



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Efecto bactericida de la Solución Electrolizada de
Superoxidación con pH neutro en carne de cerdo
contaminada con *Listeria monocytogenes* y su
posible uso como conservador

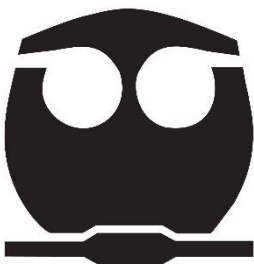
TESIS

Que para obtener el título de:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA:

Erwin Torres Rosales



Ciudad Universitaria, CDMX

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Mendoza Martínez Eduardo
VOCAL: Hidalgo Torres Miguel Ángel
SECRETARIO: Cano Buendía José Alberto
1er. SUPLENTE: Ramírez Cahero Hiram Fernando
2° SUPLENTE: García Cano Israel

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Departamento de Microbiología e Inmunología - Laboratorio de Constatación-Vacunología
Departamento de Nutrición Animal y Biotecnología - Laboratorio de Toxicología,
dependientes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Con dirección en Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510

ASESOR DEL TEMA:

Dr. José Alberto Cano Buendía _____

SUPERVISOR TÉCNICO:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel _____

SUSTENTANTE:

Erwin Torres Rosales _____

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Objetivo general.....	3
Objetivos particulares	3
Hipótesis.....	3
1. Marco teórico	4
1.1 Industria de la carne de cerdo a nivel mundial	4
1.2 Industria de la carne de cerdo en México	5
1.2.1 Situación económica de la industria cárnica	5
1.2.2 Contaminación asociada a la carne de cerdo	9
1.3 <i>Listeria monocytogenes</i>	10
1.3.1 Impacto en la salud humana	11
1.3.2 Agentes desinfectantes contra <i>Listeria monocytogenes</i>	13
1.4 Solución Electrolizada de Superoxidación (SES).....	14
1.4.1 Generalidades.....	14
1.4.2 Proceso de elaboración de la SES con pH neutro	15
1.4.3 Mecanismo de acción del ácido hipocloroso.....	16
1.4.3 Usos de la SES en alimentos	17
1.5 Conservadores utilizados en la industria alimentaria	18
1.5.1 Características	19
1.5.2 Clasificación	19
2. Materiales y métodos	21
2.1 Obtención y mantenimiento de la cepa bacteriana	21
2.2 Verificación de las propiedades fisicoquímicas de la SES	21
2.3 Determinación de la concentración bacteriana	21
2.4 Determinación del efecto bactericida <i>in vitro</i>	22
2.5 Obtención y distribución de la carne de cerdo	23
2.6 Contaminación de la carne de cerdo	24
2.7 Aplicación de los tratamientos	24
2.8 Conteo bacteriano y determinación del porcentaje de reducción	25
2.9 Evaluación de color por colorimetría	26

2.10	Determinación de pH	26
2.11	Determinación del contenido de ácido láctico	27
2.12	Evaluación del contenido de lípidos	27
2.13	Determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)	28
2.14	Determinación de bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT)	28
2.15	Análisis estadístico	29
3.	Resultados y discusión	30
3.1	Confirmación de <i>Listeria monocytogenes</i>	30
3.2	Propiedades fisicoquímicas de las soluciones de trabajo	30
3.3	Actividad bactericida <i>in vitro</i>	30
3.4	Actividad bactericida en carne de cerdo	31
3.5	Efecto sobre el color	34
3.6	Efecto sobre el pH y el contenido de ácido láctico	41
3.7	Contenido de lípidos en la carne de cerdo (g/100g carne)	45
3.8	Efecto sobre las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)	46
3.9	Efecto sobre las bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT)	48
4.	Conclusiones	50
4.1	Prospectiva	51
5.	Referencias	53
6.	Apéndices	67
A.	Certificados de análisis de identificación de <i>Listeria monocytogenes</i>	67
B.	Metodologías para la preparación de disoluciones y medios de cultivo	69
C.	Resultados completos	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Principales países productores de carne de cerdo.....	4
Figura 1.2 Principales países consumidores de carne de cerdo	5
Figura 1.3 Producción de carne de cerdo a nivel nacional	6
Figura 1.4 Consumo aparente de carne en México.....	7
Figura 1.5 Producción nacional e importaciones de carne de cerdo	7
Figura 1.6 Exportaciones e importaciones de carne de cerdo en México.....	8
Figura 1.7 Proporción de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en EEUU ..	9
Figura 1.8 Incidencias de ETA's asociadas con bacterias patógenas hasta 2012.....	11
Figura 1.9 Esquema general para la elaboración de SES.....	15
Figura 1.10 Esquema general para la producción de HCIO por la acción de la MPO.....	16
Figura 2.1 Distribución de la carne de cerdo de acuerdo a los distintos tratamientos	23
Figura 2.2 Distribución de los tratamientos desinfectantes para la carne de cerdo	24

Efecto bactericida en carne de cerdo

Figura 3.1 Morfología microscópica de la cepa de <i>Listeria monocytogenes</i>	30
Figura 3.2 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> en carne de cerdo (día 1)	31
Figura 3.3 Porcentaje de reducción en carne de cerdo (día 1).....	32
Figura 3.4 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> en carne de cerdo (día 8)	33
Figura 3.5 Porcentaje de reducción en carne de cerdo (día 8).....	33

Parámetros de color en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Figura 3.6 Escala descriptiva para la evaluación visual de color en carne de cerdo.	34
Figura 3.7 Química de la mioglobina de la carne	35
Figura 3.8 Variación del parámetro de color <i>a</i>	35
Figura 3.9 Variación del parámetro de color <i>b</i>	36
Figura 3.10 Variación del parámetro de color <i>L</i>	37
Figura 3.11 Variación del Parámetro ΔE	38

Parámetros de color en carne de cerdo no contaminada

Figura 3.12 Variación del parámetro de color <i>a</i>	38
Figura 3.13 Variación del parámetro de color <i>b</i>	39
Figura 3.14 Variación del parámetro de color <i>L</i>	40
Figura 3.15 Variación del Parámetro ΔE	40

Figura 3.16 Variación del Parámetro ΔE de la carne contaminada y no contaminada..... 41

Valores de pH y contenido de ácido láctico en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Figura 3.17 Variación de pH 42

Figura 3.18 Variación del contenido de ácido láctico 43

Valores de pH y contenido de ácido láctico en carne de cerdo no contaminada

Figura 3.19 Variación de pH 44

Figura 3.20 Variación del contenido de ácido láctico 44

Valores del parámetro TBARS en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Figura 3.21 Proporción de ácidos grasos en carne de cerdo 45

Figura 3.22 Variación del contenido de MDA 47

Valores del parámetro TBARS en carne de cerdo no contaminada

Figura 3.23 Variación del contenido de MDA 47

Valores del parámetro BNVT en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Figura 3.24 Variación del contenido de bases volátiles..... 49

Valores del parámetro BNVT en carne de cerdo no contaminada

Figura 3.25 Variación del contenido de bases volátiles..... 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Aplicación de agentes químicos para la desinfección de alimentos contaminados con <i>Listeria monocytogenes</i>	13
Tabla 1.2 Aplicación de SES en alimentos.....	18
Tabla 1.3 Principales antimicrobianos utilizados en la industria cárnica.....	20
Tabla 3.1 Evaluación fisicoquímica de las soluciones de trabajo	30
Tabla 3.2 Evaluación <i>in vitro</i> de los desinfectantes contra <i>Listeria monocytogenes</i>	31

Efecto bactericida *in vitro*

Tabla C.1 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo Control	71
Tabla C.2 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo NaClO	71
Tabla C.3 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo SES.....	71
Tabla C.4 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano	72
Tabla C.5 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano	72

Efecto bactericida en carne de cerdo

Tabla C.6 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo Control (día 1)	73
Tabla C.7 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo NaClO (día 1)	74
Tabla C.8 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo SES (día 1).....	75
Tabla C.9 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano (día 1).....	76
Tabla C.10 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano (día 1)	76
Tabla C.11 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo Control (día 8)	77
Tabla C.12 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo NaClO (día 8)	78
Tabla C.13 Conteo de <i>Listeria monocytogenes</i> del grupo SES (día 8).....	79
Tabla C.14 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano (día 8).....	80
Tabla C.15 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano (día 8)	80

Parámetros de color en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.16 Parámetros de color del grupo Control	81
--	----

Tabla C.17 Parámetros de color del grupo NaClO	82
Tabla C.18 Parámetros de color del grupo SES.....	83
Tabla C.19 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro <i>a</i>	84
Tabla C.20 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>a</i>	84
Tabla C.21 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro <i>b</i>	85
Tabla C.22 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>b</i>	85
Tabla C.23 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro <i>L</i>	86
Tabla C.24 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>L</i>	86
Tabla C.25 Parámetro ΔE de los tratamientos	87

Parámetros de color en carne de cerdo no contaminada

Tabla C.26 Parámetros de color de los tratamientos al día 1	88
Tabla C.27 Parámetros de color de los tratamientos al día 3	89
Tabla C.28 Parámetros de color de los tratamientos al día 5	89
Tabla C.29 Parámetros de color de los tratamientos al día 12	90
Tabla C.30 Parámetros de color de los tratamientos al día 19	90
Tabla C.31 Parámetros de color de los tratamientos al día 26	91
Tabla C.32 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro <i>a</i>	92
Tabla C.33 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>a</i>	92
Tabla C.34 ANOVA de un factor entre tratamientos para el parámetro <i>b</i>	93
Tabla C.35 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>b</i>	93
Tabla C.36 ANOVA de un factor entre tratamientos para el parámetro <i>L</i>	94
Tabla C.37 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro <i>L</i>	94
Tabla C.38 Parámetro ΔE del tratamiento Control	95
Tabla C.39 Parámetro ΔE del tratamiento NaClO	95
Tabla C.40 Parámetro ΔE del tratamiento SES.....	95
Tabla C.41 ANOVA de un factor entre parámetros ΔE de los tratamientos en carne contaminada y no contaminada	96

Tabla C.42 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre parámetros ΔE de los tratamientos en carne contaminada y no contaminada.....	96
---	----

Valores de pH y contenido de ácido láctico en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.43 Valores de pH del tratamiento Control	97
Tabla C.44 Valores de pH del tratamiento NaClO.....	97
Tabla C.45 Valores de pH del tratamiento SES	97
Tabla C.46 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento Control	98
Tabla C.47 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento NaClO	99
Tabla C.48 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento SES	100

Valores de pH y contenido de ácido láctico en carne de cerdo no contaminada

Tabla C.49 Valores de pH del tratamiento Control	101
Tabla C.50 Valores de pH del tratamiento NaClO.....	101
Tabla C.51 Valores de pH del tratamiento SES	101
Tabla C.52 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores de pH.....	101
Tabla C.53 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores de pH	102
Tabla C.54 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento Control	103
Tabla C.55 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento NaClO	104
Tabla C.56 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento SES	105
Tabla C.57 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del contenido de ácido láctico	105
Tabla C.58 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del contenido de ácido láctico ..	106

Valores del parámetro TBARS en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.59 Curva patrón de MDA.....	107
Tabla C.60 Valores del parámetro TBARS del tratamiento Control.....	107
Tabla C.61 Valores del parámetro TBARS del tratamiento NaClO.....	108

Tabla C.62 Valores del parámetro TBARS del tratamiento SES	109
--	-----

Valores del parámetro TBARS en carne de cerdo no contaminada

Tabla C.63 Valores del parámetro TBARS del tratamiento Control.....	110
Tabla C.64 Valores del parámetro TBARS del tratamiento NaClO.....	111
Tabla C.65 Valores del parámetro TBARS del tratamiento SES	112
Tabla C.66 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro TBARS.....	112
Tabla C.67 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro TBARS	113

Valores del parámetro BNVT en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.68 Valores del parámetro BNVT del tratamiento Control	114
Tabla C.69 Valores del parámetro BNVT del tratamiento NaClO	115
Tabla C.70 Valores del parámetro BNVT del tratamiento SES.....	116

Valores del parámetro BNVT en carne de cerdo no contaminada

Tabla C.71 Valores del parámetro BNVT del tratamiento Control	117
Tabla C.72 Valores del parámetro BNVT del tratamiento NaClO	118
Tabla C.73 Valores del parámetro BNVT del tratamiento SES.....	119
Tabla C.74 ANOVA de un factor entre tratamientos en carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro BNVT	119
Tabla C.75 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro BNVT	120

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 2.1 Expresión de resultados de la cuenta bacteriana en placa.....	25
Fórmula 2.2 Expresión de resultados del porcentaje de reducción bacteriana.....	25
Fórmula 2.3 Expresión de resultados de la variación total de color (ΔE).....	26
Fórmula 2.4 Expresión de resultados del porcentaje de ácido láctico en la carne.....	27
Fórmula 2.5 Expresión de resultados de bases volátiles en carne de cerdo	29

Resumen

La carne de cerdo es un producto alimenticio que puede ser fácilmente contaminado por microorganismos patógenos y de descomposición, lo cual reduce su calidad, y es por esto que la competitividad de la carne nacional en el mercado mundial disminuye, mientras que el índice de enfermedades y muertes provocadas por el consumo de la misma aumenta, es por eso que en este trabajo se busca reducir la incidencia de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo y retardar los cambios fisicoquímicos al usar una Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro como alternativa de desinfección.

Se aplicó un tratamiento control con Solución Salina Fisiológica (SSF), un desinfectante de referencia (NaClO) y la SES con pH neutro en la superficie de la carne previamente contaminada con un inóculo de 10^6 UFC/mL de la bacteria patógena *Listeria monocytogenes*, posteriormente se recuperaron las bacterias que sobrevivieron al tratamiento y se sembraron en medios de cultivo TSA, a partir de esto, se contaron las colonias en los medios y se calculó la reducción de *Listeria monocytogenes*, el cual fue del 80.72%, y a los 8 días de almacenamiento en refrigeración se obtuvo una reducción del 90.82%.

Posteriormente se realizaron pruebas fisicoquímicas para evaluar el efecto que tendría la SES durante el almacenamiento, en comparación al tratamiento control y al desinfectante de referencia, éstas fueron la medición de pH y contenido de ácido láctico, la concentración de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) y el contenido de bases volátiles nitrogenadas totales (BNVT) en un periodo de 26 días.

En base a los resultados se concluye que la SES con pH neutro en la carne de cerdo actúa como un desinfectante eficaz en la eliminación de *Listeria monocytogenes* sin provocar un efecto negativo en las características de calidad durante el almacenamiento, esto respecto al tratamiento control, por lo que podría ser considerado como una alternativa al uso de NaClO, ya que la SES no produce residuos contaminantes al medio ambiente.

Introducción

Una de las carnes más consumidas en México es la de cerdo, lo cual lo posiciona en el 8vo lugar a nivel mundial al tener un consumo *per cápita* anual de 16.2 kg. SAGARPA ubica a México en el 9° puesto a nivel mundial de producción de carne de cerdo, con un crecimiento del 17.48% en el periodo del 2008 al 2016.

La carne de cerdo es susceptible a contaminación microbiana, siendo *Listeria monocytogenes* uno de los patógenos presentes en éste tipo de alimentos. Hoy en día, ésta bacteria se considera uno de los microorganismos más importantes involucrados en las enfermedades de transmisión alimentaria. Esto se debe a los cambios en la producción, procesamiento y distribución de los alimentos. *Listeria monocytogenes* tiene la capacidad para crecer en alimentos en refrigeración, lo cual permite su multiplicación a partir de una población inicialmente baja. Los principales síntomas son septicemias, infecciones del sistema nervioso central, abortos y meningitis.

Por lo anterior, actualmente se buscan nuevas técnicas para el mejoramiento de la inocuidad de la carne de cerdo, mediante el uso de desinfectantes que no comprometan su integridad, que permitan una reducción significativa de los niveles de bacterias patógenas, y además sean inócuos para el ser humano.

En este trabajo se propone como alternativa en la desinfección de la carne de cerdo el uso de una Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro, ya que a diferencia del cloro comercial (NaClO), no es tóxica para las células del organismo humano; y se evaluará su impacto en las características fisicoquímicas de la carne.

La SES se ha utilizado anteriormente en estudios sobre la reducción de bacterias patógenas en superficies inertes, en rastros, directamente sobre bacterias *in vitro*, en carne de pollo, frutas, hortalizas, pescado, y camarón; sin embargo, existen escasos registros sobre su uso en carne de cerdo.

Objetivo general

Evaluar la actividad bactericida de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro contra *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo, determinar el efecto sobre las características de calidad y evaluar su posible uso como conservador.

Objetivos particulares

- Evaluar el efecto bactericida de la SES con pH neutro contra *Listeria monocytogenes in vitro*.
- Evaluar el efecto bactericida de la SES con pH neutro en carne de cerdo contaminada con *Listeria monocytogenes*.
- Determinar los cambios de color durante el almacenamiento de la carne mediante una técnica colorimétrica.
- Cuantificar la variación de pH y contenido de ácido láctico durante el almacenamiento de la carne.
- Medir la concentración de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) durante el almacenamiento de la carne.
- Evaluar el contenido de bases volátiles nitrogenadas totales (BNVT) durante el almacenamiento de la carne.

Hipótesis

El uso de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro reducirá la viabilidad de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo y tendrá un efecto conservador en la misma al retardar los cambios fisicoquímicos que se puedan presentar en este tipo de alimentos.

1. Marco teórico

1.1 Industria de la carne de cerdo a nivel mundial

En el 2016, se produjeron a nivel mundial un total de 108.2 millones de toneladas de carne de cerdo (USDA, 2016), siendo China el país con la mayor producción porcina a nivel mundial con un 47.92% de participación, seguido por Estados Unidos, Brasil, Rusia, Vietnam, Canadá y las Filipinas con 10.45%, 3.43%, 2.56%, 2.33%, 1.83% y 1.33% respectivamente. México participa con 1.385 millones de toneladas de carne de cerdo, lo cual equivale al 1.28% del total de la producción mundial, ocupando la octava posición (Figura 1.1).

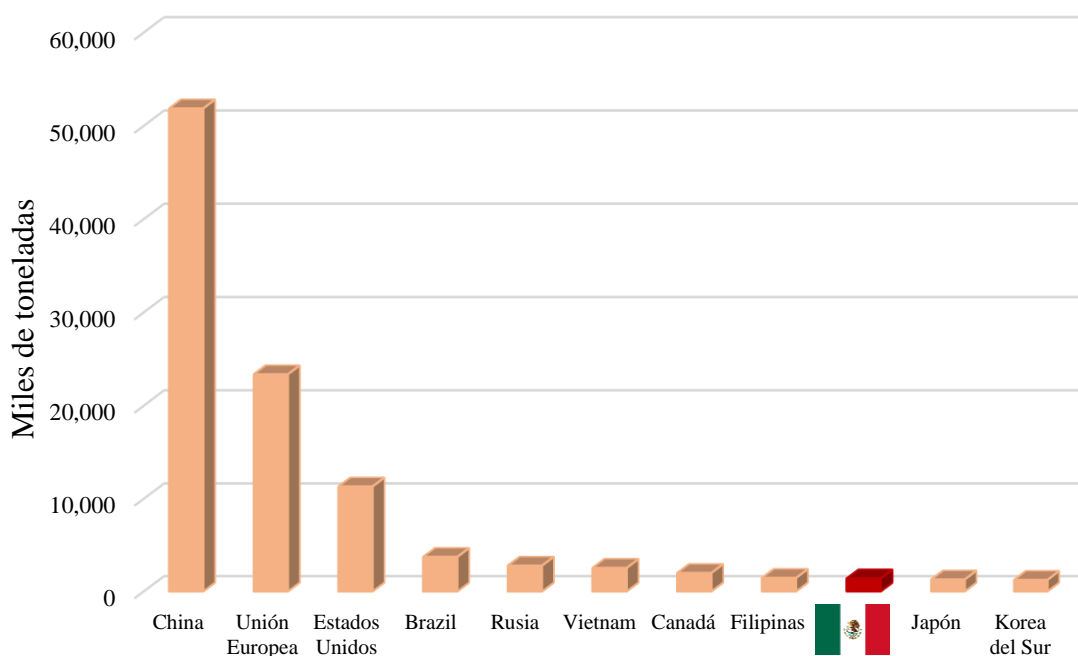


Figura 1.1 Principales países productores de carne de cerdo, 2016
Modificado de: Foreign Agricultural Service (USDA, 2016)

El país con el mayor consumo *per cápita* anual es China, específicamente Hong Kong, con un valor de 67.7 kg/persona, seguido de Taiwán, Corea del sur y Estados Unidos, con 40.3, 36.2 y 27.2 kg/persona respectivamente (CPM, 2016). Mientras que nuestro país se posiciona en 12va posición, esto debido a un consumo *per cápita* anual de 16.2 kg de este insumo (Figura 1.2).

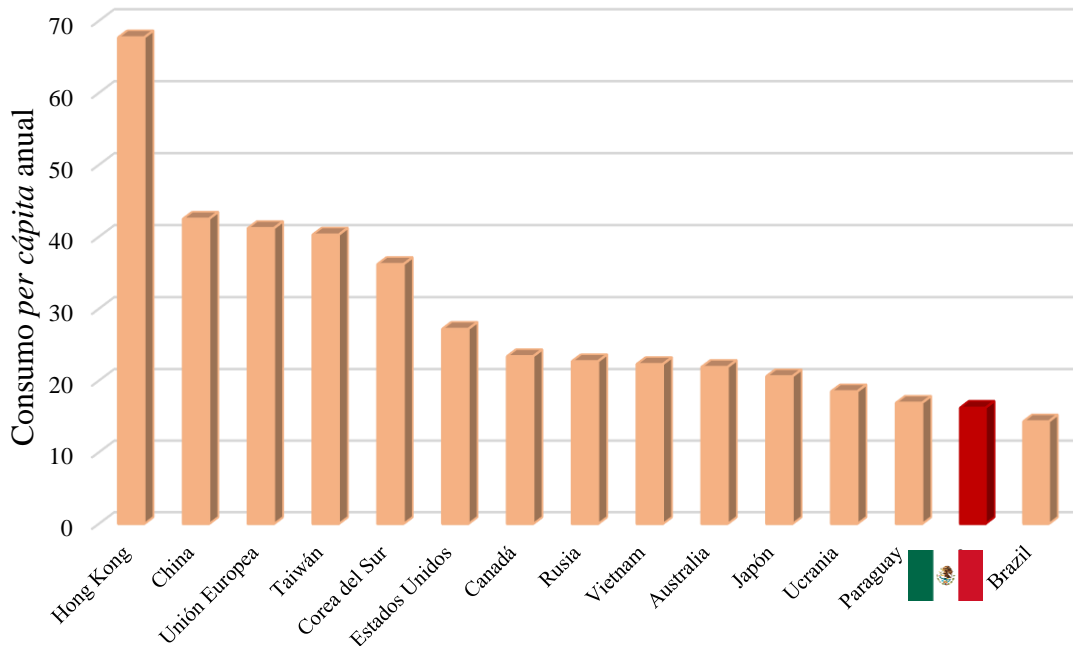


Figura 1.2. Principales países consumidores de carne de cerdo, 2016
 Modificado de: Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2016)

1.2 Industria de la carne de cerdo en México

En México existen cerca de un millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de dos millones de familias dependen de la actividad porcícola en el país, la cual genera 350 mil empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos. (SAGARPA. Comunicado de prensa No. 357/15 mayo de 2015).

1.2.1 Situación económica de la industria cárnica

La producción nacional de carne de cerdo en canal se estima que al cierre del año 2016 supere los 1.364 millones de toneladas (Porcimex, 2016), mientras que al cierre del año 2015 este valor se situó en los 1.323 millones de toneladas de carne de porcino. Así, durante el periodo que comprenden los años 2008 al 2015 se registró un incremento del 13.95% en la producción nacional lo cual conduce a un impacto favorable al sector pecuario de nuestro país (Figura 1.3).

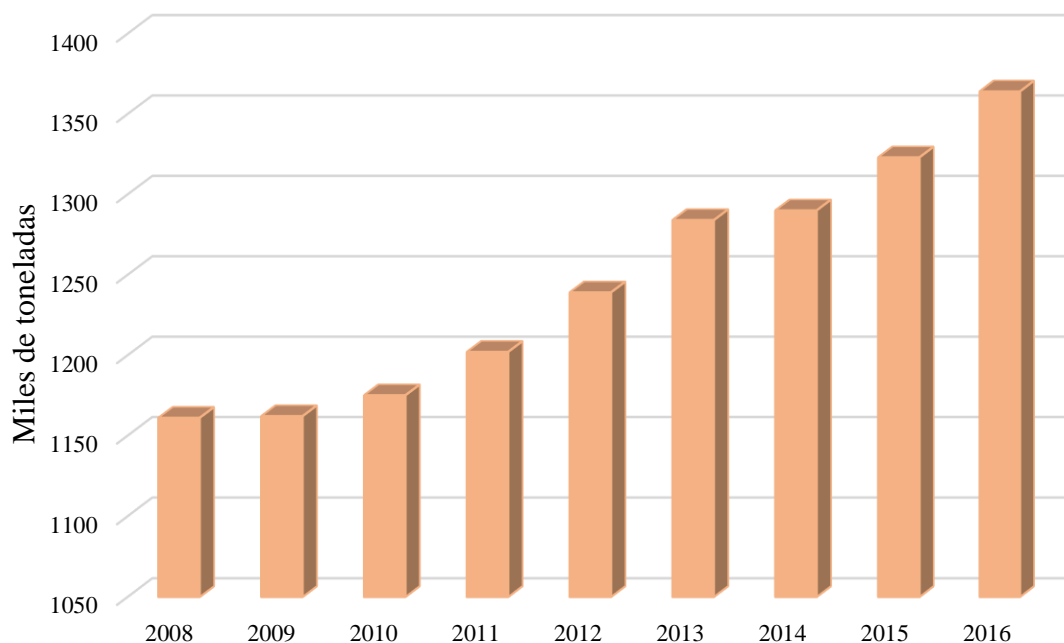


Figura 1.3. Producción de carne de cerdo a nivel nacional, tendencia de 2008 – 2016
Modificado de: Confederación de Porcicultores Mexicanos (Porcimex, 2016)

De acuerdo al Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), la producción de carne de cerdo participa con el 14.91% del valor de la producción pecuaria nacional, después de la carne de pollo (33.78%), huevo para plato (29.62%) y carne de bovino (20.44%); este 14.91% representa una producción de 1.364 millones de toneladas.

Desde hace algunos años el consumo de carne de cerdo supera al de la carne de bovino (Figura 1.4). Esto debido a varios factores como los precios; la carne de pollo y la de cerdo son insumos más accesibles para los consumidores de bajos y medianos ingresos, en comparación con la carne de bovino.

Debido a que el consumo de carne de cerdo se incrementó a un ritmo superior a la producción nacional, se tuvo la necesidad de incrementar la participación de las importaciones de un 32.7% a un 40.1% en el 2014 (Figura 1.5), provenientes de Estados Unidos (88.4%), Canadá (11.3%) y Chile (0.3%).

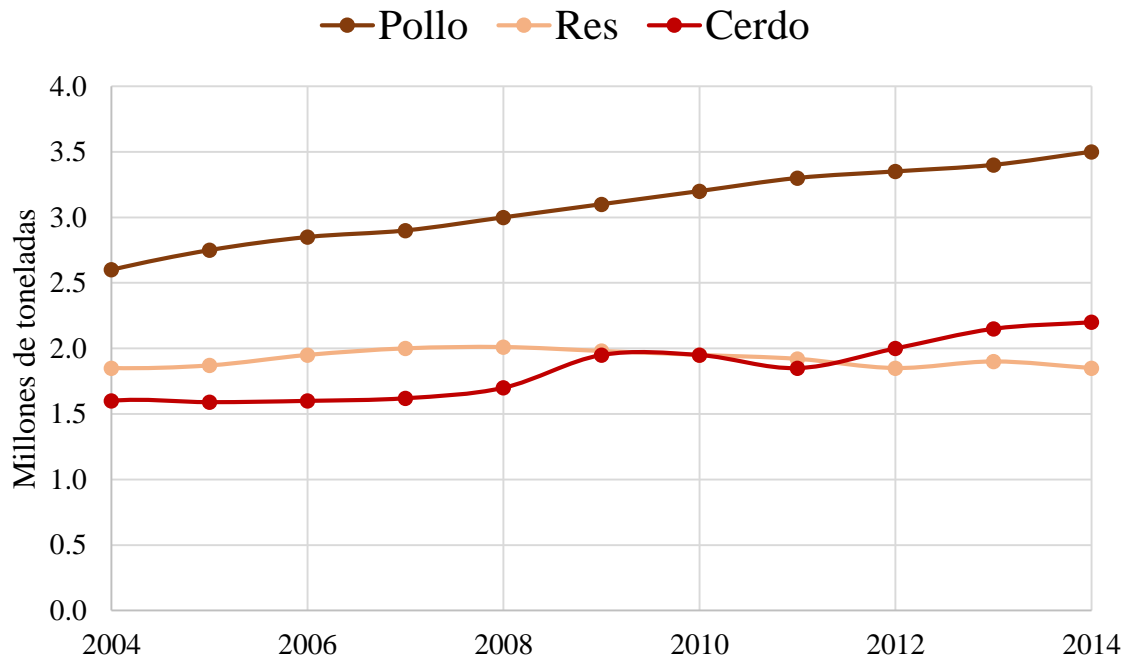


Figura 1.4. Consumo aparente de carne en México. 2003 - 2014 (SAGARPA-SIAP, 2014)

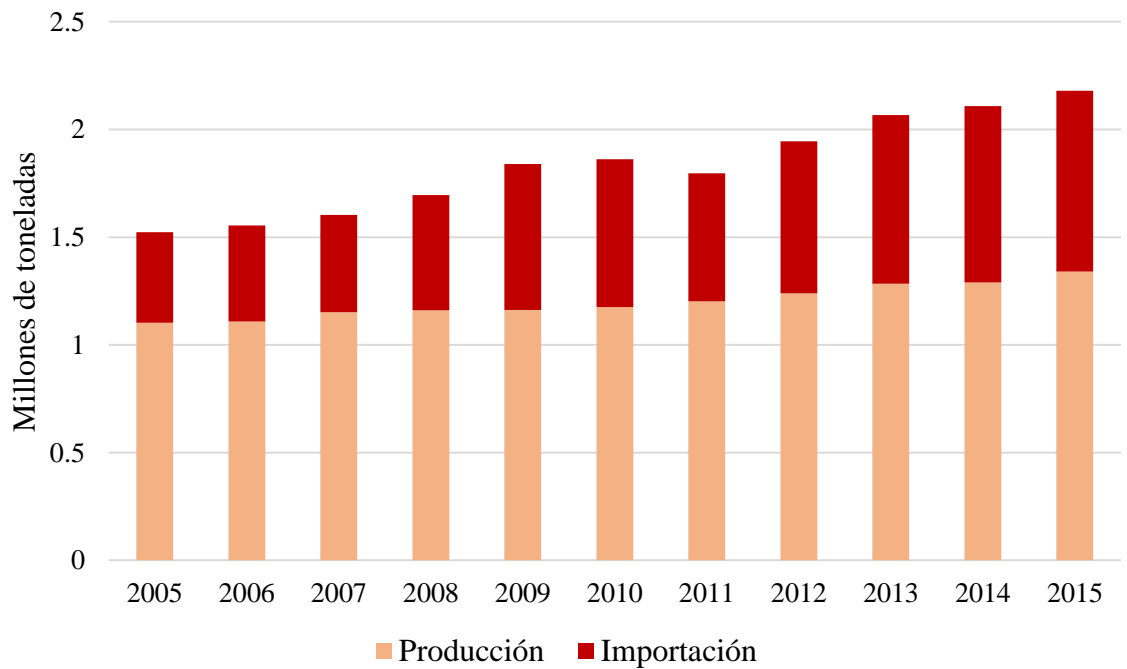


Figura 1.5. Producción nacional e importaciones de carne de cerdo. 2005 - 2015 (SAGARPA-SIAP, 2015)

En términos de volumen, por cada tonelada de carne de cerdo que se exporta de México se importan al país cerca de 7 toneladas (Figura 1.6). Los mercados asiáticos destacan como principal destino de la carne mexicana: Japón con 81.9% y Corea del Sur con 9.4% del volumen. A Estados Unidos se destinó 8.5% y volúmenes marginales se destinaron a Canadá, China y Singapur.

El precio promedio de las exportaciones mexicanas en 2014, de \$ 2,703 USD por tonelada de carne de cerdo (por canal), comparado con el de las importaciones, de \$ 1,466 USD por tonelada, refleja que, en términos generales, la calidad de la carne exportada es superior a la carne que se importa.

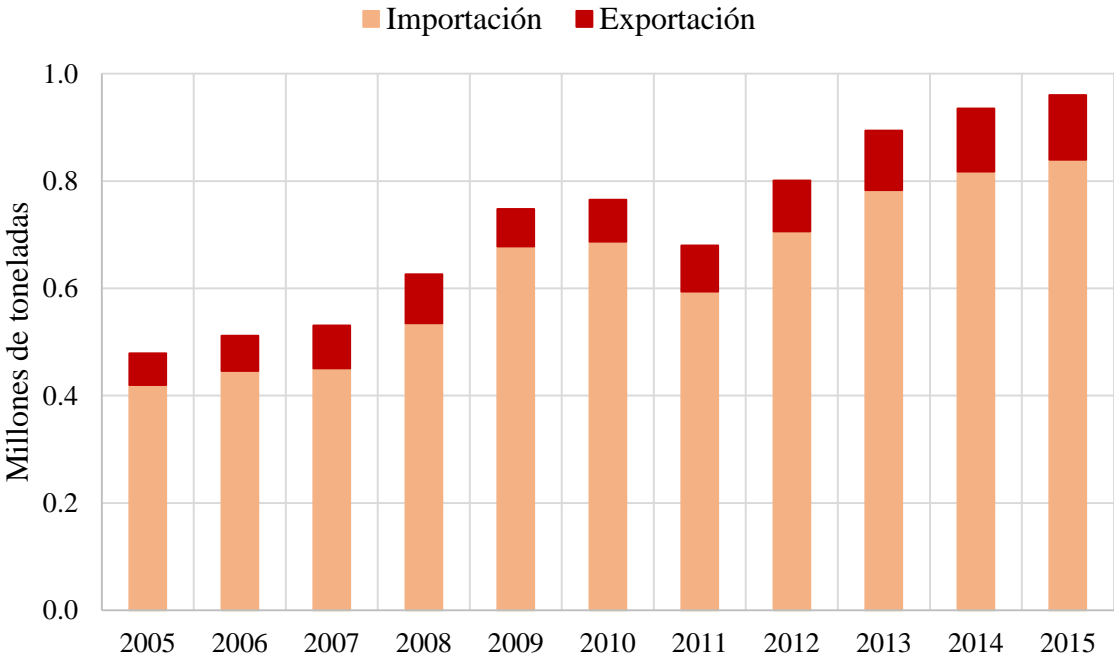


Figura 1.6. Exportaciones e importaciones de carne de cerdo en México. 2005 – 2015 (SAGARPA-SIAP, 2015)

Las expectativas de mayores exportaciones se han adelantado por la tendencia en el incremento de la producción y por las mejoras en las condiciones sanitarias en la industria porcícola nacional. A los mercados asiáticos para el mercado de exportación de la carne de cerdo mexicana, como el de Japón, se suman las oportunidades en el corto y mediano plazo en los mercados potenciales de Rusia y China.

1.2.2 Contaminación asociada a la carne de cerdo

El centro de control de enfermedades de Estados Unidos, por sus siglas en inglés CDC, ha reportado que entre los años 1998 al 2015 se han producido grandes cantidades de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. En la Figura 1.7 se muestra la proporción de los distintos brotes de ETA's respecto a cada uno de los grupos alimenticios de mayor incidencia.

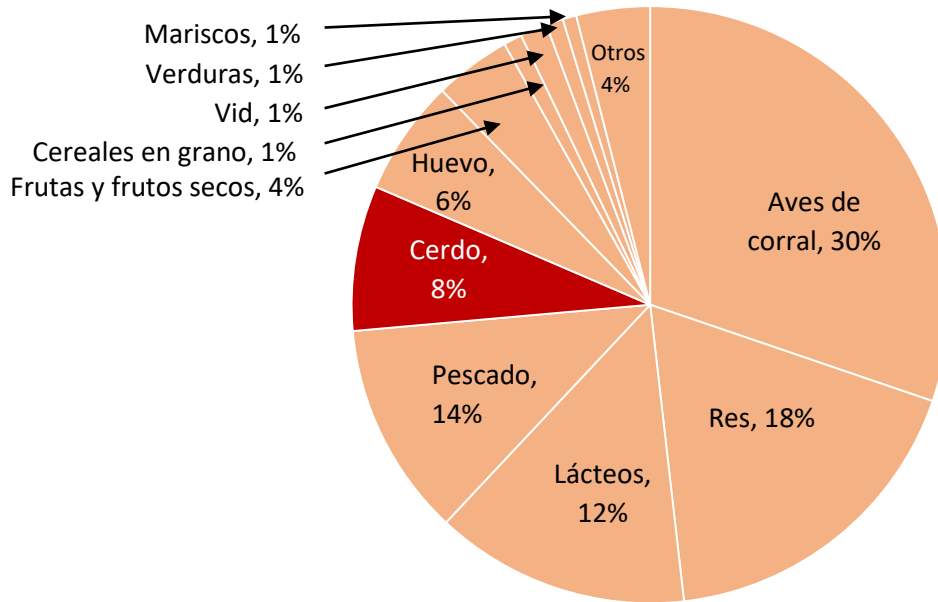


Figura 1.7. Proporción de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en EEUU 1998-2015
Modificado de: Sistema Nacional de Información de Brotes (CDC, 2017)

Listeria monocytogenes es una de las bacterias patógenas más importantes en la carne de cerdo, ya que es capaz de crecer a bajas temperaturas y a un amplio rango de pH (Bucrieser *et al.*, 2003; Marian *et al.*, 2012). Está ampliamente distribuida en el medio ambiente; por lo tanto, puede sobrevivir en el equipo de procesamiento y así servir como un potencial sitio para una contaminación cruzada, dando lugar a problemas de seguridad de la carne (Ye *et al.*, 2012).

Una preocupación particular asociada a *Listeria monocytogenes* es su habilidad para crecer a bajas cantidades de O₂ o condiciones anaerobias. Se ha sugerido que *Listeria monocytogenes* puede ser más tolerante a condiciones adversas cuando crece en ambientes con O₂ restringido. (Buchanan and Klawitter, 1990).

Eventos en Europa han demostrado que la carne de cerdo y productos cárnicos procesados pueden ser fuentes de listeriosis, como ocurrió en Francia en 1992 y 1993 (Jacquet *et al.*, 1995; Goulet *et al.*, 1998) y en otros países europeos (Jay, 1996; Loncarevic *et al.*, 1997). *Listeria monocytogenes* ha sido encontrada en cada operación a lo largo de la industria procesadora de carne de cerdo. Con una prevalencia reducida, *Listeria monocytogenes* puede ser aislada a nivel de granja tanto en las heces como en la piel de los cerdos, quienes pueden ser portadores sanos en los intestinos y amígdalas (Skovgaard *et al.*, 1989; Adesiyun *et al.*, 1995).

Desde 1980, brotes de Listeriosis han sido reportados en América, Europa y Japón (Ryser & Marth, 2007; Swaminathan & Gerner-Smith, 2007; Warriner & Namvar, 2009). De acuerdo a la información de los centros de control de enfermedades (CDC) en 2011, hubo cerca de 1662 casos confirmados de infección por *Listeria*, incluyendo 1520 hospitalizaciones y 266 muertes cada año en Estados Unidos (Scallan, Hoekstra, & Angulo, 2011). El Centro Europeo para la prevención y control de enfermedades (ECDC) también ha demostrado que el número de casos de listeriosis en la Unión Europea (UE) se incrementó ligeramente en comparación al año 2011. En China, entre enero de 1964 y diciembre de 2010, fueron reportados 147 casos clínicos de infección por *Listeria* y 82 brotes relacionados en 28 provincias (Feng *et al.*, 2013). De acuerdo a recientes investigaciones, una amplia gama de productos de carne cruda han sido encontrados contaminados por *Listeria monocytogenes* a diferentes niveles (Wang *et al.*, 2013; Yan *et al.*, 2010; Yu & Jiang, 2014; Yücel Çitak, & Önder, 2005) sugiriendo una continua probabilidad de un brote de enfermedades transmitidas por alimentos.

1.3 *Listeria monocytogenes*

La bacteria patógena *Listeria monocytogenes* es un bacilo corto Gram positivo, anaerobio facultativo, psicrótrofo, capaz de producir bio-films, no formadora de esporas, utiliza flagelos para moverse, es capaz de fermentar glucosa para la formación de ácido, es catalasa positivo y produce acetona; puede crecer en el

suelo, en agua y en los alimentos, resiste un amplio rango de temperatura (0°C a 40°C), altas concentraciones salinas (más de 20%) y un intervalo de pH de 4.4 a 9.6 (Milillo *et al*, 2012; Castañeda *et al*, 2014).

De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, este patógeno es uno de los principales asociados a ETA's (Figura 1.8).

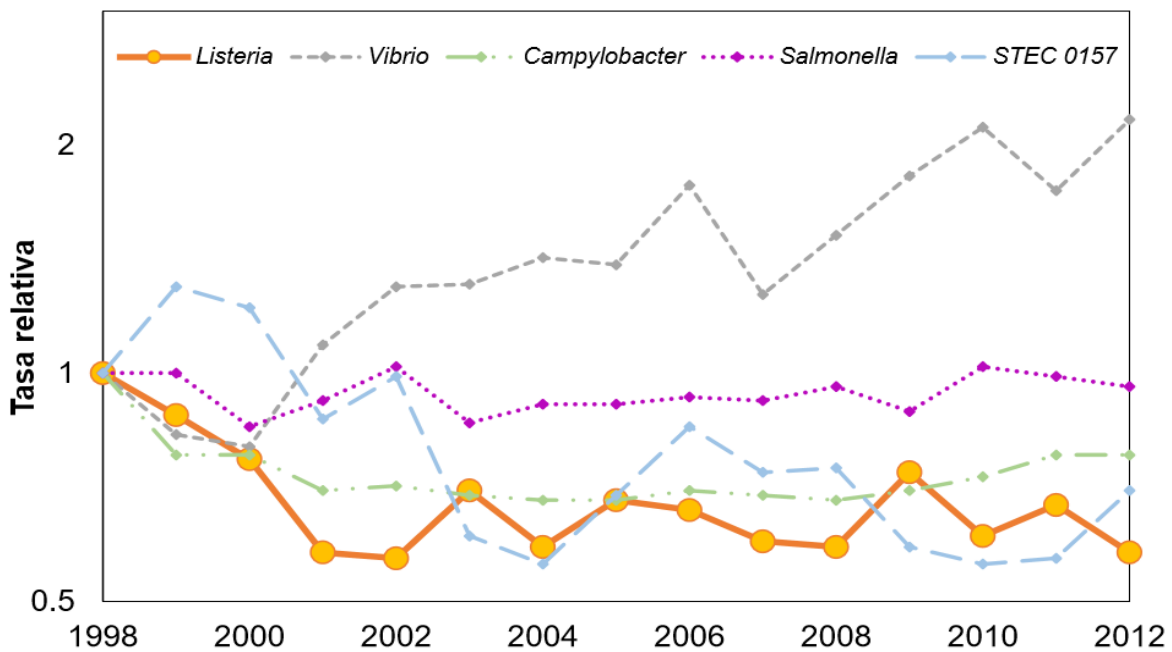


Figura 1.8. Incidencias de ETA's asociadas con bacterias patógenas hasta 2012
Modificado de: Tendencias en ETA's en EEUU (CDC, 2013).

Aunque *Listeria monocytogenes* se transmite por diferentes vías, la principal son los alimentos contaminados y la dosis infectiva se estima de 100 UFC/g de alimento ingerido, pero puede ser menor (0.3 UFC/g) en personas más susceptibles (Posfay and Wald, 2009).

1.3.1 Impacto en la salud humana

Listeria monocytogenes que fue establecido como un patógeno transmitido por alimentos desde 1980 (Schlech *et al.*, 1983) se ha convertido en una preocupación mayor para las autoridades de salud pública y la industria alimentaria. La listeriosis, que generalmente es provocada por el consumo de alimentos contaminados, puede presentarse como una enfermedad esporádica o como parte

de un brote. Esto puede resultar en varias manifestaciones severas para la salud humana, con un alto índice de mortalidad, especialmente para las mujeres embarazadas, recién nacidos, personas con el sistema inmune comprometido y en personas de la tercera edad.

La listeriosis humana es una enfermedad con una tasa de mortalidad del 20 al 30%. Una persona infectada presenta fiebre y dolor muscular, en ocasiones le sigue de una diarrea o de otros síntomas gastrointestinales. Casi todas las personas con un diagnóstico de esta bacteria presentan una infección “invasiva” en la que la bacteria se esparce a lo largo del tracto gastrointestinal. Los síntomas varían según la persona infectada:

- Mujeres embarazadas: generalmente experimentan fiebre y otros síntomas no específicos, tales como fatiga y dolores, Sin embargo, la infección durante el embarazo puede llevar al aborto espontáneo, muerte fetal, parto prematuro o infección potencialmente mortal del recién nacido (Painter *et al.*, 2007, Jackson *et al.*, 2010).
- Otros: Los síntomas pueden incluir dolor de cabeza, rigidez de cuello, confusión, pérdida del equilibrio, y convulsiones en adición a la fiebre y al dolor muscular.

Esta infección se presenta de diferentes formas. En adultos mayores y en personas con el sistema inmune comprometido, la septicemia y la meningitis son las presentaciones clínicas más comunes (Silk *et al.*, 2012). Personas inmunocompetentes pueden experimentar gastroenteritis febril aguda o no presentar ningún síntoma (Riedo *et al.*, 1994, Dalton *et al.*, 1997).

1.3.2 Agentes desinfectantes contra *Listeria monocytogenes*

En la Tabla 1.1, se presentan algunos de los agentes químicos que han sido evaluados en alimentos para la eliminación de la bacteria *Listeria monocytogenes*.

Tabla 1.1 Aplicación de agentes químicos para la desinfección de alimentos contaminados con *Listeria monocytogenes*

Modificado de: Evaluación de la Solución Electrolizada de superoxidación con pH neutro en huevo para plato y en huevo embrionado (Rivera-García, 2016)

Alimento	Desinfectante	Reducción bacteriana (%)	Referencia
Manzana, naranja y tomates	Ácido Láctico (1.5%), Peróxido de hidrógeno (1.5%)	> 99.99	Venkitanarayann <i>et al.</i> , 2002
Lechuga, fresa	Ozono (3 ppm), Ácido peroxiacético 880 ppm)	> 99.99	Rodgers <i>et al.</i> , 2004
Jamón	Arginato láurico (9090 ppm)	99.93 – 99.99	Taormina <i>et al.</i> , 2009
Coco verde	NaClO (200 ppm)	99.80	Walter <i>et al.</i> , 2009
Piel de pollo	Ácido acético (0.8%), Ácido cítrico (0.8%), Ácido propiónico (0.8%)	99.86	Menconi <i>et al.</i> , 2013
Jugo de mango	Nanopartículas de ZnO (5–8 mM) y Ácido cítrico (0.3–2%)	99.98 – 99.99	Barzegari <i>et al.</i> , 2014
Cacahuete y pistache	Etanol al 70% con 0.02% de Sales cuaternarias de amonio	> 99.99	McEgan <i>et al.</i> , 2015
Carne de cerdo fresca	Solución Electrolizada de Superoxidación ligeramente ácida	82.21 – 93.69	Mansur <i>et al.</i> , 2015

1.4 Solución Electrolizada de Superoxidación (SES)

Para producir alimentos de alta calidad y microbiológicamente seguros para el consumo humano, numerosos métodos desinfectantes han sido estudiados y/o usados en la industria alimentaria. Uno de estos métodos es el uso de desinfectantes químicos como hipoclorito de sodio, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno, ácido clorhídrico, ozono, etc., además de tratamientos físicos como el calor, la irradiación, y sus combinaciones (Koide *et al.*, 2011, Zhang *et al.*, 2011). Los mecanismos relacionados a la desinfección tradicional han sido estudiados por varios investigadores (Juneja *et al.*, 2002, Komanapalli *et al.*, 1996, Setlow *et al.*, 2002, Wang *et al.*, 2015).

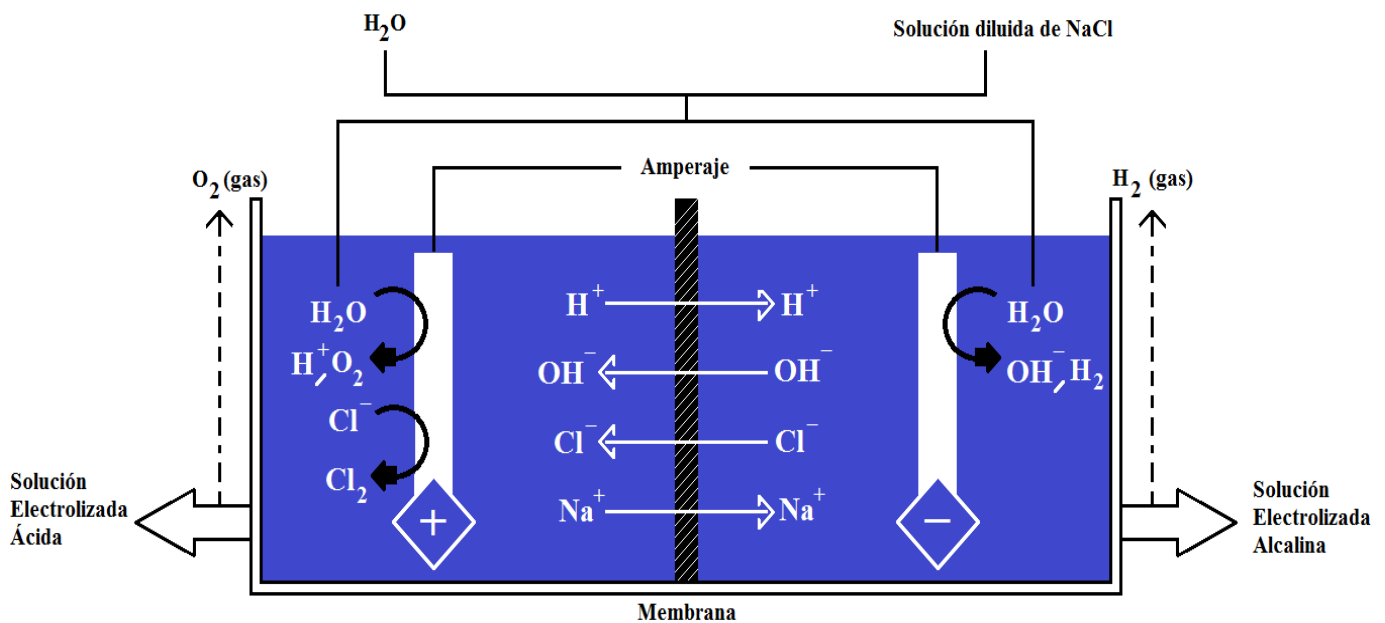
1.4.1 Generalidades

La SES es un desinfectante que se genera mediante la electrolisis de una solución de cloruro de sodio (Vázquez-Sánchez, Cabo, & Rodríguez-Herrera, 2014), la cual emerge como un agente bactericida debido a la presencia de una alta concentración de ácido hipocloroso, HClO (Cao *et al.*, 2009). El uso de la SES en productos frescos, como vegetales, carne de res y de cerdo, ha sido oficialmente aprobado en Estados Unidos por la Food and Drug Administration (FDA) y la Environmental Protection Agency (EPA). Estudios previos han demostrado la eficacia de la SES en zanahoria (Abadias *et al.*, 2008), huevo para plato y embrionado (Rivera-García, 2016), espinaca (Guentzel *et al.*, 2008), calabaza (Koide *et al.*, 2009), brócoli (Martínez-Hernández *et al.*, 2015), entre otros.

Recientemente se han estudiado las combinaciones de las soluciones electrolizadas con tratamientos físicos en busca de una mayor eficacia en la reducción bacteriana de patógenos (Forghani *et al.*, 2013, Forghani & Oh, 2013, Koide *et al.*, 2011, Lee *et al.*, 2012, Luo & Oh, 2015, 2016, Rahman *et al.*, 2010).

1.4.2 Proceso de elaboración de la SES con pH neutro

Como se observa en la Figura 1.9, la SES se produce al hacer pasar una solución diluida de NaCl a través de una cámara electrolítica, dentro de la cual se encuentra el ánodo y el cátodo que están separados mediante una membrana. Al someter los electrodos a un voltaje de corriente directa, los iones cargados negativamente, como los cloruros y los hidróxidos, se trasladarán al ánodo para ceder electrones y convertirse en oxígeno gaseoso, cloro gaseoso, iones hipoclorito, ácido hipocloroso y ácido clorhídrico; mientras que los iones cargados positivamente, como el hidrógeno y el sodio, se trasladarán al cátodo para tomar electrones y convertirse en hidrógeno gaseoso e hidróxido de sodio.



Reacciones en el ánodo	Reacciones en el cátodo
$2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{O}_2 (\text{g}) + 4\text{H}^+ (\text{ac}) + 4\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + 2\text{OH}^- (\text{ac})$
$2\text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{g}) + 2\text{Na}^+ (\text{ac}) + 2\text{e}^-$	$\text{Na}^+ (\text{ac}) + \text{OH}^- (\text{ac}) \rightarrow \text{NaOH} (\text{ac})$
$\text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{OH}^- (\text{ac}) \rightarrow \text{HClO} (\text{ac}) + \text{Cl}^- (\text{ac})$	
$\text{H}^+ (\text{ac}) + \text{Cl}^- (\text{ac}) \rightarrow \text{HCl} (\text{ac})$	

Figura 1.9 Esquema general para la elaboración de la Solución Electrolizada de Superoxidación Modificado de: Inactivación *in vitro* de *E. coli*, *S. aureus* y *Salmonella spp.* Utilizando Agua Electrolizada Ligeramente Ácida (Issa et al., 2010).

La SES con pH neutro es una solución amigable con el medio ambiente ya que no es corrosiva con la materia orgánica, se revierte en agua y NaCl cuando se diluye con más agua (Jemni *et al.*, 2014), además de tener efectos desinfectantes significativos (Huang *et al.*, 2008).

1.4.3 Mecanismo de acción del ácido hipocloroso

En la respuesta inmune, la activación de los leucocitos resulta en la liberación de un rango de enzimas de gránulos intracelulares y la producción de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y radicales superóxido (O_2^{*-}) (Weiss *et al.*, 1982, Klebanoff, 2005). La enzima Mieloperoxidasa (MPO) es liberada extracelularmente y en compartimientos fagosómicos por los neutrófilos, monocitos y algunos macrófagos. Como se observa en la Figura 1.10, la MPO cataliza la reacción de H_2O_2 con iones cloruro para generar ácido hipocloroso (HClO), un agente oxidante con fuertes propiedades bactericidas (Hampton *et al.*, 1998).

El HClO juega un importante rol en los mecanismos de defensa antibacterial (Hampton *et al.*, 1998, Barret *et al.*, 2012). Sin embargo, estos oxidantes también pueden inducir daños en el tejido del huésped, lo cual estaría implicado en la progresión de un número de enfermedades inflamatorias (Klebanoff, 2005, Barret *et al.*, 2012, Davies *et al.*, 2008)

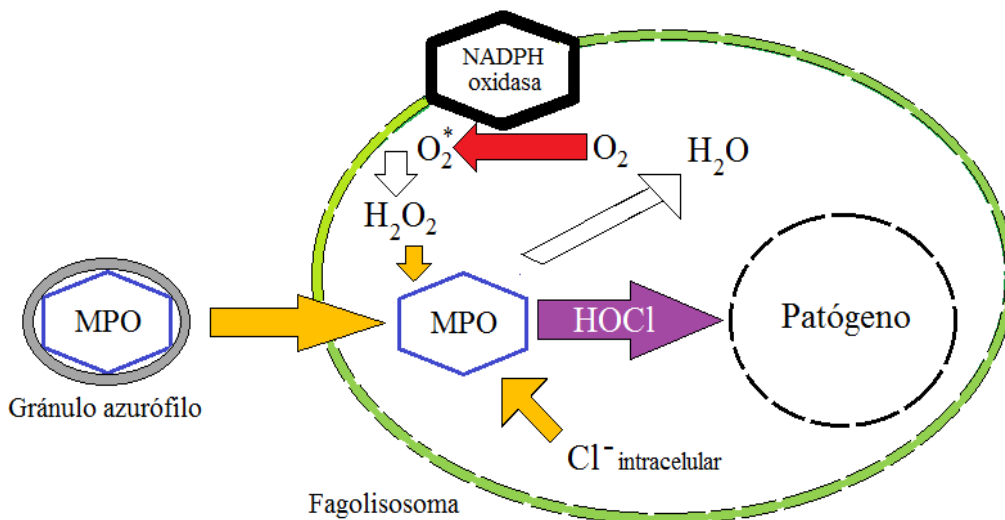


Figura 1.10. Esquema general para la producción de HClO por la acción de la MPO
Modificado de: Ácido hipocloroso como agente potencial del cuidado de heridas (Wang *et al.*, 2007)

Huang (2008) reportó que el HClO producido en la SES puede inactivar las células microbianas a través de la inhibición de la oxidación de glucosa al oxidar grupos sulfhidrilos, así provocando la interrupción de la síntesis de proteínas, inhibiendo la captación de oxígeno con la formación de derivados tóxicos de cloro de citosina, dando como resultado la muerte eventual de la célula.

Zeng (2010) reportó que la SES provoca un daño en la pared celular, en el núcleo y en membranas externas, lo cual conlleva a una pérdida rápida de K⁺, DNA y proteínas intracelulares, y el decremento en la actividad deshidrogenasa.

Está aceptado que el alto potencial de óxido-reducción (ORP, por sus siglas en inglés) de la SES tiene una influencia significativa en el poder desinfectante de la misma al poder penetrar las membranas tanto externas como internas (Liao *et al.*, 2007), y el pH es también un factor principal en la eficacia bactericida de la SES (Waters *et al.*, 2014).

1.4.3 Usos de la SES en alimentos

La SES se ha utilizado anteriormente en el área de alimentos como desinfectante en la reducción de bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* O157:H7, entre otros (Ding *et al.*, 2016, Luo *et al.*, 2016, Cheng *et al.*, 2016). En la Tabla 1.2 se resumen algunos estudios dónde se ha evaluado la eficiencia de la SES en diferentes alimentos para la eliminación de diversos microorganismos.

Tabla 1.2. Reportes de la SES en los alimentos

Alimento	% Reducción Tipo de SES	Referencia	Alimento	% Reducción Tipo de SES	Referencia
Lechuga y espinaca	99.90 SES neutra	Guentzel <i>et al.</i> , 2008	Uvas	68.37 SES neutra	Cravero <i>et al.</i> , 2016
Aguacate	99.99 SES alcalina	Rodríguez <i>et al.</i> , 2011	Pimiento	96.83 Ligeramente ácida	Luo and Oh, 2016
Pollo fresco	99.52 Ligeramente ácida	Rahman <i>et al.</i> , 2012	Papas	99.90 Ligeramente ácida	Luo <i>et al.</i> , 2016
Pera	94.99 SES ácida	Santo <i>et al.</i> , 2016	Carne de cerdo	82.21 – 93.69 Ligeramente ácida	Mansur <i>et al.</i> , 2015
Melón	98.00 SES ácida				
Manzana	98.42 SES ácida				

1.5 Conservadores utilizados en la industria alimentaria

Los conservadores son sustancias que previenen, retardan o detienen el proceso de fermentación, enmohecimiento, putrefacción, acidificación u otra alteración de los alimentos, causados por algunos microorganismos o enzimas. (Control Sanitario, 1999). La FDA define a los conservadores como “cualquier sustancia química que, cuando se agrega a los alimentos puede prevenir o retardar el deterioro de éstos”.

La conservación es el método empleado para preservar un estado existente o para prevenir posibles daños debidos a la acción de agentes químicos (oxidación), físicos (temperatura y luz) o biológicos (microorganismos).

Los conservadores usados para prevenir el deterioro microbiológico son llamados antimicrobianos (Davidson & Branen, 2005); como son: ácido ascórbico, ascorbato de sodio, ácido láctico, sorbato de sodio, nitrato de sodio, nisina, etc.

1.5.1 Características

El pH es el factor más importante para determinar la eficiencia de un conservador. (Badillo-Casasola, 2008).

Un factor importante que se debe tomar en cuenta es que los conservadores deben estar dispersos perfectamente y deben de cumplir con ciertas características técnicas generales:

- Químicamente estables
- No interaccionar con ingredientes alimentarios
- No ser inactivados con algún componente del alimento
- No afectar las características sensoriales del alimento
- No reaccionar con los materiales de empaque
- Ser fáciles de aplicar

Un conservador ideal sería aquel que inhibe tanto hongos, como levaduras y bacterias, que no sea tóxico para el ser humano, fácilmente biotransformable por el hígado, no acumulable en el medio ambiente, o en organismos vivos, soluble en agua, estable, que no imparta sabor, ni olor y que sea de bajo costo.

1.5.2 Clasificación

Los conservadores se clasifican en diferentes grupos, por su origen, naturales y sintéticos, y por su nivel de riesgo, no tóxicos, de moderada toxicidad, los revisables y los tóxicos.

- Por su origen. Los conservadores naturales son sustancias que se obtienen o se derivan de materiales o procesos biológicos; están elaborados a partir de

síntesis y se conocen como sustancias idénticas al natural. Su inocuidad se atribuye a que se degradan en el organismo.

Los conservadores sintéticos son aquellos compuestos de origen químico.

- Por su nivel de riesgo. Los no tóxicos son el ácido propiónico y sus sales, ácido benzoico y sus sales, ácido sórbico y sus sales, entre otros.

Los de moderada toxicidad son el peróxido de hidrógeno, formol y la hexametenotretamina.

Los revisables como antibióticos, anhídrido sulfuroso (SO₂) y dietilpirocarbonato.

Los tóxicos son el ácido bórico y sus sales, ácido salicílico y sus sales, ácido monobromoacético y sus ésteres, ácido dihidroacético, fluoruros, fluorosilicatos y fluoroboratos, ácido nítrico y nitruros, cloropicrina, entre otros.

Tabla 1.3. Principales agentes antimicrobianos y desinfectantes utilizados en la industria cárnica

Nombre	Microorganismos con los que actúa	Referencia
Benzoato de sodio	Mohos, levaduras, bacterias catalasa (+)	Lück & Jager, 1999
Lactato de sodio	Bacterias anaerobias	Doores <i>et al</i> 2005
Nitrito de sodio	Bacterias Gram (-) y Gram (+)	Simpson & Sofos, 2009
Sorbato de potasio	Mohos y levaduras, bacterias catalasa (+)	Smith & Hong-Shum, 2003
Propionato de sodio	Mohos, levaduras y algunas bacterias	
Parabenos	Mohos y levaduras	
H ₂ O ₂	Bacterias, hongos, algunos virus y esporas	Souza & Roça, 2009
Ácido Láctico 2%	Bacterias mesofilas aerobias	Castillo <i>et al</i> 2001
Compuestos clorados	Bacterias mesofilas aerobias	Cutter & Siragusa, 1995
Compuestos de amonio cuaternario	Bacterias Gram positivas, Gram negativas y hongos	SENASICA, 2013
Yodoforos	Bacterias Gram positivas	SENASICA, 2013

2. Materiales y métodos

2.1 Obtención y mantenimiento de la cepa bacteriana

La cepa de *Listeria monocytogenes* liofilizada (ATCC 19115) se obtuvo del American Type Culture Collection (ATCC). La cepa se recuperó en un tubo de ensayo con agar BHI y se incubó a 37°C por 24 h (Bue M Electric Co. 100). También se realizó la tinción de Gram (NOM-143-SSA1-1995) y se observó al microscopio para identificar la morfología celular. Finalmente, la confirmación se llevó a cabo con el equipo Vitek 2.

2.2 Verificación de las propiedades fisicoquímicas de la SES

La SES fue proporcionada por Esteripharma México S.A. de C.V. y para verificar sus propiedades fisicoquímicas, se vertió un volumen de SES en un vaso de precipitados manteniéndose en agitación constante, se introdujo un electrodo portátil impermeable (Hanna Instruments HI98121 Combo pH & ORP) y se registraron los valores de pH y ORP. Después, se utilizó un fotómetro portátil (Hanna Instruments HI96771) cuyo intervalo de sensibilidad es de 0 a 500 ppm de cloro activo o de ultra rango (UHR Cl*) y, empleando un blanco con los reactivos A (Hanna Instruments HI95771AB-0) y B (Hanna Instruments 95771B-0) en la fotocelda de reacción, se calibró el equipo por 1 min. Finalmente, se introdujo un volumen de SES en otra fotocelda y se adicionaron los reactivos A y B, se homogeneizó y registró la lectura del equipo.

2.3 Determinación de la concentración bacteriana

A partir de la caja Petri con agar BHI, con la bacteria *Listeria monocytogenes*, se tomó una colonia y se suspendió en un matraz Erlenmeyer con caldo Trypticaseína Soya y se incubó a 37°C por 19 h (Incubator Shaker Labline 3525). Después, se realizaron diluciones seriadas en solución salina fisiológica estéril y se sembraron 100 µL en cajas Petri con medio de cultivo Agar Trypticaseína Soya (TSA), se incubaron a 37°C por 24 h (Blue M Electric Co. 100).

Después de la incubación, se determinó la cuenta viable según la NOM-092-SSA1-1994, para ello, se contaron aquellas cajas Petri que contenían de 25 a 250 colonias de *Listeria monocytogenes*, en el caso que la caja Petri con la menor cuenta viable tuviera un número de colonias menor a 25, se contó el total de las colonias presentes y se multiplicó por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa. Mientras que, por el contrario, si la caja Petri con la menor dilución contenía un número de colonias por arriba de las 250, se dividió la caja y se contaron las colonias de las porciones más representativas de la distribución de las mismas y se multiplicó por la cantidad de divisiones en la caja para así obtener el número total de colonias en la caja Petri, posteriormente se multiplicó por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa.

2.4 Determinación del efecto bactericida *in vitro*

Se utilizó la técnica descrita en la NMX-BB-040-SCFI-1999:

Por cada uno de los microorganismos de prueba se midió exactamente y por duplicado 99 mL del producto, se transfirió a matraces Erlenmeyer de 250 mL con tapón de rosca estériles.

Se agitaron los matraces Erlenmeyer, se suspendió la agitación, justamente antes de la inoculación, para que, en el momento de la misma, aún existiera movimiento residual del líquido y así facilitar su incorporación. Se inoculó en forma individual cada matraz con *Listeria monocytogenes* en el centro de la superficie del líquido, evitando tocar con la pipeta, el cuello y las paredes del matraz.

Se agitó el matraz Erlenmeyer con la muestra inoculada y exactamente 30 segundos después de la inoculación, se transfirió 1 mL de la misma, a un tubo de ensayo conteniendo 9 mL de la solución neutralizante diluida, se mezcló y transfirieron por duplicado alícuotas de 1.0 mL a cajas de Petri estériles y se continuó diluyendo hasta tener las diluciones necesarias para obtener placas que contuvieran de 25 a 250 colonias, se agregó a cada placa de 15 mL a 18 mL del medio agar para métodos estándar con neutralizante, se homogeneizó y se

permitió que solidificara. Se invirtieron las placas y se incubaron durante 48 h a 37°C. Después del periodo de incubación, se contó el número de UFC.

2.5 Obtención y distribución de la carne de cerdo

La carne de cerdo se obtuvo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP) ubicado en el km. 2 de la carretera Jilotepec-Corrales en Jilotepec, Estado de México. Se obtuvo a partir de la matanza (Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995), de un cerdo sexo femenino (bajo condiciones de rastro de tipo que no puede ser considerado TIF) cuya raza fue una cruce entre York-Pietrain y Duroc-Landrace, del cual se tomó el corte de Lomo, se dejó madurar por 24 horas para posteriormente hacer la distribución de la siguiente manera:

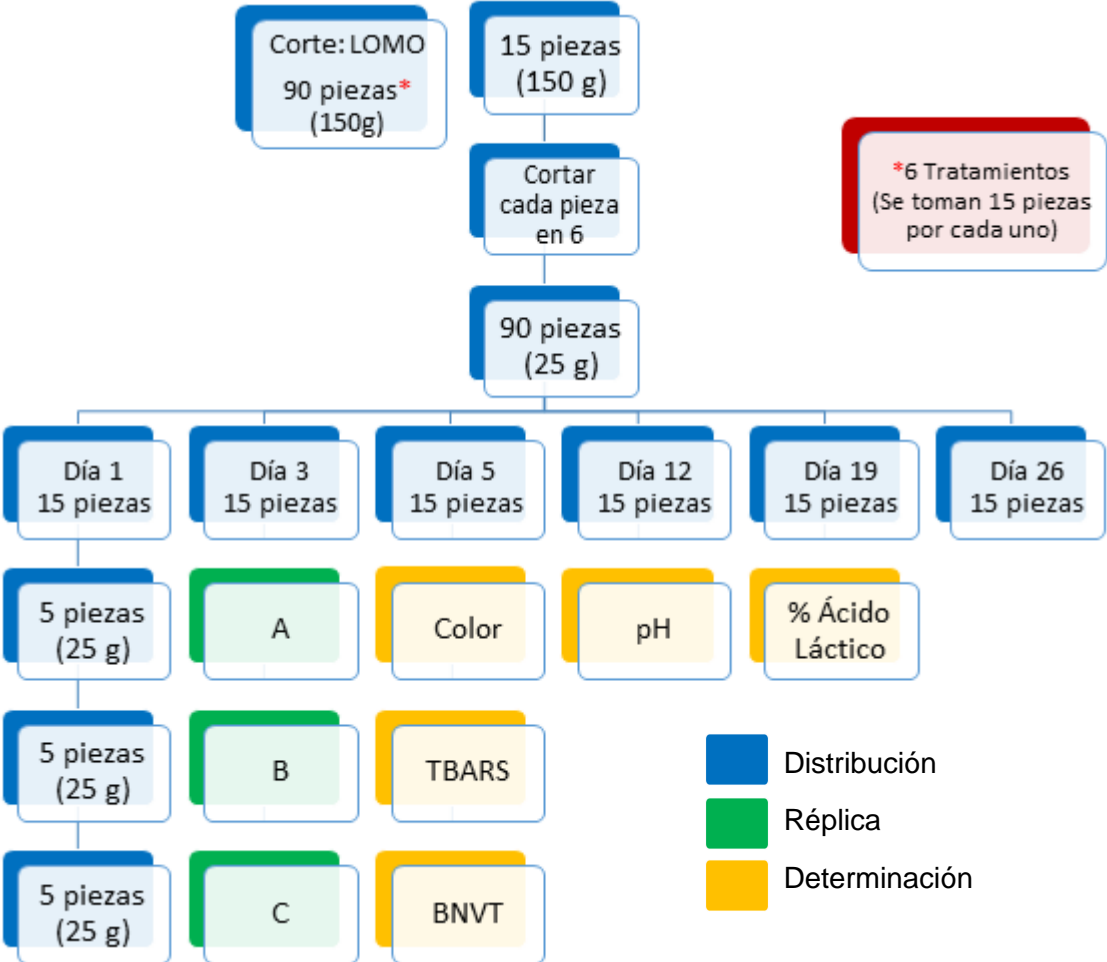


Figura 2.1 Distribución de la carne de cerdo de acuerdo a los distintos tratamientos desinfectantes

2.6 Contaminación de la carne de cerdo

Se prepararon cámaras de contaminación, dentro de una campana de flujo laminar (NUAIRE UN-440-400). Utilizando Agua Peptonada al 0.1% (AP) y se ajustó la concentración a 10^6 UFC/mL de *Listeria monocytogenes* en cada una. A continuación, se homogeneizó el volumen de AP y el inóculo, y se sumergió la carne de cerdo en cada una de las cámaras de contaminación. Se realizó la simulación de contaminación de la forma más homogénea posible por 15 minutos, se trasladó la carne a escurridores de plástico dónde se realizaba la eliminación del inóculo por 5 minutos.

2.7 Aplicación de los tratamientos

A cada grupo de carne se aplicaron por aspersión, correspondientemente, 15 mL (25 aspersiones) de solución salina fisiológica (SSF) como control, la solución SES y el desinfectante de referencia (NaClO), así como se observa en la Figura 2.2. Se dejó actuar por un minuto, se transfirieron las piezas a bolsas de plástico individuales con cierre hermético que contenían un volumen de agua Peptonada al 0.1%, se homogeneizó el contenido de éstas por 1 min y se retiró la carne para su almacenamiento en refrigeración.

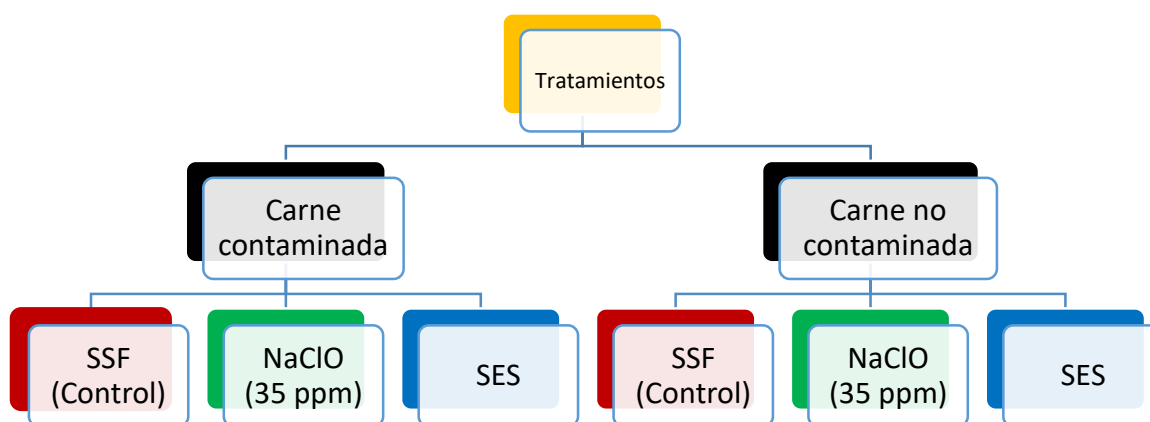


Figura 2.2 Distribución de los 6 distintos tratamientos desinfectantes para la carne de cerdo

Posteriormente, se homogeneizó el contenido de las bolsas individuales y se tomó 1 mL para transferirlo a un tubo de ensayo con 9 mL de solución salina fisiológica

(SSF) estéril. Se realizaron 5 diluciones seriadas y de las diluciones 1, 3 y 5, se tomaron 100 µL de cada una para sembrar en cajas Petri con medio TSA y se incubaron a 37°C por 24 h (Blue M Electric Co. 100).

La carne recuperada se almacenó en refrigeración y se mantuvieron así por los días 1, 3, 5, 12, 19 y 26, a partir de la aplicación de los tratamientos, posteriormente se congeló la carne correspondiente para su posterior uso en las pruebas para la evaluación de calidad.

2.8 Conteo bacteriano y determinación del porcentaje de reducción

Se contaron las colonias para las diluciones 1, 3 y 5, para cada uno de los tratamientos y para las 15 réplicas, obteniendo así las unidades formadoras de colonias que sobrevivieron después del tratamiento, para ello se usó la Fórmula 2.1.

$$Cuenta\ bacteriana = \frac{UFC}{100\ \mu L} * \frac{1000\ \mu L}{1\ mL} * F * \frac{100\ mL\ eluci\ on}{M}$$

Fórmula 2.1 Expresión de resultados de la cuenta bacteriana en placa

Dónde:

UFC = Número de unidades formadoras de colonias presentes en la caja Petri.

F = Factor de dilución.

M = Peso de la muestra en gramos.

Posteriormente, para determinar el porcentaje de reducción de *Listeria monocytogenes* por los distintos tratamientos con los desinfectantes se usó la Fórmula 2.2.

$$\% Reducci\ on = \frac{\frac{UFC}{g} control - \frac{UFC}{g} Tratamiento}{\frac{UFC}{g} Control} * 100$$

Fórmula 2.2 Expresión de resultados del porcentaje de reducción bacteriana

2.9 Evaluación de color por colorimetría

Con un colorímetro (Konika Minolta CM-600d) se obtuvieron los parámetros L, a y b a los tiempos establecidos anteriormente y, para ello, se siguió este procedimiento:

Se calibró el colorímetro con el uso de un patrón blanco, posteriormente se colocó la carne en posición transversal al instrumento asegurándose que se cubriera la totalidad del espacio hueco del mismo.

Se realizó un disparo teniendo cuidado de no quitar la carne hasta que la lectura apareciera en la pantalla del instrumento. Después, se registraron los valores de L, a y b, posteriormente se repitió en las zonas aleatorias necesarias establecidas para la medición.

Posteriormente se obtuvo la diferencia de color al medir los parámetros L, a y b posteriores y comparándolos con los iniciales. Se utilizó el parámetro ΔE y éste se calculó usando la Fórmula 2.3.

$$\Delta E = \sqrt{(L_{final} - L_{inicial})^2 + (a_{final} - a_{inicial})^2 + (b_{final} - b_{inicial})^2}$$

Fórmula 2.3 Expresión de resultados de la variación total de color (ΔE)

2.10 Determinación de pH

Se utilizó la técnica descrita en la NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos:

Se colocó la muestra en una licuadora. Se añadieron de 100 mL de agua destilada recientemente hervida por cada 10 gramos de carne, con objeto de formar una pasta uniforme.

Se tomó una porción de la muestra ya preparada, se mezcló bien por medio de un agitador y se ajustó la temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, se sumergió el electrodo en la muestra de manera que lo cubriera perfectamente, se hizo la medición de pH y se sacó el electrodo para lavarlo con agua.

El valor de pH de la muestra se lee directamente en la escala del potenciómetro.

2.11 Determinación del contenido de ácido láctico

Se utilizó la técnica descrita en la NMX-F-102-NORMEX-2010.

Se colocó la muestra en una licuadora. Se añadieron 100 mL de agua destilada recientemente hervida por cada 10 gramos de carne, con objeto de formar una pasta uniforme.

Se filtró con papel filtro Whatman No. 4, se transfirió la muestra diluida en un matraz Erlenmeyer, de acuerdo a la acidez esperada, se agitó manualmente y se adicionaron 0.25 mL de solución de fenolftaleína, y con agitación moderada, se tituló con la solución 0.1 N de hidróxido de sodio utilizando la bureta, hasta obtener un color rosa que persistiera por 30 segundos.

Se hizo una nueva titulación usando todos los reactivos y sin adicionar muestra. Se utilizó la Fórmula 2.4 para calcular el contenido de ácido láctico en la carne.

$$\frac{\text{Vol. corregido} * \left(\frac{0.1 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}}\right) * \left(\frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol \acute{a}c. l\acute{a}ctico}\right) * \left(\frac{1 \text{ mol \acute{a}c. l\acute{a}ctico}\right)}{\text{peso de la muestra}} * \left(\frac{1 \text{ mol \acute{a}c. l\acute{a}ctico}\right)}{90.08 \text{ g \acute{a}c. l\acute{a}ctico}} * 100$$

Fórmula 2.4 Expresión de resultados del porcentaje de ácido láctico en la carne de cerdo

Los resultados se expresan como gramos de ácido láctico por 100 g de carne.

2.12 Evaluación del contenido de lípidos

Se utilizó la técnica descrita por Bligh & Dyer (1959):

Se pesaron de 2 a 20 g de la carne homogeneizada en un vaso mezclador, se adicionó agua destilada suficiente para llevar a un total de 16 mL (se requiere conocer previamente el contenido de humedad para hacer el ajuste a 16 mL) junto con 40 mL de metanol y 20 mL de diclorometano. Se molió la mezcla por 2 minutos en la licuadora.

Posteriormente, se adicionaron 20 mL de diclorometano y se homogeneizó por 10 segundos a alta velocidad, finalmente se agregaron 20 mL de agua destilada y se homogeneizó de nuevo durante 30 segundos. Se centrifugó la mezcla en una centrifuga durante 10 minutos a una velocidad de 2500 rpm.

Se extrajo la fase orgánica y se filtró a través de papel filtro. El filtrado se vació a un matraz de bola a peso constante y se evaporó el disolvente a 40°C en un rotavapor, equipado con un baño a temperatura constante y una bomba de vacío. Una vez evaporado el disolvente el matraz se llevó a sequedad en una estufa de vacío a 60°C hasta peso constante y por diferencia se calculó el contenido de lípidos.

2.13 Determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Se utilizó la técnica descrita en el Manual de análisis de calidad en muestras de carne. SAGARPA-INIFAP:

Se pesaron 25.0 g de carne y se homogeneizaron con 100 mL de ácido tricloroacético al 5% m/v, se centrifugaron a 10,000 rpm durante 20 min y se filtró el sobrenadante a través de papel filtro Whatman No. 4.

Se transfirieron 2 mL del filtrado a tubos de vidrio de 16x150 mm, se adicionaron 2 mL de ácido-2-tiobarbitúrico (TBA) 80mM, se taparon y colocaron los tubos en baño María en ebullición por 30 min. Posteriormente, se enfriaron los tubos en un baño de hielo por 10 minutos y se transfirieron a las celdas de vidrio de 10 mm para leer la absorbancia a 530 nm en un espectrofotómetro calibrado con un blanco sin muestra.

Los valores de TBA se reportan en mg MDA/kg de carne, utilizando una curva patrón con una solución stock de MDA.

2.14 Determinación de bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT)

Se utilizó la técnica descrita en la NMX-F-362-S-1980:

Se pesaron 25 g de carne y se transfirieron a un matraz Erlenmeyer de 200 mL con tapón esmerilado, con ayuda de 100 mL de agua, se colocaron algunas perlas de vidrio y se agitó durante 30 minutos (evitando el calentamiento de matraz).

Se filtró a través de papel filtro Whatman No. 4 y se transfirieron con una pipeta, 10 mL del filtrado claro y sin burbujas a una caja Petri de 10 cm de diámetro (cuyos bordes estaban recubiertos con vaselina).

Se colocaron 13 gotas de solución saturada de ácido bórico en glicerina, sobre la tapa de la caja Petri de 12 cm de diámetro, con una pipeta se añadieron 2 mL de solución saturada de carbonato de sodio y se movió la placa de modo que los 2 líquidos se mezclaran en la misma. Se cubrió la caja Petri con la tapa de vidrio, de modo que las gotas quedaran suspendidas.

Se dejó en reposo durante 3 horas en horno a 40°C y posteriormente se transfirieron las gotas de la tapa de vidrio a un matraz Erlenmeyer de 250 mL con ayuda de 60 mL de agua destilada previamente calibrada a un pH de 5.1.

Se añadió 1 mL de solución alcohólica de rojo de metilo a 0.5% y 5 cm³ de solución alcohólica de verde de bromocresol a 0.4% para posteriormente titular con ácido clorhídrico 0.01 N hasta obtener una coloración rosada cenicienta. Se hizo una nueva titulación usando todos los reactivos y sin adicionar muestra

El parámetro BNVT en la muestra se calcula con la Fórmula 2.5.

$$BNVT = \frac{V * \left(\frac{0.01 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL HCl}}\right) * \left(\frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol HCl}}\right) * \left(\frac{14 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}}\right) * \left(\frac{1000 \text{ mg N}}{1 \text{ g N}}\right)}{M} * 100$$

Fórmula 2.5 Expresión de resultados de bases volátiles en carne de cerdo

Dónde:

BNVT = miligramos de bases volátiles en nitrógeno por ciento (m/m)

V = diferencia entre el número de cm³ de ácido clorhídrico gastado en la titulación que contiene la muestra, y el número de cm³ de ácido clorhídrico gastado en la titulación del blanco sin muestra.

M = peso en gramos de la muestra usada en la reacción.

2.15 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias entre tratamientos se realizaron Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor y posteriormente, una prueba de diferencia de medias significativa Tukey. El programa que se utilizó fue Microsoft Excel 2016 con la herramienta XLSTAT-Base 2016 con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95% de confianza).

3. Resultados y discusión

3.1 Confirmación de *Listeria monocytogenes*

La bacteria *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 (Apéndice A) que se utilizó para contaminar la carne de cerdo se observó al microscopio al realizar previamente una tinción de Gram y en la Figura 3.1 se observa que es un bacilo corto Gram positivo. La confirmación de la misma, por medio de VITEK 2, demostró con un nivel de confianza del 95% que se trataba de *Listeria monocytogenes*.

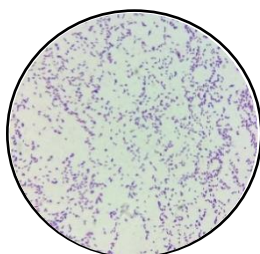


Figura 3.1 Morfología microscópica de la cepa de *Listeria monocytogenes*

3.2 Propiedades fisicoquímicas de las soluciones de trabajo

En la Tabla 3.1 se observan los resultados de las evaluaciones fisicoquímicas de la solución salina fisiológica, el NaClO y de la SES con pH neutro.

Tabla 3.1 Evaluación fisicoquímica de las soluciones de trabajo

Solución de trabajo	pH	ORP (mV)	Concentración de cloro libre (ppm)
Solución Salina Fisiológica	5.71 ± 0.30	371 ± 14.76	0.00
NaClO	7.36 ± 0.28	790 ± 20.19	35.0 ± 0.59
SES	6.92 ± 0.06	820 ± 9.30	58.0 ± 2.0

Promedio de tres réplicas ± Desviación estándar

3.3 Actividad bactericida *in vitro*

Como se indica en la NMX-BB-040-SCFI-1999, un producto bactericida debe tener un porcentaje de reducción bacteriana del 99.99% en un periodo de 30 segundos de contacto. En la Tabla 3.2 se expresa el porcentaje reducción correspondiente.

Los resultados presentados en la Tabla 3.2 indican que el tratamiento con SES al inóculo de *Listeria monocytogenes* ha logrado una reducción en la población de

esta bacteria en 3.00 Log (UFC/mL) lo cual equivale al 99.99% respecto al control y del 99.99% por parte del tratamiento con NaClO. La reducción de *Listeria monocytogenes* por parte de la SES no es significativamente diferente a la de NaClO, pero sí lo es respecto al control.

Tabla 3.2 Evaluación *in vitro* de los desinfectantes contra *Listeria monocytogenes*

Tratamiento	Log (UFC/mL)	Reducción bacteriana (%)
NaClO	3.00 ± 0.00	99.99
SES	3.00 ± 0.00	99.99

3.4 Actividad bactericida en carne de cerdo

En la Figura 3.2 se observan los resultados del conteo de *Listeria monocytogenes* en la carne luego de aplicar los tratamientos, los cuales indican una reducción de 0.72 Log (UFC/g) en la carne tratada con SES, mientras que el conteo en la tratada con NaClO no es significativamente diferente al obtenido con la SES, pero éstos si lo son respecto al tratamiento control.

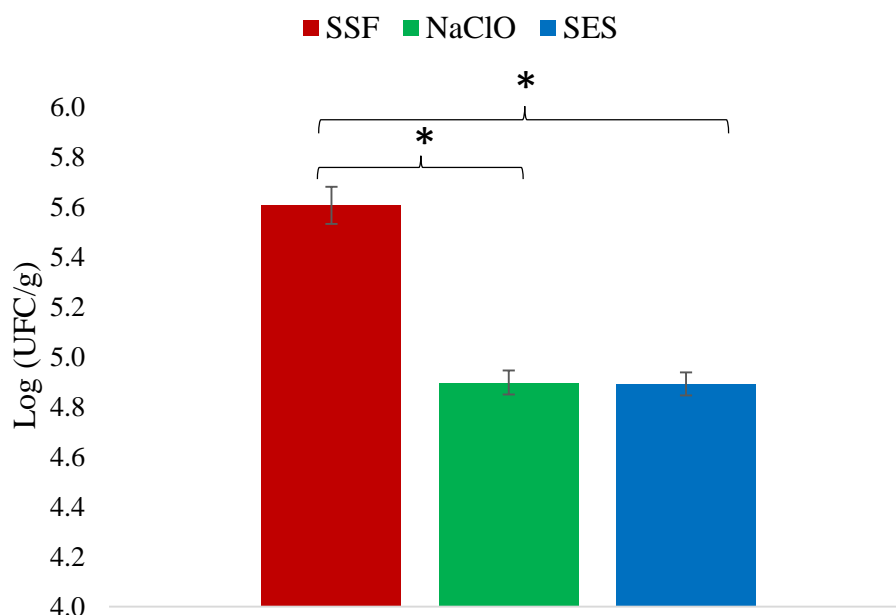


Figura 3.2 Conteo de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo tratada y almacenada por un día.
*(p < 0.05)

Estudios anteriores han demostrado que la inactivación bacteriana en diferentes superficies de alimentos procesados tratadas con soluciones electrolizadas de superoxidación se han mejorado haciendo uso de la agitación. Esto es porque las células removidas de la superficie durante la agitación fueron inmediatamente inactivadas con la SES y la agitación facilita la penetración de la SES en las superficies de prueba hacia las células restantes, o que la SES mezclada permite a los componentes clorados reaccionar más eficientemente con las células. (Park *et al.*, 2002).

Estos resultados se ven reflejados como un 80.49% y 80.72% de reducción respecto al control, para los tratamientos con NaClO y SES, respectivamente, como se observa en la Figura 3.3.

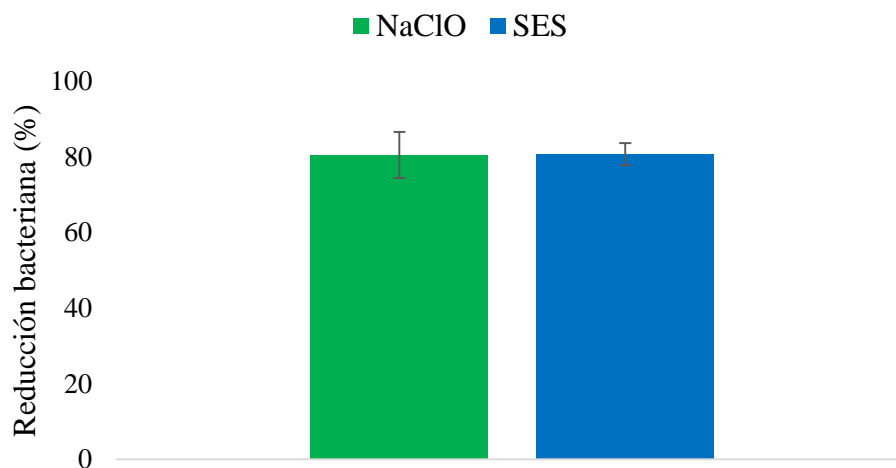


Figura 3.3 Porcentaje de reducción de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo tratada con distintos desinfectantes y almacenada por un día.

Una vez obtenidos éstos resultados, la carne se almacenó en refrigeración por ocho días, el cual es el tiempo promedio de vida de anaquel para este tipo de producto, y una vez concluido éste tiempo se procedió a realizar de nuevo el conteo bacteriano. En la Figura 3.4 se observa que la población de *Listeria monocytogenes* en el grupo control fue de 7.98 Log (UFC/g), el cual es 2.37 Log (UFC/g) mayor que la cuenta inicial, lo cual nos dice que la bacteria inicialmente inoculada continuó multiplicándose en el alimento, mientras que las bacterias residuales en la carne que recibió tratamiento desinfectante con NaClO y SES,

también siguieron aumentando su concentración en la carne, sin embargo, como se observa en la Figura 3.5, la reducción de *Listeria monocytogenes* respecto al control de la carne que fue tratada con SES es ahora de 90.82%, mientras que aquella que fue tratada con NaClO es de 89.61%, lo cual no es significativamente diferente a los resultados obtenidos con la SES, pero los tratamientos desinfectantes si son significativamente diferentes al tratamiento control.

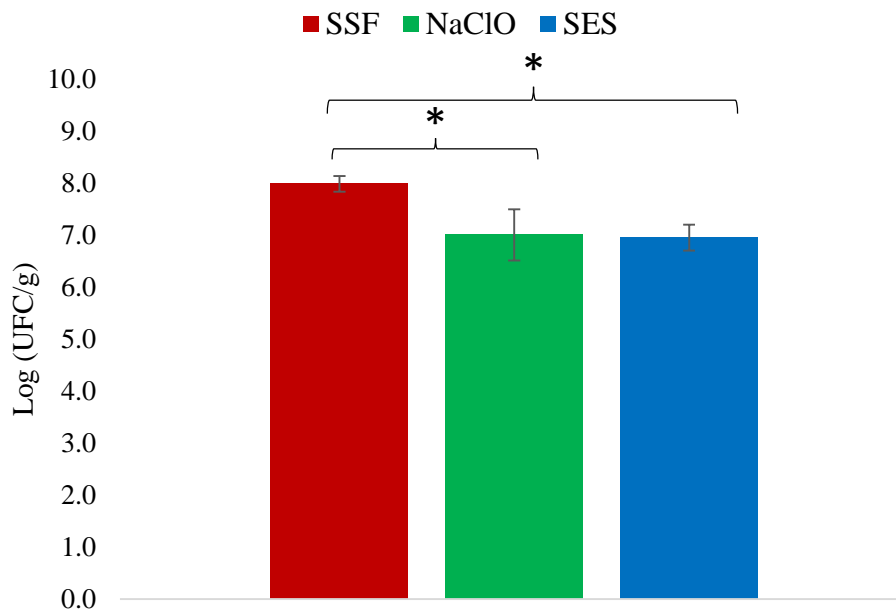


Figura 3.4 Conteo de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo tratada y almacenada por 8 días.
*($p < 0.05$).

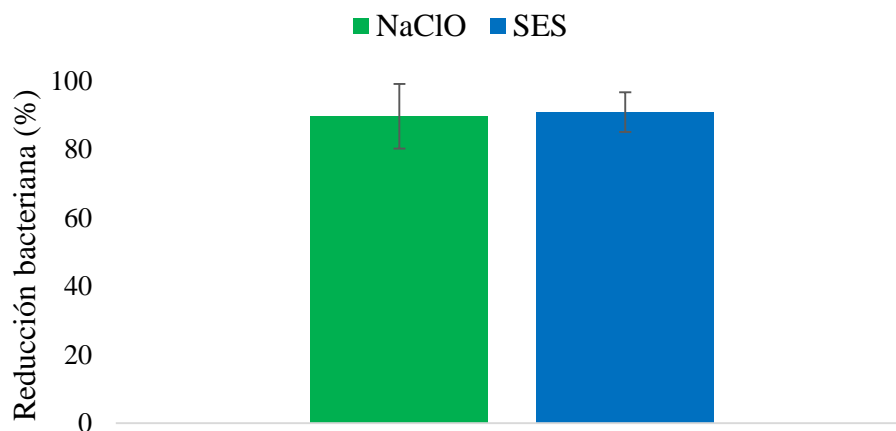


Figura 3.5 Porcentaje de reducción de *Listeria monocytogenes* en carne de cerdo tratada con distintos desinfectantes y almacenada por 8 días.

3.5 Efecto sobre el color

El color de la carne es el primer parámetro visual que tienen en cuenta los consumidores al comprarla, así que, un color marrón es sinónimo de mala calidad y poca higiene a criterio de ellos (Khliji *et al.*, 2010).

La NMX-FF-078-SCFI-2002 Define el color de la carne como: la coloración de las fibras musculares que se manifiesta en diferentes tonalidades de rojo, desde el rojo claro, rojo cereza y rojo oscuro, mismos que son referidos con base al sistema numérico pantone. La medición de color se hará en el ojo de la costilla (corte transversal de los músculos dorsales), o en caso de no exponer éste, en un corte de las masas musculares abdominales visibles.

En la Figura 3.6 se observa un patrón de colores que fue desarrollado con financiamiento del fondo sectorial SAGARPA-CPMACYT, proyecto 109127. Se conformó a partir de mediciones espectrofotocolorimétricas de 1021 canales de cerdo, proveniente de rastros TIF de toda la República Mexicana. Este patrón de color, es el primero científicamente sustentado, con datos del ganado porcino nacional.

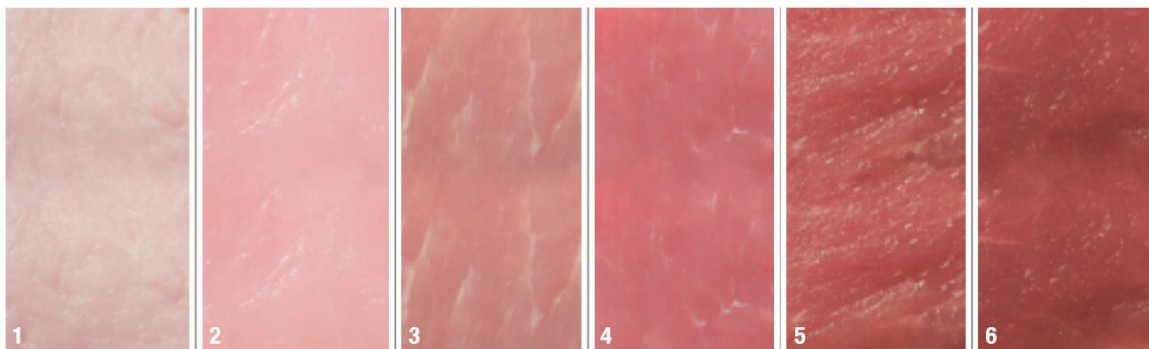


Figura 3.6 Escala descriptiva para la evaluación visual de color en carne de cerdo (Patrones visuales de la escala de color para lomo de cerdo, SAGARPA, 2013).

La tonalidad de la carne está dada por la cantidad de mioglobina y del contenido relativo de sus formas químicas: la forma oxigenada (oximioglobina – MbO₂), la forma desoxigenada (deoximioglobina – Mb) y la forma oxidada (metamioglobina – MetMb), así como de la estructura tisular de la carne (Figura 3.7). El color de la carne también depende de la cantidad de hemoglobina lo cual depende de la

extensión en el desangrado durante la matanza. La hemoglobina presente en la carne tiene propiedades de absorción similares a la mioglobina (Giddings, 1977)

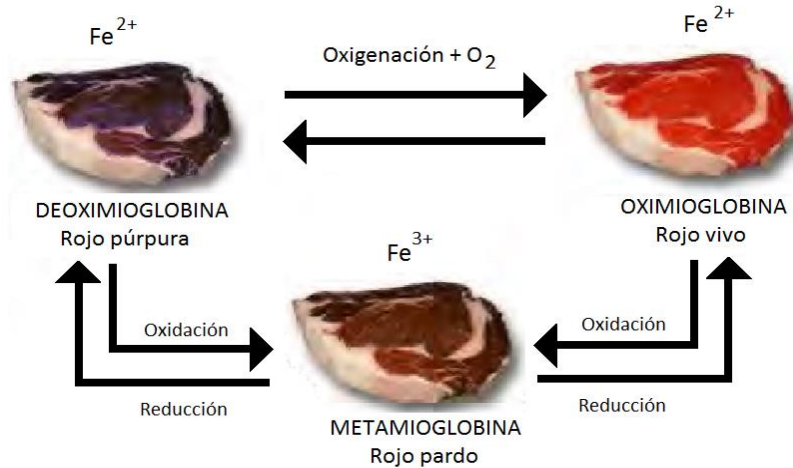


Figura 3.7 Química de la mioglobina de la carne
Modificado de: AMSA. Meat Color Guidelines, 2012

En las Figuras 3.8 a 3.10 se observan los parámetros de colorimetría *a*, *b* y *L* que fueron medidos en la carne que fue contaminada con *Listeria monocytogenes* y posteriormente tratada con los desinfectantes y un control a lo largo del tiempo de almacenamiento por 26 días. Para el parámetro *a* se observa que no hay una variación significativa en la tonalidad roja inicial de la carne de cerdo respecto al tiempo de almacenamiento en refrigeración y tampoco entre tratamientos.

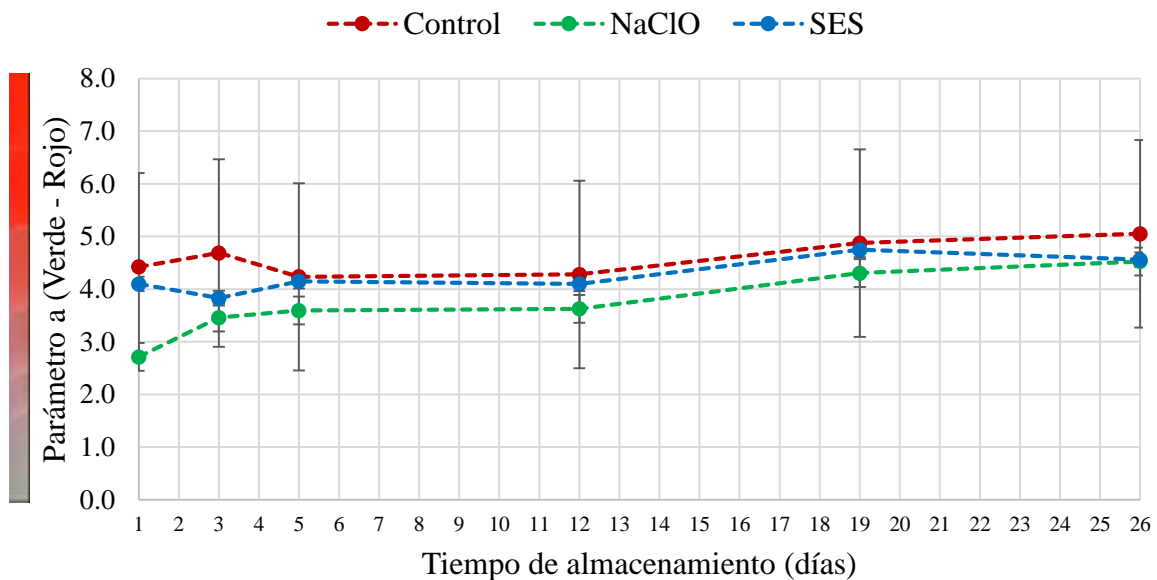


Figura 3.8 Variación del parámetro de color *a* respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Para el parámetro b de color en la carne se observa un incremento en el tratamiento control entre los días 1 y 3, y un nuevo incremento entre los días 19 y 26, mientras que para los tratamientos con los desinfectantes la única diferencia significativa es entre el día 1 y el 26 de la SES (Figura 3.9).

De acuerdo a Krzywicki (1979) un decremento en el pH está acompañado por una reducción en la penetración a profundidad de la luz, y la reflectancia aumenta, lo cual lleva a un incremento en el parámetro L , el cual se observa en la Figura 3.10 para el tratamiento control, además de un decremento en la cantidad relativa de la forma reducida de mioglobina (Mb). Al mismo tiempo, un pH bajo está acompañado de una gran susceptibilidad para los pigmentos de los músculos a ser oxigenados y oxidados y, así, tener una gran cantidad de MbO₂ y MetMb. Esto es consistente con el resultado de otros estudios (Brewer, 2004).

De acuerdo a Karamucki *et al.* (2013) el incremento en la tonalidad de amarillo depende principalmente de las proporciones de las formas reducida (Mb), oxigenada (MbO₂) y oxidada (MetMb) de la mioglobina. El incremento en la tonalidad amarilla se incrementa significativamente cuando se presenta un decremento en la cantidad de Mb y por lo tanto un incremento de MbO₂ y MetMb.

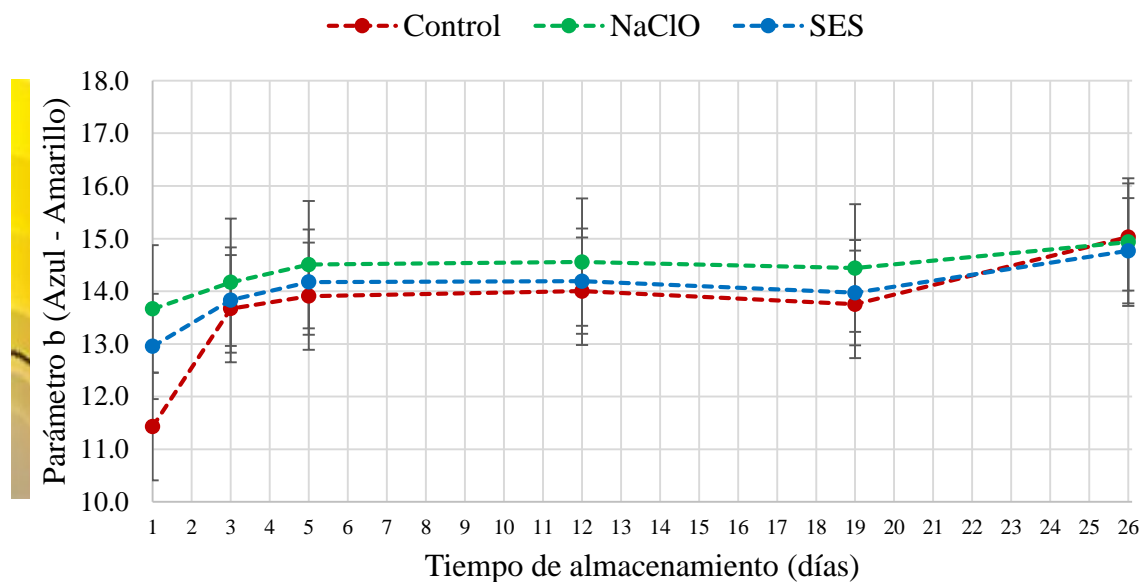


Figura 3.9 Variación del parámetro de color b respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Para el parámetro L de color en la carne (Figura 3.10) se observa un incremento significativo en el tratamiento control entre los días 1 y 3, lo cual es consistente con lo explicado anteriormente, mientras que, para los tratamientos con los desinfectantes, éste parámetro se mantiene constante durante todo el tiempo de almacenamiento en refrigeración de la carne.

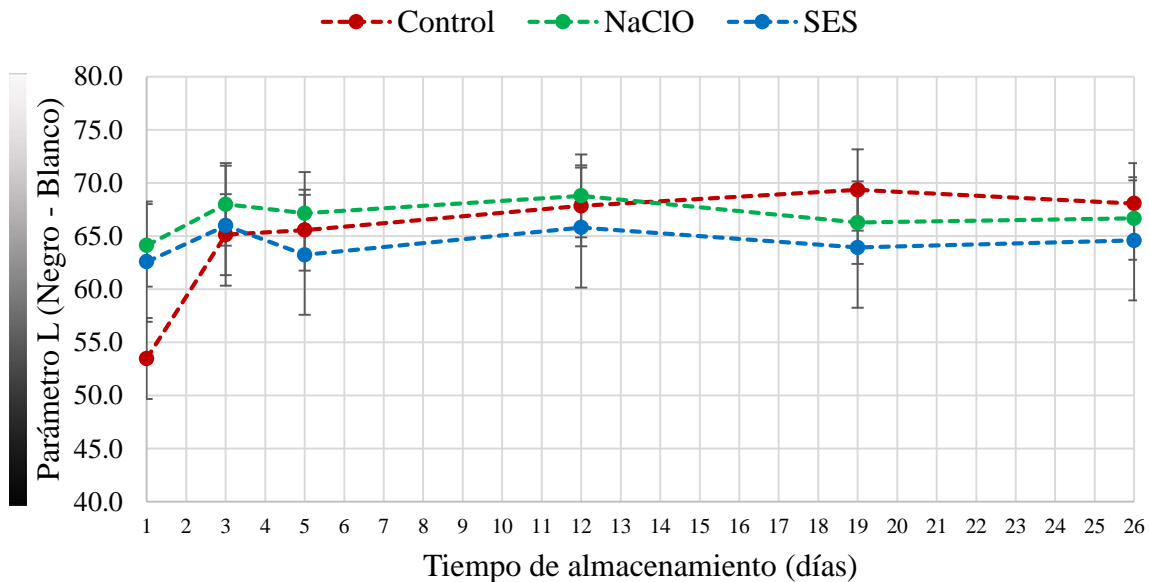


Figura 3.10 Variación del parámetro de color L respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

En la Figura 3.11 se observa la variación total de color (ΔE) respecto al tiempo de almacenamiento, en la carne que fue contaminada con *Listeria monocytogenes* y posteriormente tratada con NaClO y SES con pH neutro.

La carne que solo fue tratada con solución salina fisiológica (control) fue aquella que presentó una mayor variación de color respecto al tiempo en comparación con los desinfectantes, ya que sus valores de ΔE son significativamente más bajos y que éstos se mantienen constantes durante 26 días, además, los valores de ΔE de los desinfectantes no presentaron una diferencia significativa entre sí.

El cambio más importante de color que se presentó en la carne fue entre los días 1 y 3 del control, ya que fue el intervalo de tiempo dónde se produjo la reducción más grande en el pH.

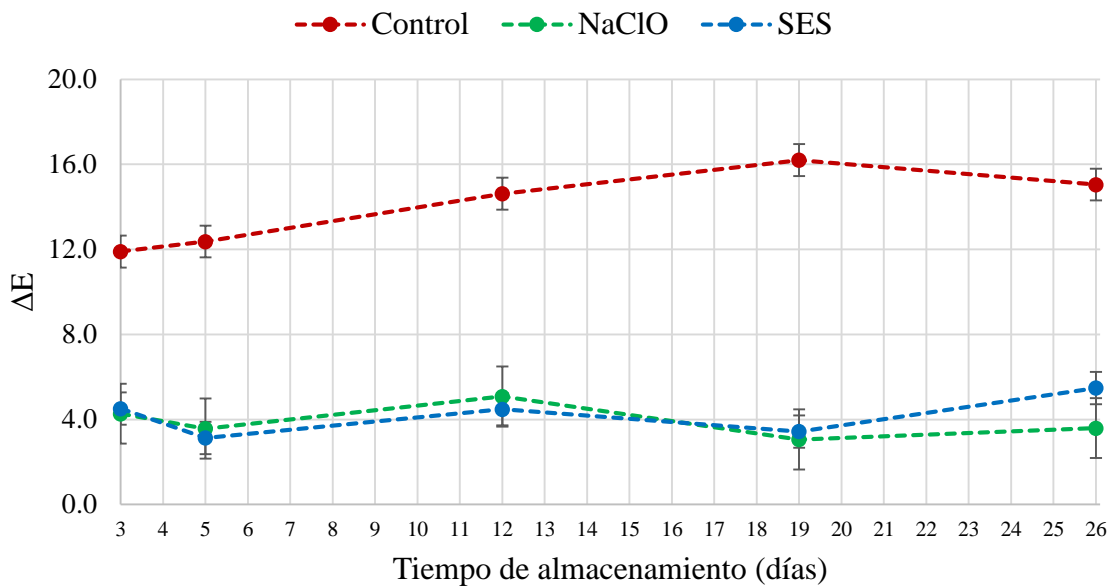


Figura 3.11 Variación del Parámetro ΔE de la carne contaminada, respecto al tiempo y a los distintos tratamientos con desinfectantes y un control

En la Figura 3.12 se observan los valores del parámetro a de color en la carne no contaminada, el tratamiento control y el de NaClO incrementan proporcionalmente respecto al tiempo, mientras que la SES se mantiene constante respecto al tiempo.

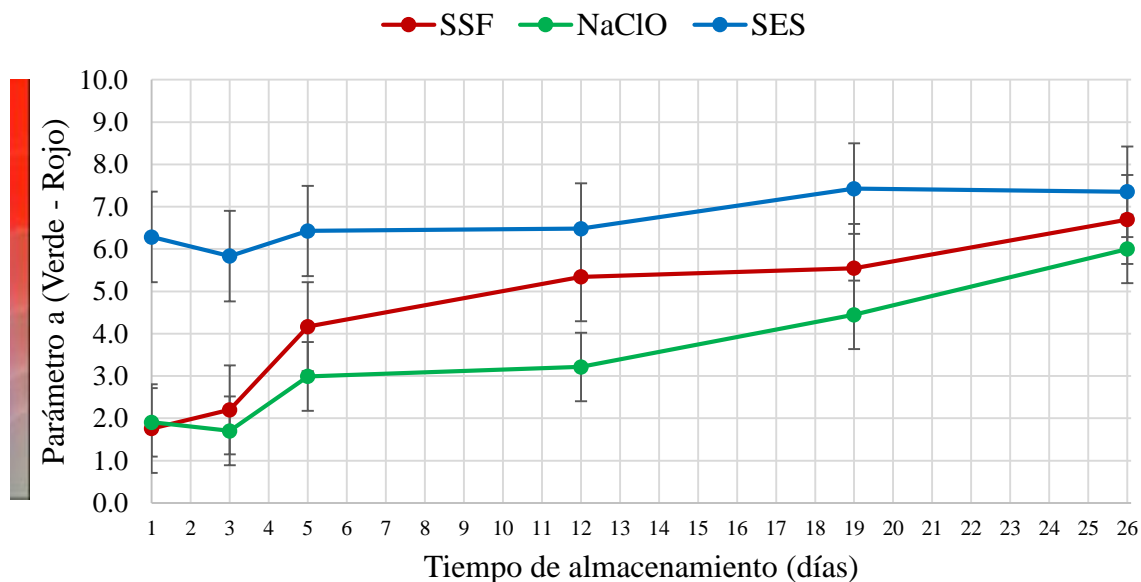


Figura 3.12 Variación del parámetro de color a con respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

En la Figura 3.13 se observa un comportamiento similar de los valores del parámetro b respecto al parámetro a , es decir, se observa un incremento proporcional en los tratamientos control y NaClO respecto al tiempo, mientras que la SES se mantiene sin cambios significativos durante el experimento.

Estos cambios pueden estar relacionados con los valores de pH que tiene ésta carne, ya que a diferencia del experimento anterior con la carne contaminada con *Listeria monocytogenes* en dónde hubo un gran decremento inicial de pH y a partir de ahí se mantuvo constante, aquí el pH de la carne va disminuyendo gradualmente respecto al tiempo, lo cual es consistente con los resultados de color y con lo explicado anteriormente respecto a las especies predominantes de mioglobina.

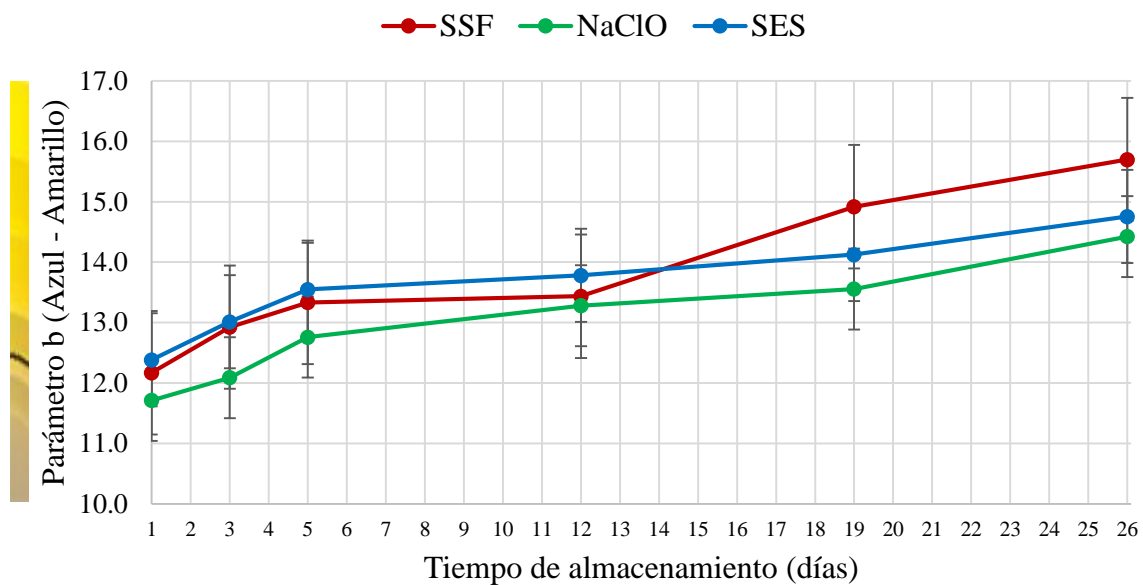


Figura 3.13 Variación del parámetro de color b con respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Para los valores de luminosidad (L) presentados en la Figura 3.14 de la carne no contaminada se observa una variación gradual respecto al tiempo, sin embargo, no existe diferencia significativa entre los valores de L respecto al tiempo de almacenamiento y tampoco entre tratamientos.

En la Figura 3.15 se observa la variación total de color (ΔE) respecto al tiempo, en la carne no contaminada con y tratada con los desinfectantes.

La carne que solo fue tratada con solución salina fisiológica (control) no presentó una variación significativa de color respecto a los desinfectantes, ya que sus valores de ΔE no son significativamente diferentes y que son constantes durante 26 días, a excepción del control que si varío significativamente entre los días 1, 19 y 26.

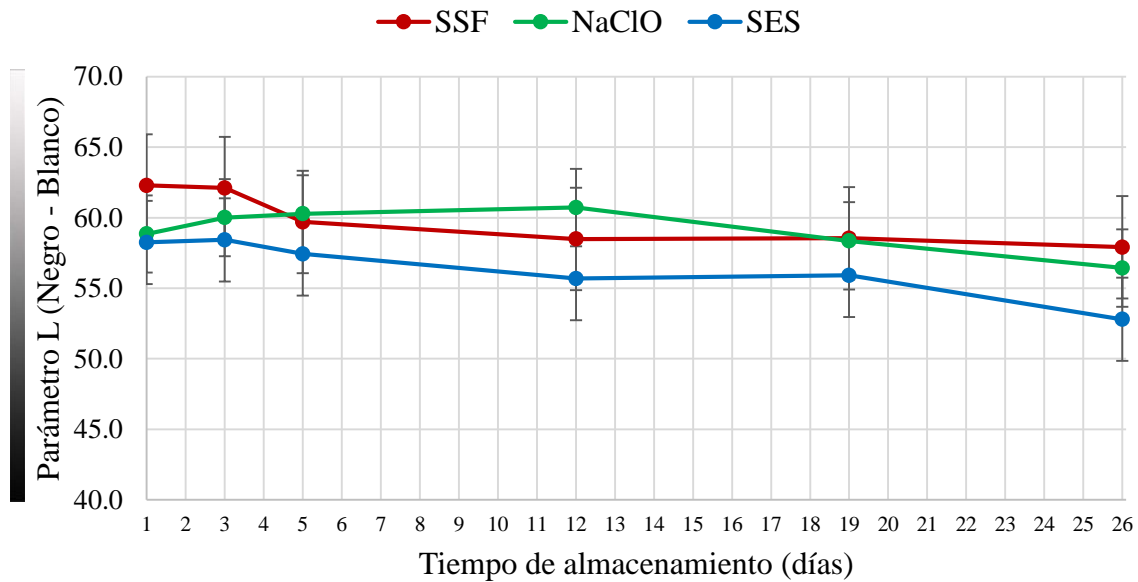


Figura 3.14 Variación del parámetro de color L con respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

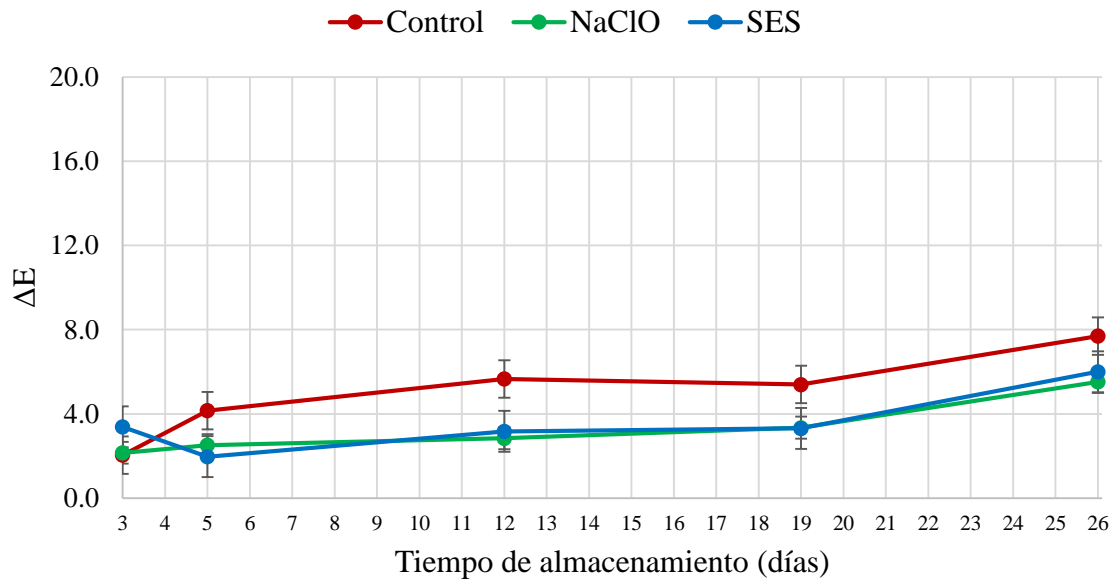


Figura 3.15 Variación del Parámetro ΔE de la carne no contaminada, respecto al tiempo y a los distintos tratamientos con desinfectantes y un control

Se dice entonces que la mayor variación entre los dos experimentos fue aquella carne que recibió el tratamiento control y que fue contaminada con *Listeria monocytogenes*, esto debido al súbito decremento de pH que tuvo entre los días 1 y 3. Mientras que la carne que fue contaminada y tratada, como aquella que solo fue tratada mantienen un proceso similar de descomposición asociado a los cambios de color respecto al tiempo (Figura 3.16).

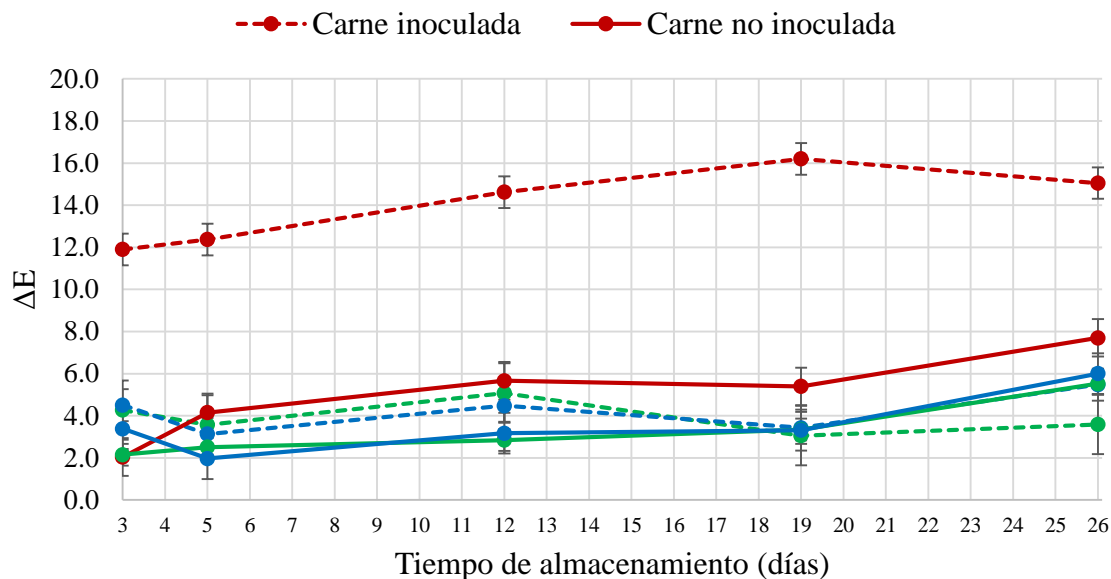


Figura 3.16 Variación del Parámetro ΔE de la carne, respecto al tiempo y a los distintos tratamientos con desinfectantes y un control

3.6 Efecto sobre el pH y el contenido de ácido láctico

El pH es el parámetro que se utiliza para medir el grado de acidificación en la carne y nos proporciona información sobre la carne, ya que influye directamente sobre la estabilidad y las propiedades de las proteínas, de su valor final, dependerán los atributos de calidad de la carne y propiedades funcionales como la Capacidad de Retención de Agua (CRA) (Oliva-García, 2012).

La matanza provoca una serie de cambios bioquímicos que llevan a la transformación del músculo a carne. A medida que disminuye la concentración de O_2 en el músculo, se crea un ambiente anaerobio que conlleva a la utilización de un metabolismo de igual manera anaerobio, es por esto que se da la acumulación de ácido láctico que provoca una reducción del pH, desde valores cercanos a la

neutralidad en el animal vivo, hasta un pH entre 5.3 y 5.7 a las 24 h de la matanza (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013). Los cambios en el pH después de la matanza son debidos a la degradación del glucógeno a ácido láctico por glucogenólisis en condiciones anaerobias.

La velocidad y la magnitud de la caída de pH después de la matanza posiblemente es la causa individual más importante de la variación existente en calidad cárnica del porcino (Pérez-Villarreal, 2014).

Como se observa en la Figura 3.17, el pH de la carne 24 h después de la matanza fue cercano a 5.70, lo cual es similar a lo reportado en diferentes investigaciones, a partir de ese punto, el tratamiento control tuvo una caída significativa de pH entre los días 1 y 3, y a partir ese día el pH para ésta carne se mantuvo constante hasta el día 26, para la carne tratada con NaClO el pH tuvo un descenso significativo entre los días 12 y 19, mientras que los valores de pH de la carne tratada con SES se mantuvieron constantes durante todo el experimento.

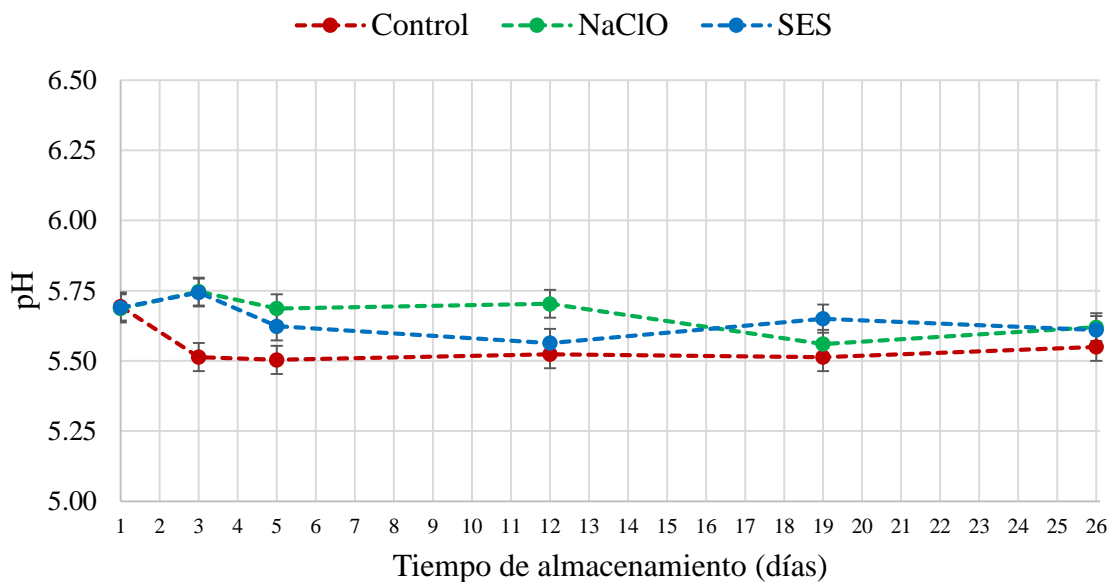


Figura 3.17 Variación de pH respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Estos valores de pH pueden ser justificados debido a que la bacteria *Listeria monocytogenes* presenta un metabolismo fermentador de carbohidratos, entre ellos la glucosa, que es uno de los metabolitos encontrados en la carne debido al proceso de glucogenólisis post-mortem, y al metabolizar la glucosa se formó ácido láctico quien provocó una disminución en el pH, esto se observa en la Figura 3.18 al tener un incremento en el porcentaje de acidez en el tratamiento control.

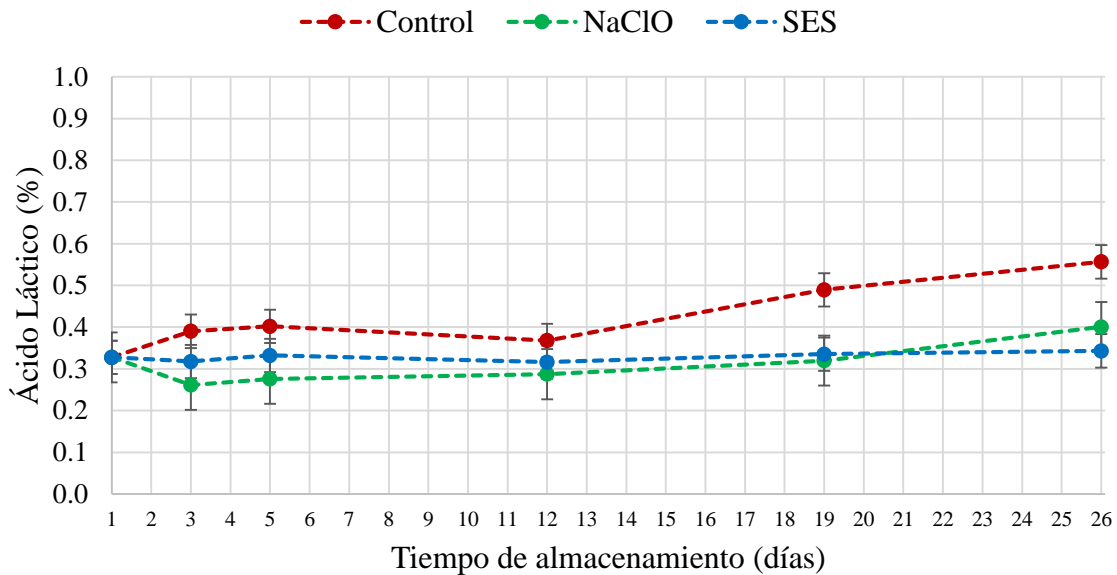


Figura 3.18 Variación del contenido de ácido láctico respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

En la Figura 3.19 se observa el comportamiento de los valores de pH respecto al tiempo de la carne no contaminada, para el tratamiento control se observa una disminución proporcional respecto al tiempo, la cual es solo significativa a partir del día 12, para el tratamiento con NaClO se observa un comportamiento que no es significativamente diferente con los valores del tratamiento control, mientras que para el tratamiento con SES sucede lo mismo.

Éstos resultados podrían ser justificados debido a la presencia de otras bacterias del ambiente que son capaces de formar ácido láctico ya que durante el proceso de eviscerado y despiezado no se mantuvieron las buenas prácticas de manufactura necesarias para ser considerado un rastro tipo TIF, por lo tanto, una contaminación cruzada puede ser un factor a considerar. Como se observa en la

Figura 3.20, la carne con tratamiento control tuvo un incremento significativo en la concentración de ácido láctico entre los días 12 y 19, respecto a los desinfectantes que no tuvieron una variación significativa durante los 26 días.

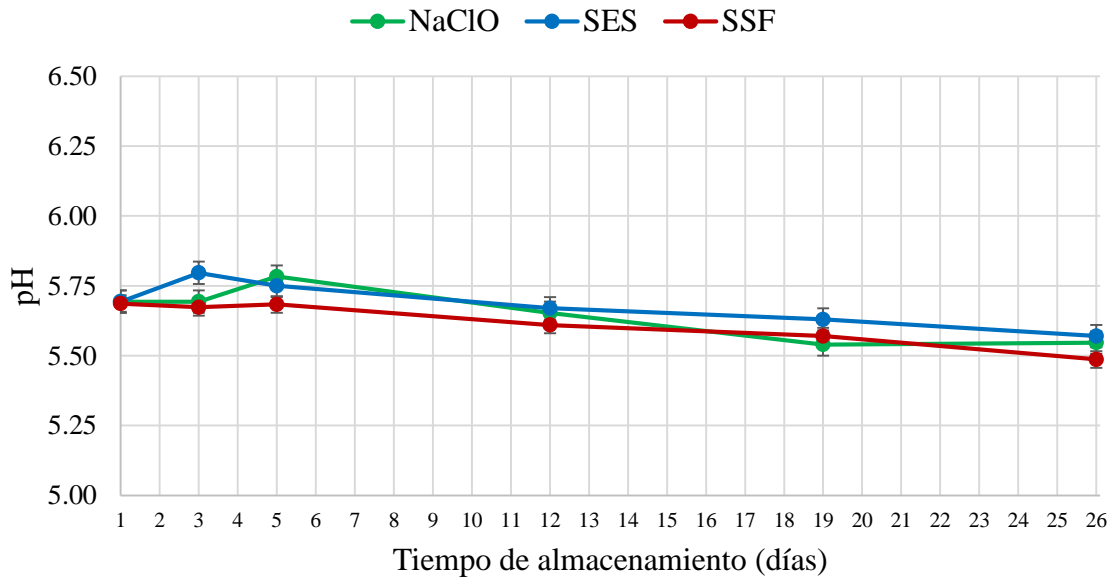


Figura 3.19 Variación de pH respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

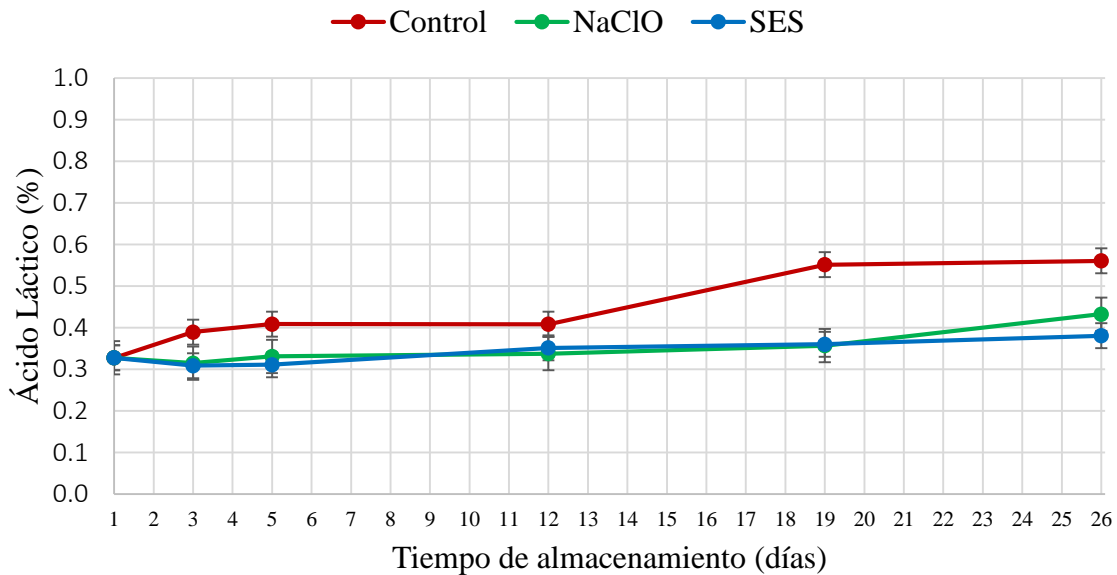


Figura 3.20 Variación del contenido de ácido láctico respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

3.7 Contenido de lípidos en la carne de cerdo (g/100g carne)

Se realizó la evaluación del contenido de lípidos en la carne para que así, a partir de éste resultado, se pudiera conocer la proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados en este corte de carne, lo cual tendrá un impacto directo en el contenido de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico.

El resultado obtenido de la evaluación de lípidos de la carne de cerdo fue del 3.05% ± 0.11, el cual es muy parecido a lo reportado en tablas para el corte Lomo de cerdo (SAGARPA, 2013).

En la Figura 3.21 se observa la proporción de ácidos grasos presentes en la carne de cerdo, siendo los ácido grasos monoinsaturados los que se encuentran en mayor cantidad, seguidos de los saturados y los poliinsaturados. El principal ácido graso monoinsaturado es el ácido oléico (C18:1) con 43.57%, el principal ácido graso saturado presente es el ácido palmítico (C16) con 25.72% y el principal ácido graso poliinsaturado es el ácido linoléico (C18:2) con 10.75%.

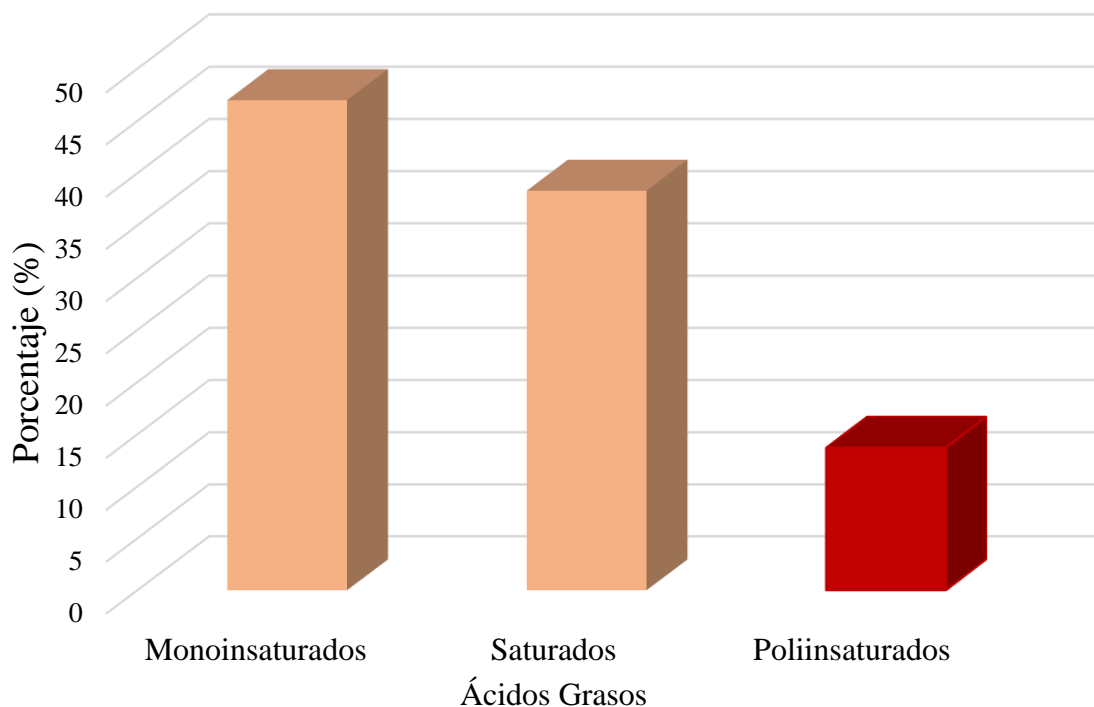


Figura 3.21 Proporción de ácidos grasos en la carne de cerdo
Fuente: Laboratorio de Toxicología, dependiente de la FMVZ, 2016.

El contenido de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS, por sus siglas en inglés), el cual refleja el contenido de malondialdehído (MDA), uno de los productos de degradación de lípidos formado durante la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados (Gomes *et al.*, 2003) es ampliamente utilizado como indicador del grado de oxidación lipídica y es considerado como un parámetro importante en la evaluación de la carne de cerdo (Tang *et al.*, 2001).

3.8 Efecto sobre las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Se realizó la curva patrón de malondialdehído (MDA) elaborada a partir de un estándar con una concentración conocida del reactivo, aplicando la misma metodología y reactivos utilizados para el análisis de muestras.

Debido a la baja proporción de ácidos grasos poliinsaturados que existe en la carne de cerdo, no se espera una alta concentración de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), además, según Wenjiao *et al.* (2013) la carne que es almacenada a temperatura de refrigeración presenta una menor concentración de MDA respecto a temperaturas más altas de almacenamiento. En la Figura 3.22 se observa que los tratamientos con los desinfectantes tienen inicialmente valores de MDA más altos respecto al tratamiento control, esto puede deberse al alto potencial óxido-reductor (ORP) que poseen las soluciones NaClO y SES, ya que esto implica una oxidación inicial de los ácidos grasos debido a los desinfectantes y posteriormente a su oxidación durante el almacenamiento. Para el control, los valores de malondialdehído se estabilizan a partir de los 5 días, mientras que para los tratamientos con SES y NaClO, la concentración de MDA se incrementa significativamente entre los días 12, 19 y 26, sin embargo, de acuerdo a Conell (1990), se establece el valor de 2 mg MDA/kg como el límite, por lo tanto, el uso de la SES no supera éstos valores de MDA.

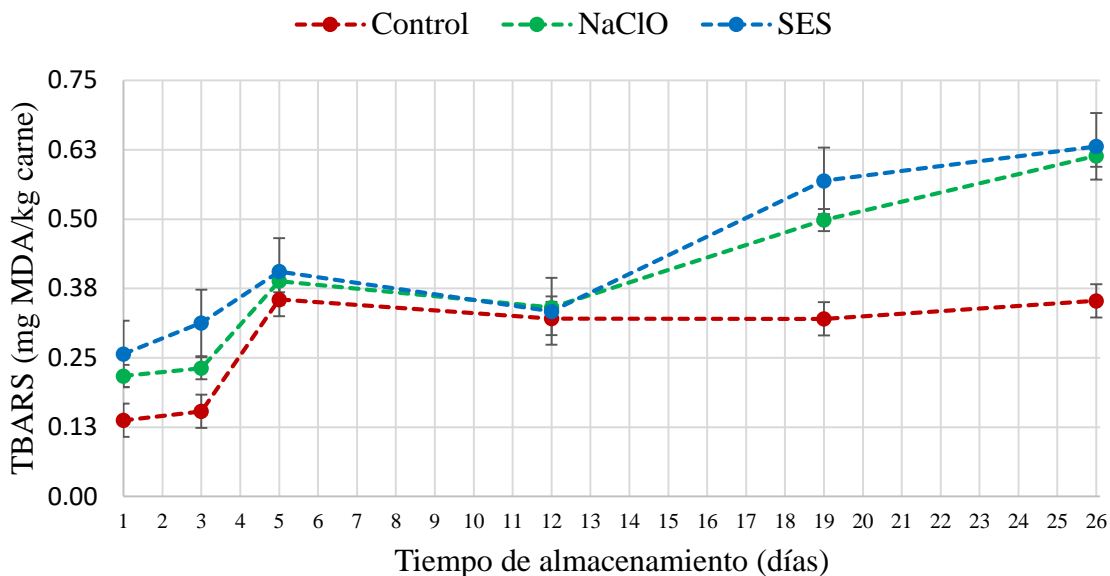


Figura 3.22 Variación del parámetro TBARS respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Para determinar si *Listeria monocytogenes* tuvo un impacto sobre la concentración de MDA en la carne durante el almacenamiento se compararon los resultados anteriores con los de la Figura 3.23, en el que se observa un comportamiento que no es significativamente diferente, por lo que se dice que la bacteria *Listeria monocytogenes* no participa en las reacciones de oxidación de los lípidos.

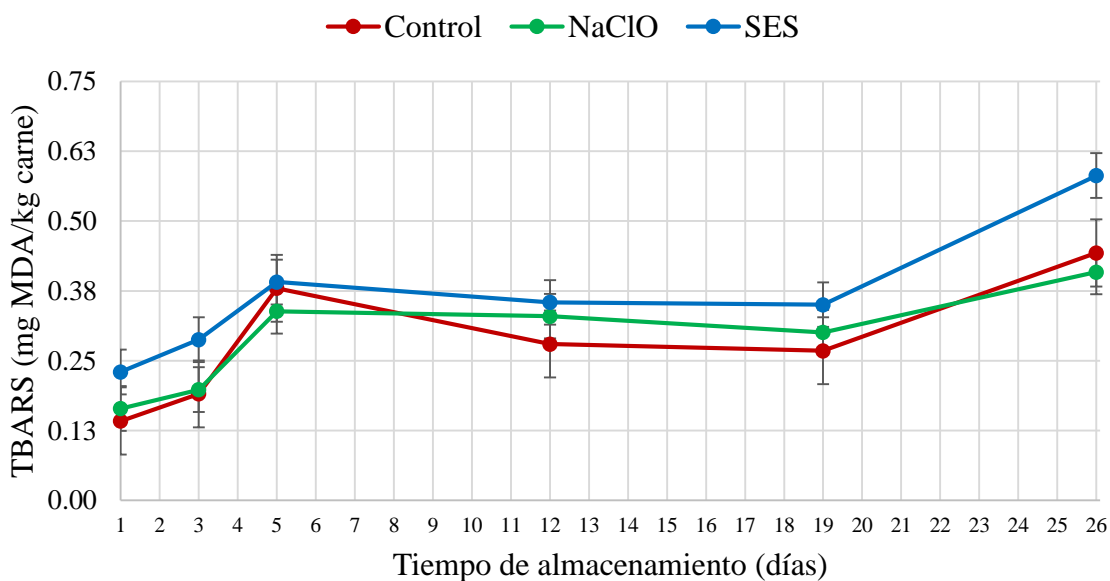


Figura 3.23 Variación del parámetro TBARS respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

3.9 Efecto sobre las bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT)

La determinación de bases volátiles es uno de los métodos más ampliamente utilizados en la evaluación de la calidad y frescura de la carne (Vinci *et al.*, 2002). Esta medición incluye la producción de trimetilamina (TMA, producida por deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas durante el almacenamiento en congelación), amoníaco (producido por la desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados básicos volátiles asociados con el deterioro de los productos cárnicos.

La cuantificación de aminas biogénicas también debe ser considerado como un marcador del nivel de contaminación microbiológica en los alimentos (Vinci *et al.*, 2002; Min *et al.*, 2004). Las aminas biogénicas son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que se forman por la descarboxilación enzimática de aminoácidos específicos en varios alimentos durante el almacenamiento (Halasz *et al.*, 1994; Hernández-Jover *et al.*, 1997; Min *et al.*, 2004). Las aminas biogénicas generalmente se producen en alimentos con altos niveles de proteínas, como en la carne, y éstas incluyen principalmente a la cadaverina que proviene de lisina, putrescina de ornitina, etc. (Chen *et al.*, 2002).

Como se observa en la Figura 3.24, la concentración de bases volátiles incrementa respecto al tiempo de almacenamiento, siendo el tratamiento control el que alcanza una mayor concentración a los 26, sin embargo, el tratamiento con NaClO no es significativamente diferente al control el resto del experimento, y siendo la SES la que retarda significativamente la descomposición de la carne.

Min *et al.* (2007) evaluó los cambios en la concentración de aminas biogénicas en lomo de cerdo durante el almacenamiento en refrigeración la correlación que existía entre la concentración y evaluó la correlación existente entre el contenido de bases volátiles totales y la concentración de aminas biogénicas, siendo cadaverina y putrescina las que mejor se correlacionan con el contenido de bases volátiles en la carne de cerdo, por lo tanto, se dice que la SES retarda la formación de éstas aminas biogénicas en la carne.

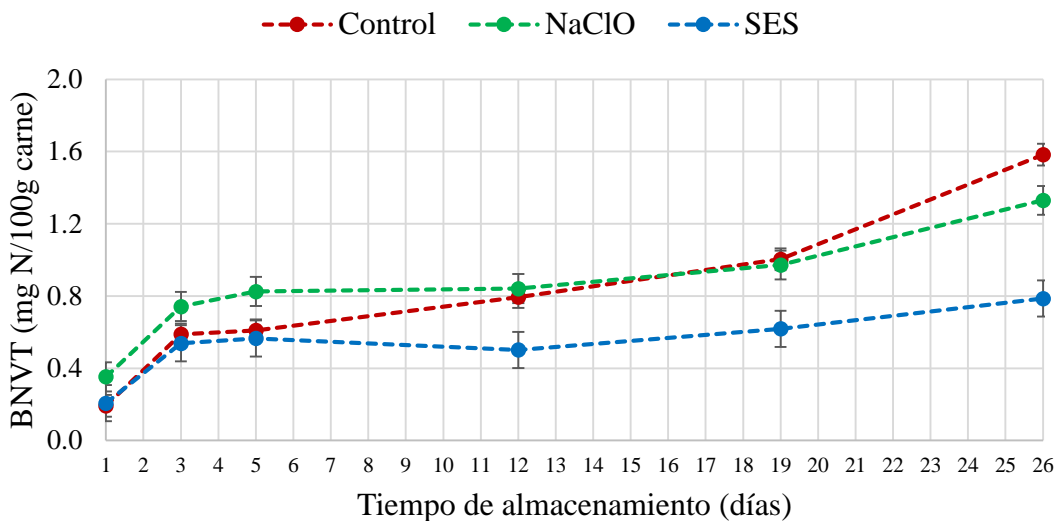


Figura 3.24 Variación del parámetro BNVN respecto al tiempo de almacenamiento de la carne contaminada y tratada con distintos desinfectantes

Con los resultados que se muestran en la Figura 3.25 se evaluó la intervención de la bacteria *Listeria monocytogenes* en la formación de bases volátiles al comparar éstos resultados con la figura anterior, y al hacer esto se dice que no existe diferencia significativa entre la carne que fue contaminada y aquella que no lo fue, esto es debido a que *Listeria monocytogenes* no tiene las enzimas capaces de descarboxilar aminoácidos y por lo tanto no es capaz de formar compuestos nitrogenados.

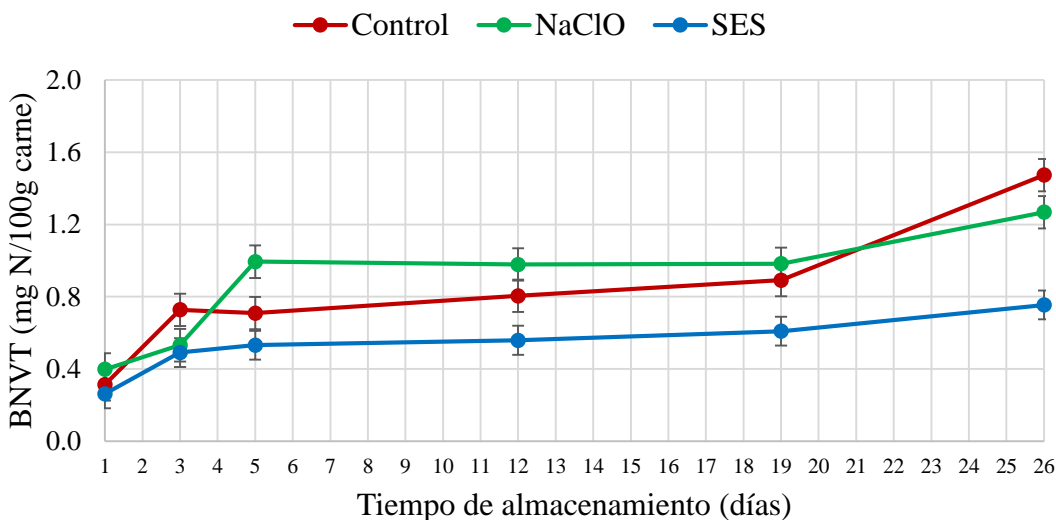


Figura 3.25 Variación del parámetro BNVN respecto al tiempo de almacenamiento de la carne no contaminada y tratada con distintos desinfectantes

En adición a esto, según información de SNIIM, 2017 se tiene que la carne de cerdo, específicamente para el corte de lomo se encuentra a un precio nacional promedio de \$117.00, mientras que la carne molida de cerdo se encuentra a un precio promedio de \$80.00. Los precios de la carne importada son un 54.25% el precio con el cual se manejan los precios de la carne exportada, lo cual implica una mayor calidad en la carne que se destina al consumo en otros países.

En este estudio se encontró una alternativa en la desinfección de la carne de cerdo al utilizar la Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro, que además de reducir con los niveles de contaminación por *Listeria monocytogenes*, también retarda los cambios fisicoquímicos que se pueden presentar en la misma, por lo cual se mantienen por más tiempo las características de calidad en la carne. Esto puede favorecer a la industria porcina mexicana para ofrecer productos frescos a países distantes como Corea, China y Japón, los cuales son un mercado estricto y que solicitan carne no congelada.

4. Conclusiones

Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro:

- Se obtuvo una reducción *in vitro* del 99.99% de *Listeria monocytogenes* y al aplicarlo en la carne de cerdo obtuvo un porcentaje de reducción del 80.72%, mientras que, a los 8 días de almacenamiento, la reducción fue del 90.82%.
- Provoca una menor variación de color (ΔE).
- Retarda el descenso de pH.
- El contenido de ácido láctico en la carne no se modificó durante el almacenamiento.
- Incrementa la concentración de MDA en la carne durante el almacenamiento, sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles.
- Retarda la formación de bases volátiles.

Hipoclorito de Sodio (NaClO):

- Se obtuvo una reducción *in vitro* del 99.99% de *Listeria monocytogenes* y al aplicarlo en la carne de cerdo obtuvo un porcentaje de reducción del 80.49%, mientras que, a los 8 días de almacenamiento, la reducción fue del 89.61%.
- Provoca una menor variación de color (ΔE).
- Retarda el descenso de pH.
- El contenido de ácido láctico en la carne no se modificó durante el almacenamiento.
- Incrementa la concentración de MDA en la carne durante el almacenamiento, sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles.
- No retarda ni promueve la formación de bases volátiles.

Listeria monocytogenes:

- La presencia de esta bacteria provoca un incremento en la variación total de color (ΔE) en la carne debido a un descenso rápido de pH el cual favorece la oxigenación y reduce la penetración de la luz.
- Provoca un descenso de pH en un tiempo más corto.

4.1 Prospectiva

- Evaluar cambios en las características sensoriales de la carne tratada con la Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro mediante evaluaciones con jueces entrenados.

5. Referencias

1. Abadias, M., Usall, J., Oliveira, M., Alegre, I., & Viñas, L. (2008). Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally-processed vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1-2), pp. 151 – 158.
2. Adesiyun, A. A., Krishnan, C. (1995). Occurrence of *Yersinia enterocolitica* O:3, *Listeria monocytogenes* O:4, thermophilic *Campylobacter* spp. In slaughter pigs, carcasses in Trinidad. *Food Microbiology*, 12, pp. 99 – 107.
3. Al-Haq, M. I., Sugiyama, J., & Isobe, S. (2005). Applications of electrolyzed water in agriculture & Food industries. *Food Science and Technology Research*, 11(2), pp. 135 – 150.
4. Armenteros, M., Heinonen M., Ollilainen, V., Toldrá, F., Estévez, M. (2009), Analysis of protein carbonyls in meat products by using the DNPH-method, fluorescence spectroscopy and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry (LC-ESI-MS). *Meat Science*, 83, pp. 104 – 112.
5. Badillo-Casasola, A. (2008). Consecuencias y beneficios de los conservadores químicos en alimentos (Trabajo escrito vía cursos de educación continua), UNAM, CDMX, México.
6. Badillo-Casasola, A. Módulo Conservadores y otros Aditivos Coadyuvantes de Acción Específica. Diplomado de Aditivos Alimentarios. Educación Continua. Facultad de Química, UNAM. Noviembre 2007.
7. Barret, T. J., Hawkins, C. L. (2012). Hypothiocyanous acid: benign or deadly? *Chemical Research in Toxicology*, 25, pp. 263 – 273.
8. Barzegari, F., Noori, M., Edalatpanah, Y., Mirhosseini, M. (2014). ZnO nanoparticule suspensions containing citric acid as antimicrobial to control *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in mango juice, *Food Control*, 42, pp. 310 – 314.
9. Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), pp. 912 – 913.

10. Branen, A. L., *et al.* Food Additives, 2° ed. Revised and Expanded, Board Marcel Dekker Inc. New York 2001.
11. Braña-Varela, D. Ramírez-Rodríguez, E., Rubio-Lozano, M. S., Sánchez-Escalante, A., Torrescano-Urrutia, G., Arenas-Moreno, M. L., Partida de la Peña, J. A., Ponce Alquicira, E., Ríos-Rincón, F. (2011). Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPA-INIFAP.
12. Brewer, S. (2004). Review: Irradiation effects on meat color. *Meat Science*, 68, pp. 1 – 17.
13. Buchanan, R. L., Philips, J. G. (1990). Response surface model for predicting the effects of temperature, pH, sodium chloride content, sodium nitrite concentration and atmosphere on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, 53, pp. 370 – 376.
14. Bucrieser, c., Christophe, R., the Listeria Consortium, Frank, K., Pascale, C., & Philippe, G. (2003). Comparison of the genome sequences of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua*: clues for evolution and pathogenicity. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 35, pp. 207 – 213.
15. Cao, W., Zhu, Z. W., Shi, Z. X., Wang, C. Y., & Li, B. M. (2009). Efficiency of slightly acidic electrolyzed water for inactivation of *Salmonella Enteritidis* and its contaminated shell eggs, *International Journal of Food Microbiology*, 130, pp. 88–93.
16. Castañeda, G., Eslava, C., Castro, N., León, J., Chaidez, C. (2014). Listeriosis en México: Importancia clínica y epidemiológica. *Salud pública en México*, 56(6), 654 – 659.
17. Castillo, A., Lucia, K., Robertson, B., Stevenson., Mercado, I., Acuff, G. R. 2001, Lactic acid sprays reduce bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef. *Journal of Food Protection*, 64 (1): pp. 58 – 62.
18. CDC (2013). Trends in Foodborne Illness in the United States, 2012. Disponible en: <http://www.cdc.gov/features/dsfoodnet2012/index.html>
19. CDC (2015). CDC and Food Safety. Disponible en: <http://www.cdc.gov/foodsafety/cdc-and-food-safety.html>

20. Chen, M. T., Lin, Y. S., Tsai, H. T., & Kuo, H. L. (2002). Efficiency of hurdle technology applied to raw cured meat (Si-raw) processing. *Asian-Aust. Journal of Animal Science* 15(11), pp. 1646 – 1652.
21. Cheng, X., Tian, Y., Zhao, C., Qu, T., Ma, C., Liu, X., Yu, Q. (2016). Bacterial effect of strong acid electrolyzed water against flow *Enterococcus faecalis* Biofilms, *Basic Research – Technology*, 42, pp. 1122 – 1123.
22. Conell, J. J. (1990). Methods of assessing and selecting for quality. In *control of fish quality* (3rd Ed.) Berlin: Springer.
23. Cravero, F., Englezos, V., Torchio, F., Giacosa, S., Río-Segade, S., Gerbi, V., Rantsiou K., Rolle, L., Cocolin, L. (2016). Post-harvest control of wine-grape mycobiota using electrolyzed water, *Innovate Food Science and Emerging Technologies*, 35, pp. 21 – 28.
24. Cutter, C. N., Siragusa, G. R. 1995. Applications of chlorine to reduce populations of *Escherichia coli* on beef. *Journal of Food Safety*, 15 (1): pp. 67 – 75.
25. Dalton, C. B., Austin, C. C., Sobel, J., Hayes, P. S., Bibb, W. F., Graves, L. M., Swaminathan, B., Proctor, M. E., Griffin, P. M. (1997). An outbreak of gastroenteritis and fever due to *Listeria monocytogenes* in milk. *The New England journal of medicine*; 336(2), pp. 100-105.
26. Davidson, P. M., & Branen, A. (2005). Food Antimicrobials – An introduction. In P. M. Davidson, J. N. Sofos, & A. L. Branen (Eds.), *Antimicrobials in food*, pp. 2, 3, 11 – 38.
27. Davies, M. J., Hawkins, C. L., Pattinson, D. I., Rees, M. D. (2008). Mammalian heme peroxidases: from molecular mechanisms to Health implications. *Antioxidants and Redox Signaling*, 10, pp. 1199 – 1234.
28. Diario Oficial de la Federación. (1978). NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-F-317-S-1978. DETERMINACIÓN DE pH EN ALIMENTOS
29. Diario Oficial de la Federación. (1994). NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-092-SSA1-1994. BIENES Y SERVICIOS – MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA.

30. Diario Oficial de la Federación. (1995). NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-033-ZOO-1995. SACRIFICIO HUMANITARIO DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS Y SILVESTRES.
31. Diario Oficial de la Federación. (1995). NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-143-SSA1-1995. BIENES Y SERVICIOS – MÉTODO DE PRUEBA MICROBIOLÓGICO PARA ALIMENTOS – DETERMINACIÓN DE *Listeria monocytogenes*.
32. Ding, T., Xuan, X., Li, J., Chen, S., Liu, D., Ye, X., Shi, J., Xue, S. J. (2016). Disinfection efficacy and mechanism of slightly acidic electrolyzed water on *Staphylococcus aureus* in pure culture, Food Control, 60, pp. 505 – 510.
33. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. (2016). Panorama Agroalimentario. Carne de porcino 2015. [en línea]. (12 de abril de 2016). Disponible en: <http://www.gob.mx/fira/documentos/panorama-agroalimentario> [Último acceso: 03/12/16].
34. Dirección General de Normas. (1980). NMX-F-362-S-1980. PRODUCTOS DE PESCA – DETERMINACIÓN DE BASES VOLÁTILES TOTALES.
35. Dirección General de Normas. (1999). NMX-BB-040-SCFI-1999. MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS – DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN PRODUCTOS GERMICIDAS.
36. Dirección General de Normas. (2002). NMX-FF-078-SCFI-2002. PRODUCTOS PECUARIOS – CARE DE BOVINO EN CANAL – CLASIFICACIÓN.
37. Dirección General de Normas. (2010). NMX-F-102-NORMEX-2010. ALIMENTOS – DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE EN ALIMENTOS – MÉTODO DE ENSAYO (PRUEBA) (Esta norma cancela la NMX-F-102-S-1978).
38. Doores, S. (2005). Capítulo 4: Organic Acids. In P. Davidson, J. N. Sofos, & A. Branen (Eds.), Antimicrobials in Food, pp. 116 – 120.
39. Feng, Y. F., Wu, S. Y., Varma J. K., Klena, J. D., Angulo, F. J., Ran, L., et al. (2013). Systematic review of human listeriosis in China, 1964 – 2010. Tropical Medicine Health, 18(10), pp. 1248 – 1256.

40. Fennema, R., (1998). *Química de los alimentos*. Editorial Acribia S. A., Zaragoza España, pp. 199 – 223, 227.
41. Forghani, F., & Oh, D. H. (2013). Hurdle enhancement of slightly acidic electrolyzed water antimicrobial efficacy on Chinese cabbage, lettuce, sesame leaf and spinach using ultrasonication and water wash. *Food Microbiology* 36, pp. 40 – 45.
42. Forghani, F., Rahman, S. M. E., Park, M. S., Park, J., Song, K. B., et al. (2013). Ultrasonication enhanced low concentration electrolyzed water efficacy on bacteria inactivation and shelf life extension on lettuce. *Food Science and Biotechnology*, 22, pp. 131 – 136.
43. Giddings, G. G. (1977). The basis of colour in muscle foods. *CRC critical reviews. Food Science and Nutrition*, 9, pp. 81 – 114.
44. Gomes, H. A., Silva, E. N., Nascimento, M. R. L., & Fukuma, H. T. (2003). Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat, *Food Chemistry*, 80, pp. 433 – 437.
45. Goulet, V., Rocourt, J., Rebiere, I., Jacquet, C., Moyses, C., Dehaumont, P., Salvat, G., Veit, P. (1998). Listeriosis outbreak associated with the consumption of “rillettes” in France in 1993. *Infectious Diseases*. 177, pp. 155 – 160.
46. Guentzel, J. L., Liang Lam, K., Callan, M. A., Emmons, S. A., & Dunham, V. L. (2008). Reduction of bacteria on spinach, lettuce and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. *Food Microbiology*, 25, pp. 36-41.
47. Guerrero-Legarreta, I., Ponce-Alquicira, E., Pérez-Chabela, M. L. (2002). *Curso práctico de tecnología de carnes y pescado*. UAM.
48. Halasz, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L., Holzappel, W. (1994). Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*, 5, pp. 42 - 49
49. Hampton, M. B., Kettle, A. J., Winterbourn, C. C. (1998). Inside the neutrophil phagosome: oxidants, myeloperoxidase, and bacterial killing, *Blood*, 92, pp. 3007–3017.

50. Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M. T., Marine-Font, A., & Vidal-Carou, M. C. (1997). Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, pp. 2098 – 2102.
51. Huang, Y. R., Hung, Y. C., Hsu, S. Y., Huang, Y. W., & Hwang, D. F. (2008). Application of electrolyzed water in the food industry, *Food Control*, 19, pp. 329–345.
52. Hunt, M., King, A. (2012). *Myoglobin Chemistry En: Hunt. King. American Meat Science Association: Meat Color Measurement Guidelines Illinois: American Meat Science Association*, pp. 3 – 10.
53. Issa, A., Kamitani, Y., Tiisekwa, A., Morita, K., Iwasaki, K. (2010). *In vitro* inactivation of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella spp.* using slightly acidic electrolyzed water. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 110(3), pp. 308 – 313.
54. Jackson, K. A., Iwamoto, M., Swerdlow, D. (2010). Pregnancy-associated listeriosis. *Epidemiology and infection*, 138(10), pp. 1503 - 1509
55. Jacquet, C., Catimel, B., Brosch, R., Buchrieser, C., Dehaumont, P., Goulet, V., Lepoutre, A., Veit, P., Rocourt, J. (1995). Investigations related to the epidemic strain involved in the French listeriosis outbreak in 1992. *Applied Environmental Microbiology* 61, pp. 2242 – 2246.
56. Jay, J. M. (1996). Prevalence of *Listeria spp.* In meat and poultry products. *Food Control* 7, pp. 209 – 214.
57. Jemni, M., Gómez, P. A., Souza, M., Chaira, N., Ferchichi, A., Otón, M., et al. (2014). Combined effect of UV-C, ozone and electrolyzed water for keeping overall quality of date palm. *LWT – Food Science Technology*, 59(2, Part 1), pp. 649 – 655.
58. Juneja, V. K., & Sofos, J. (2002). *Control of Food borne microorganisms*. New York: Marcel Dekker.
59. Karamucki, T., Jakubowska, M., Rybarczyk, A., Gardzielewska, J. (2013). The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin, *Meat Science*, 94, pp. 234 – 238.

60. Khlijji, S., van der Ven, R., Lamb, T. A., Lanza, M., Hopkins, D. L. (2010). Relationship between consume ranking of lamb colour and objective measures of color, *Meat Science*, 85, pp. 224 – 229.
61. Klebanoff, S. J. (2005). Myeloperoxidase: friend or foe, *Journal of Leukocyte Biology*, 77, pp. 598 – 625.
62. Koide, S. J., Shitanda, D., Note, M., & Cao, W. (2011). Effects of mildly heated, slightly acidic electrolyzed water on the disinfection and physicochemical properties of sliced carrot. *Food Control*, 22(3), pp. 452 – 456.
63. Koide, S., Takeda, J. I., Shi, J., Shono, H., & Atungulu, G. G. (2009). Disinfection efficacy of slightly acid electrolyzed water on fresh cut cabbage. *Food Control*, 20(3), pp. 294 – 297.
64. Komanapalli, I. R., & Lau, B. H. (1996). Ozone-induced damage of *Escherichia coli* K-12. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 46(5), pp. 610 – 614.
65. Krzywicki, K. (1979). Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef, *Meat Science*, 3, pp. 1 – 10.
66. Lee, J. H., Chun, H. H., Oh, D. H., Park, J. Y., Won, M. S., & Song, K. B. (2012). Sensory and microbiological qualities of romaine lettuce and kale affected by a combined treatment of aqueous chlorine dioxide and ultraviolet-C, *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53, pp. 387 – 396.
67. Liao, L. B., Chen, W. M., & Xiao, X. M. (2007). The generation and inactivation mechanism of oxidation-reduction potential of electrolyzed oxidizing water, *Journal of Food Engineering*, 78(4), pp. 1326 – 1332.
68. Loncarevic, S., Danielsson-Tham, M.-L., Martensson, L., Ringnér, A., Runehagen, A., Tham, W., (1997). A case of foodborne listeriosis in Sweden. *Letters in Applied Microbiology* 24, pp. 65 – 68.
69. Lück, E., & Jager, M. (1999). Capítulo 21: Ácido benzoico. In E. Lück, & M. Jager, *Conservación Química de los alimentos*, pp. 217 - 224
70. Luo, K., & Oh, D. H. (2015). Synergistic effect of slightly acidic electrolyzed water and ultrasound at mild heat temperature in microbial reduction and shelf-

- life extension of fresh-cut bell pepper, *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25, pp. 1502, 1509.
71. Luo, K., Kim, S. Y., Wang, J., Oh, D. H. (2016). A combined hurdle approach of slightly acidic electrolyzed water simultaneous with ultrasound to inactivate *Bacillus cereus* on potato, *Food Science and Technology*, 73, pp. 615 – 621.
72. Luo, K., Oh, D. H. (2016). Inactivation kinetics of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica serovar Typhimurium* on fresh-cut bell pepper treated with slightly acidic electrolyzed water combined with ultrasound and mild heat, *Food Microbiology*, 53, pp. 165 – 171.
73. McEgan, R., Danyluk, M. (2015). Evaluation of aqueous and alcohol-based quaternary ammonium sanitizers for inactivating *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on peanut and pistachio shells, *Food Microbiology*, 47, pp. 93 – 98.
74. Menconi, A., Shivaramaiah, S., Huff, G., Prado, O., Morales, J., Pumford, N., Morgan, M., Wolfenden, A., Bielke, L., Hargis, B., Tellez, G. (2013). Effect of different concentrations of acetic, citric and propionic acid dipping solutions on bacterial contamination of raw chicken skin, *Poultry Science*, 92(8), pp. 2216–2220.
75. Milillo, S., Friedly, E., Saldivar, J., Mythaiyan, A., O'Bryan, C., Crandall, P., Johnson, M., Rickie, S. (2012). A review of the ecology, genomics and stress response of *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes*. *Food Science and Nutrition*, 52(8), pp. 712 – 725.
76. Min, J. S., Lee, S. O., Jang, A., Jo, C., Park, C. S., & Lee, M. (2007). Relationship between the concentration of biogenic amines and volatile basic nitrogen in fresh beef, pork, and chicken meat. *Asian-Aust. Journal of Animal Science* 20(8), pp. 1278 – 1284.
77. Min, J. S., Lee, S. O., Jang, M., Lee, M., Kim, T. (2004). Quantitative analysis of biogenic amines in raw and processed foods of animal origin on Korean domestic market. *Asian-Aust. Journal of Animal Science* 17, pp. 1764 – 1768.

78. Painter, J., & Slutsker L. (2007). Listeriosis in humans. In: E. T. Ryser & E. H. Marth., editor. *Listeria*, Listeriosis and Food Safety 3rd ed. Boca Raton, Florida: Taylor and Francis Group; pp. 85-110.
79. Park, C. M., & Beuchat, L. R. (2002). Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during Poultry washing. *International Journal of Food Microbiology*, 72, pp. 77 – 83.
80. Pérez-Chabela, M. de L., Ponce-Alquicira, E. (2013). Manual de Prácticas de Laboratorio. Tecnología de carnes. UAM-I, pág. 8.
81. Pérez-Guirant, R. (2014). Uso de antioxidantes naturales aplicados en productos cárnicos de cerdo (trabajo monográfico de actualización), UNAM, CDMX, México
82. Pérez-Villarreal, P. G. (2014). Control de calidad e inocuidad en el proceso de obtención de carne de cerdo en establecimientos TIF (trabajo monográfico de actualización), UNAM, CDMX.
83. Ponce-Alquicira, E., Braña-Varela, D., López-Hernández, L. H., Delgado-Suárez, E. (2013). Evaluación de la frescura de la carne, SAGARPA-CONCACYT, pp. 80 – 81.
84. Porcimex (2016). Consumo Mundial Per Cápita de Carne de Cerdo 2016 [en línea]. Disponible en: <http://www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/percapita.htm> [Último acceso: 04/12/16].
85. Porcimex (2016). México: Producción de carne en Canal – Proyección – [en línea]. Disponible en: <http://www.porcimex.org/estadisticas/analiticos/prodcanal.htm> [Último acceso: 04/12/16].
86. Posfay, M., Wald, E. (2009). Listeriosis Semin. Fetal Neonatal Med, 14, pp. 228 – 233.
87. Rahman, S. M. E., Ding, T., & Oh, D. H. (2010). Inactivation effect of newly developed low concentration electrolyzed water and other sanitizers against microorganisms on spinach, *Food Control*, 21, pp. 1383 – 1387.

88. Rahman, S., Park, J., Song, K., Al, N., Oh, D. (2012). Effect of slightly acidic low concentration electrolyzed water on microbiological, physicochemical, and sensory quality of fresh chicken breast meat. *Journal of Food Science*, 71(1), pp. 35 – 41.
89. Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios publicado el 9 de Agosto de 1999.
90. Riedo, F. X., Pinner, R. W., Tosca, M. L., Cartter, M. L., Graves, L. M., Reeves, M. W., Weaver, R. E., Plikaytis, B. D., Broome, C. V- (1994). A point-source foodborne listeriosis outbreak: documented incubation period and possible mild illness. *The Journal of infectious diseases*; 170(3), pp. 693 – 696.
91. Rivera-García, A. (2016). Evaluación de la Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro en huevo para plato y huevo embrionado contaminados con *Listeria monocytogenes* (tesis de Licenciatura), UNAM, CDMX, México.
92. Rodgers, S., Cash, J., Siddiq, M., Ryser, E. (2004). A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries and cantaloupe, *Journal of Food Protection*, 4(11), pp. 721 – 731.
93. Rodríguez, M., González, V., Fernández, E. (2011). Reduction of *Salmonella entérica*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* with Electrolyzed Oxidizing Water on inoculated Hass Avocados (*Persea Americana* var. Hass). *Journal of Food Protection*, 9(6), pp. 1552 – 1557.
94. Rubio-Lozano, M. de la S., Braña-Varela, D., Méndez-Medina, R. D., Delgado-Suarez, E. (2013). Composición de la carne Mexicana, SAGARPA-CONACYT, pp. 40-41.
95. Ryser, E. T., & Marth, E. H. (2207). *Listeria, listeriosis and food safety* (3^{ra} Ed.). Taylor & Francis, CRC Press.
96. Sánchez-Cruz, E., Velarde-García, F., Romero-Sosa, I. 2013. Manual de Bioseguridad en porcinos. SENASICA. Pp. 14-15.
97. Santo, D., Graça, A., Nunes, C., Quintas, C. (2016). Survival and growth of *Cronobacter sakazakii* on fresh-cut fruit and the effect of UV.C illumination and

- electrolyzed water in the reduction of its population, *International Journal of Food Microbiology*, 231, pp. 10 – 15.
98. Scallan, E., Hoekstra, R. M., & Angulo, F. J. (2011). Food borne illness acquired in the United States-major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 17, pp. 16-22
99. Schlech, W. F., Lavigne, P. M., Bortolussi, R. A., Allen, A. C., Haldane, E. V., Wort, A. J., Hightower, A. W., Johnson, S. E., King, S. H., Nicholls, E. S., Broome, C. V. (1983). Epidemic listeriosis – evidence for transmission by food. *New England Journal of Medicine*, 308(4), pp. 203 – 206.
100. Setlow, B., Loshon, C. A., Genest, P. C., Cowan, A. E., Setlow, C., & Setlow, P. (2002). Mechanisms of killing spores of *Bacillus subtilis* by acid, alkali and ethanol, *Journal of Applied Microbiology*, 92(2), pp. 362 – 375.
101. SIAP. (2016). Producción anual. Resumen Nacional [en línea]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp [Último acceso: 03/12/16].
102. Silk, B. J., Date, K. A., Jackson, K. A., Pouillot, R., Holt, K. G., Graves, L. M., Ong, K. L., Hurd, S., Meyer, R., Marcus, R., Shiferaw, B., Norton, D. M., Medus, C., Zansky, S. M., Cronquist, A. B., Henao, O. L., Jones, T. F., Vugia, D. J., Farley, M. M., Mahon, B. E. Invasive listeriosis in the Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet), 2004-2009: further targeted prevention needed for higher-risk groups. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 2012; 54 Suppl. 5: S, pp. 396-404.
103. Simpson, C. A., & Sofos, J. N. (2009). Capítulo 14: Antimicrobial ingredients. In *Ingredients in meat products – Properties, functionality and applications*, pp. 309 – 333.
104. Skovgaard, N., Nfrung, B. (1989). The incidence of *Listeria spp.* In faeces of Danish pigs and in minced pork meat. *International Journal of Food Microbiology*, 8, pp. 59 – 63.
105. Smith, J. & Hong-Shum, L. (2003). *Food additives data book*. Great Britain: Blackwell.

106. Souza De Mello, A., Roça, R. 2009. Effect of Hydrogen Peroxide in the Scald Tank on the Microbial Count of Pork Skin. ResearchGate, pp. 27 – 30.
107. Swaminathan, B., & Gerner-Smith, P. (2007). The epidemiology of human listeriosis. *Microbes and infection*, 9(10), pp. 1236 – 1243.
108. Tang, S., Sheehan, D., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., & Kerry, J. P. (2001). Anti-oxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry fish muscle, *International Journal of Food Science and Technology*, 36, pp. 685 – 692.
109. Taormina, P., Dorsa, W. (2009). Inactivation of *Listeria monocytogenes* on hams shortly after vacuum packaging by spray application of lauric arginate, *Journal of Food Protection*, 72(12), pp. 2517 – 2523.
110. USDA (2016). Livestock and Poultry: World Markets and Trade. [En línea] (octubre de 2016). Disponible en: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf [Último acceso: 03/12/16].
111. van Dalen, C. J., Whitehouse, M. W., Winterbourn, C., C., Kettle, A. J. (1997). Thiocyanate and chlorine as competing substances for myeloperoxidase. *Biochemical Journal*, 327, pp. 487 – 492.
112. Vázquez-Sánchez, D., Cabo, M. L., & Rodríguez-Herrera, J. J. (2014). Single and sequential application of electrolyzed water with benzalkonium chloride or paracetic acid for removal of *Staphylococcus aureus* biofilms, *Journal of Food Safety*, 34(3), pp. 199 – 210.
113. Venkitanarayann, K., Lin, C., Bailey, H., Doyle, M. (2002). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on apples, oranges and tomatoes by lactic acid and hydrogen peroxide, *Journal of Food Protection*, 65(1), pp. 100 – 105.
114. Vinci, G, & Antonelli, M. L. (2002). Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*. 13, 519 – 524.
115. Walter, E., Nascimento, M., Kuaye, A. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite and paracetic acid in sanitizing green coconuts. *Letters in Applied Microbiology*, 49, pp. 366 – 371.

116. Wang, C. J., Chang, T., Yang, H., & Cui, M. (2015). Antibacterial mechanisms of lactic acid on physiological and morphological properties of *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*, *Food Control*, 47, pág. 231.
117. Wang, X. M., Lü, X. F., Yin, L., Liu, H. F., Zhang W. J., Si, W., et al. (2013). Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolates from retail raw food, *Food Control*, 32, pp. 153 – 158.
118. Warriner, K., & Namvar, A. (2009). What is the hysteria with *Listeria*? *Trends in Food Science & Technology*, 20, pp. 245 – 254.
119. Waters, B. W., & Hung, Y. C. (2014). The effect of pH and chlorine concentration on the stability and antimicrobial activity of chlorine-based sanitizers, *Journal of Food Science*, 79(4), pp. 622 – 627.
120. Weiss, S. J., LoBuglio, A. F. (1982). Phagocyte-generated oxygen metabolites and cellular injury. *Laboratory investigation*, 47, pp. 5 – 18.
121. Wenjiao, F., Yongkui, Z., Yunchuan, C., Junxiu, S., Yuwen, Y. (2014). TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures, *Meat Science*, 96, pp. 1 – 4.
122. Yan, H., Neogi, S. B., Mo, Z., Guan, W., Shen, Z., Zhang, s., et al. (2010). Prevalence and characterization and antimicrobial resistance of foodborne *Listeria monocytogenes* isolates in Hebei province in Northern China, 2005 – 2007. *International Journal of Food Microbiology*, 144, pp. 310 – 316.
123. Ye, K. P., Zhang, Q. Q., Jiang, Y., Xu, X. X., Cao, J. X., & Zhou, G. H. (2012). Rapid detection of viable *Listeria monocytogenes* in chilled pork by real-time reverse-transcriptase PCR. *Food Control*, 25(1), pp. 117 – 124.
124. Yu, T., & Jiang, X. J. (2014). Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from retail food in Hernan, China. *Food Control*, 37, pp. 228 – 231.
125. Yücel, N., Çitak, S., & Önder, M. (2005). Prevalence and antibiotic resistance of *Listeria* species in meat products in Ankara, Turkey. *Food Microbiology*, 22, pp. 241–245.

126. Zeng, X. P., Ye, G. Q., Tang, W. W., Ouyang, T., Tian, L., Ni, Y. M., et al. (2011). Fungicidal efficiency of electrolyzed oxidizing water on *Candida albicans* and its biochemical mechanism, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 112(1), pp. 86 – 91.
127. Zhang, Y. Q., Wu, Q. P., Zhang, J. M., & Yang, X. H. (2011). Effects of ozone on membrane permeability and ultrastructure in *Pseudomonas aeruginosa*, *Journal of Applied Microbiology*, 11(4), pp. 1006 – 1015.

6. Apéndices

A. Certificados de análisis de identificación de *Listeria monocytogenes*



CERTIFICATE OF ANALYSIS

ATCC® Number: 19115™
 Lot Number: 62451280

Organism: *Listeria monocytogenes* serotype 4b
 Product Format: Bacterial cells suspended in an appropriate cryoprotectant
 Expiration Date: Not applicable
 Storage Conditions: 2°C to 8°C for freeze-dried cultures; -80°C or colder for frozen cultures

Note: Do not store frozen vials in freezers with a defrost cycle, as this will expose the vials to increased temperatures.

Test / Method	Specification	Result
Gram stain and cell morphology (Visual observation method)	Gram stain and cell morphology are consistent with the organism being tested.	Gram-positive, motile rods arranged singly, in pairs and in short chains.
Colony description (Visual observation method)	Colony description is consistent with the organism being tested.	Small, entire, smooth, convex, glistening and translucent
Purity (Visual observation method)	Sample material is inoculated onto non-selective media. Cultures are examined macroscopically and microscopically after incubation. Cultures show no evidence of aberrant growth.	No evidence of aberrant growth
Viability (Titer or visual observation method)	Sample material is viable.	Confluent growth on dilution plate, >10 ⁴ cfu/vial
Phenotypic testing	Sample material is evaluated with a defined battery of phenotypic tests including evaluation by bioMérieux API®. Results are consistent with the organism being tested.	Catalase: positive Oxidase: negative B hemolysis on #260: positive 98.6% identification to <i>Listeria monocytogenes</i> using bioMérieux API®.
Genotypic testing	Sample material is evaluated by 16S ribosomal gene sequencing. Results are consistent with the organism being tested.	Identification is consistent with the organism being tested

LABORATORIO BIOTEST

Nº de cliente: 7277
Equipo N°:

Informe de examen

Editado 11-sep-2015 08:25 CST
Editado por: AREYES

Nombre del paciente: CEPARIO GENERAL
Examen: CEPARIO-3-1

Nº paciente: C-15

Bionúmero: 340200220733621
Organismo seleccionado: *Listeria monocytogenes*

Comentarios:	

Información de identificación	Tarjeta: GP	Nº de lote: 242351310	Fecha caduc.: 27-jul-2016 12:00 CST
	Finalizado: 16-jun-2015 16:13 CST	Estado: Final	Tiempo de análisis: 6,00 horas
Organismo seleccionado	98% Probabilidad <i>Listeria monocytogenes</i>		Nivel de confianza: Identificación excelente
Organismo SRF	Bionúmero: 340200220733621		
Organismos de análisis y pruebas a separar:			
Mensajes análisis: Patógeno grave, comprobar el test Camp y beta hemólisis.			
Perfil(es) típico(s) contraindicante(s) <i>Listeria monocytogenes</i> CDEX(98).			

Detalles bioquímicos																	
2	AMY	+	4	PIPLC	+	5	dXYL	-	8	ADH1	-	9	BGAL	-	11	AGLU	+
13	APPA	-	14	CDEX	-	15	AspA	-	16	BGAR	-	17	AMAN	+	19	PHOS	-
20	LeuA	-	23	ProA	-	24	BGURr	-	25	AGAL	-	26	PyrA	-	27	BGUR	-
28	AlaA	-	29	TyrA	+	30	dSOR	-	31	URE	-	32	POLYB	+	37	dGAL	-
38	dRIB	-	39	ILATk	-	42	LAC	-	44	NAG	+	45	dMAL	+	46	BACI	+
47	NOVO	+	50	NC6.5	+	52	dMAN	-	53	dMNE	+	54	MBdG	+	56	PUL	-
57	dRAF	-	58	O128R	+	59	SAL	+	60	SAC	-	62	dTRE	+	63	ADH2s	-
64	OPTO	+															

Acción	Nombre (ID de usuario)	Fecha/Hora	Comentario
Revisado por:	(Lmendoza)	30-jun-2015 08:22 CST	

Versión instalada de VITEK 2 Systems: 04.02
Guía de interpretación de CMI:
Nombre de juego de parámetros de AES:

Guía de interpretación terapéutica:
Última modificación de parámetros de AES:

B. Metodologías para la preparación de disoluciones y medios de cultivo

Caldo Trypticase Soya Estéril

Reactivos:

- a) Caldo tripticase soya en polvo 30.0 g
- b) Agua destilada 1000 mL

Preparación: Se pesan 30.0 g del caldo tripticase soya en polvo y se disuelven en 1000 mL de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer de 2 L, se agita hasta la disolución total y se tapa el matraz con una respectiva torunda de algodón y se cubre con papel aluminio, se marca el matraz con cinta testigo y se esteriliza en autoclave por 15 min a 121°C a 15 lb/in².

Agar Soya Trypticasa (TSA) Estéril

Reactivos;

- a) Caldo tripticase Soya en polvo 30.0 g
- b) Agar Bacteriológico 15.0 g
- c) Agua Destilada 1000 mL

Preparación: Se pesan 30.0 g del caldo tripticase soya en polvo, y 15.0 g de agar bacteriológico, se disuelven en 1000 mL de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer de 2 L, se agita hasta la disolución total y se tapa el matraz con una respectiva torunda de algodón y se cubre con papel aluminio, se marca el matraz con cinta testigo y se esteriliza en autoclave por 15 min a 121°C a 15 lb/in².

Agua Peptonada Estéril

Reactivos:

- | | |
|---------------------|---------|
| a) Peptona de carne | 1.0 g |
| b) Cloruro de Sodio | 8.5 g |
| c) Agua Destilada | 1000 mL |

Preparación: Se pesan 8.5 g del cloruro de sodio y 1.0 g de peptona de carne, se disuelven en 1000 mL de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer de 2 L, se agita hasta la disolución total y se tapa el matraz con una respectiva torunda de algodón y se cubre con papel aluminio, se marca el matraz con cinta testigo y se esteriliza en autoclave por 15 min a 121°C a 15 lb/in².

Solución Salina fisiológica Estéril

Reactivos:

- | | |
|---------------------|---------|
| a) Cloruro de Sodio | 8.5 g |
| b) Agua Destilada | 1000 mL |

Preparación: Se pesan 8.5 g del cloruro de sodio y se disuelven en 1000 mL de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer de 2 L, se agita hasta la disolución total y se tapa el matraz con una respectiva torunda de algodón y se cubre con papel aluminio, se marca el matraz con cinta testigo y se esteriliza en autoclave por 15 min a 121°C a 15 lb/in².

Hipoclorito de Sodio (35 ppm)

Reactivos:

- | | |
|------------------------------|------------|
| a) Hipoclorito de Sodio (6%) | 0.583 mL |
| b) Agua Destilada | 999.417 mL |

Preparación: Se miden 0.583 mL de la solución de hipoclorito de sodio al 6% y se vierten en un matraz volumétrico de 1 L, se afora hasta ésta capacidad y se vierte en un aspersor de plástico para su posterior uso.

C. Resultados completos

Resultados completos para determinar la actividad bactericida *in vitro*

Tabla C.1 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo control

Tratamiento	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/mL)	Log (UFC/mL)
Control	Incontables	Incontables	85	8.5×10^7	7.93
	Incontables	Incontables	100	1.00×10^8	8.00
	Incontables	Incontables	70	7.00×10^7	7.85
	Incontables	Incontables	83	8.3×10^7	7.92
	Incontables	Incontables	90	9.00×10^7	7.95
				Promedio	7.93
				DE	0.06

Tabla C.2 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo NaClO

Tratamiento	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/mL)	Log (UFC/mL)
NaClO	1	0	0	< 1000	< 3.00
	1	0	0	< 1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
				Promedio	3.00
				DE	0.00

Tabla C.3 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo SES

Tratamiento	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/mL)	Log (UFC/mL)
SES	1	0	0	< 1000	< 3.00
	1	0	0	< 1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
	1	0	0	<1000	< 3.00
				Promedio	3.00
				DE	0.00

Tabla C.4 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano *in vitro* con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Tratamientos	2.44×10^{16}	2	1.22×10^{16}	307.01	4.96×10^{-11}
Error	4.77×10^{14}	12	3.98×10^{13}		
Total	2.49×10^{16}	14			

Tabla C.5 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano *in vitro* con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor Crítico	Pr > Dif	Significativo	
Control vs SES	8.56×10^7	21.463	2.668	< 0.0001	Sí	
Control vs NaClO	8.56×10^7	21.457	2.668	< 0.0001	Sí	
NaClO vs SES	2.45×10^4	0.006	2.668	1.000	No	
Valor crítico del d de Tukey:			3.773			
Categoría	Medias LS	Error estándar	Límite inferior (95%)	Límite Superior (95%)	Grupos	
Control	8.56×10^7	2.82×10^6	7.95×10^7	9.17×10^7	A	
NaClO	2.46×10^4	2.82×10^6	-6.12×10^6	6.17×10^7		B
SES	1.00×10^2	2.82×10^6	-6.14×10^6	6.14×10^7		B

Resultados completos para determinar actividad bactericida en carne de cerdo al día 1 de almacenamiento

Tabla C.6 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo Control

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	154.737	Incontables	63	0	4.07x10 ⁵	5.61
	162.074	Incontables	85	0	5.24 x10 ⁵	5.72
	132.650	Incontables	42	0	3.17 x10 ⁵	5.50
	146.307	Incontables	54	0	3.69 x10 ⁵	5.57
	145.274	Incontables	70	0	4.82 x10 ⁵	5.68
B	107.353	Incontables	63	0	3.35 x10 ⁵	5.53
	108.913	Incontables	85	0	4.50 x10 ⁵	5.65
	102.518	Incontables	42	0	3.41 x10 ⁵	5.53
	118.308	Incontables	54	0	3.55 x10 ⁵	5.55
	111.184	Incontables	70	0	2.43 x10 ⁵	5.39
C	144.221	Incontables	60	0	4.16 x10 ⁵	5.62
	135.772	Incontables	85	0	6.26 x10 ⁵	5.50
	128.834	Incontables	68	0	5.28 x10 ⁵	5.72
	120.989	Incontables	41	0	3.39 x10 ⁵	5.53
	118.464	Incontables	18	0	1.52 x10 ⁵	5.18
					Promedio	5.61
					DE	0.10

Tabla C.7 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo NaClO

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	175.964	1384	14	0	7.96 x10 ⁴	4.90
	175.467	2180	13	0	7.41 x10 ⁴	4.90
	177.581	1572	16	0	9.01 x10 ⁴	4.95
	174.701	1492	15	0	8.59 x10 ⁴	4.93
	162.024	1032	10	0	6.17 x10 ⁴	4.80
B	122.166	1222	12	0	1.00 x10 ⁵	5.00
	105.271	664	7	0	6.31 x10 ⁴	4.80
	118.445	919	9	0	7.76 x10 ⁴	4.89
	111.328	788	7	0	7.08 x10 ⁴	4.85
	106.817	952	9	0	8.91 x10 ⁴	4.95
C	184.446	1499	15	0	8.13 x10 ⁴	4.91
	171.460	1082	11	0	6.31 x10 ⁴	4.80
	162.054	1621	16	0	1.00 x10 ⁵	5.00
	123.660	982	10	0	7.94 x10 ⁴	4.90
	120.640	958	10	0	7.94 x10 ⁴	4.90
					Promedio	4.90
					DE	0.06

Tabla C.8 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo SES

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	142.257	1020	10	0	7.17×10^4	4.86
	140.330	1160	12	0	8.27×10^4	4.92
	143.364	1368	14	0	9.54×10^4	4.98
	142.370	1144	11	0	8.04×10^4	4.91
	141.308	856	9	0	6.06×10^4	4.78
B	120.150	933	9	0	7.77×10^4	4.89
	119.890	975	10	0	8.13×10^4	4.91
	117.822	1201	12	0	1.02×10^5	5.01
	117.125	868	9	0	7.41×10^4	4.87
	105.130	619	6	0	5.89×10^4	4.77
C	139.086	878	9	0	6.31×10^4	4.80
	144.191	1377	14	0	9.55×10^4	4.98
	110.049	1101	11	0	1.00×10^5	5.00
	98.507	594	6	0	6.03×10^4	4.78
	89.630	553	6	0	6.17×10^4	4.79
					Promedio	4.89
					DE	0.08

Tabla C.9 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano en carne de cerdo al día 1 con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Tratamientos	1.10×10^{12}	2	5.51×10^{11}	168.276	< 0.0001
Error	1.38×10^{11}	42	3.28×10^9		
Total	1.24×10^{12}	44			

Tabla C.10 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano en carne de cerdo al día 1 con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor Crítico	Pr > Dif	Significativo	
Control vs SES	3.33×10^5	15.942	2.429	< 0.0001	Sí	
Control vs NaClO	3.31×10^5	15.833	2.429	< 0.0001	Sí	
NaClO vs SES	2.27×10^4	0.109	2.429	0.993	No	
Valor crítico del d de Tukey:			3.436			
Categoría	Medias LS	Error estándar	Límite inferior (95%)	Límite Superior (95%)	Grupos	
Control	4.11×10^5	1.48×10^4	3.81×10^5	4.41×10^5	A	
NaClO	8.00×10^4	1.48×10^4	5.01×10^4	1.10×10^5		B
SES	7.77×10^4	1.48×10^4	4.79×10^4	1.08×10^5		B

Resultados completos para determinar actividad bactericida en carne de cerdo
luego de 8 días de almacenamiento

Tabla C.11 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo Control

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	22.443	Incontables	Incontables	11	4.80×10^7	7.69
	21.637	Incontables	Incontables	22	1.02×10^8	8.01
	25.984	Incontables	Incontables	30	1.15×10^8	8.00
	31.150	Incontables	Incontables	39	1.25×10^8	7.98
	19.967	Incontables	Incontables	19	9.52×10^7	7.98
B	107.353	Incontables	Incontables	67	6.24×10^7	7.80
	108.913	Incontables	Incontables	120	1.10×10^8	8.04
	102.518	Incontables	Incontables	66	6.44×10^7	8.00
	118.913	Incontables	Incontables	180	1.51×10^8	8.18
	111.274	Incontables	Incontables	111	9.98×10^7	8.00
C	128.834	Incontables	Incontables	92	7.14×10^7	7.85
	135.772	Incontables	Incontables	99	7.29×10^7	7.90
	120.989	Incontables	Incontables	82	6.78×10^7	7.83
	144.221	Incontables	Incontables	148	1.03×10^8	8.01
	118.464	Incontables	Incontables	94	7.93×10^7	7.90
					Promedio	7.96
					DE	0.12

Tabla C.12 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo NaClO

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	14.624	Incontables	19	0	1.30 x10 ⁶	6.11
	18.460	Incontables	27	0	1.46 x10 ⁶	6.17
	32.372	Incontables	45	0	1.39 x10 ⁶	6.14
	32.847	Incontables	60	0	1.83 x10 ⁶	6.26
	21.011	Incontables	41	0	1.95 x10 ⁶	6.29
B	111.328	Incontables	Incontables	12	1.08 x10 ⁷	7.03
	118.445	Incontables	Incontables	13	1.10 x10 ⁷	7.04
	105.271	Incontables	Incontables	9	8.55 x10 ⁶	6.93
	122.166	Incontables	Incontables	16	1.31 x10 ⁷	7.12
	106.271	Incontables	Incontables	11	1.04 x10 ⁷	7.01
C	162.054	Incontables	Incontables	20	1.23 x10 ⁷	7.096.93
	184.446	Incontables	Incontables	27	1.46 x10 ⁷	7.17
	120.640	Incontables	Incontables	11	9.12 x10 ⁶	6.96
	171.460	Incontables	Incontables	23	1.34 x10 ⁷	7.13
	123.660	Incontables	Incontables	20	1.62 x10 ⁷	7.21
					Promedio	6.93
					DE	0.43

Tabla C.13 Conteo de *Listeria monocytogenes* del grupo SES

Réplica	Peso de la muestra (g)	D1	D3	D5	Cuenta (UFC/g)	Log (UFC/g)
A	16.623	Incontables	121	0	7.28×10^6	6.86
	25.795	Incontables	143	0	5.54×10^6	6.74
	32.177	Incontables	292	0	9.07×10^6	6.96
	29.259	Incontables	197	0	6.73×10^6	6.83
	18.611	Incontables	127	0	6.82×10^6	6.83
B	117.822	Incontables	Incontables	25	2.12×10^7	7.33
	120.150	Incontables	Incontables	15	1.25×10^7	7.10
	117.125	Incontables	Incontables	22	1.88×10^7	7.27
	105.130	Incontables	Incontables	10	9.51×10^6	6.98
	119.890	Incontables	Incontables	8	6.67×10^6	6.82
C	110.149	Incontables	Incontables	7	6.36×10^6	6.80
	144.191	Incontables	Incontables	10	6.94×10^6	6.84
	98.507	Incontables	Incontables	7	5.03×10^6	6.70
	89.630	Incontables	Incontables	2	2.23×10^6	6.35
	139.086	Incontables	Incontables	10	7.19×10^6	6.86
					Promedio	6.94
					DE	0.23

Tabla C.14 ANOVA de un factor entre tratamientos para el conteo bacteriano en carne de cerdo luego de 8 días de almacenamiento con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Tratamientos	6.82×10^{16}	2	3.41×10^{16}	123.832	< 0.0001
Error	1.16×10^{16}	42	2.76×10^{14}		
Total	7.98×10^{16}	44			

Tabla C.15 Prueba de Tukey (HSD) para el análisis de las diferencias entre tratamientos para el conteo bacteriano en carne de cerdo después de 8 días de almacenamiento con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor Crítico	Pr > Dif	Significativo
Control vs SES	8.28×10^7	13.654	2.429	< 0.0001	Sí
Control vs NaClO	8.25×10^7	13.604	2.429	< 0.0001	Sí
NaClO vs SES	3.00×10^5	0.050	2.429	0.999	No
Valor crítico del d de Tukey:			3.436		
Categoría	Medias LS	Error estándar	Límite inferior (95%)	Límite Superior (95%)	Grupos
Control	9.12×10^7	4.29×10^6	8.26×10^7	9.99×10^7	A
NaClO	8.79×10^6	4.29×10^6	1.42×10^5	1.74×10^7	B
SES	8.49×10^6	4.29×10^6	-1.58×10^5	1.51×10^7	B

Resultados completos para determinar efecto sobre el color de los grupos que fueron contaminados con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.16 Parámetros de color del grupo Control

Repetición	A			B			C			Promedio		
Parámetro	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L
Día 1	4.42	11.43	49.50	6.24	13.34	56.66	5.00	10.43	55.10	4.42	11.43	53.47
	5.00	12.43	52.10	2.32	12.45	51.14	3.40	10.23	53.85	DE		
	3.34	14.54	57.84	6.32	11.93	56.94	3.20	10.45	51.09	1.66	1.51	3.32
	4.55	11.55	58.25	5.23	10.12	53.50	4.10	11.43	53.00			
	4.29	11.31	45.85	4.23	6.80	53.94	4.67	13.00	53.36			
Día 3	6.98	12.50	52.78	2.86	13.40	67.04	2.97	13.15	70.76	4.69	13.67	65.13
	6.60	13.54	64.80	3.32	14.66	68.66	4.76	15.46	65.20	DE		
	6.93	13.66	56.22	4.28	13.23	66.85	5.28	14.41	66.87	1.78	0.78	5.72
				2.73	12.89	67.62	6.54	67.62	61.88			
				1.99	13.31	74.46	5.66	74.46	63.53			
Día 5	8.20	13.94	53.07	2.73	14.04	67.29	2.15	13.06	66.70	4.23	13.91	65.57
	7.25	15.30	58.38	3.37	13.30	66.52	3.42	14.62	67.53	DE		
	5.56	11.94	53.99	2.95	13.34	67.53	2.46	14.68	68.70	1.87	0.85	6.41
				5.43	13.85	71.35	13.85	14.15	66.72			
				3.53	14.28	73.59	14.28	14.28	71.01			
Día 12	4.50	15.76	64.04	3.61	13.69	68.36	3.96	14.42	69.38	4.28	14.00	67.84
	8.41	13.83	67.00	3.10	14.76	70.30	3.50	14.07	69.62	DE		
	4.47	12.79	68.68	2.95	12.45	69.13	4.47	14.10	66.35	1.86	0.84	3.53
				3.07	14.64	72.21	8.02	13.90	61.14			
				3.01	13.60	73.07	2.54	14.00	62.68			
Día 19	6.35	14.53	69.35	3.90	12.43	67.17	5.34	13.29	70.00	4.88	13.75	69.34
	7.83	13.33	70.00	3.60	13.44	66.29	5.34	12.74	69.83	DE		
	6.16	15.68	68.68	4.08	12.67	66.88	4.00	14.72	71.02	1.32	0.93	1.70
				3.96	13.52	70.74	13.52	14.37	69.92			
				3.11	13.94	72.18	13.94	14.10	69.34			
Día 26	7.98	16.50	67.65	3.88	12.33	68.00	5.32	16.26	66.37	5.05	15.03	68.06
	6.89	15.34	64.44	4.06	14.36	67.89	5.36	15.04	72.90	DE		
	5.84	12.71	64.76	4.91	13.86	70.10	5.31	16.92	69.54	1.47	1.46	2.29
				3.56	15.99	67.96	6.18	16.46	68.06			
				2.75	14.29	68.06	3.62	15.33	69.00			

Tabla C.17 Parámetros de color del grupo NaClO

Repetición	A			B			C			Promedio		
Parámetro	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L
Día 1	2.03	13.90	62.81	3.21	13.53	63.12	2.90	13.99	64.15	2.71	13.43	64.13
	0.81	12.19	64.23	4.81	14.72	62.01	3.45	12.05	63.66	DE		
	1.23	12.66	62.01	4.55	15.78	66.39	3.78	15.19	67.42	1.68	1.51	1.94
	0.32	12.27	66.23	3.41	14.41	61.83	2.19	15.35	67.54			
	0.71	10.25	64.03	4.18	14.18	64.13	4.51	14.48	62.31			
Día 3	4.42	14.33	65.37	2.91	14.37	68.43	2.56	13.75	69.00	3.46	14.17	67.99
	4.25	10.43	62.70	4.28	14.94	65.54	2.30	15.72	72.86	DE		
	6.11	12.47	57.55	5.54	15.63	67.88	2.91	16.33	72.55	1.33	1.51	4.40
				2.48	14.03	68.83	1.94	14.46	72.84			
				2.18	13.56	71.39	3.09	14.17	68.92			
Día 5	3.33	15.02	68.72	3.36	14.39	68.13	2.20	13.06	68.66	3.59	14.51	67.14
	3.35	13.97	61.86	4.08	14.57	69.29	3.21	14.62	67.70	DE		
	7.08	14.94	56.30	2.92	14.01	69.87	4.61	14.68	66.36	1.34	0.92	4.07
				1.96	12.14	66.92	4.14	14.15	70.73			
				4.27	15.19	66.50	2.18	14.28	71.80			
Día 12	2.23	15.22	72.84	3.59	13.92	69.79	3.24	13.78	71.49	3.63	14.55	68.78
	2.39	12.34	60.42	3.73	14.96	68.34	5.17	16.60	71.45	DE		
	5.20	14.78	57.38	4.38	13.33	65.72	4.24	17.07	72.23	1.10	1.33	4.82
				1.66	13.55	70.35	4.58	15.45	72.37			
				3.11	13.65	70.00	3.62	14.56	71.80			
Día 19	3.85	15.84	69.64	3.72	15.05	68.69	4.40	14.62	65.37	4.30	14.44	66.27
	4.85	13.92	62.20	5.52	14.67	62.66	4.30	15.18	68.12	DE		
	6.02	14.40	60.29	4.87	14.73	69.30	4.53	14.36	69.36	0.93	0.83	3.54
				2.74	12.61	68.40	4.07	13.31	62.40			
				2.85	14.14	70.84	4.20	14.89	64.22			
Día 26	6.98	17.91	62.27	3.22	14.67	68.33	3.69	14.57	71.01	4.52	14.93	66.66
	5.26	13.96	60.53	5.63	14.26	64.51	4.24	16.02	64.82	DE		
	7.16	15.03	59.12	4.71	14.46	65.71	5.15	14.73	69.74	1.55	1.15	4.54
				1.61	13.26	73.58	4.33	14.86	71.08			
				3.26	15.92	71.33	3.58	14.50	64.52			

Tabla C.18 Parámetros de color del grupo SES

Repetición	A			B			C			Promedio		
Parámetro	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L
Día 1	7.86	12.95	62.59	2.26	12.91	65.15	1.48	13.99	60.73	4.10	12.95	62.59
	9.09	12.08	63.00	2.56	12.82	61.50	1.50	12.46	61.81	DE		
	7.75	12.82	62.18	1.98	11.81	60.41	3.52	15.35	66.16	3.10	0.88	1.51
	8.61	13.00	62.94	1.32	11.91	62.76	1.90	13.38	63.08			
	7.72	12.90	62.24	3.09	13.50	63.01	0.81	13.90	61.29			
Día 3	7.21	14.13	54.95	3.24	13.20	67.33	1.70	14.00	75.09	3.83	13.83	65.98
	7.40	14.55	57.68	2.99	12.54	68.29	3.12	13.55	68.33	DE		
	6.02	14.64	56.68	3.32	13.06	66.80	2.89	16.01	73.60	1.83	0.97	6.07
				3.52	14.40	68.21	2.68	14.09	67.20			
				3.42	12.81	65.63	2.24	12.85	67.97			
Día 5	4.15	13.64	48.41	2.79	13.55	67.37	7.07	14.16	64.09	4.15	14.17	63.23
	4.20	14.64	52.74	3.10	14.74	69.05	7.38	14.87	57.01	DE		
	4.10	14.54	52.60	2.43	13.67	66.22	4.89	14.17	68.66	1.62	0.45	7.73
				1.87	13.60	72.06	3.62	14.32	68.20			
				3.65	14.58	68.39	4.69	14.02	67.24			
Día 12	4.08	13.78	59.92	4.07	14.78	67.70	2.16	14.25	73.94	4.10	14.19	65.80
	8.84	14.73	50.10	3.61	15.23	68.71	2.16	13.76	71.12	DE		
	5.80	13.98	53.03	4.47	12.84	66.40	4.17	15.54	72.84	1.75	0.79	7.22
				4.07	13.63	68.66	2.48	14.62	69.35			
				4.26	13.08	65.88	3.11	14.25	67.76			
Día 19	3.13	13.15	59.10	4.74	13.83	66.44	3.18	14.52	65.13	4.75	13.97	63.92
	8.78	15.36	51.39	4.49	13.63	68.11	4.57	14.10	68.07	DE		
	6.72	13.97	57.55	4.91	13.16	65.80	3.61	15.30	67.53	1.52	0.76	4.99
				4.85	14.10	66.82	4.19	12.76	67.18			
				4.65	13.84	63.92	3.90	13.88	63.92			
Día 26	4.41	13.72	53.50	5.91	12.71	65.11	3.12	14.73	71.40	4.56	14.77	64.59
	7.49	14.95	53.05	6.60	18.74	65.78	2.95	12.81	68.44	DE		
	5.93	14.25	55.14	4.36	13.40	64.47	3.53	17.73	69.53	1.47	1.81	6.40
				4.15	14.09	68.27	4.24	15.33	67.62			
				3.52	13.63	67.69	3.05	15.88	69.72			

Tabla C.19 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro a con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	77.730	17	4.572	1.643	0.056
Error	617.937	222	2.783		
Total	695.667	239			

Tabla C.20 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro a , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inferior	Limite Superior	Grupos	
Control	1	4.421	0.431	3.572	5.270	A	B
	3	4.685	0.463	3.774	5.597	A	B
	5	4.234	0.463	3.322	5.146	A	B
	12	4.278	0.463	3.366	5.189	A	B
	19	4.882	0.463	3.970	5.793	A	B
	26	5.050	0.463	4.138	5.962	A	
NaClO	1	2.712	0.431	1.863	3.561		B
	3	3.459	0.463	2.547	4.371	A	B
	5	3.592	0.463	2.680	4.503	A	B
	12	3.627	0.463	2.715	4.539	A	B
	19	4.302	0.463	3.390	5.213	A	B
	26	4.525	0.463	3.613	5.437	A	B
SES	1	4.097	0.431	3.248	4.946	A	B
	3	3.828	0.463	2.916	4.740	A	B
	5	4.149	0.463	3.237	5.061	A	B
	12	4.099	0.463	3.187	5.011	A	B
	19	4.747	0.463	3.835	5.659	A	B
	26	4.557	0.463	3.645	5.469	A	B

Tabla C.21 ANOVA de un factor tratamientos del parámetro b con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	167.493	17	9.853	6.966	< 0.0001
Error	314.002	222	1.414		
Total	481.495	481			

Tabla C.22 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro b , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inf.	Limite Superior	Grupos		
Control	1	11.429	0.307	10.824	12.034			C
	3	13.669	0.330	13.019	14.319	A	B	
	5	13.906	0.330	13.256	14.556	A	B	
	12	14.001	0.330	13.351	14.651	A	B	
	19	14.581	0.330	13.931	15.231	A		
NaClO	26	15.029	0.330	14.379	15.679	A		
	1	13.665	0.307	13.060	14.270	A	B	
	3	14.169	0.330	13.519	14.819	A	B	
	5	14.507	0.330	13.857	15.157	A	B	
	12	14.555	0.330	13.905	15.205	A		
SES	19	14.441	0.330	13.791	15.091	A	B	
	26	14.933	0.330	14.283	15.583	A		
	1	12.949	0.307	12.344	13.554		B	C
	3	13.832	0.330	13.182	14.482	A	B	
	5	14.173	0.330	13.523	14.823	A	B	
	12	14.191	0.330	13.541	14.841	A	B	
	19	13.970	0.330	13.320	14.621	A	B	
	26	14.767	0.330	14.117	15.417	A		

Tabla C.23 ANOVA de un factor tratamientos del parámetro L con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	3051.836	17	179.520	7.892	< 0.0001
Error	5049.902	222	22.747		
Total	8101.738	239			

Tabla C.24 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro L , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inf.	Limite Superior	Grupos		
Control	1	53.474	1.231	51.047	55.900			C
	3	65.128	1.323	62.521	67.735	A	B	
	5	65.567	1.323	62.961	68.174	A	B	
	12	67.842	1.323	65.236	70.449	A	B	
	19	69.339	1.323	66.732	71.946	A		
NaClO	26	68.056	1.323	65.449	70.663	A	B	
	1	64.125	1.231	61.698	66.552	A	B	
	3	67.989	1.323	65.382	70.596	A	B	
	5	67.142	1.323	64.535	69.748	A	B	
	12	68.784	1.323	66.177	71.391	A	B	
SES	19	66.269	1.323	63.662	68.876	A	B	
	26	66.658	1.323	64.051	69.265	A	B	
	1	62.589	1.231	60.162	65.016		B	
	3	65.982	1.323	63.375	68.589	A	B	
	5	63.235	1.323	60.628	65.841	A	B	
	12	65.801	1.323	63.194	68.408	A	B	
	19	63.919	1.323	61.312	66.526	A	B	
	26	64.594	1.323	61.987	67.201	A	B	

Tabla C.25 Parámetro ΔE de los tratamientos

	Repetición	Control	NaClO	SES
1 vs 3	A	12.51	5.30	5.64
	B	11.04	4.54	3.97
	C	12.14	2.97	3.92
	Promedio	11.90	4.27	4.51
	DE	0.76	1.19	0.98
1 vs 5	A	12.97	4.90	4.35
	B	11.54	3.67	2.57
	C	12.60	2.16	2.48
	Promedio	12.37	3.57	3.13
	DE	0.74	1.37	1.05
1 vs 12	A	15.24	6.15	5.41
	B	13.77	5.30	4.06
	C	14.85	3.79	3.97
	Promedio	14.62	5.08	4.48
	DE	0.76	1.20	0.81
1 vs 19	A	16.80	4.82	3.90
	B	15.34	2.79	3.16
	C	16.45	1.58	3.22
	Promedio	16.20	3.06	3.43
	DE	0.76	1.64	0.41
1 vs 26	A	15.62	5.42	6.03
	B	14.23	3.22	5.47
	C	15.32	2.13	4.93
	Promedio	15.05	3.59	5.48
	DE	0.73	1.67	0.55

Resultados completos para determinar efecto sobre el color de los grupos que no fueron contaminados

Tabla C.26 Parámetros de color de los tratamientos al día 1

Día 1	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	1.33	12.43	63.66	1.34	11.17	56.98	5.68	10.98	58.62
	1.47	11.75	57.91	1.23	13.67	61.05	6.72	14.06	57.20
	1.87	11.82	59.48	3.22	12.26	60.03	7.00	13.78	58.61
	0.53	10.52	57.58	1.55	10.63	58.78	5.03	12.04	58.78
	3.49	10.43	56.99	1.89	11.25	60.54	6.97	12.08	58.97
B	0.27	10.21	67.86	0.87	12.63	63.12	6.17	11.88	62.88
	0.74	12.23	63.01	0.32	9.88	54.56	6.29	11.75	59.23
	0.91	11.58	58.75	2.57	13.95	61.17	5.43	11.50	56.78
	1.48	12.26	60.20	1.74	11.79	58.32	5.71	13.05	61.25
	0.59	12.45	63.62	2.71	12.99	59.15	6.98	10.76	55.88
C	2.42	12.34	62.78	1.23	9.69	57.07	7.22	15.41	56.88
	3.40	12.00	67.19	1.42	11.74	56.09	4.46	11.37	63.01
	1.67	11.34	66.05	1.56	10.68	65.43	4.70	11.54	57.59
	2.54	10.54	66.27	1.38	10.60	55.50	7.41	11.46	54.50
	2.81	12.79	59.28	3.47	17.50	53.61	8.21	12.83	64.65
D	1.75	13.07	64.27	3.00	8.87	57.54	6.29	12.08	52.06
	2.60	13.00	62.25	2.43	10.65	57.77	4.98	13.81	53.80
	1.34	12.41	60.80	1.54	13.23	62.12	7.60	13.28	58.25
	0.95	12.35	60.26	2.10	12.26	58.00	3.33	8.84	53.44
	1.15	12.44	61.66	1.74	10.15	58.85	7.44	12.11	60.00
E	2.83	13.43	63.17	2.00	12.63	59.60	5.72	13.42	61.75
	2.01	12.98	65.67	2.43	9.09	58.85	6.04	13.92	54.44
	1.76	12.56	63.19	1.45	12.65	63.83	6.00	13.06	60.02
	1.61	12.89	61.87	2.09	12.74	59.04	6.34	11.17	55.07
	2.73	14.50	63.47	2.50	10.17	54.20	9.56	13.44	61.41
Promedio	1.77	12.17	62.29	1.91	11.71	58.85	6.29	12.38	58.20
DE	0.89	1.00	3.01	0.75	1.86	2.95	1.31	1.38	3.26

Tabla C.27 Parámetros de color de los tratamientos al día 3

Día	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	2.77	12.35	64.57	3.08	11.21	49.43	3.83	12.71	65.82
	5.30	16.71	67.44	4.79	12.09	73.66	3.65	12.26	56.77
	2.53	12.14	56.15	1.00	12.06	58.34	4.82	14.93	61.00
B	2.99	13.47	66.80	0.63	12.59	60.23	6.97	14.26	51.75
	5.11	13.40	53.58	3.12	13.94	64.31	6.95	12.25	60.74
	2.29	12.66	58.36	3.14	8.94	52.81	5.11	15.58	59.71
C	0.35	11.23	64.23	2.45	14.73	61.43	7.04	13.52	47.55
	3.97	14.21	57.86	3.91	13.23	69.53	7.99	8.61	58.93
	1.85	13.72	61.85	2.67	15.19	61.59	4.33	11.99	59.62
D	1.19	14.05	69.91	1.06	11.80	58.65	3.43	12.09	72.08
	2.03	11.39	53.09	3.98	12.09	64.63	5.32	13.88	56.77
	-1.55	7.73	74.66	2.21	10.27	52.93	4.33	14.30	60.26
E	1.22	13.40	61.02	2.77	10.36	56.15	8.32	10.46	46.62
	0.75	14.16	64.33	2.24	11.96	52.50	6.75	14.46	62.70
	2.21	13.18	57.68	2.67	14.65	63.90	5.58	13.90	54.85
Promedio	2.20	12.92	62.10	2.65	12.34	60.01	5.63	13.01	58.34
DE	1.77	1.95	6.13	1.14	1.78	6.69	1.60	1.82	6.54

Tabla C.28 Parámetros de color de los tratamientos al día 5

Día	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	3.77	15.46	68.95	2.99	12.59	56.72	8.30	13.83	43.60
	4.05	13.48	56.62	3.30	13.27	60.62	2.27	10.27	74.29
	7.59	14.90	57.17	4.23	13.62	65.01	6.37	17.67	63.16
B	1.02	10.77	61.37	2.99	15.24	62.34	7.51	15.16	60.53
	0.57	12.57	60.15	3.94	11.60	63.77	7.87	12.89	58.38
	7.17	13.99	62.29	4.42	12.76	59.68	7.63	17.50	63.16
C	3.71	14.93	62.84	1.38	12.76	71.54	7.32	11.21	40.06
	7.36	14.60	51.62	3.75	12.36	62.85	6.73	17.07	64.87
	2.66	12.29	57.63	3.27	10.95	56.10	0.40	9.95	76.46
D	5.08	15.66	66.27	3.30	12.29	57.19	8.10	18.62	65.28
	5.36	10.04	55.90	4.05	11.94	57.34	3.33	12.71	58.19
	4.24	14.12	62.21	3.70	12.79	59.81	6.50	12.95	55.96
E	3.04	13.05	61.06	2.17	11.67	53.48	9.03	11.90	45.29
	2.55	13.36	53.87	4.66	11.83	61.09	3.32	11.69	53.28
	4.34	10.80	57.55	2.86	12.76	60.91	11.72	9.81	38.93
Promedio	4.17	13.33	59.70	3.40	12.56	60.56	6.43	13.55	57.43
DE	2.11	1.76	4.59	0.87	1.01	4.37	2.92	2.98	11.47

Tabla C.29 Parámetros de color de los tratamientos al día 12

Día	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	2.88	15.07	72.26	2.38	12.62	59.30	6.15	16.78	65.62
	5.65	13.55	58.74	3.17	14.10	60.87	5.24	12.57	57.42
	5.61	12.29	53.03	4.37	13.17	57.54	5.27	15.07	55.82
B	4.67	13.45	60.25	1.07	11.27	58.15	6.06	14.95	55.61
	5.63	14.27	54.21	3.27	14.93	60.01	6.03	14.46	54.75
	3.20	14.05	60.24	5.00	15.58	63.96	7.00	12.48	56.60
C	3.95	13.38	61.67	4.48	12.40	52.53	6.91	13.63	52.78
	3.40	7.35	62.59	0.88	10.82	78.02	6.94	11.31	50.73
	10.29	12.48	47.95	3.61	13.49	59.19	6.48	13.73	56.36
D	3.97	15.59	67.83	3.44	12.24	55.77	7.90	18.15	59.69
	6.25	11.17	48.21	2.02	12.28	62.75	7.84	12.64	58.51
	8.37	11.52	48.16	3.89	13.87	60.04	7.14	14.06	52.99
E	4.00	15.94	63.48	5.82	14.96	57.93	7.12	12.19	48.17
	6.02	14.75	57.44	2.21	14.20	67.20	6.45	10.47	53.61
	6.27	16.68	61.24	2.59	13.28	57.55	6.48	14.22	56.34
Promedio	5.34	13.44	58.49	3.21	13.28	60.72	6.60	13.78	55.67
DE	2.01	2.31	7.15	1.39	1.37	5.90	0.79	2.00	4.05

Tabla C.30 Parámetros de color de los tratamientos al día 19

Día	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	4.21	14.61	62.68	2.94	13.92	60.02	8.81	13.34	56.21
	5.55	12.36	58.33	6.75	12.23	55.90	7.76	13.85	58.07
	4.78	12.38	60.04	4.60	13.67	58.08	6.47	15.12	56.23
B	5.55	14.92	63.22	1.36	13.56	52.99	10.10	17.79	48.77
	5.07	15.76	59.69	5.79	14.52	58.36	8.47	13.82	64.60
	5.59	13.52	62.39	1.93	15.43	58.73	6.72	13.27	47.58
C	4.37	16.17	60.25	5.79	15.50	57.35	7.70	14.99	52.80
	4.67	12.39	53.81	4.52	14.49	58.23	7.48	13.14	61.70
	5.56	14.92	54.98	3.17	13.56	61.76	8.99	13.59	50.66
D	5.55	13.70	60.40	4.33	13.48	58.66	7.63	14.13	57.50
	5.65	14.92	56.06	5.07	13.12	58.49	5.57	13.29	59.12
	5.65	13.53	59.82	2.83	13.08	60.65	5.86	15.26	58.55
E	5.63	15.19	59.41	6.12	11.41	58.13	6.61	13.35	53.76
	6.90	14.29	61.60	7.20	13.36	59.76	5.01	12.27	57.52
	6.71	13.59	58.69	4.31	13.86	58.36	5.36	14.69	55.60
Promedio	5.06	14.15	59.42	4.45	13.68	58.36	7.24	14.13	55.91
DE	0.74	1.21	2.74	1.73	1.07	2.03	1.47	1.32	4.62

Tabla C.31 Parámetros de color de los tratamientos al día 26

Día	Control			NaClO			SES		
Parámetro	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
A	3.91	14.19	65.61	5.34	12.25	57.64	10.45	17.17	46.79
	5.89	18.14	54.24	3.32	13.34	52.10		14.76	46.84
	8.79	18.61	59.69	7.59	14.88	60.46	5.22	13.83	50.54
B	4.56	15.22	65.47	4.22	14.66	60.31	7.54	15.63	63.33
	9.29	16.62	47.75	4.28	14.57	65.75		13.64	56.32
	8.27	11.85	51.39	7.53	14.07	60.37		13.06	55.86
C	3.57	13.68	61.38	5.22	17.40	58.18	8.15	13.61	56.15
	5.95	18.36	61.43	6.08	10.10	51.55	4.50	14.76	58.63
	9.22	9.91	51.04	5.62	12.87	54.59		15.00	44.96
D	3.46	13.89	68.31	7.25	17.91	58.11	7.71	13.07	53.43
	7.21	20.07	57.42	2.68	14.23	47.23		13.17	57.80
	8.66	12.44	44.52	4.61	11.97	56.49	7.50	15.35	51.31
E	5.35	15.98	64.38	6.18	13.14	55.58		14.76	42.11
	7.30	19.30	58.48	12.40	20.59	43.05	6.30	14.87	55.23
	9.02	17.22	57.60	7.70	14.40	65.10	7.81	16.32	52.55
Promedio	6.70	15.70	57.91	6.00	14.43	56.43	7.23	14.60	52.79
DE	2.16	3.00	6.97	2.36	2.59	6.13	1.34	1.22	5.76

Tabla C.32 ANOVA de un factor entre tratamientos del parámetro a con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	1095.882	17	64.464	25.767	< 0.0001
Error	705.499	282	2.502		
Total	1801.381	299			

Tabla C.33 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro a , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inferior	Limite Superior	Grupos					
Control	1	1.770	0.316	1.147	2.393						F
	3	2.201	0.408	1.397	3.005					E	F
	5	4.167	0.408	3.363	4.971		B	C	D	E	
	12	5.344	0.408	4.540	6.148	A	B	C			
	19	5.429	0.408	4.625	6.233	A	B	C			
	26	6.697	0.408	5.893	7.501	A					
NaClO	1	1.911	0.316	1.289	2.534						F
	3	2.648	0.408	1.844	3.452				D	E	F
	5	3.401	0.408	2.597	4.205				D	E	F
	12	3.213	0.408	2.409	4.017				D	E	F
	19	4.447	0.408	3.643	5.251		B	C			
	26	6.001	0.408	5.197	6.805	A	B				
SES	1	6.291	0.316	5.669	6.914	A					
	3	5.628	0.408	4.824	6.432	A	B				
	5	6.427	0.408	5.623	7.231	A					
	12	6.601	0.408	5.797	7.405	A					
	19	7.236	0.408	6.432	8.040	A					
	26	7.225	0.408	6.421	8.029	A					

Tabla C.34 ANOVA de un factor tratamientos del parámetro b con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	298.019	17	17.531	5.223	< 0.0001
Error	946.496	282	3.356		
Total	1244.515	299			

Tabla C.35 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro b , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inf.	Limite Superior	Grupos			
Control	1	12.173	0.366	11.452	12.894			C	D
	3	13.056	0.473	12.125	13.987		B	C	D
	5	13.335	0.473	12.404	14.266		B	C	D
	12	13.436	0.473	12.505	14.367	A	B	C	D
	19	14.150	0.473	13.219	15.081	A	B	C	
	26	15.699	0.473	14.768	16.630	A			
NaClO	1	11.715	0.366	10.994	12.436				D
	3	12.341	0.473	11.410	13.272		B	C	D
	5	12.562	0.473	11.631	13.493		B	C	D
	12	13.281	0.473	12.350	14.212		B	C	D
	19	13.679	0.473	12.748	14.610	A	B	C	D
	26	14.425	0.473	13.494	15.356	A	B	C	
SES	1	12.385	0.366	11.664	13.106		B	C	D
	3	13.013	0.473	12.082	13.944		B	C	D
	5	13.549	0.473	12.618	14.480	A	B	C	D
	12	13.781	0.473	12.850	14.712	A	B	C	D
	19	14.127	0.473	13.196	15.058	A	B	C	
	26	14.600	0.473	13.669	15.531	A	B		

Tabla C.36 ANOVA de un factor tratamientos del parámetro L con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	1556.454	17	91.556	3.073	< 0.0001
Error	8403.001	282	29.798		
Total	9959.455	299			

Tabla C.37 Prueba de Tukey para el análisis de las diferencias entre días y tratamientos para el parámetro L , con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inf.	Limite Superior	Grupos		
Control	1	62.290	1.092	60.141	64.439	A		
	3	62.102	1.409	59.328	64.876	A	B	
	5	59.700	1.409	56.926	62.474	A	B	C
	12	58.487	1.409	55.712	61.261	A	B	C
	19	59.425	1.409	56.650	62.199	A	B	C
	26	57.914	1.409	55.140	60.688	A	B	C
NaClO	1	58.848	1.092	56.699	60.997	A	B	C
	3	60.006	1.409	57.232	62.780	A	B	
	5	60.563	1.409	57.789	63.338	A	B	
	12	60.721	1.409	57.946	63.495	A	B	
	19	58.365	1.409	55.590	61.139	A	B	C
	26	56.434	1.409	53.660	59.208	A	B	C
SES	1	58.203	1.092	56.054	60.352	A	B	C
	3	58.345	1.409	55.570	61.119	A	B	C
	5	57.429	1.409	54.655	60.204	A	B	C
	12	55.667	1.409	52.892	58.441		B	C
	19	55.911	1.409	53.137	58.686		B	C
	26	52.790	1.409	50.016	55.564			C

Tabla C.38 Parámetro ΔE del tratamiento Control

Día	1 vs 3	1 vs 5	1 vs 12	1 vs 19	1 vs 26
Repetición					
A	3.44	3.16	4.19	4.62	6.68
B	2.01	4.78	6.42	6.15	8.56
C	2.57	5.12	6.66	6.13	8.56
D	0.80	3.45	5.12	4.81	7.15
E	1.39	4.26	5.90	5.26	7.56
Promedio	2.04	4.15	5.66	5.39	7.70
DE	1.03	0.84	1.01	0.72	0.84

Tabla C.39 Parámetro ΔE del tratamiento NaClO

Día	1 vs 3	1 vs 5	1 vs 12	1 vs 19	1 vs 26
Repetición					
A	2.16	2.05	2.37	3.40	5.78
B	3.62	2.21	2.38	3.28	5.64
C	1.10	3.45	3.69	3.21	4.95
D	1.25	2.61	3.10	3.53	5.67
E	2.62	2.25	2.68	3.32	5.59
Promedio	2.15	2.51	2.85	3.35	5.52
DE	1.03	0.56	0.56	0.12	0.33

Tabla C.40 Parámetro ΔE del tratamiento SES

Día	1 vs 3	1 vs 5	1 vs 12	1 vs 19	1 vs 26
Repetición					
A	4.16	1.40	3.03	3.11	6.07
B	4.02	2.52	4.09	4.19	7.09
C	4.02	2.16	3.87	3.86	6.91
D	3.94	2.50	1.89	2.51	3.96
E	0.78	1.27	2.98	2.90	5.99
Promedio	3.39	1.97	3.17	3.31	6.00
DE	1.46	0.60	0.87	0.70	1.24

Resultados completos para determinar efecto sobre el pH y contenido de ácido láctico en los grupos que fueron contaminados con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.43 Valores de pH del tratamiento Control

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.69	5.50	5.54	5.62	5.50	5.53
B	5.69	5.51	5.54	5.45	5.51	5.57
C	5.70	5.53	5.43	5.50	5.53	5.55
D	5.68	5.53	5.56	5.43	5.53	5.57
E	5.68	5.49	5.44	5.61	5.49	5.53
Promedio	5.69	5.51	5.50	5.52	5.51	5.55
DE	0.01	0.02	0.06	0.09	0.02	0.02

Tabla C.44 Valores de pH del tratamiento NaClO

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.69	5.73	5.67	5.80	5.54	5.64
B	5.69	5.73	5.69	5.74	5.56	5.60
C	5.68	5.78	5.70	5.57	5.58	5.62
D	5.74	5.78	5.67	5.82	5.54	5.60
E	5.64	5.72	5.71	5.58	5.58	5.64
Promedio	5.69	5.75	5.69	5.70	5.56	5.62
DE	0.04	0.03	0.06	0.12	0.02	0.02

Tabla C.45 Valores de pH del tratamiento SES

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.74	5.76	5.61	5.51	5.65	5.61
B	5.64	5.75	5.59	5.57	5.63	5.59
C	5.69	5.72	5.67	5.61	5.67	5.63
D	5.54	5.72	5.66	5.61	5.63	5.63
E	5.70	5.76	5.58	5.51	5.67	5.59
Promedio	5.66	5.74	5.62	5.56	5.65	5.61
DE	0.08	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02

Tabla C.46 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento Control

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.0269	3.3	0.30	13.6960	5.9	0.39
B	10.1665	3.8	0.34	10.4614	4.3	0.37
C	10.9018	4.1	0.34	10.8344	4.9	0.41
D	10.4530	4.0	0.35	10.5230	4.4	0.38
E	10.2340	3.5	0.31	11.2312	4.9	0.40
		Promedio	0.33		Promedio	0.39
		DE	0.02		DE	0.01

Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.1989	4.3	0.38	10.0293	3.9	0.35
B	10.2316	4.4	0.39	10.4440	4.1	0.36
C	10.3720	4.9	0.43	10.6911	4.6	0.39
D	10.4353	4.8	0.42	10.3123	4.4	0.39
E	11.0005	4.6	0.38	10.5544	4.1	0.35
		Promedio	0.40		Promedio	0.37
		DE	0.02		DE	0.02

Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.2447	6.5	0.58	10.4010	6.2	0.54
B	10.3624	6.1	0.54	10.4888	6.3	0.55
C	10.4372	6.2	0.54	10.8425	6.9	0.58
D	10.6364	4.7	0.40	10.4324	6.2	0.54
E	10.5982	6.7	0.58	10.5333	6.7	0.58
		Promedio	0.53		Promedio	0.56
		DE	0.07		DE	0.02

Tabla C.47 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento NaClO

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.3547	3.0	0.26	10.1836	2.2	0.20
B	10.4016	4.2	0.37	10.3962	3.2	0.28
C	10.8080	4.3	0.36	10.9439	3.5	0.29
D	10.4234	4.5	0.39	10.2342	3.5	0.31
E	10.2311	3.0	0.27	10.4355	2.4	0.21
		Promedio	0.33		Promedio	0.26
		DE	0.06		DE	0.05

Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.2940	3.2	0.28	10.6574	5.4	0.46
B	10.5670	3.5	0.30	10.7068	2.4	0.20
C	10.7692	3.1	0.26	10.7900	2.5	0.21
D	11.0345	3.6	0.30	11.3431	1.7	0.14
E	10.2345	3.1	0.28	10.4433	5.0	0.44
		Promedio	0.28		Promedio	0.29
		DE	0.02		DE	0.15

Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.0628	2.3	0.21	10.0628	4.1	0.37
B	10.1959	4.0	0.36	10.3539	4.4	0.39
C	10.4690	4.6	0.40	10.9160	4.8	0.40
D	10.5536	4.9	0.42	10.5312	4.7	0.41
E	10.5933	2.6	0.22	10.9999	4.5	0.37
		Promedio	0.32		Promedio	0.39
		DE	0.10		DE	0.02

Tabla C.48 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento SES

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.2939	2.9	0.26	10.3440	3.2	0.28
B	10.5917	4.0	0.34	10.3681	3.4	0.30
C	10.8390	4.2	0.35	10.4456	4.1	0.36
D	10.1231	4.1	0.37	10.6453	4.1	0.35
E	10.4324	3.6	0.27	9.9344	2.9	0.27
		Promedio	0.32		Promedio	0.31
		DE	0.05		DE	0.04

Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.4527	4.0	0.35	10.1112	3.4	0.31
B	10.8470	4.0	0.34	10.1199	3.8	0.34
C	10.9767	3.6	0.30	10.5547	3.7	0.32
D	10.3453	4.1	0.36	8.1222	3.0	0.34
E	10.7464	3.5	0.30	10.8173	3.6	0.30
		Promedio	0.33		Promedio	0.32
		DE	0.03		DE	0.02

Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	8.8610	3.4	0.35	7.7830	2.6	0.30
B	12.1990	4.3	0.32	7.7590	3.1	0.36
C	10.8742	3.9	0.33	8.7850	3.3	0.34
D	10.5322	4.6	0.40	7.6970	3.0	0.35
E	10.4839	4.1	0.36	8.9770	3.5	0.36
		Promedio	0.35		Promedio	0.34
		DE	0.03		DE	0.02

Resultados completos para determinar efecto sobre el pH y contenido de ácido láctico en los grupos que no fueron contaminados

Tabla C.49 Valores de pH del tratamiento Control

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.74	5.72	5.64	5.55	5.57	5.50
B	5.71	5.61	5.74	5.63	5.55	5.48
C	5.61	5.69	5.67	5.65	5.59	5.48
D	5.69	5.61	5.73	5.66	5.55	5.50
E	5.72	5.73	5.63	5.56	5.59	5.48
Promedio	5.69	5.67	5.68	5.61	5.57	5.49
DE	0.05	0.06	0.05	0.05	0.02	0.01

Tabla C.50 Valores de pH del tratamiento NaClO

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.71	5.69	5.78	5.67	5.55	5.51
B	5.71	5.70	5.78	5.67	5.63	5.52
C	5.66	5.69	5.79	5.62	5.44	5.61
D	5.73	5.70	5.79	5.62	5.64	5.61
E	5.69	5.68	5.77	5.68	5.44	5.49
Promedio	5.70	5.69	5.78	5.65	5.54	5.55
DE	0.03	0.01	0.01	0.03	0.10	0.06

Tabla C.51 Valores de pH del tratamiento SES

Día	1	3	5	12	19	26
Repetición						
A	5.74	5.76	5.71	5.71	5.66	5.47
B	5.69	5.76	5.93	5.65	5.69	5.47
C	5.65	5.87	5.61	5.65	5.54	5.77
D	5.65	5.74	5.91	5.64	5.71	5.74
E	5.78	5.86	5.59	5.70	5.55	5.40
Promedio	5.70	5.80	5.75	5.67	5.63	5.57
DE	0.06	0.06	0.16	0.03	0.08	0.17

Tabla C.52 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores de pH con un $\alpha = 0.05$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	1.236	35	0.035	9.205	< 0.0001
Error	0.552	144	0.004		
Total	1.789	179			

Tabla C.53 Prueba de Tukey (HSD) para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores de pH, con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inferior	Límite Superior	Grupos									
Control	1	5.688	0.028	5.633	5.743	A	B	C	D	E	F				
<i>Listeria</i>	3	5.512	0.028	5.457	5.567								H	I	J
	5	5.502	0.028	5.447	5.557									I	J
	12	5.522	0.028	5.467	5.577						G	H	I	J	
	19	5.512	0.028	5.457	5.567								H	I	J
	26	5.550	0.028	5.495	5.605				D	E	F	G	H	I	J
Control	1	5.694	0.028	5.639	5.749	A	B	C	D	E					
	3	5.672	0.028	5.617	5.727	A	B	C	D	E	F	G			
	5	5.682	0.028	5.627	5.737	A	B	C	D	E	F				
	12	5.610	0.028	5.555	5.665			C	D	E	F	G	H	I	J
	19	5.570	0.028	5.515	5.625				D	E	F	G	H	I	J
	26	5.488	0.028	5.433	5.543										J
NaClO	1	5.688	0.028	5.633	5.743	A	B	C	D	E	F				
<i>Listeria</i>	3	5.748	0.028	5.693	5.803	A	B	C							
	5	5.688	0.028	5.633	5.743	A	B	C	D	E	F				
	12	5.702	0.028	5.647	5.757	A	B	C	D						
	19	5.560	0.028	5.505	5.615				D	E	F	G	H	I	J
	26	5.620	0.028	5.565	5.675			C	D	E	F	G	H	I	J
NaClO	1	5.700	0.028	5.645	5.755	A	B	C	D	E					
	3	5.692	0.028	5.637	5.747	A	B	C	D	E	F				
	5	5.782	0.028	5.727	5.837	A	B								
	12	5.652	0.028	5.597	5.707	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	19	5.540	0.028	5.485	5.595						F	G	H	I	J
	26	5.548	0.028	5.493	5.603					E	F	G	H	I	J
SES	1	5.662	0.028	5.607	5.717	A	B	C	D	E	F	G	H		
<i>Listeria</i>	3	5.742	0.028	5.687	5.797	A	B	C							
	5	5.622	0.028	5.567	5.677			C	D	E	F	G	H	I	J
	12	5.562	0.028	5.507	5.617				D	E	F	G	H	I	J
	19	5.650	0.028	5.595	5.705	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	26	5.610	0.028	5.555	5.665			C	D	E	F	G	H	I	J
SES	1	5.702	0.028	5.647	5.757	A	B	C	D						
	3	5.798	0.028	5.743	5.853	A									
	5	5.750	0.028	5.695	5.805	A	B	C							
	12	5.670	0.028	5.615	5.725	A	B	C	D	E	F	G			
	19	5.630	0.028	5.575	5.685		B	C	D	E	F	G	H	I	J
	26	5.570	0.028	5.515	5.625				D	E	F	G	H	I	J

Tabla C.54 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento Control

Repetición	Día 1			Día 3			
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	
A	10.3572	3.8	0.33	10.3290	4.4	0.39	
B	10.4952	3.8	0.33	10.4304	4.7	0.41	
C	10.7753	4.1	0.35	10.8494	4.4	0.37	
D	10.3452	4.1	0.36	10.5363	4.7	0.41	
E	10.3434	3.6	0.32	10.2443	4.2	0.37	
		Promedio	0.34			Promedio	0.39
		DE	0.02			DE	0.02

Repetición	Día 5			Día 12			
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	
A	10.1793	4.1	0.37	7.9640	3.1	0.35	
B	10.4590	4.6	0.40	6.5950	3.0	0.41	
C	10.7585	5.4	0.46	8.8570	4.5	0.46	
D	9.5673	4.8	0.46	7.7797	4.1	0.48	
E	10.5353	4.2	0.36	10.3600	4.1	0.36	
		Promedio	0.41			Promedio	0.41
		DE	0.05			DE	0.06

Repetición	Día 19			Día 26			
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	
A	9.6206	6.1	0.58	9.6870	6.1	0.57	
B	10.4253	5.5	0.48	8.1540	4.9	0.55	
C	8.5340	4.9	0.52	10.8325	6.7	0.56	
D	11.6230	7.3	0.57	10.4005	6.6	0.58	
E	8.7720	5.8	0.60	10.4347	6.2	0.54	
		Promedio	0.55			Promedio	0.56
		DE	0.05			DE	0.02

Tabla C.55 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento NaClO

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	12.6830	4.7	0.34	10.0590	3.1	0.28
B	11.8910	5.1	0.39	10.1420	3.5	0.31
C	10.8322	3.8	0.32	10.2200	3.7	0.33
D	10.1234	3.3	0.30	10.5323	3.8	0.33
E	10.6544	3.7	0.32	10.9395	3.4	0.28
		Promedio	0.33		Promedio	0.31
		DE	0.04		DE	0.02

Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.2511	3.5	0.31	10.1212	3.8	0.34
B	10.5492	3.8	0.33	10.3240	4.1	0.36
C	10.7247	4.2	0.36	10.2445	3.6	0.32
D	10.1243	4.0	0.36	10.2434	4.0	0.36
E	10.6255	3.5	0.30	10.5423	3.7	0.32
		Promedio	0.33		Promedio	0.34
		DE	0.03		DE	0.02

Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	8.8550	3.3	0.34	13.8860	6.1	0.40
B	12.6430	6.1	0.44	11.1050	5.2	0.43
C	10.6330	3.6	0.31	11.8360	4.9	0.38
D	10.5352	5.0	0.43	10.8040	5.5	0.46
E	10.5939	3.4	0.29	12.2600	6.7	0.50
		Promedio	0.36		Promedio	0.43
		DE	0.07		DE	0.05

Tabla C.56 Valores del contenido de ácido láctico del tratamiento SES

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	10.5262	3.6	0.31	10.3490	3.3	0.29
B	10.8094	3.9	0.33	10.5219	3.5	0.30
C	10.9619	4.5	0.37	10.5830	4.0	0.34
D	10.5433	4.3	0.37	10.6356	4.0	0.34
E	10.5346	3.6	0.31	11.0345	3.4	0.28
		Promedio	0.34		Promedio	0.31
		DE	0.03		DE	0.03

Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	11.7480	3.7	0.29	10.2057	3.8	0.34
B	10.8790	3.9	0.33	10.3327	4.1	0.36
C	10.6799	3.6	0.31	10.6552	4.1	0.35
D	10.4320	3.8	0.33	10.6475	4.3	0.37
E	10.4342	3.3	0.29	10.4322	3.8	0.33
		Promedio	0.31		Promedio	0.35
		DE	0.02		DE	0.01

Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico	Masa (g)	Vol. NaOH 0.1011 N (mL)	% Ácido Láctico
A	11.2320	4.4	0.36	9.5970	3.9	0.37
B	11.4140	3.6	0.29	13.8050	5.8	0.38
C	8.0518	3.8	0.43	11.7130	5.1	0.40
D	9.5180	4.5	0.43	10.5532	4.6	0.40
E	13.4410	4.3	0.29	10.8673	4.3	0.36
		Promedio	0.36		Promedio	0.38
		DE	0.07		DE	0.02

Tabla C.57 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para valores del contenido de ácido láctico con un intervalo de confianza de 95%

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	0.996	35	0.028	12.895	< 0.0001
Error	0.318	144	0.002		
Total	1.314	179			

Tabla C.58 Prueba de Tukey (HSD) para el análisis de las diferencias entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del contenido de ácido láctico con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Tx	Día	Medias LS	Error estándar	Límite inferior	Limite Superior	Grupos						
Control	1	0.329	0.021	0.287	0.370			C	D	E	F	G
<i>Listeria</i>	3	0.391	0.021	0.350	0.433			C	D	E	F	
	5	0.401	0.021	0.360	0.443			C	D	E		
	12	0.369	0.021	0.328	0.411			C	D	E	F	G
	19	0.527	0.021	0.485	0.568	A	B					
	26	0.558	0.021	0.516	0.600	A						
Control	1	0.338	0.021	0.296	0.379			C	D	E	F	G
	3	0.389	0.021	0.348	0.431			C	D	E	F	
	5	0.409	0.021	0.367	0.450			C	D			
	12	0.414	0.021	0.373	0.456		B	C	D			
	19	0.551	0.021	0.509	0.593	A						
	26	0.561	0.021	0.519	0.602	A						
NaClO	1	0.331	0.021	0.289	0.372			C	D	E	F	G
<i>Listeria</i>	3	0.258	0.021	0.216	0.299							G
	5	0.284	0.021	0.242	0.326						F	G
	12	0.290	0.021	0.248	0.331					E	F	G
	19	0.322	0.021	0.281	0.364			C	D	E	F	G
	26	0.388	0.021	0.346	0.429			C	D	E	F	
NaClO	1	0.332	0.021	0.291	0.374			C	D	E	F	G
	3	0.307	0.021	0.266	0.349				D	E	F	G
	5	0.331	0.021	0.290	0.373			C	D	E	F	G
	12	0.340	0.021	0.298	0.381			C	D	E	F	G
	19	0.362	0.021	0.321	0.404			C	D	E	F	G
	26	0.433	0.021	0.391	0.475		B	C				
SES	1	0.319	0.021	0.277	0.360			C	D	E	F	G
<i>Listeria</i>	3	0.311	0.021	0.269	0.352				D	E	F	G
	5	0.328	0.021	0.287	0.370			C	D	E	F	G
	12	0.321	0.021	0.280	0.363			C	D	E	F	G
	19	0.350	0.021	0.309	0.392			C	D	E	F	G
	26	0.344	0.021	0.303	0.386			C	D	E	F	G
SES	1	0.339	0.021	0.298	0.381			C	D	E	F	G
	3	0.312	0.021	0.271	0.354				D	E	F	G
	5	0.308	0.021	0.266	0.350				D	E	F	G
	12	0.350	0.021	0.309	0.392			C	D	E	F	G
	19	0.359	0.021	0.318	0.401			C	D	E	F	G
	26	0.381	0.021	0.340	0.423			C	D	E	F	

Resultados completos para determinar efecto sobre el parámetro TBARS en los grupos que fueron contaminados con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.59 Curva patrón de MDA

Concentración (µM)	Absorbancia (530 nm)		
Blanco	0	0	0
0.50	0.052	0.051	0.050
0.75	0.104	0.104	0.103
1.00	0.158	0.160	0.161
1.25	0.220	0.222	0.224
1.50	0.260	0.260	0.261

Tabla C.60 Valores del parámetro TBARS del tratamiento Control

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.487	0.120	0.128	29.535	0.190	0.174
B	27.803	0.145	0.141	29.945	0.140	0.127
C	27.280	0.135	0.134	29.985	0.105	0.095
D	27.358	0.150	0.149	25.295	0.130	0.139
E	24.122	0.120	0.135	29.160	0.250	0.232
		Promedio	0.137		Promedio	0.154
		DE	0.008		DE	0.052
Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.280	0.325	0.348	18.948	0.250	0.357
B	25.700	0.345	0.363	22.931	0.280	0.330
C	26.470	0.355	0.363	32.090	0.305	0.257
D	26.530	0.345	0.352	32.328	0.400	0.335
E	26.625	0.345	0.350	33.683	0.405	0.325
		Promedio	0.355		Promedio	0.321
		DE	0.0007		DE	0.038
Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	22.110	0.255	0.312	21.160	0.345	0.441
B	23.860	0.270	0.306	25.765	0.345	0.362
C	25.185	0.330	0.354	28.625	0.350	0.331
D	29.500	0.340	0.312	29.615	0.355	0.324
E	32.890	0.385	0.316	33.145	0.375	0.306
		Promedio	0.320		Promedio	0.353
		DE	0.019		DE	0.053

Tabla C.61 Valores del parámetro TBARS del tratamiento NaClO

	Día 1			Día 3		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	20.712	0.135	0.177	27.445	0.165	0.163
B	23.228	0.140	0.163	28.040	0.315	0.304
C	27.601	0.280	0.274	28.180	0.320	0.307
D	23.400	0.215	0.249	28.480	0.230	0.219
E	29.166	0.240	0.233	27.250	0.165	0.164
		Promedio	0.217		Promedio	0.231
		DE	0.044		DE	0.071
	Día 5			Día 12		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	26.460	0.335	0.342	22.063	0.270	0.331
B	26.510	0.370	0.377	24.447	0.275	0.304
C	26.530	0.375	0.382	27.326	0.375	0.371
D	27.265	0.400	0.397	31.687	0.380	0.324
E	29.045	0.475	0.442	34.028	0.470	0.373
		Promedio	0.388		Promedio	0.341
		DE	0.036		DE	0.030
	Día 19			Día 26		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	19.990	0.395	0.534	24.135	0.420	0.470
B	20.435	0.415	0.549	25.490	0.505	0.535
C	25.710	0.445	0.468	25.925	0.585	0.610
D	28.865	0.505	0.473	27.810	0.670	0.651
E	31.205	0.540	0.468	31.400	0.935	0.804
		Promedio	0.498		Promedio	0.614
		DE	0.040		DE	0.127

Tabla C.62 Valores del parámetro TBARS del tratamiento SES

	Día 1			Día 3		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	30.270	0.285	0.255	26.265	0.425	0.437
B	21.655	0.205	0.256	26.585	0.315	0.320
C	24.981	0.240	0.260	25.290	0.300	0.321
D	22.499	0.215	0.259	26.110	0.155	0.161
E	20.746	0.195	0.255	29.585	0.355	0.324
		Promedio	0.257		Promedio	0.313
		DE	0.002		DE	0.099
	Día 5			Día 12		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.570	0.360	0.381	23.582	0.235	0.270
B	26.000	0.395	0.411	24.217	0.280	0.313
C	26.040	0.405	0.420	25.448	0.360	0.383
D	26.775	0.415	0.419	26.057	0.335	0.348
E	28.980	0.425	0.396	27.301	0.360	0.357
		Promedio	0.405		Promedio	0.334
		DE	0.017		DE	0.044
	Día 19			Día 26		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.380	0.430	0.458	23.065	0.465	0.545
B	28.040	0.470	0.453	23.735	0.490	0.558
C	30.385	0.655	0.582	23.810	0.565	0.641
D	30.800	0.785	0.688	25.500	0.610	0.646
E	32.150	0.790	0.664	26.845	0.760	0.765
		Promedio	0.569		Promedio	0.631
		DE	0.111		DE	0.088

Resultados completos para determinar efecto sobre el parámetro TBARS en los grupos que no fueron contaminados

Tabla C.63 Valores del parámetro TBARS del tratamiento Control

	Día 1			Día 3		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	26.175	0.110	0.114	29.390	0.230	0.212
B	22.193	0.130	0.159	26.215	0.180	0.186
C	29.163	0.140	0.130	27.080	0.190	0.190
D	23.138	0.125	0.147	28.645	0.200	0.189
E	24.379	0.145	0.161	28.410	0.185	0.176
		Promedio	0.142		Promedio	0.191
		DE	0.008		DE	0.013
	Día 5			Día 12		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.085	0.305	0.329	20.852	0.210	0.273
B	25.780	0.390	0.409	23.811	0.230	0.261
C	28.065	0.390	0.376	26.900	0.295	0.297
D	28.175	0.390	0.374	31.930	0.325	0.275
E	29.285	0.445	0.411	33.652	0.365	0.293
		Promedio	0.380		Promedio	0.280
		DE	0.033		DE	0.015
	Día 19			Día 26		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	24.00	0.205	0.231	24.230	0.380	0.424
B	28.110	0.240	0.231	24.300	0.395	0.439
C	28.710	0.270	0.254	25.195	0.420	0.451
D	29.680	0.355	0.323	26.710	0.435	0.440
E	33.445	0.370	0.299	28.460	0.485	0.461
		Promedio	0.268		Promedio	0.443
		DE	0.042		DE	0.014

Tabla C.64 Valores del parámetro TBARS del tratamiento NaClO

	Día 1			Día 3		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	28.626	0.100	0.095	26.530	0.180	0.184
B	25.177	0.130	0.140	25.375	0.150	0.160
C	22.818	0.155	0.184	27.220	0.285	0.283
D	20.308	0.015	0.140	28.785	0.185	0.174
E	27.834	0.270	0.262	26.360	0.185	0.190
		Promedio	0.164		Promedio	0.198
		DE	0.062		DE	0.049
	Día 5			Día 12		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	25.325	0.330	0.352	20.510	0.210	0.277
B	26.525	0.335	0.342	22.837	0.260	0.308
C	26.700	0.335	0.339	25.288	0.275	0.294
D	27.330	0.345	0.341	27.000	0.290	0.291
E	29.400	0.345	0.317	23.159	0.410	0.479
		Promedio	0.338		Promedio	0.330
		DE	0.013		DE	0.084
	Día 19			Día 26		
Repetición	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	23.555	0.285	0.327	21.575	0.305	0.382
B	27.380	0.305	0.301	21.965	0.335	0.412
C	27.690	0.310	0.303	22.105	0.365	0.446
D	32.790	0.325	0.268	26.375	0.400	0.410
E	34.215	0.385	0.304	29.950	0.435	0.393
		Promedio			Promedio	0.409
		DE			DE	0.024

Tabla C.65 Valores del parámetro TBARS del tratamiento SES

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	21.849	0.195	0.242	27.715	0.285	0.278
B	28.132	0.245	0.236	27.765	0.255	0.249
C	19.317	0.170	0.238	27.970	0.275	0.266
D	20.246	0.165	0.221	25.120	0.330	0.355
E	31.153	0.245	0.213	27.910	0.300	0.291
		Promedio	0.230		Promedio	0.288
		DE	0.037		DE	0.041
Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	26.650	0.385	0.391	23.146	0.285	0.333
B	26.665	0.390	0.395	23.154	0.310	0.362
C	27.250	0.400	0.397	23.299	0.315	0.366
D	28.535	0.400	0.379	28.230	0.365	0.350
E	29.245	0.425	0.393	29.171	0.390	0.361
		Promedio	0.391		Promedio	0.354
		DE	0.007		DE	0.013
Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)	Masa (g)	Abs (530 nm)	TBARS (mg MDA/kg)
A	19.900	0.250	0.340	23.565	0.440	0.505
B	20.060	0.255	0.344	25.390	0.470	0.500
C	20.540	0.280	0.369	25.705	0.525	0.552
D	25.475	0.295	0.313	27.220	0.640	0.635
E	28.385	0.405	0.386	29.110	1.270	0.770
		Promedio	0.350		Promedio	0.581
		DE	0.028		DE	0.092

Tabla C.66 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro TBARS con un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	2.846	35	0.081	30.370	< 0.0001
Error	0.386	144	0.003		
Total	3.232	179			

Resultados completos para determinar efecto sobre el parámetro BNVT en los grupos que fueron contaminados con *Listeria monocytogenes*

Tabla C.68 Valores del parámetro BNVT del tratamiento Control

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	22.847	0.2	0.146	21.013	0.7	0.518
B	22.977	0.3	0.128	21.129	0.8	0.588
C	23.638	0.3	0.212	21.178	0.9	0.660
D	26.707	0.3	0.188	21.400	0.8	0.581
E	25.464	0.3	0.197	23.567	0.9	0.593
		Promedio	0.192		Promedio	0.588
		DE	0.028		DE	0.051
Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	21.460	0.8	0.623	22.387	1.0	0.838
B	21.809	0.8	0.613	22.741	0.8	0.660
C	22.258	0.8	0.601	22.777	1.0	0.824
D	22.489	0.8	0.595	22.844	1.1	0.903
E	24.322	0.9	0.619	25.123	1.0	0.747
		Promedio	0.610		Promedio	0.794
		DE	0.012		DE	0.094
Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	21.504	1.2	0.933	21.400	2.1	1.640
B	21.592	1.4	1.084	21.676	2.0	1.542
C	21.597	1.3	1.006	21.827	2.1	1.608
D	21.756	1.1	0.845	21.878	2.1	1.605
E	23.232	1.6	1.151	25.324	2.3	1.518
		Promedio	1.004		Promedio	1.583
		DE	0.121		DE	0.051

Tabla C.69 Valores del parámetro BNVT del tratamiento NaClO

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	22.258	0.5	0.376	21.052	0.9	0.664
B	22.355	0.4	0.299	21.478	1.0	0.724
C	22.730	0.5	0.368	21.623	1.2	0.862
D	22.762	0.5	0.367	21.653	1.0	0.718
E	23.733	0.5	0.352	23.044	1.1	0.742
			Promedio		Promedio	0.742
			DE		DE	0.073
Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	19.196	0.8	0.697	17.078	0.8	0.879
B	20.653	1.0	0.809	17.993	0.8	0.834
C	21.557	1.1	0.853	18.777	0.8	0.799
D	21.573	1.1	0.852	19.126	0.9	0.883
E	23.747	1.3	0.915	23.123	1.0	0.811
			Promedio		Promedio	0.841
			DE		DE	0.038
Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	22.423	1.1	0.820	21.428	1.9	1.482
B	22.441	1.2	0.894	21.511	1.5	1.116
C	22.473	1.4	1.041	21.586	1.8	1.394
D	22.483	1.5	1.115	21.890	1.7	1.298
E	25.342	1.5	0.989	24.231	1.9	1.311
			Promedio		Promedio	1.330
			DE		DE	0.118

Tabla C.70 Valores del parámetro BNVT del tratamiento SES

Repetición	Día 1			Día 3			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	14.550	0.1	0.115	21.048	0.5	0.369	
B	15.044	0.1	0.111	21.335	0.8	0.583	
C	16.747	0.3	0.299	21.790	0.6	0.428	
D	22.348	0.3	0.224	21.939	1.1	0.779	
E	23.582	0.4	0.284	23.402	0.8	0.531	
		Promedio	0.207			Promedio	0.538
		DE	0.090			DE	0.159
Repetición	Día 5			Día 12			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	20.078	0.5	0.416	21.949	0.5	0.427	
B	20.742	0.7	0.564	22.187	0.6	0.507	
C	20.941	1.0	0.798	22.266	0.6	0.506	
D	20.946	0.6	0.479	22.571	0.7	0.582	
E	23.514	0.8	0.569	23.087	0.6	0.488	
		Promedio	0.565			Promedio	0.502
		DE	0.145			DE	0.055
Repetición	Día 19			Día 26			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	22.407	1.0	0.746	22.109	1.0	0.780	
B	22.668	0.7	0.516	22.170	1.0	0.777	
C	22.793	0.8	0.587	22.346	1.1	0.852	
D	22.867	0.8	0.585	22.428	1.0	0.764	
E	25.324	1.0	0.660	25.124	1.1	0.759	
		Promedio	0.619			Promedio	0.786
		DE	0.087			DE	0.038

Resultados completos para determinar efecto sobre el parámetro BNVT en los grupos que no fueron contaminados

Tabla C.71 Valores del parámetro BNVT del tratamiento Control

Repetición	Día 1			Día 3		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	20.471	0.3	0.245	18.756	0.7	0.580
B	24.203	0.4	0.276	20.719	0.7	0.525
C	25.011	0.5	0.334	20.420	1.5	1.142
D	25.222	0.6	0.398	21.055	0.9	0.664
E	26.404	0.5	0.317	23.539	1.1	0.726
		Promedio	0.314		Promedio	0.727
		DE	0.058		DE	0.244
Repetición	Día 5			Día 12		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	21.461	1.0	0.779	21.167	0.8	0.709
B	21.600	0.9	0.697	21.450	1.0	0.875
C	22.001	1.0	0.760	21.627	1.1	0.954
D	22.052	0.8	0.606	22.263	0.9	0.758
E	23.736	1.0	0.704	18.016	0.7	0.729
		Promedio	0.709		Promedio	0.805
		DE	0.067		DE	0.105
Repetición	Día 19			Día 26		
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)
A	20.178	1.1	0.911	22.090	1.9	1.438
B	21.032	1.2	0.954	22.101	1.9	1.437
C	21.074	1.1	0.873	22.664	2.1	1.549
D	21.151	1.1	0.869	22.726	2.0	1.471
E	23.532	1.2	0.852	23.840	2.1	1.472
		Promedio	0.892		Promedio	1.473
		DE	0.041		DE	0.046

Tabla C.72 Valores del parámetro BNVT del tratamiento NaClO

Repetición	Día 1			Día 3			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	21.992	0.5	0.380	20.028	0.9	0.698	
B	23.482	0.5	0.356	20.654	0.5	0.376	
C	23.678	0.6	0.424	22.048	0.7	0.493	
D	23.838	0.6	0.421	22.174	0.8	0.561	
E	24.554	0.6	0.408	23.480	0.8	0.529	
		Promedio	0.398			Promedio	0.532
		DE	0.029			DE	0.116
Repetición	Día 5			Día 12			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	21.512	1.5	1.166	15.076	0.8	0.995	
B	22.439	1.2	0.894	17.126	0.9	0.986	
C	22.520	1.5	1.113	17.289	1.0	1.085	
D	22.704	1.1	0.810	17.542	0.8	0.856	
E	23.659	1.4	0.989	23.373	1.2	0.971	
		Promedio	0.994			Promedio	0.979
		DE	0.148			DE	0.082
Repetición	Día 19			Día 26			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	22.210	1.5	1.129	22.257	1.7	1.277	
B	22.655	1.1	0.812	22.346	1.6	1.197	
C	22.665	1.4	1.033	22.766	1.8	1.322	
D	22.978	1.3	0.946	22.963	1.8	1.310	
E	23.556	1.4	0.993	23.046	1.7	1.233	
		Promedio	0.982			Promedio	1.268
		DE	0.117			DE	0.053

Tabla C.73 Valores del parámetro BNVT del tratamiento SES

Repetición	Día 1			Día 3			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	20.982	0.6	0.478	21.202	0.6	0.440	
B	20.985	0.3	0.239	21.645	0.8	0.574	
C	21.240	0.2	0.157	21.476	0.8	0.579	
D	22.136	0.3	0.227	22.964	0.6	0.406	
E	23.886	0.3	0.210	23.873	0.7	0.456	
		Promedio	0.262			Promedio	0.491
		DE	0.125			DE	0.080
Repetición	Día 5			Día 12			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	22.238	0.6	0.451	21.971	0.5	0.427	
B	22.378	0.7	0.523	22.948	0.8	0.654	
C	22.414	0.9	0.671	22.758	0.7	0.577	
D	22.798	0.8	0.587	22.901	0.7	0.573	
E	23.527	0.6	0.426	23.373	0.7	0.562	
		Promedio	0.532			Promedio	0.559
		DE	0.100			DE	0.082
Repetición	Día 19			Día 26			
	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	Masa (g)	Volumen Corregido (HCl 0.01 N)	BNVT (mg N/100 g)	
A	22.173	0.7	0.528	22.115	0.9	0.680	
B	22.239	0.9	0.676	22.197	1.0	0.753	
C	22.369	0.8	0.598	22.280	1.0	0.750	
D	22.277	0.8	0.600	22.968	1.0	0.728	
E	23.432	0.9	0.642	23.318	1.2	0.860	
		Promedio	0.609			Promedio	0.754
		DE	0.056			DE	0.066

Tabla C.74 ANOVA de un factor entre tratamientos en la carne contaminada y no contaminada para los valores del parámetro BNVT con un $\alpha = 0.05$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Probabilidad P
Días	19.354	35	0.553	61.105	< 0.0001
Error	1.303	144	0.009		
Total	20.657	179			

