado en la centrifuga, el valor obtenido fue <10 UFC/g, en ambos productos, lo cual está en el límite máximo permitido y representa un porcentaje de disminución del 80.62 % y 99.98 % respectivamente.

Los coliformes totales y mesófilos en las verduras y en ambos procesos, disminuyeron, cumpliendo todos con el rango del límite máximo permitido.

En el chile pimiento, el proceso que disminuyó más la carga bacteriana fue aplicando el extracto de ajo después de secar en la centrifuga para los tres indicadores. Para la lechuga al aplicarlo después del secado, disminuyó más la carga bacteriana en coliformes y *E. coli* pero en mesófilos, fue más efectivo al aplicarlo antes de secar el producto en la centrifuga. Esta diferencia podría deberse a algún factor externo, como contaminación en el equipo durante el secado.

4.2. Efectividad del extracto de ajo, recuento según criterios microbiológicos internos, con respecto a *E. coli*, coliformes totales y recuento aeróbico de mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento

Para evaluar el efecto del extracto de ajo en la disminución de la carga bacteriana de los productos crudos listos para consumo, se comparó la cantidad de unidades formadoras de colonias de los tres indicadores aplicando únicamente extracto de ajo en dos concentraciones diferentes antes y después del proceso.

En ambas frutas, en los dos procesos y utilizando el extracto de ajo al 0.03

% y al 0.06 %, se observó una disminución en las unidades formadoras de colonias por gramo en los tres indicadores y en todos los casos por debajo del límite máximo permitido. En todos los casos se alcanza el límite máximo permitido para alimentos crudos listos para consumo.

En el caso de las verduras utilizando el extracto de ajo en ambas concentraciones y en los dos procesos, se obtuvo un resultado satisfactorio y por debajo de lo permitido en el caso de *E. coli* y de mesófilos. Resultado similar al que obtuvieron Salazar-Cordova, (2014), y Arroyo-Lara *et. al.* (2015), demostrando que el ajo posee efecto inhibitorio sobre *E. coli*.

Sin embargo, en el caso de los coliformes totales en la lechuga, el valor inicial fue de 3500 UFC/g y el valor final 17500 UFC/g, valor que supera el límite máximo permitido que es 1000 UFC/g. En el caso del chile pimiento, aunque disminuyó la carga de coliformes, no al nivel necesario, ya que finalizó con un valor de 14300 UFC/g y el límite permitido 1000 UFC/g. En ambos productos, los mesófilos si bajaron al rango aceptable.

El comportamiento con mayor éxito en la lechuga se obtuvo al aplicar el extracto de ajo a una concentración del 0.06 % antes del secado y del chile pimiento al 0.06 %, después del secado.

Para cumplir con la inocuidad de los alimentos, es necesario que se cumplan los límites máximos permitidos de los tres indicadores.

4.3. Evaluación sensorial

Independientemente de la efectividad del extracto de ajo y de qué proceso haya resultado más efectivo, se realizó el análisis sensorial a todas las variables

posibles, utilizando cloro a 200 ppm como agente desinfectante previamente.

En todas las opciones se obtuvo un comportamiento similar, sin embargo, al utilizar el extracto de ajo a una concentración del 0.06 %, el efecto fue más perceptible que al utilizarlo al 0.03 %, es decir a mayor cantidad de extracto mayor percepción por parte del consumidor.

Según los panelistas, las características en las que el extracto de ajo tuvo algún efecto perceptible fueron sabor, olor, y textura. El color no sufrió alteración alguna.

El sabor fue la característica más afectada, encontrando una diferencia del 3.3 % al ser evaluada por 38 jueces. Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa, utilizando un análisis de varianza, por lo que se considera que los cambios son perceptibles en los productos aplicados.

Tanto el olor como la textura sufrieron alteración, en un 1.8 % y 1 %, respectivamente. Porcentajes significativos por lo que tanto en las frutas como en las verduras el efecto ejercido por el extracto de ajo, es perceptible.

CONCLUSIONES

1. En el caso de las frutas, el proceso que resultó más efectivo fue aplicar el extracto de ajo después de cortar la cáscara. Para chile pimiento el mejor resultado se obtuvo aplicando el extracto de ajo después de secarlo en la centrífuga, sin embargo, en la lechuga no fue posible determinar el proceso más efectivo pues los datos obtenidos fueron iguales tanto al aplicarlo antes como después de secado.
2. La efectividad del extracto de ajo se logró en la piña y papaya en ambas concentraciones. No se pudo determinar la efectividad sobre *E. coli* en las frutas. En el caso de las verduras el extracto de ajo no es efectivo en ninguna concentración para coliformes y mesófilos y para *E. coli* con ambas concentraciones se obtuvo el mismo resultado alcanzando el límite máximo permitido.
3. El análisis sensorial mostró diferencia significativa mínima en las características de olor, sabor y textura, producida por la aplicación de extracto de ajo comercial.

RECOMENDACIONES

1. Analizar más productos aplicando extracto de ajo para seguir determinando el efecto inhibitorio bactericida que puede tener en diferentes procesos de superficies y utensilios e incluso alimentos que posteriormente vayan a ser condimentados, para evitar que se perciba la alteración de las características organolépticas de los productos.
2. Continuar con el estudio sobre los agentes antimicrobianos de origen natural, por la relevancia que ha adquirido el uso de productos orgánicos y la importancia que tienen estos productos para impulsar el mantenimiento de la salud del ser humano.
3. Realizar más estudios sobre el ajo, con el objeto de promover su uso en diferentes formas (extracto, macerado, picado, entre otros) aprovechando su propiedad inhibitoria natural, de tal forma que se promueva el uso del mismo, incluyendo productos alimenticios condimentados y pueda incrementarse la demanda de ajo a nivel nacional, para beneficio de los productores.

REFERENCIAS

1. Arroyo-Lara, A., Landín-Grandvallet, L., Alonzo, A., Sánchez-Aguilar, M. y Suarez-Franco, G. (junio, 2015). Actividad Inhibitoria de *Allium cepa* y *Allium sativum* sobre cepas de *Escherichia coli* y *Salmonella enteritidis*. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 5(3), 1045-1052.
2. Barrera, A. (2012). *Evaluación de dos programas de fertilización a base de ácidos carboxílicos en dos variedades de cultivo de Ajo (*Allium sativum*, Liliaceae) en Chiantla, Huehuetenango, Guatemala*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landivar, Guatemala. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2012/06/16/Barrera-Angel.pdf>.
3. Carrillo, M. y Reyes, A. (marzo, 2013). Vida Útil de los Alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 11-14.
4. Chalar, L., Moya, J., Vargas, E., Sejas, M. y Romero, B. (junio, 2014). Función Antimicrobiana de la Alicina de Ajo en Cultivos de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*. *Revista Científica de Ciencias Médicas*, 17(1), 26-28.
5. Doyle, M., Diez-González, F. y Hill, C. (2019) *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers*. Washington DC, Estados Unidos: American Society for Microbiology ASM.

6. Espinosa, J. y Torricella, R. (Ed.) (2007). *Evaluación sensorial*. La Habana, Cuba: Universitaria.
7. Francés, M. (junio, 2012). Aspectos culinarios y farmacéuticos del ajo. *Botánica Complutensis*, 36, 131-137.
8. Indukern, C. (2020). *Ficha Técnica CT-90 CPS*. Ciudad de México, México: Autor.
9. Juárez-Segovia, K., Días-Darcía, Méndez-López, Pina-Canseco, Pérez-Santiago, y Sánchez-Medina. (2019). *Efecto de Extractos Crudos de Ajo Sobre el Desarrollo In Vitro de Aspercillus Parasiticus y Aspergillus niger*. México: Autor.
10. Kandalski-Bortolotto, F., Costa-Ceccoti, S., Orso, P., Wolupeck, H., Holley, R., Bittencourt-Luciano, F. y Freitas de Macedo, R., (marzo, 2018). Efectos combinados del aceite esencial de ajo y el isotiocianato de alilo contra Escherichia Coli O157:H7 in Vitro en Embutidos de Cerdo. *Ciencia Rural*, 48(10). 1-6.
11. Laboratorio Vertical. (2022). *Criterios microbiológicos*. Guatemala: Autor.
12. Montenegro, K. (2019) *Manual de buenas prácticas de manufactura*. Guatemala: Autor.
13. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Panamericana de la Salud y Organización

Mundial de la Salud. (2016). *Manual para Manipuladores de Alimentos. Instructor*. Estados Unidos: Autor.

14. Osorio, M. (2018). *Técnicas modernas en el análisis sensorial de alimentos* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
15. Rodríguez, E. y Solanes, E. (2010). *Nutrición y dietética aplicada*. Madrid, España: Fundación Universitaria Iberoamericana.
16. Rodríguez, H., Barreto, G., Sedrés, M., Bertot, J., Martínez, S. y Guevara, G. (marzo, 2015). Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 16(8), 1-27. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641401002.pdf>.
17. Rodríguez-Sauzeda, E. (enero, 2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170.
18. Salazar-Cordova, L. (2014). *Efecto antimicrobiano de extractos de Allium sativum L. Ajo sobre el crecimiento in vitro de Escherichia Coli A TCC 25922 y Staphylococcus aureus A TCC 25923*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Piura, Perú.
19. Salazar-Coronado, M. (2016). *Eficacia Antibacteriana del extracto Acuoso del Allium Sativum Ajo Comparado con Amikacina en Escherichia Coli*. (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Perú.

20. Torija, A., Matallana, C. y Chalup, I. (2013) *Los metabolitos de la aliina son: Ajoeno, disulfuro de dialilil y trisulfuro de dialilo*. México: Autor.
21. Villagran, L. (2005). *Buenas prácticas de manufactura, principios generales. Formación de capacitadores en buenas prácticas de manufactura*. Guatemala: Autor.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

PREGUNTAS	OBJETIVOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
Pregunta principal	Objetivo general		
¿Es adecuado el procedimiento establecido, para la disminución de la carga bacteriana en frutas y verduras?	Definir si es adecuado el procedimiento establecido, utilizando extracto de ajo para la disminución de la carga bacteriana en frutas y verduras		
Preguntas auxiliares			
(1) ¿Qué es más efectivo, la aplicación del extracto de ajo, antes o después de procesar y secar el producto en la centrífuga para los vegetales?	Demostrar si es más efectiva la aplicación del extracto de ajo, antes o después de procesar y secar el producto en la centrífuga para los vegetales.	En el caso de las frutas, el proceso que resultó más efectivo fue aplicar el extracto de ajo después de cortar la cáscara. Para chile pimiento el mejor resultado fue aplicando el extracto de ajo después de secarlo en la centrífuga, en la lechuga no fue posible determinar cuál fue más efectivo.	Analizar más productos aplicando extracto de ajo para seguir determinando el efecto inhibitorio bactericida que puede tener en diferentes procesos de superficies y utensilios e incluso alimentos que posteriormente vayan a ser condimentados, si es que, al elevar más la concentración, ésta llegara a alterar las características organolépticas de los productos.

Continuación apéndice 1.

<p>(2) ¿Utilizar extracto de ajo logra un recuento adecuado según los criterios microbiológicos internos, con respecto a <i>Escherichia coli</i>, Coliformes totales y Aeróbicos mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento?</p>	<p>Mostrar que utilizando el extracto de ajo se logra un recuento adecuado según criterios microbiológicos internos basados en Moragas y RTCA con respecto a <i>E. coli</i>, coliformes totales y aeróbicos mesófilos en piña, papaya, lechuga y chile pimiento.</p>	<p>La efectividad del extracto de ajo se logró en la piña y papaya en ambas concentraciones. No se pudo determinar la efectividad sobre <i>E. coli</i> en las frutas. En el caso de las verduras el extracto de ajo no es efectivo en ninguna concentración.</p>	<p>Se recomienda continuar con el estudio sobre los agentes antimicrobianos de origen natural, por la relevancia que ha adquirido el uso de productos orgánicos y la importancia que tienen éstos productos para impulsar el mantenimiento de la salud del ser humano.</p>
<p>(3) ¿El extracto de ajo, influye negativamente, en las características organolépticas del producto final?</p>	<p>Establecer si el extracto de ajo, influye negativamente, en las características organolépticas, del producto final.</p>	<p>En base al análisis estadístico y porcentual efectuado con los resultados del panel sensorial, el extracto de ajo no influye negativamente en las características organolépticas evaluadas.</p>	<p>Realizar más estudios sobre el ajo, con el objeto de promover su uso en diferentes formas (extracto, macerado, picado) aprovechando su propiedad inhibitoria natural, de tal forma que se promueva el uso del mismo, no solo como alimento y pueda incrementarse la demanda de ajo a nivel nacional, para beneficio de los productores.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 2. Documento guía para muestreo

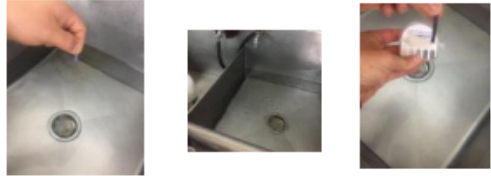



Producto:

Fecha:

NO. MUESTRA	VARIABLE	CONFIRMACIÓN
1	Sin tratamiento	
2	0.03 % de extracto antes de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
3	0.06 % de extracto antes de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
4	0.03 % de extracto después de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
5	0.06 % de extracto después de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
6	Cloro y 0.03 % de extracto antes de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
7	Cloro y 0.06 % de extracto antes de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
8	Cloro y 0.03 % de extracto después de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	
9	Cloro y 0.06 % de extracto después de secado (verduras) o antes de proceso (frutas)	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 3. **Fotografías del proceso de toma de muestras**

PROCESO	VARIABLES	FOTOGRAFIAS
Preparación de Cloro para desinfección	200 ppm	
Preparación de Solución de Extracto de Ajo	0.03% y 0.06%	
Procesos con Frutas y Vegetales	Lavado Desinfección Corte Secado	
Toma de Muestras	N/A	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 4. Formato utilizado para la evaluación sensorial

NOMBRE: _____ EDAD: _____

FECHA: _____ PRODUCTO: _____

VARIABLE:

OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
------	-------	-------	---------

ANÁLISIS SENSORIAL

Instrucciones: MARQUE CON UNA "X", SEGÚN CONSIDERE CAMBIO LA CARACTERÍSTICA EVALUADA EN COMPARACIÓN CON EL PRODUCTO CONTROL

	Vario extremadamente (perdió características, no se puede consumir)	Vario mucho en relación con la muestra original	Vario más que moderadamente	Vario moderadamente	Vario más que levemente	Vario levemente	Se percibe ligera variación	No varió específicamente pero no es igual	No vario
Muestra 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muestra 8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 6. Análisis de varianza

Tabulación: sabor: antes de proceso con cloro y extracto de ajo en ambas concentraciones

NO. 1

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
SABOR			
0.06%			
PIÑA AC C 0.06%	PAPAYA AC C 0.06%	LECHUGA AS C 0.06%	CH. PIMIENTO AS C 0.06%
7	9	7	8
7	9	9	7
9	9	9	9
8	9	9	9
6	9	9	8
9	9	9	9
7	9	7	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	8	9	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	9	9	8
9	9	9	7
9	9	8	9
9	9	9	9
9	9	8	9
9	8	9	9
9	9	9	9
8	9	9	9
8	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
6	9	9	9
7	9	9	9
7	9	9	9
9	8	9	9
9	7	9	9
9	9	9	9
9	9	9	7
9	9	9	9
8	7	9	9
8	9	9	9
7	9	9	9
9	9	9	9
9	9	7	8
9	9	8	8

Análisis de varianza de un factor
SABOR 0.06% AP C
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	319	8.394736842	0.894025605
Columna 2	38	335	8.815789474	0.262446657
Columna 3	38	331	8.710526316	0.42745377
Columna 4	38	331	8.710526316	0.373399716

ANÁLISIS DE VARIANZA Alfa. 0.05

Origen de las variancia de cuadrados de libertad de los cuadr	F	Probabilidad	valor crítico para
Entre grupos	3.789473684	3	1.263157895 2.581395349 0.055694733 2.665729168
Dentro de los gr	72.42105263	148	0.489331437
Total	76.21052632	151	

NO. 1

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
SABOR			
0.03%			
PIÑA AC C 0.03%	PAPAYA AC C 0.03%	LECHUGA AS C 0.03%	CH. PIMIENTO AS C 0.03%
9	9	9	9
9	8	9	9
7	8	9	9
7	9	9	7
8	9	9	8
8	9	9	7
7	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
8	9	9	9
7	9	9	9
6	9	9	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
8	9	9	9
7	8	9	9
8	7	9	8
9	9	9	7

ANÁLISIS DE VARIANZA
SABOR 0.03% AP C
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	320	8.42105263	0.73684211
Columna 2	38	336	8.84210526	0.19061166
Columna 3	38	335	8.81578947	0.31650071
Columna 4	38	333	8.76315789	0.34779516

ANÁLISIS DE VARIANZA ALFA 0.05%

Origen de las variancia de cuadrados de libertad de los cuac	F	Probabilidad	valor crítico para F
Entre grupos	4.36842105	3	1.45614035 3.65921954 0.01393604 2.66572917
Dentro de los g	58.8947368	148	0.39793741
Total	63.2631579	151	

Continuación apéndice 6.

Tabulación: sabor: después de proceso, con cloro y extracto de ajo en ambas concentraciones:

NO. 2

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
SABOR			
0.03%			
PIÑA DC C 0.03%	PAPAYA DC C 0.03%	LECHUGA DS C 0.03%	CH. PIMIENTO DS C 0.03%
7	9	9	9
6	9	9	9
7	9	9	8
9	9	9	9
9	9	9	8
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	7
8	9	9	9
7	9	9	7
8	9	9	9
6	9	8	9
8	9	9	9
9	8	9	9
9	7	8	9
9	8	9	9
9	9	9	9
9	7	9	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	7	9	9
9	9	9	9
6	9	9	9
9	9	9	9
8	9	9	9
8	9	9	8
8	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
6	8	9	9
9	9	9	9
9	9	9	8
9	9	9	9

ANALISIS DE VRIANZA
SABOR 0.03% DP C
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	316	8.315789474	1.08677098
Columna 2	38	333	8.763157895	0.34779516
Columna 3	38	338	8.894736842	0.15078236
Columna 4	38	332	8.736842105	0.36130868

ANÁLISIS DE VARIANZA ALFA 0.05%

Origen de las varianca de cuadracos de libertomedia de los cuadrat.	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7.17763158	3	2.39254386 4.91620996 0.00276412 2.665729168
Dentro de los	72.0263158	148	0.486664296
Total	79.2039474	151	

Continuación apéndice 6.

NO. 2

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
SABOR			
0.06%			
PIÑA DC C 0.06%	PAPAYA DC C 0.06%	LECHUGA DS C 0.06%	CH. PIMIENTO DS C 0.06%
9	9	9	8
8	9	7	9
8	8	8	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	9	7	9
9	9	7	8
9	9	9	8
7	7	9	9
7	9	9	7
6	9	9	9
9	9	9	8
9	9	9	8
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
8	7	9	9
8	9	9	9
7	9	9	9
9	9	8	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	8	9
7	6	7	9
7	9	9	9
7	9	9	9
6	9	9	9
6	7	9	9
9	9	9	9
9	9	9	8
7	9	9	9
7	9	8	9
9	8	7	9
9	9	8	7
9	9	7	7
9	9	9	9
9	9	7	9

Análisis de varianza de un factor

SABOR 0.06% DP C

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	313	8.236842105	1.10455192
Columna 2	38	331	8.710526316	0.535561878
Columna 3	38	321	8.447368421	0.686344239
Columna 4	38	330	8.684210526	0.384068279

ANÁLISIS DE VARIANZA

Alfa 0.05

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Libertad de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para
Entre grupos	5.651315789	3	1.88377193	2.779935275	0.043195323 2.665729168
Dentro de los gr	100.2894737	148	0.677631579		
Total	105.9407895	151			

Continuación apéndice 6.

NO. 3

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
OLOR			
0.03%			
PIÑA AC C 0.03%	PAPAYA AC C 0.03%	LECHUGA AS C 0.03%	CH. PIMIENTO AS C 0.03%
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	7
9	9	9	8
9	9	9	7
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	8	9	9
8	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	7	9
9	9	8	9
9	9	9	8
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	7	9
8	9	9	9
9	9	9	9
9	8	9	9
7	7	7	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
8	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	7	9	9
9	8	9	9
9	9	9	9
9	9	9	8
9	9	9	7

ANÁLISIS DE VARIANZA
Olor 0.03% AP C

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	337	8.86842105	0.17140825
Columna 2	38	335	8.81578947	0.26244666
Columna 3	38	335	8.81578947	0.31650071
Columna 4	38	333	8.76315789	0.34779516

ANÁLISIS DE VARIANZA Alfa 0.05

Origen de las variacna de cuadraados de libertad de los cuac	F	Probabilidad	Valor critico para F
Entre grupos	0.21052632	3	0.07017544 0.25561313 0.85723918
Dentro de los	40.6315789	148	0.2745377
Total	40.8421053	151	

Continuación apéndice 6.

Tabulación: olor: antes de proceso, con cloro y extracto de ajo en ambas concentraciones:

NO. 3

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
OLOR			
0.06%			
PIÑA AC C 0.06%	PAPAYA AC C 0.06%	LECHUGA AS C 0.06%	CH. PIMIENTO AS C 0.06%
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	8	7	9
9	7	9	9
9	7	6	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	7	9	9
9	8	8	9
9	9	7	9
9	9	8	9
9	8	9	9
9	8	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	8	9

Análisis de varianza de un factor

Olor 0.06% AP C

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	342	9	0
Columna 2	38	332	8.736842105	0.361308677
Columna 3	38	329	8.657894737	0.555476529
Columna 4	38	342	9	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

Alfa 0.05

Origen de las variaciones	suma de cuadrados de libertad	de los cuadi	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	3.598684211	3	1.199561404	5.233772951	0.001839974	2.665729168
Dentro de los gr	33.92105263	148	0.229196302			
Total	37.51973684	151				

Continuación apéndice 6.

NO. 4

PIÑA	PAPAYA	LECHUGA	CH. PIMIENTO
OLOR			
0.03%			
PIÑA DC C 0.03%	PAPAYA DC C 0.03%	LECHUGA DS C 0.03%	CH. PIMIENTO DS C 0.03%
8	9	9	9
9	7	9	9
9	9	9	8
9	9	9	9
9	7	9	8
9	9	9	9
9	9	9	9
9	7	9	7
9	9	9	9
8	9	9	7
9	9	9	9
9	9	8	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	8	9	9
9	9	7	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
8	9	9	8
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	9	9	9
9	7	9	9
9	7	9	8
9	9	9	9

ANALISIS DE VARIANZA

Olor 0.03% DP C

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	38	335	8.815789474	0.26244666
Columna 2	38	329	8.657894737	0.50142248
Columna 3	38	338	8.894736842	0.15078236
Columna 4	38	332	8.736842105	0.36130868

ANÁLISIS DE VARIANZA

Alfa. 0.05

Origen de las variancia de cuadraados de libertcomedio de los cuadradi	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.18421053	3	0.394736842 1.23745819 0.2982891 2.665729168
Dentro de los	47.2105263	148	0.318990043
Total	48.3947368	151	

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de toma de muestras del laboratorio

VERTICAL CAPITACIÓN DE MUESTRAS NIVEL 5 IMPRESO MET-MX-R-008 25/05/2019-4 Página 1 de 1

CONTACTO: Lidia Marina Montenegro EMPRESA: RESERVA LUGAR: Estadio OTROS: _____

INGRESO: 11/11/2022 HORA INICIO: 16:20 HORA FIN: 18:35

No.	DESCRIPCIÓN, CÍRCULO, ASES, MEDIO Y OTRAS DE USO	ENSAYO(S)
1	Al. Lechuga sola con CTP 90.00% antes de Secado en Control Loga	M.B.
2	Al. Lechuga sola con CTP 90.00% después de Secado en Control Loga	M.B.
3	Al. Polipimento sola con CTP 90.00% antes de Secado en Control Loga	M.B.
4	Al. Chile picado sola con CTP 90.00% después de Secado en Control Loga	M.B.
5	Al. Lechuga con chile con CTP 90.00% antes de Secado en Control Loga	M.B.
6	Al. Lechuga con chile con CTP 90.00% después de Secado en Control Loga	M.B.
7	Al. Polipimento con chile con CTP 90.00% antes de Secado en Control Loga	M.B.
8	Al. Polipimento con chile con CTP 90.00% después de Secado en Control Loga	M.B.
9	Al. Piza antes de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
10	Al. Piza antes de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
11	Al. Piza después de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
12	Al. Piza después de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
13	Al. Papaya antes de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
14	Al. Papaya después de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
15	Al. Papaya después de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
16	Al. Papaya después de proceso con chile y CTP 90.00%	M.B.
17	Al. Lechuga sin nada	M.B.
18	Al. Chile picado sin nada	M.B.
19	Al. Papaya sin nada	M.B.
20	Al. Piza sin nada	M.B.

A: agua, A1: alimento, S: superficie, M: mano, AMB: ambiente, otro (especificar en la identificación)

Depositar el abate calificado de acuerdo de servicio:

Observaciones en la toma de muestra o en muestra:

Indicador de devolución de muestra al cliente: SI No Temperatura ambiente: 4.2 °C

Plan de muestreo (ver tabla adjunta):

Por: José Cisneros Para: VERTICAL Por: VERTICAL Para: VERTICAL FIRMAS: _____ SELLO: _____

FACTURAR A: _____ DIRECCIÓN: _____ CUBIERTO: _____

VERTICAL CAPITACIÓN DE MUESTRAS NIVEL 5 IMPRESO MET-MX-R-008 25/05/2019-4 Página 1 de 1

CONTACTO: Lidia Marina Montenegro EMPRESA: RESERVA LUGAR: Estadio OTROS: _____

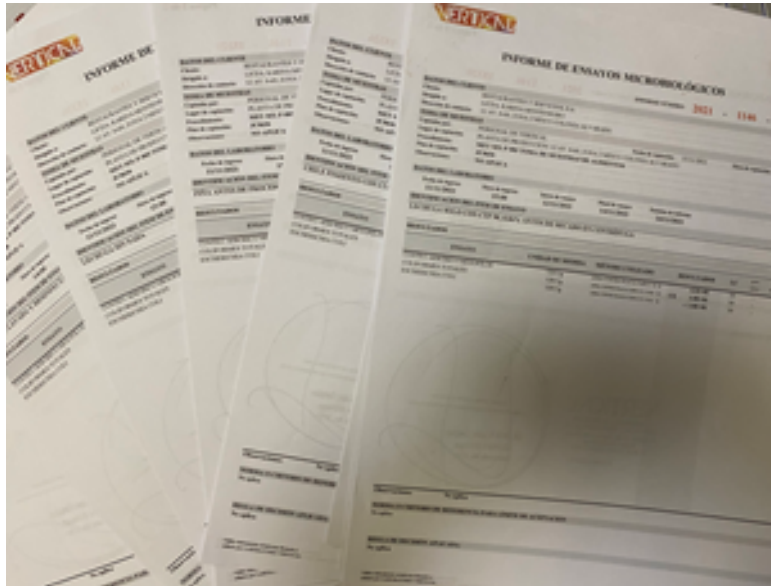
INGRESO: 11/11/2022 HORA INICIO: 16:20 HORA FIN: 18:35

IDENTIFICACIÓN (PROCESO/CONDICIÓN DE USO)	MUESTRA	MUESTRO	ANÁLISIS (MÉTODOS, MATERIAS)										RESULTADOS				
			COND.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.	ST.
1	Lechuga sola	AL	22.7	X	X	X											
2	Lechuga con chile	AL	22.7	X	X	X											
3	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
4	Chile picado	AL	24.3	X	X	X											
5	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
6	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
7	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
8	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
9	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											
10	Lechuga con chile y papaya	AL	24.3	X	X	X											

LABORATORIO E INSPECCIONES VERTICAL, S.A. Calle 120 y Avenida Nueva Esperanza zona 7 de Miraflores, Guatemala C.A. P.O. BOX 22266-01. Email: info@vertical.com.gt

Fuente: Laboratorio Vertical. (2022). Criterios microbiológicos.

Anexo 2. Fotografía de resultados microbiológicos



Fuente: Laboratorio Vertical. (2022). *Criterios microbiológicos*.