



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO CONSERVADOR DE LA
SOLUCIÓN ELECTROLIZADA DE SUPEROXIDACIÓN (SES)
CON PH NEUTRO EN PECHUGA DE POLLO ALMACENADA
EN REFRIGERACIÓN**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA:

HÉCTOR EDUARDO RODRÍGUEZ SOLLANO



CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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: EDUARDO MENDOZA MARTÍNEZ
VOCAL: HUGO RUBÉN CARREÑO ORTIZ
SECRETARIO: JOSÉ ALBERTO CANO BUENDÍA
1ER. SUPLENTE: HIRAM FERNANDO RAMÍREZ CAHERO
2° SUPLENTE: JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Departamento de Microbiología e Inmunología. Laboratorio de Vacunología y Constatación; En colaboración con el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Laboratorio de Bromatología II, dependientes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM (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:

Héctor Eduardo Rodríguez Sollano

DEDICATORIAS

A mi madre Eva Rodríguez S., mis hermanos Luz del Carmen Rodríguez S., José J. Hernández R., al pequeño Derek A. Daza R. y a mi prima Erika J. Romero S., por todo su amor a lo largo de mi vida, por su paciencia, por sus enseñanzas, por cada buen y mal momento, por cada risa y por cada llanto, porque siempre los guardo en mi corazón y agradezco enormemente a Dios por la existencia de cada uno. Al pequeño Derek por enseñarme que la vida va más allá, por enseñarme que siempre se puede ir más y más lejos, que una caída no es impedimento para seguir adelante. Les amo con todo el corazón.

A Yolanda Escalante B. e Irving I. Ramírez E., porque desde que tengo memoria han estado en mi vida y se han vuelto como una segunda familia para mí. Gracias eternas por su apoyo, por abrirme sus corazones y por ser parte fundamental de mi vida. Les amo infinitamente.

A Abigail Constantino P, Claudia Castillo R. y José M. Jiménez M., porque sin importar los años que pasan, verlos tan sólo un momento alegra mi día. Su amistad vale más que el oro.

A Luis Reyes T.; llevamos ya más de 6 años conociéndonos y no pasa un día en que no valore tú amistad. Gracias por escucharme, gracias por creer en mí, gracias porque sin importar la circunstancia siempre estás ahí para mí y sabes qué decir. Tu amistad es lo mejor que me pudo pasar.

A Guillermo D. Goode R., por ser luz en tiempos de oscuridad, por enseñarme a valorar más la vida, por nunca decirme cosas que quisiera escuchar, sino decirme todo aquello que necesito saber. Gracias por haber llegado a mi vida.

A Alejandro H. E., porque, aunque llevamos muy poco de conocernos (meses), he encontrado en ti un amigo leal y sincero. Gracias por esas pláticas eternas, por escucharme y leerme sin importar el momento (varias madrugadas ya), y por ser mi asesor de dilemas de la tesis incluso a la 1:40 a.m. Eres un amigo inigualable.

A Mercedes López, por ser como una madre pollo en laboratorio, por tú servicio, por tú alegría y sobre todo por tú honestidad. Gracias por creer en mí.

A Berenice Muñoz C., por ser mi guía a lo largo de toda la carrera, por no sólo darme consejos académicos sino también de vida, por escucharme y entender mis traumas sin importar la hora. Gracias por darme la confianza de acudir a ti en todo momento.

A Mónica Alonso de J., llevamos ya un tiempo de conocernos y, sin embargo, es genial que llegarás justo a ese servicio social, gracias por permitirme conocerte, gracias, cada palabra, por entender mis dudas existenciales y por saber escuchar, es una dicha haberte conocido.

A Eliud H. Badillo A., por acompañarme a lo largo de cada uno de los tramites de la tesis, por ser un hombre ejemplar y digno de admiración, gracias por tú amistad, por motivar y por cada palabra, fue un honor poder conocer a alguien como tú.

Cristopher E. Mejía C., por permitirme ver tú crecimiento a lo largo de la carrera, por siempre tener sueños tan locos y sin embargo tan únicos. Fue un gusto haberte conocido.

A mis amigos Fernando Martínez H., Víctor Vargas, Mariel Rico, Lucía M. Villagrán G., Thelma González C, Jannett Romero V., José A. Cabrera J., Alejandra Sánchez G., Luz Andrea Ramírez S., D. Vanesa Islas F., por creer en mí y motivarme a seguir adelante. Cada uno fue vital para lograr este proceso, gracias por su compañía, por sus ocurrencias, por tener sueños grandes y creer más allá de lo común, pues eso ha sido una gran inspiración para mí, gracias por brindarme una amistad que ha trascendido en estos años y porque estoy seguro de que vendrán más y mejores tiempos para cada uno.

Finalmente, le dedico esta tesis a todos aquellos con los que compartí en algún momento palabras, a aquellos que han creído en mí y en mi potencial, aquellos que me vieron crecer y que me compartieron de sus experiencias, así como aquellos que me permitieron verlos crecer y demostrarme que cada día se puede dar más.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por cada oportunidad brindada, por permitirme desarrollarme en sus aulas desde que entré al CCH y posteriormente a la Facultad de Química, porque más que una universidad, fue mi segundo hogar.

Al L. Eduardo Mendoza Martínez, por la asesoría y el valioso tiempo brindado a lo largo de este proyecto.

Al Dr. Hugo Rubén Carreño Ortiz, por su calidez, su tiempo y sobre todo por la confianza brindada durante los tramites de titulación.

Al M. en C. Hiram Fernando Ramírez Cahero, por el interés mostrado en el proyecto, por hacer las correcciones más precisas y sin embargo las que terminaron de pulir la tesis. Le agradezco infinitamente por ser uno de los pilares a lo largo de mi vida académica, gracias por su ejemplo y por su guía.

Al Dr. José Alberto Cano Buendía, por enseñarme que, sin importar las circunstancias, levantarse y seguir adelante siempre será la mejor decisión, por ser más que un asesor, un maestro de vida. Gracias por creer en mí.

Al M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel, por escuchar, por guiarme, por darme su confianza e inspirarme a dar siempre lo mejor de mí día a día, por ser un hombre que inspira a la ciencia constantemente y creer en el potencial de todos los que le rodean. Es un gran ejemplo a seguir.

A Patricia J. Rosario P., por asesorarme y motivarme a no rendirme en este proyecto llamado tesis, gracias por entender cada trauma y siempre estar dispuesta a ayudar.

Al Departamento de Microbiología e Inmunología. Laboratorio de Vacunología y Constatación, por acogerme con los brazos abiertos desde el primer momento en que llegué, por soportar los días donde trabajaba varias horas con el mechero encendido (yo también sufrí).

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Laboratorio de Bromatología II, por todos los buenos y malos momentos, por todo el apoyo recibido y por hacer de mi estancia en el laboratorio, un mejor lugar.

A Esteripharma® por brindar la solución electrolizada de superoxidación con la que se realizó el experimento y por todo su apoyo a lo largo de este proyecto. Sigán innovando y cosechando grandes éxitos día a día y que cada proyecto que realicen sea para ver un mundo mejor.

Parte del presente trabajo fue presentado en las Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Carne, el 17 abril de 2018 en Ciudad Universitaria, CDMX, bajo modalidad oral.



OTORGA LA PRESENTE CONSTANCIA A:

H. E. Rodríguez-Sollano, J. C.

Ramírez-Orejuel, J. A., Cano-Buendía

POR SU PARTICIPACIÓN COMO PONENTE CON EL TRABAJO :

“ EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA SOLUCIÓN ELECTROLIZADA DE SUPEROXIDACIÓN (SES) CON PH NEUTRO EN PECHUGA DE POLLO CONTAMINADA CON SALMONELLA SPP. ALMACENADA EN REFREGERACIÓN”

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX. 17 -18 DE ABRIL DE 2018



Enrique J. Delgado Suárez
PRESIDENTE. AMEXITEC

CONTENIDO

Símbolos y abreviaturas.....	i
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	4
OBJETIVOS GENERALES.....	5
Objetivos particulares.....	5
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.....	6
1.1. SECTOR AVÍCOLA, PRODUCCIÓN Y CONSUMO.....	7
1.1.1. Nivel mundial.....	7
1.1.2. En México.....	8
1.2. PROCESAMIENTO AVÍCOLA.....	10
1.3. PROBLEMAS ASOCIADOS AL PROCESAMIENTO.....	12
1.3.1. Conservación de la canal de pollo.....	14
1.3.1.1. Agentes antimicrobianos usados en pollo.....	16
1.3.2. Impacto de la contaminación avícola en la salud humana.....	17
1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y DE CALIDAD DE LA CANAL.....	19
1.5. SOLUCIÓN ELECTROLIZADA DE SUPEROXIDACIÓN CON PH NEUTRO.....	21
1.5.1. Generalidades y aplicación en alimentos.....	21
1.5.2. Generación de la SES con pH neutro y mecanismo de acción.....	22
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
2.1. ETAPA 1: ENSAYO MICROBIOLÓGICO.....	26
2.1.1. Recepción de soluciones a evaluar.....	26
2.1.1.1. Análisis químico de las soluciones.....	26
2.1.1.1.1. Determinación de pH y ORP.....	26
2.1.1.1.2. Determinación de concentración de cloro libre.....	27
2.1.1.2. Ensayo <i>in vitro</i> con <i>Salmonella</i> spp.....	28
2.1.1.2.1. Preparación del inóculo.....	28
2.1.1.2.2. Titulación bacteriana.....	29
2.2. ETAPA 2: PRUEBAS EN PECHUGA DE POLLO.....	30
2.2.1. Obtención de carne de pollo.....	30
2.2.1.1. Agrupación de carne de pollo y planeación experimental.....	30
2.2.2. Aplicación de tratamientos en pechuga de pollo.....	31

2.2.2.1. Tratamiento con luz UV	31
2.2.2.2. Contaminación con <i>Salmonella typhimurium</i>	32
2.2.2.3. Aplicación de tratamientos	32
2.2.2.4. Recuperación bacteriana	32
2.2.3. Almacenamiento de la carne de pollo	32
2.2.4. Determinación microbiológica	33
2.2.5. Análisis fisicoquímico de carne de pollo	33
2.2.5.1. Evaluación de cambio total de color	33
2.2.5.2. Determinación de pH	34
2.2.5.3. Determinación de contenido de ácido láctico	34
2.2.5.4. Determinación de Bases Volátiles Nitrogenadas Totales	35
2.2.5.5. Determinación de sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico.....	35
2.2.5.5.1. Preparación de curva patrón para TBARs	36
2.2.6. Análisis estadístico	37
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. ETAPA 1: ENSAYO MICROBIOLÓGICO.....	39
3.1.1. Análisis químico de las soluciones	39
3.1.2. Ensayo <i>in vitro</i> con <i>Salmonella typhimurium</i>	40
3.2. ETAPA 2: PRUEBAS EN PECHUGA DE POLLO.....	41
3.2.1. Evaluación de SES en pechuga de pollo contaminada	41
3.2.2. Evaluación de cambio total de color	43
3.2.3. Evaluación de pH	52
3.2.4. Evaluación del contenido de ácido láctico	55
3.2.5. Evaluación de contenido de BVNT	57
3.2.6. Evaluación de contenido de TBARs	61
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	66
Perspectivas.....	70
Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS	71
Glosario.....	86
ANEXO A: Procesamiento de carne de pollo	89
ANEXO B: Certificado de análisis de identificación de bacteria	95
ANEXO C: Cuadros de resultados con análisis estadístico.....	96

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos generales

Símbolo	Significado
°C	grados Celsius
pH	potencial Hidrógeno
UV	ultravioleta
%	porcentaje
ΔE color	cambio total de color
<i>n</i>	tamaño de muestra
<i>p</i>	probabilidad
dil	diluido
ác	ácido
mL	mililitro
μ L	microlitro
h	hora
min	minutos
s	segundos
g	gramos
kg	kilogramo
μ mol	micromol (10^{-6} mol)
N	normalidad (eq/L)
M	molaridad (mol/L)
mM	milimolar (10^{-3} mol/L)
% p/v	peso/volumen (g/mL) *100

Vitaminas

Símbolo	Significado
B ₁	Tiamina
B ₂	Riboflavina
B ₃	Niacina
B ₆	Piridoxina
B ₁₂	Cobalamina
C	Ácido ascórbico

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Aminoácidos

Símbolo	Significado
Lys	Lisina
Thr	Treonina
Met	Metionina
Trp	Triptófano

Minerales y compuestos químicos

Símbolo	Significado
Na	Sodio
Fe	Hierro
Zn	Zinc
P	Fósforo
K	Potasio
Ar	Argón
N ₂	Nitrógeno
ClO ₂	Dióxido de cloro
HClO	Ácido hipocloroso
NaClO	Hipoclorito de sodio
NaCl	Cloruro de sodio
KI	Yoduro de potasio
CH ₃ COOH	Ácido acético
Na ₂ S ₂ O ₃	Tiosulfato de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
CH ₃ CH(OH)COOH	Ácido láctico
HCl _(ac)	Ácido clorhídrico acuoso
MgO	Óxido de magnesio
Na ₂ CO ₃	Carbonato de sodio
H ₃ BO ₃	Ácido bórico
HOCH ₂ -CHOH-CH ₂ OH	Glicerina
C ₂ HCl ₃ O ₂	Ácido tricloroacético
C ₄ H ₄ N ₂ O ₂ S	Ácido 2-tiobarbitúrico

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Abreviaturas generales

Abreviatura	Significado en inglés/ español
SES	Solución Electrolizada de Superoxidación
SSF	Solución Salina Fisiológica
SSFE	Solución Salina Fisiológica Estéril
ETAs	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
IOBW	Inside Outside Bird Washer/ Lavadora de ave por dentro y fuera
AGS	Ácidos Grasos Saturados
AGM	Ácidos Grasos Monoinsaturados
AGP	Ácidos Grasos Poliinsaturados
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points/ Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
ORP	Oxidation–Reduction Potential/ Potencial Óxido-Reducción
BVNT	Bases Volátiles Nitrogenadas Totales
TBARs	Thiobarbituric acid reactive substances/ Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico
TBA	2-Thiobarbituric Acid/ Ácido 2-tiobarbitúrico
ppm	partes por millón
UCT	UV, Contaminación, Tratamiento
CT	Contaminación, Tratamiento
T	Tratamiento
CRA	Capacidad de Retención de Agua
TPA	Texture Profile Analysis/ Análisis de Perfil de Textura
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
TSA	Tryptic Soy Agar/ Agar Tripticasa Soya
rpm	revoluciones por minuto
ATP	Adenosin Trifosfato
DNA	Deoxyribonucleic acid/ Ácido Desoxirribonucleico
RNA	Ribonucleic acid/ Ácido Ribonucleico
TCA	Trichloroacetic Acid/ Ácido tricloroacético
ANOVA	Analysis of Variance
DE	Desviación Estándar
CV	Coefficiente de Variación
S.A. de C.V.	Sociedad Anónima de Capital Variable

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Asociaciones

Abreviatura	Significado
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAO/AG	FAO Agriculture and Consumer Protection Departamento
EFSA	European Food Safety Authority
USDA	U.S. Department of Agriculture
WHO/OMS	World Health Organization/ Organización Mundial de la Salud
FAS-USDA	Foreign Agricultural Service of USDA
UNA	Unión Nacional de Avicultores
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
FDA	Food and Drug Administration
JECFA	Joint Expert Committee on Food Additives
GSFA	General Standard for Food Additives
FSIS	Del inglés: Food Safety Inspection Service
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SNIIM	Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados
USAPEEC	USA Poultry and Egg Export Council
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
DOF	Diario Oficial de la Federación
CEIEPAv	Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola
ATCC	American Type Culture Collection

RESUMEN

La demanda de carne de pollo es impulsada por el incremento en la población. En este contexto, el sector avícola se enfrenta a retos sin precedentes, por ello se ha fortalecido la producción, infraestructura y la implementación de medidas de control de calidad para asegurar su inocuidad. Dada la problemática que implica la conservación de la carne de pollo, al ser una matriz alimentaria compleja, en el presente trabajo se evaluó el efecto antimicrobiano de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro en pechuga de pollo contaminada con *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* ATCC®-7251™, almacenada a 4°C. Puesto que una de las características de los conservadores es su capacidad antimicrobiana, se realizó un estudio *in vitro* para evaluar la eficacia de la SES como antimicrobiano contra *S. typhimurium* ATCC®-7251™; una vez corroborado su efecto, se evaluó la aplicación de la SES en pechuga de pollo contaminada con este patógeno, realizando para este fin tres grupos de estudio: G1, G2 y G3. En el grupo G1, se trató a la carne con luz UV, posteriormente se contaminó con *S. typhimurium* y, por último, se trató con SES; En el grupo G2, la carne se contaminó con la misma serovariedad y se trató con SES; En el grupo G3, la carne fue tratada directamente con SES. Para el experimento se usó como comparativo NaClO, que es el agente antimicrobiano más comúnmente usado en la industria avícola. Considerando la actividad bactericida de la SES, su pH próximo a la neutralidad, ORP y estabilidad química, la finalidad del presente estudio fue comprobar si su uso en carne de pollo permitía su conservación, además de verificar si podía sustituir los antimicrobianos convencionales. Para ello se midieron propiedades fisicoquímicas que determinan frescura y calidad de la pechuga: color, pH, contenido de ácido láctico, producción de bases volátiles nitrogenadas totales y grado de oxidación en grasas. En los resultados mostrados en el presente estudio, se observó que en el ensayo *in vitro* la SES logra un porcentaje de reducción microbiana de *Salmonella typhimurium* del 99.999%, mientras que en el ensayo en carne sólo fue del 79.62%, y del 78.39% para los grupos G1 y G2 respectivamente. Por otro lado, la SES no afectó el color en la carne, y logró retardar la reactividad relacionada con la oxidación de lípidos y la producción de aminas biogénicas, por lo que dicha solución constituye una alternativa en la conservación de la carne de pollo.

INTRODUCCIÓN

“Hay mucho que aprender y siempre hay grandes cosas ahí afuera.
Incluso los errores pueden ser maravillosos.”

Robin Williams

Dentro del sector cárnico en México, el sector avícola es líder en producción y exportación. Por consiguiente, la carne de pollo en particular se ha convertido en uno de los principales alimentos en la cocina mexicana, dado su valor nutricional, precio accesible y fácil digestibilidad en comparación con otras carnes, siendo la pechuga el corte más demandado para el consumo humano, lo que ha provocado un incremento en su comercialización (Carbajal-Azcona, 2005; Farrell, 2013; Tellez-Delgado, Mora-Flores & Martínez-Damián, 2016; Gomez-Portilla, Gomez & Martínez-Benavides, 2016; UNA, 2017).

La principal causa de deterioro de los alimentos es por la actividad de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos); en carne de pollo, *Salmonella* spp., es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por alimentos. Por ende, se ha fortalecido la infraestructura, y métodos de producción y mantenimiento de calidad e inocuidad (Moreno-Temprado, 2005; Castañeda-Serrano, Braña-Varela, Rosario-Cortés & Martínez-Valdés, 2013a; UNA, 2017, FAS-USDA, 2017; WHO, 2017).

Actualmente, para satisfacer la demanda de productos cárnicos de alta calidad, seguros y sin conservantes, están surgiendo nuevas tecnologías asociadas con la inactivación microbiana no térmica, lo que ha llevado a la comunidad científica a explorar el uso de nuevos antimicrobianos (Stopforth, 2017; Aziz & Karboune, 2018; Lorenzo *et al.*, 2018; Silva, Domingues & Nerín, 2018).

En la última década se ha estudiado a la Solución Electrolizada de Superoxidación, que ha demostrado ser efectiva en diversos alimentos, tales como manzana, zanahoria, uvas, lechuga, cilantro, así como carne fresca de cerdo, res y salmón. Se ha comprobado su uso como método seguro, ya que no es tóxica para las células del organismo humano, es ecológica y fácil de emplear (Cabello-Gutiérrez, Rosete-Olvera & Manjarrez-Zavala, 2009; Taberero de Paz *et al.*, 2013; Rahman, Khan & Oh, 2016; Athayde *et al.*, 2018). Debido a su efecto germicida de amplio espectro, pH neutro, ORP y a la existencia de iones activos de cloro (principalmente HClO), controlados y estables, se quiere averiguar si la SES puede mantener la integridad de alimentos como carne de pollo y por ende alargar su vida de anaquel.

HIPÓTESIS

- ❖ Considerando la efectividad antimicrobiana de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro, en específico, sobre *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* ATCC®- 7251™, su aplicación en pechuga de pollo retardará la descomposición microbiana y, debido a su composición en especies activas de cloro, la SES mostrará una efectividad similar a la que presentan soluciones de NaClO comerciales, todo ello sin alterar las propiedades fisicoquímicas de la carne.

OBJETIVOS GENERALES

- ❖ Evaluar el efecto antimicrobiano de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro en pechuga de pollo almacenada en refrigeración.
- ❖ Evaluar el efecto de la SES con pH neutro sobre las características fisicoquímicas de frescura y calidad en pechuga de pollo almacenada en refrigeración, para determinar su efecto como conservador.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ❖ Evaluar el efecto antimicrobiano de la SES contra *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* ATCC®- 7251™ mediante un ensayo *in vitro*.
- ❖ Evaluar la disminución de la carga bacteriana de carne de pollo contaminada con *Salmonella typhimurium* ATCC®- 7251™, tratada con SES y almacenada en refrigeración a 4°C durante un periodo de doce días.
- ❖ Analizar el efecto de los tratamientos sobre las características fisicoquímicas de calidad en pechuga de pollo a 4°C: color, pH y contenido de ácido láctico, durante diecinueve días, e identificar si conserva su calidad.
- ❖ Identificar si los tratamientos retardan la producción de bases volátiles nitrogenadas totales (BVNT) y la oxidación de grasas por la técnica de TBARs (parámetros indicadores de frescura) en pechuga de pollo a 4°C, con respecto al tiempo de almacenamiento de diecinueve días.
- ❖ Evaluar el efecto sinérgico de la aplicación de luz ultravioleta con la SES, sobre las características fisicoquímicas analizadas: color, pH, contenido de ácido láctico, BVNT y TBARs, en pechuga de pollo almacenada a 4°C durante diecinueve días.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

“La ciencia será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento real.
Es un viaje, nunca una llegada.”

Karl Raimund Popper.

1.1. Sector avícola, producción y consumo

1.1.1. Nivel mundial

Dentro del sector ganadero, la producción avícola representa el subsector más eficiente en el uso de recursos naturales y suministro de proteína para abastecer una demanda creciente mundial, produciéndose principalmente en operaciones intensivas a gran escala con un rápido crecimiento. (FAO/AG, 2016; Mottet & Tempio, 2017).

Para 2018 se ha pronosticado un incremento en la producción de carne de pollo a nivel mundial del 2% en 92,5 millones de toneladas, principalmente en Estados Unidos, Brasil, la Unión Europea (UE), la Federación de Rusia, India, Tailandia y México (Figura 1.1)(UNA, 2017; FAO, 2017; FAS-USDA, 2018a).

Este aumento está dado por el incremento de la población humana, junto con un amplio suministro de alimentos a precios relativamente bajos (FAO/AG, 2016; Mottet & Tempio, 2017; UNA, 2017; FAS-USDA, 2018a).

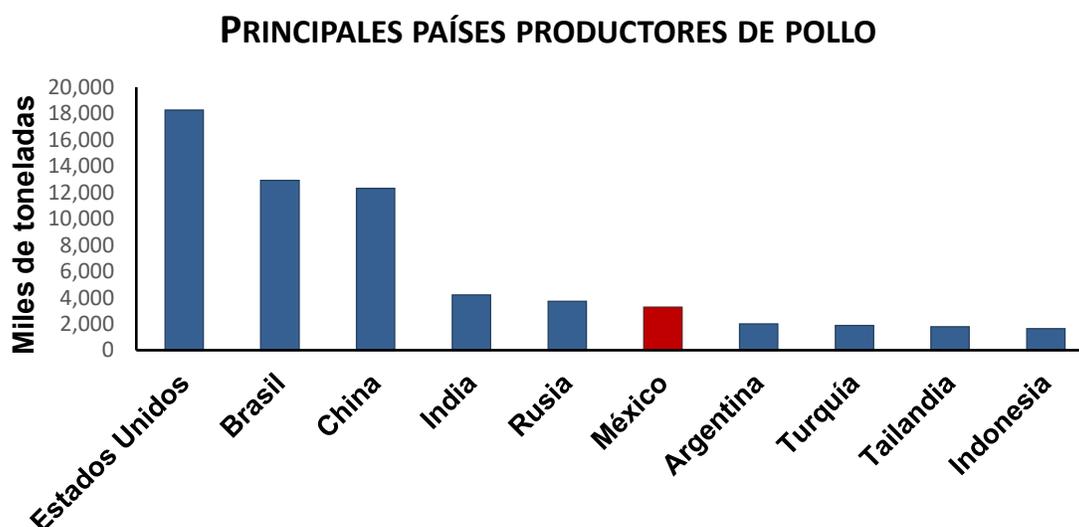


Figura 1.1. Principales países productores de pollo a nivel mundial.

Modificado de UNA, 2017.

1.1.2. En México

Actualmente en México, el segmento avícola continúa siendo el líder en producción y exportación, encontrándose en el sexto lugar de producción de carne de pollo a nivel mundial (Figura 1.1). En 2015 representó el 1.79 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional que, con el trabajo coordinado entre autoridades y productores, ha logrado un crecimiento en los últimos 12 años del 129% en la producción de pollo, de acuerdo con datos reportados por SAGARPA. Así mismo, se ha fortalecido la infraestructura, los métodos de mantenimiento de calidad e inocuidad. (IA, 2017; UNA, 2017, FAS-USDA, 2017, FAS-USDA, 2018b)

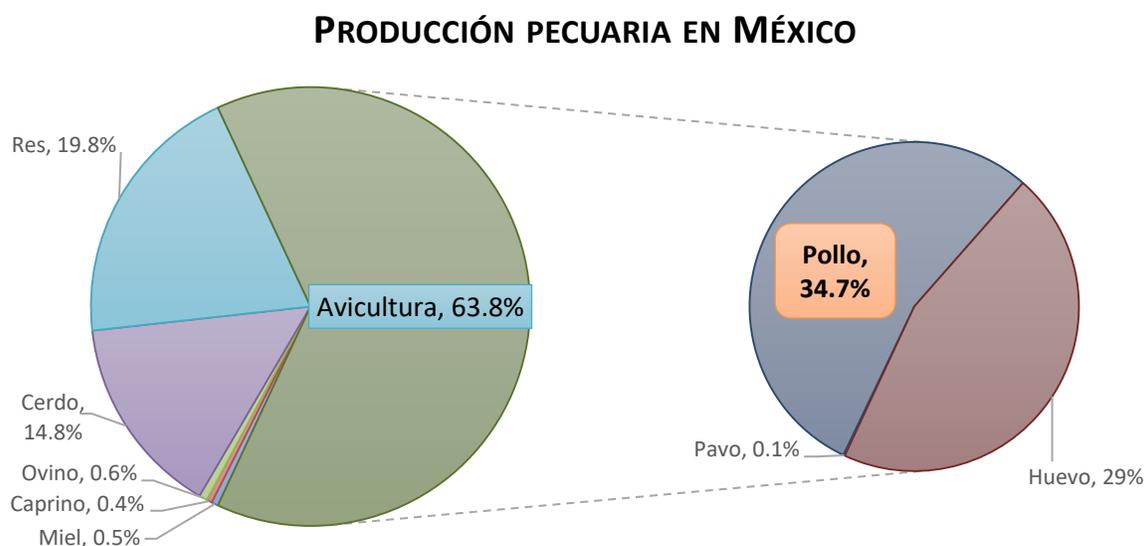


Figura 1.2. Producción pecuaria en México.

Modificado de UNA, 2017.

Hoy en día, el 63.8 % de la producción pecuaria en México se enfoca en la avicultura, y de esta, el 34.7 % representa la producción de carne pollo (Figura 1.2), con un consumo de per cápita de 26.6 kg y de 4.3 millones de toneladas para 2018. Se pronostica que la producción avícola permanecerá sin cambios, ya que se espera que el crecimiento reciente continúe aumentando de 3 a 4% aproximadamente. Factores que influyen en este crecimiento continuo son la mejora genética, el incremento de la bioseguridad, así como los precios baratos de la alimentación animal. Los principales estados productores son Jalisco (líder del

grupo), Veracruz, Querétaro y Aguascalientes. (UNA, 2017; OECD-FAO Agricultural Outlook, 2017; FAS-USDA, 2018a; SIAP, 2018)

La carne de pollo es la fuente más popular y asequible de proteína en el mercado mexicano, con un costo promedio de \$40.00-\$42.00 MNX/kilogramo, encontrándose como la carne más barata en los últimos tres años en comparación con la carne de res y cerdo (Figura 1.3)(FAS-USDA, 2018b; SNIIM, 2018).

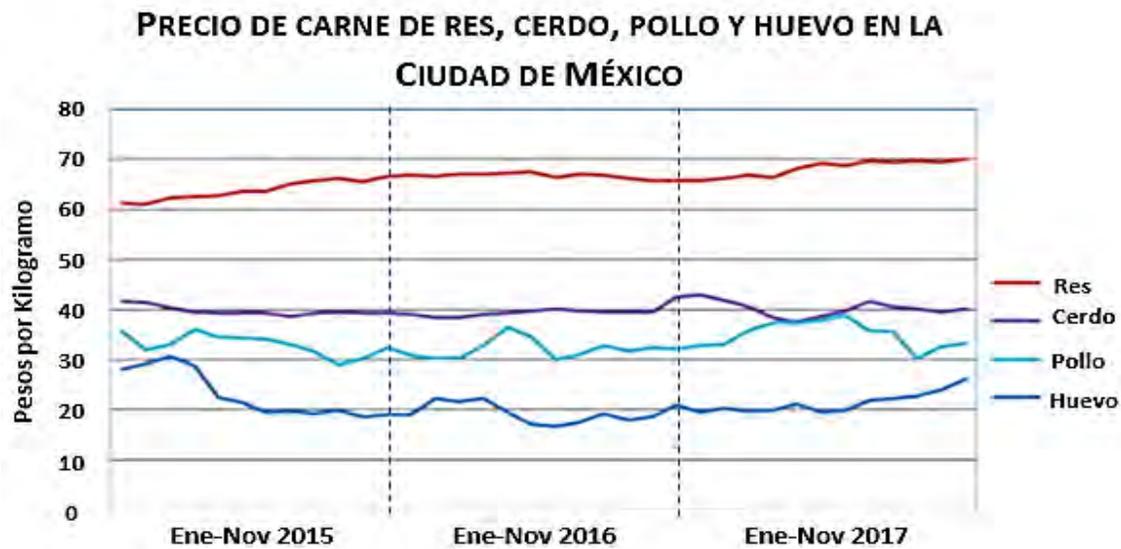


Figura 1.3. Precio de la carne de res, cerdo, pollo y huevo de gallina en la Ciudad de México. Modificado de FAS-USDA, 2018b.

1.2. Procesamiento avícola

La avicultura está estructurada como una cadena de producción, transformación y distribución de productos de origen aviar. Los avances en la crianza han dado lugar a aves que cumplen fines especializados y cada vez más productivas. A nivel mundial, se pueden considerar tres tipos principales de sistemas de producción avícola: pollos de engorda, ponedoras y pollos de doble propósito. (FAO/AG, 2016; Mottet & Tempio, 2017)

La planta de procesamiento es el sitio de transformación de los músculos de un pollo en carne para el consumo humano, lo que involucra factores *antemortem* y *postmortem*, es decir, a corto y largo plazo. Incluye operaciones de aturdimiento, matanza, escaldado, desplumado, eviscerado, enfriamiento, clasificación y distribución (Figura 1.4, Anexo A), especificadas según el tipo de ave procesada. (Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014; FAO/AG, 2016; Mottet & Tempio, 2017)

El proceso general para la producción de carne es similar para la producción de pollos de engorda, gallinas y pollos de doble propósito, pero los detalles del proceso pueden ser diferentes en los pasos específicos. Las diferencias son debidas al tamaño y diferencias fisiológicas entre las aves, que requieren equipo y métodos específicos para cada especie. Las buenas prácticas de manufactura, capacitación permanente del personal y un programa de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés), son los elementos básicos para obtener aves procesadas de calidad, con eficientes resultados productivos y con un máximo aprovechamiento de los recursos de la planta procesadora. (Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014)

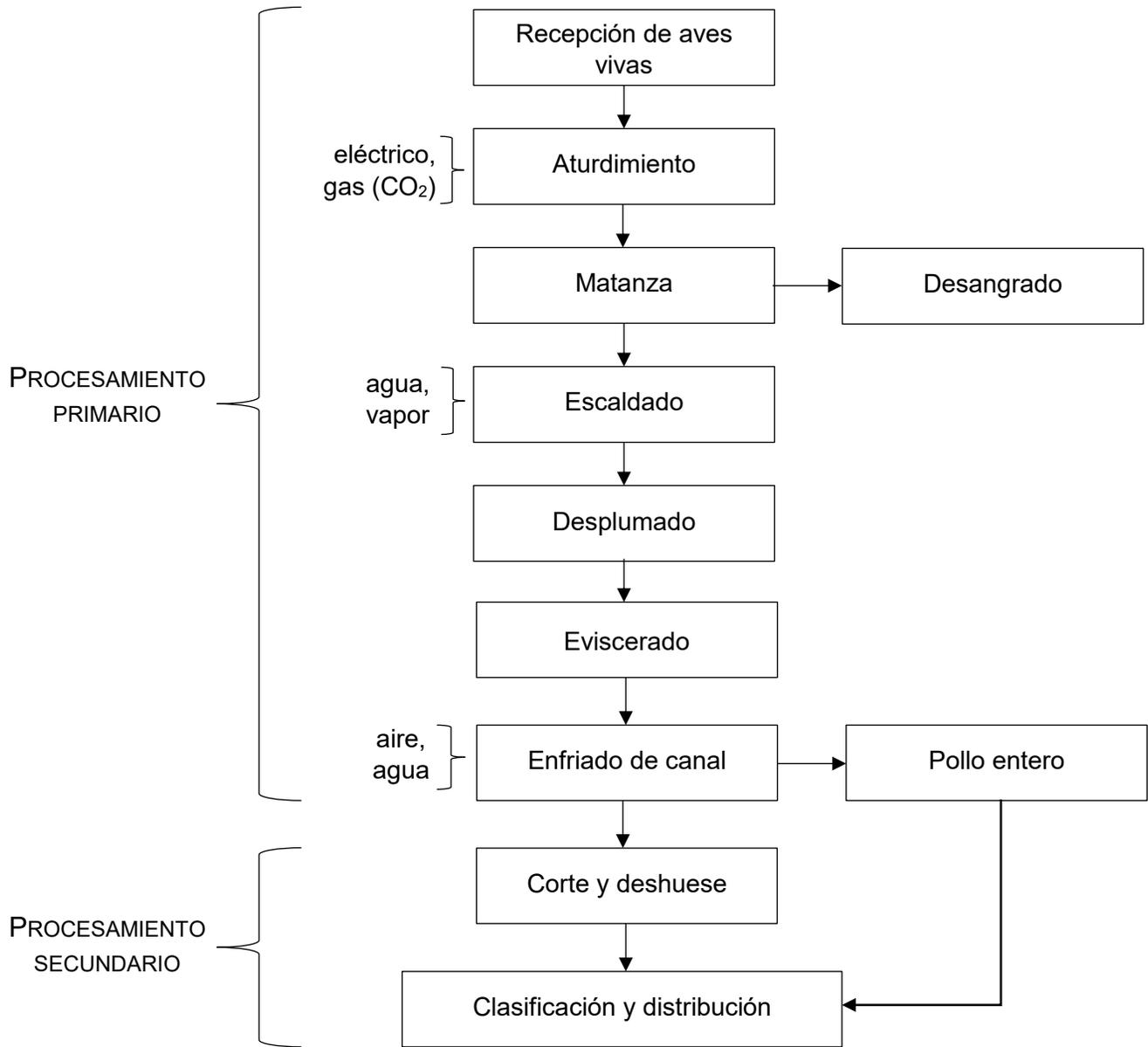


Figura 1.4. Diagrama de procesamiento de carne de pollo. Obtenido de Marel Poultry (2016) y modificado a partir de Castañeda-Serrano *et al.* (2013b), y Barbut (2015a).

1.3. Problemas asociados al procesamiento

En la producción avícola, existe el riesgo de exposición a agentes patógenos y falla en la producción durante las fases de matanza, escaldado, eviscerado y enfriado, así como en el corte y deshuese. Durante las fases de matanza y escaldado, una falla en el proceso puede dar como resultado una canal con defectos y, por ende, una mala calidad; mientras que en las fases posteriores el control de la contaminación de las canales por agentes patógenos supone un reto considerable, ya que la canal entra en contacto con microorganismos del "exterior" (piel, plumas), el medio ambiente (aire, agua utilizada enjuague) y el "interior" del animal (intestino). (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013a; Ventura da Silva, 2013; Barbut, 2015a). A continuación, se mencionan los problemas más comunes en cada etapa:

Matanza: El desangrado prologado (> 3.5 min) provoca el inicio del *rigor mortis*, que tiene efectos negativos durante el desplumado debido al endurecimiento de los folículos (por la rigidez cadavérica) (Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014; Zweifel, Althaus & Stephan, 2015).

Escaldado: Un deficiente control durante la matanza puede ocasionar problemas en el escaldado, ya que, si las aves permanecen con vida, las canales se enrojecerían luego del desplume, pues la irrigación sanguínea superficial incrementa el calor corporal, y la piel se tornaría rosada o roja durante el escaldado, por lo que estas canales serían consideradas como no aptas para el consumo humano. (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano, Braña-Varela & Martínez-Valdés, 2013b; Smith, 2014)

Algunas especies de *Salmonella* spp. pueden permanecer viables en los tanques de escaldado durante largos periodos; como resultado, existe el potencial de contaminación cruzada. Para este problema se ha optado por la adición de productos químicos (cloro, ácidos orgánicos, baños de fosfato) al agua del tanque de escaldado, lo que puede reducir el potencial de supervivencia de los patógenos y, por lo tanto, la contaminación cruzada. Sin embargo, en ciertas áreas del mundo, como es el caso de Europa, las reglamentaciones no permiten tales prácticas, sino sólo el uso de agua potable, con la finalidad de evitar la presencia de residuos químicos en la carne (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014).

Eviscerado: Los problemas microbiológicos ocurren a partir del retiro excesivamente prolongado de alimento, que favorece la fermentación y conduce a la formación de gas y distensión de las paredes intestinales, lo cual aumenta el riesgo de ruptura y, por lo tanto, de goteo del contenido intestinal durante la evisceración, ocasionando contaminación bacteriana de la canal. De igual forma, incrementa el pH, lo que fomenta el crecimiento de *Salmonella* spp., aunado a la posible contaminación de otros patógenos. Por tanto, la canal como las vísceras deben examinarse en busca de cualquier signo de enfermedad y anomalía durante la inspección posterior al eviscerado, para determinar si la canal es apta para el consumo humano. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013a; Smith, 2014)

Enfriamiento: Después de la evisceración, y su posterior lavado, la canal presenta una temperatura aproximada a los 38°C, con una humedad alta, por lo que es un sustrato ideal para el crecimiento de bacterias que podrían causar enfermedad, así como de aquellas que causan descomposición. Un enfriamiento adecuado puede disminuir el número total de bacterias por la acción y lavado de los enfriadores. (Smith, 2014; Barbut, 2015a)

Deshuese: Una desventaja del deshuese, es que aumenta la superficie de exposición al ambiente y a los microorganismos característicos de la carne, lo que la hace más vulnerable tanto a los efectos del medio (como la deshidratación), y al crecimiento microbiano. La suavidad, el color y el rendimiento son los desafíos más grandes que enfrenta el área de la carne deshuesada. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013a; Smith, 2014; Barbut, 2015a)

El control de patógenos en las plantas de procesamiento exige el compromiso de las empresas a tener las mejores prácticas productivas, así como a adoptar tecnologías mejoradas. Estrictas medidas de higiene y un manejo adecuado durante el procesamiento y la distribución pueden reducir con frecuencia el riesgo de contaminación de las canales. Para este fin, la carne y las canales de las aves de corral deberán refrigerarse o consumirse inmediatamente después de la matanza. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013a; Ventura da Silva, 2013; Smith, 2014)

1.3.1. Conservación de la canal de pollo

La carne de pollo fresca es un alimento altamente perecedero, ya que, debido a su composición química, es un excelente sustrato para el deterioro causado por el crecimiento microbiano y las reacciones oxidantes durante el procesamiento y almacenamiento en refrigeración (2 a 5°C) (Kumar, Yadav, Ahmad & Narsaiah, 2015; Zhang, Wu & Guo, 2016; Candan & Bağdatlı, 2017; Masoumbeigi, Tavakoli, Koozdar, Mashak & Qanizadeh, 2017; Argyri, Papadopoulou, Nisiotou, Tassou & Choriantopoulos, 2018; Hassanzadeh *et al.*, 2017).

Entre los factores relacionados con el crecimiento y desarrollo microbiano en carne fresca se encuentran (Stopforth, 2017):

- Parámetros intrínsecos: pH, actividad del agua (a_w), potencial de oxidorreducción.
- Factores extrínsecos del medio ambiente: temperatura, la humedad relativa, composición de la atmósfera de gas.
- Factores relacionados con el proceso: compuestos antimicrobianos, tratamientos térmicos, etc.
- Factores implícitos (relacionados con la microbiota presente): antagonismo, sinergismo.
- Efectos interactivos de los factores mencionados anteriormente distintos de los esperados por su efecto individual.

En los últimos años, se han desarrollado diversos métodos basados en el uso de agentes químicos, físicos o biológicos, junto con algunos pasos tecnológicos utilizados para la conservación de la carne, los cuales se centran generalmente en la inhibición del deterioro microbiano, aunque también se emplean métodos de conservación para minimizar la descomposición asociada con la oxidación de lípidos y el daño enzimático autolítico. Las tecnologías de conservación de carne más recientes se pueden agrupar en cinco categorías principales: (1) bajas temperaturas, (2) antimicrobianos, (3) biopreservación, (4) tecnologías no térmicas tales como alta presión hidrostática e irradiación y (5) tecnologías de envasado. Estos métodos aún presentan algunas desventajas relacionadas con aspectos tóxicos, un alto costo para aplicaciones prácticas o alteraciones en la calidad del

producto, ya que pueden modificar propiedades fisicoquímicas de la carne y producir en algunos casos, cambios indeseables en el color, sabor y textura (Barbut, 2015b; Stopforth, 2017; Pal & Devrani, 2018; Duc, Son, Honjoh & Miyamoto, 2018; Silva *et al.*, 2018; Piñon, Alarcon-Rojo, Renteria & Carrillo-Lopez, 2018).

Normalmente, en los procesos de enfriado y deshuese se ocupan antimicrobianos como compuestos de cloro, ácidos orgánicos y baños de fosfato de trisodio, yodoforos y compuestos de amonio cuaternario, siendo los compuestos de cloro los más efectivos; sin embargo, su uso produce corrosión de equipos, e irritación ocular del personal operativo, afectando además las características fisicoquímicas y sensoriales de la canal. (FAO/WHO, 2009; Kudra *et al.*, 2011; Castañeda-Serrano, Braña-Varela, Delgado-Suárez, Tejeda-Gil, Vázquez-Delgado & Martínez-Valdés, 2013c; Ventura da Silva, 2013; Barbut, 2015a)

Varios compuestos antimicrobianos y antioxidantes (Cuadro 1.1) han recibido aprobación regulatoria internacional para su uso como aditivos directos en productos cárnicos, sin embargo, por normatividad se prohíbe su uso en carne fresca (DOF, 16 de julio de 2012; *Codex Alimentarius*, 2018). Además, se ha confirmado que algunos de estos compuestos tienen efectos toxicológicos y carcinogénicos. (Kumar *et al.*, 2015; Candan & Bağdatlı, 2017; Pendleton & Davidson, 2017; Stopforth, 2017)

Cuadro 1.1. Antimicrobianos y antioxidantes usados en carne. (Candan & Bağdatlı, 2017; Stopforth, 2017)

Antimicrobianos	Antioxidantes
<ul style="list-style-type: none"> • Ácido acético • Ácido láctico • Ácido benzoico • Ácido propiónico • Nitratos y nitritos 	<ul style="list-style-type: none"> • TBHQ (<i>Terc</i>-butilhidroquinona) • BHT (Hidroxitolueno butilado) • BHA (Hidroxianisol butilado) • PG (Galato de propilo)

En los últimos años, con el objetivo de satisfacer la demanda de los consumidores de productos cárnicos mínimamente procesados, seguros y de alta calidad, sin el empleo de aditivos, están surgiendo tecnologías asociadas con la inactivación microbiana no térmica. Este fenómeno, así como la necesidad de expandir el espectro de la actividad antimicrobiana, ha llevado a la comunidad científica a explorar el uso de nuevos antimicrobianos y antioxidantes (Stopforth, 2017; Aziz & Karboune, 2018; Lorenzo *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2018).

1.3.1.1. Agentes antimicrobianos usados en pollo

Se ha estudiado el efecto de diversos antimicrobianos en productos cárnicos y avícolas, de estos los más usados son los ácidos orgánicos, fosfatos y aceites esenciales contra diversos microorganismos de descomposición transmitidos por alimentos. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de la adición de estos antimicrobianos y sus efectos sobre las características sensoriales de carne de pollo, obtenidos a partir de la revisión de Samant *et al.* (2015).

- **Ácidos orgánicos:** Los ácidos más comúnmente usados son el ácido cítrico, ácido láctico y ácido málico.

Se ha informado que tratamientos con ácido cítrico tienen resultados variables en las características de olor y sabor de carne de pollo fresca, en cambio tratamientos con ácido cítrico al 1% se consideró "muy aceptable" cuando se evaluó la aceptabilidad del olor por panelistas sensoriales no entrenados en carne de pollo en estados crudos y a la parrilla. Otros ácidos orgánicos como el ácido peracético, los peroxiácidos y el ácido sórbico también han mostrado potencial para retener y mejorar el perfil de sabor de los productos de pollo cocido.

- **Fosfatos:** Particularmente se usa el fosfato trisódico (TSP).

Se ha encontrado que en canales enteras de pollo tratadas con dodecahidrato de TSP, se obtiene un aspecto más rosado en comparación con controles no tratados, siendo preferidas por los panelistas incluso después de 8 días de tratamiento. Además, en pollos enteros tratados con tripolifosfato de sodio (STPP) no desarrollaron baba superficial hasta el octavo día de almacenamiento a 4 ° C, mientras que las muestras de control no tratadas tenían superficies viscosas a partir

del quinto día. El efecto de la adición de TSP en la retención y aceptabilidad del olor varió según el nivel de concentración.

➤ Aceites esenciales:

Los aceites esenciales tienen sus propios olores y sabores que pueden afectar el perfil general del producto final, reduciendo potencialmente la aceptabilidad del producto por parte del consumidor, aunque esto no sucede en todos los casos pues también se ha encontrado que la adición de algunos aceites naturales puede aumentar la aceptación de los panelistas de los olores de los productos avícolas.

La adición de aceite de orégano al 0.25% imparte un olor agradable a la carne de pechuga de pollo al comienzo de su vida de almacenamiento. El uso de orégano al 1% en pechuga de pollo produjo un sabor característico deseable que fue bien con el sabor del pollo cocido. Además, se descubrió que el aceite de tomillo 0.2% retenía el olor de tiras de pollo cocidas a pesar de que transmitía un olor distintivo organolépticamente atractivo.

1.3.2. Impacto de la contaminación avícola en la salud humana

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año 550 millones de personas padecen enfermedades diarreicas por consumo de alimentos contaminados con microorganismos, siendo *Salmonella* spp. una de las cuatro causas principales a nivel mundial, de las cuales 220 millones pertenecen a niños menores de 5 años; además 2 millones de personas mueren anualmente por problemas entéricos causados, en 70% de los casos, por el consumo de agua y alimentos contaminados por microorganismos. (Kirk, Angulo, Havelaar & Black, 2017; WHO, 2017; WHO, 2018)

El consumo de carne de pollo o productos derivados contaminados por *Salmonella enterica* es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) en el mundo. Las infecciones por este patógeno pueden provocar problemas como gastroenteritis, fiebre, calambres abdominales, diarrea, náuseas y, a veces, vómitos, entre 12 y 72 horas después del consumo de los alimentos contaminados. La enfermedad generalmente dura de 4 a 7 días, y la mayoría de las personas se recuperan sin tratamiento; sin embargo, en algunos casos la

deshidratación causada por la enfermedad puede ser grave y poner en peligro la vida, especialmente en ancianos, niños pequeños y en individuos con sistemas inmunológicos deteriorados. En estos pacientes, la infección por *Salmonella* puede diseminarse desde los intestinos a la corriente sanguínea y luego a otros sitios del cuerpo, pudiendo causar la muerte (Kudra *et al.*, 2011; Barbut, 2015c; Magwedere, Rauff, De Klerk, Keddy & Dziva, 2015; Sotomayor *et al.*, 2018; WHO, 2018).

Salmonella tiene más de 2600 serotipos (que en su mayoría puede causar ETAs), y sobrevive en muchos ambientes diferentes fuera del tracto intestinal. Este microorganismo está constituido por bacilos cortos gramnegativos, es un anaerobio facultativo, que crece en un amplio intervalo de temperaturas (7-48° C) a un pH entre 4 y 8, y con actividades de agua (a_w) por debajo de 0.93, por lo que coloniza fácilmente los intestinos de las aves sin desarrollar necesariamente patologías. *Salmonella enterica* serotipo *Typhimurium* es una de las principales causas de salmonelosis producida por el consumo de alimentos en el mundo (Moreno-Temprado, 2005; Smith, 2014; Borges *et al.*, 2018; WHO, 2018).

La creciente prevalencia de *Salmonella* sugiere que los métodos actuales utilizados para reducir la contaminación en pollos de engorda no son completamente efectivos. Muchos métodos de control se han desarrollado para controlar la contaminación por esta bacteria y, por lo tanto, se necesitan medidas de control adicionales para reducir aún más la prevalencia de este patógeno en productos avícolas (Moreno-Temprado, 2005; Kudra *et al.*, 2011; Smith, 2014; Barbut, 2015c).

1.4. Características fisicoquímicas y de calidad de la canal

La carne de pollo es una matriz conformada por proteínas con alrededor del 40% de aminoácidos indispensables, tales como Lys, Thr, Met y Trp, lípidos, vitaminas del grupo B (niacina, riboflavina, tiamina y ácido ascórbico) y minerales (Na, Fe, Zn, P, K). (Cuadro 1.2) Posee un contenido de grasas omega 6 y 9 relativamente bajo. (Carbajal-Azcona, 2005; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Farrell, 2013; Attia, Al-Harthi, Korish & Shiboob, 2016; Tellez-Delgado *et al.*, 2016; Gomez-Portilla *et al.*, 2016).

Cuadro 1.2. Composición general de diferentes cortes de carne de pollo sin piel. (USA, Poultry & Eggs, 2013).

Nutriente	Pechuga	Pierna	Ala
Energía.....(kcal)	114	120	126
Proteína.....(g)	21.23	19.16	21.97
Hidratos de carbono.....(g)	0.00	0.00	0.00
Grasa total.....(g)	2.59	4.22	3.54
AGS.....(g)	0.57	1.05	0.94
AGM.....(g)	0.76	1.44	0.85
AGP.....(g)	0.39	0.96	0.8
Colesterol.....(mg)	64.00	91.00	57.00
Minerales.....(g)	1.20		
Agua.....(g)	70-75		

AGS: Ácidos grasos saturados; AGM: Ácidos grasos monoinsaturados; AGP: Ácidos grasos poliinsaturados.

La calidad de la carne de pollo está determinada por factores, como la demanda y el gusto del consumidor, debido a que el mercado moderno está totalmente controlado por el precio y la apariencia de las canales, así como por el rendimiento y la clasificación adecuada de la canal, y por parámetros nutricionales y sensoriales. Muchos de los problemas en la calidad final de la canal se asocian con los manejos que ocurren durante las últimas horas de vida de la especie y con las primeras posteriores a su matanza (Cuadro 1.3). La calidad final incluye aspectos como el bienestar animal de las aves, su captura y enjaulado en granja, el transporte y posterior manejo en la planta de procesamiento, incluida la matanza y posterior enfriado de la canal (Rodríguez-Saldaña, 2011; Nicol & Davies, 2013; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; Miranda-de la Lama, 2013; Attia *et al.*, 2016).

Cuadro 1.3. Factores que afectan la calidad de la carne de pollo.
(Rodríguez-Saldaña, 2011)

<i>Ante-mortem</i>	<i>Post-mortem</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Ayuno • Captura • Transporte • Tiempo en andén • Descarga • Colgado • Aturdimiento • Matanza 	<ul style="list-style-type: none"> • Desangrado • Escaldado • Desplume • Desprendimiento de cabeza, patas y lavado previo a evisceración • Eviscerado • Corte y deshuese • Enfriamiento y congelamiento

En la carne fresca ocurren diversos cambios fisicoquímicos y todos ellos suceden en la fase acuosa, donde los carbohidratos y sus productos catabólicos intermedios son utilizados por la microbiota de la carne como fuente de energía, seguida del metabolismo de aminoácidos; los compuestos resultantes conducen a cambios de pH, formación de baba, degradación del componente estructural, malos olores y cambio en la apariencia del tejido muscular. Por tanto, la aplicación de métodos y tecnologías para preservar la seguridad y calidad de la carne son de vital importancia (Stopforth, 2017).

Las alteraciones en la calidad de la carne suelen influir en las propiedades sensoriales de la misma, ya que, debido a su alto contenido y disponibilidad de nutrimentos y humedad, es susceptible a un rápido deterioro causado principalmente por el desarrollo microbiano, así como por reacciones químicas como la oxidación de lípidos, la degradación proteolítica, los cambios en el color y la pérdida de humedad. Las canales frescas rara vez superan las dos semanas de almacenamiento en refrigeración antes de que el crecimiento excesivo microbiano degrade su calidad y deje de ser apta para el consumo. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; Miranda-de la Lama, 2013; Smith, 2014; Attia *et al.*, 2016).

La carne con signos de descomposición representa una merma en la cadena productiva y pérdidas económicas; conjuntamente es una fuente de contaminación,

que puede afectar a otros alimentos, a las instalaciones y al ambiente. De igual modo, puede afectar la salud de los consumidores constituyéndose en un problema sanitario (Ponce-Alquicira, Braña-Varela, López-Hernández & Delgado-Suárez, 2013).

1.5. Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro

1.5.1. Generalidades y aplicación en alimentos

En la última década, la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) ha surgido como un nuevo bactericida de amplio espectro, que ha mostrado numerosas ventajas sobre sus contrapartes tóxicas (ácidos orgánicos, compuestos clorados como Cl₂, ClO₂ y fosfato trisódico) en áreas como la agricultura, la industria médica y con potencial aplicación en alimentos (Cuadro 1.4), con variaciones en los modos de aplicación, ya sea sumergiéndolos en la solución o aplicándola en aerosol. Así mismo, por la concentración y estabilidad química de sus iones (HClO, ClO⁻, Cl₂), la SES con pH neutro representa ventajas sobre otros agentes de antimicrobianos tradicionales como las soluciones cloradas, pues se ha comprobado como un método de desinfección eficaz, relativamente económico, de fácil empleo y ecológico, debido a una mínima generación de residuos químicos, y que no presenta toxicidad para las células del organismo humano. (Cabello-Gutiérrez *et al.*, 2009; Tabernerero de Paz *et al.*, 2013; Gil, Gómez-López, Hung & Allende, 2015; Pintaric, Matela & Pintaric, 2015; Machado *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2016; Athayde *et al.*, 2018)

Cuadro 1.4. Aplicación de la Solución Electrolizada de Superoxidación en alimentos. (Rahman *et al.*, 2016; Athayde *et al.*, 2018)

Frutas	Verduras	Carne fresca, huevo, pescados y mariscos
<ul style="list-style-type: none"> • Manzana • Durazno • Uva • Fresas 	<ul style="list-style-type: none"> • Espinaca • Lechuga • Cilantro • Brócoli • Col • Zanahoria 	<ul style="list-style-type: none"> • Carne de cerdo • Carne de res • Salmón atlántico • Camarón • Tilapia • Carpa

Actualmente, en el Laboratorio de Vacunología y Constatación, en conjunto con el Laboratorio de Bromatología II dependientes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, se ha estudiado a la SES con pH neutro en carne de res y huevo de gallina para plato, contaminados con diversos patógenos. Además, se siguen buscando nuevas aplicaciones de esta solución en matrices alimentarias perecederas de alta demanda, como la pechuga de pollo. (Rivera-García, 2016; Santos-Ferro, 2017; Torres-Rosales, 2017)

1.5.2. Generación de la SES con pH neutro y mecanismo de acción

La SES con pH neutro se genera por electrólisis controlada de agua purificada en una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl) (Figura 1.5), para la generación de iones, que posteriormente se ordenan mediante un proceso de electrodiálisis bipolar, y se seleccionan a través de electrodiálisis inducida (selectividad iónica) con lo que se consiguen iones activos de cloro, estables y en intervalos de concentración específica. Al final de estos procesos, se realiza una concentración controlada de volúmenes para obtener la neutralidad del pH. (Durán-Vega, 2010; Tabernero de Paz *et al.*, 2013; Gil *et al.*, 2015; Rahman *et al.*, 2016)

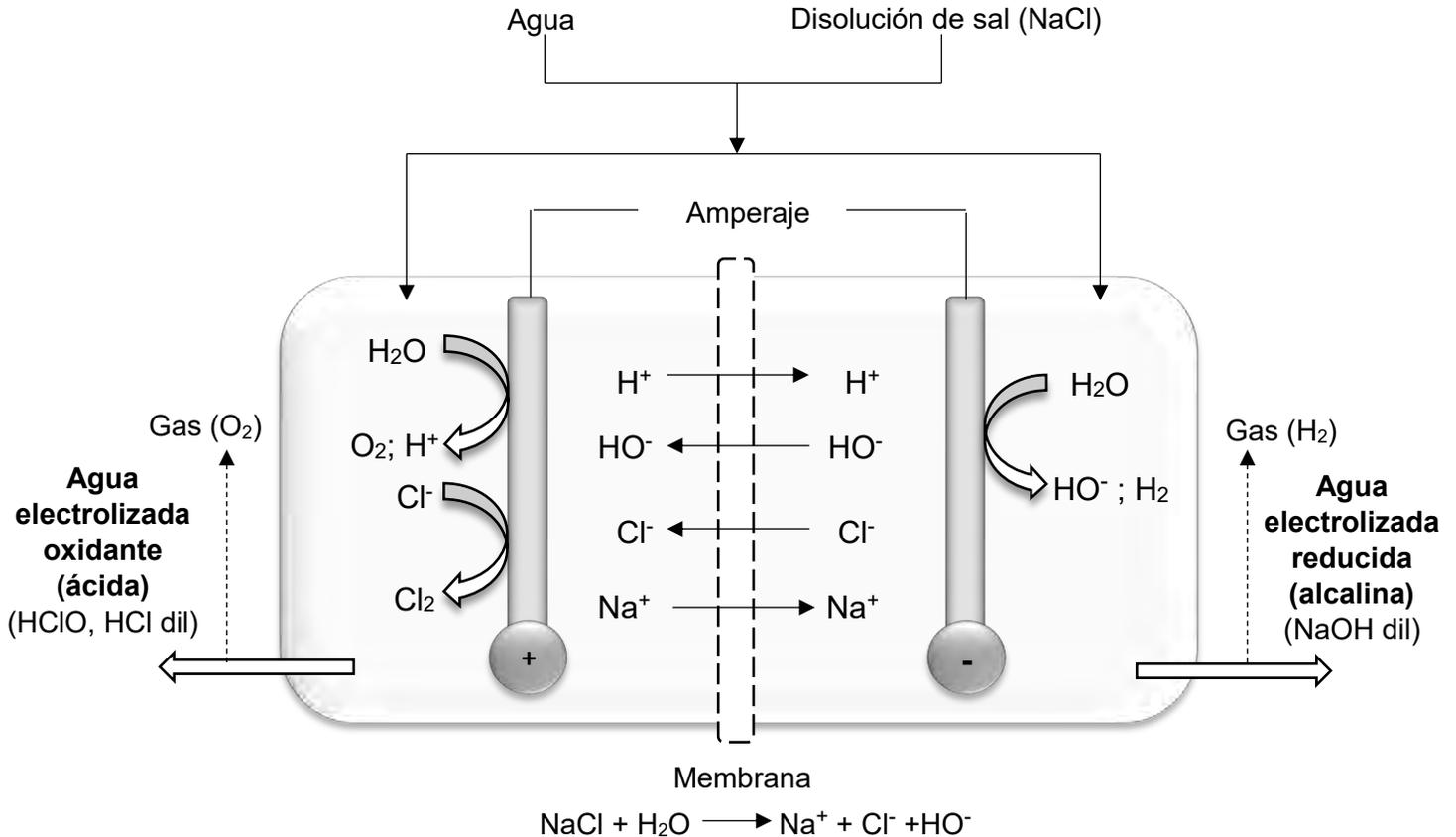


Figura 1.5. Esquema del proceso de obtención de agua electrolizada.

Modificado a partir de Tabernero de la Paz *et al.*, (2013).

El efecto bactericida del agua electrolizada se atribuye a su elevado potencial de oxidorreducción (ORP), pH y a la existencia de iones activos de cloro, estables y en intervalos de concentración específica, principalmente en forma de ácido hipocloroso (HClO), que le confieren un amplio espectro de actividad. El mecanismo de acción sobre las bacterias se atribuye al efecto de oxidación de los lipopolisacáridos, grupos sulfhidrilo (-SH) y los aminoácidos de la pared bacteriana; el HClO puede penetrar en la bicapa lipídica de la membrana plasmática mediante difusión pasiva, debido a su neutralidad eléctrica y su tamaño molecular, por lo que ataca a la célula no sólo desde el exterior, sino también desde dentro, una vez infiltrado produce radicales hidroxilo (HO^\bullet), que ejercen una acción antimicrobiana a través de la oxidación que se produce en los principales marcos metabólicos (Figura 1.6). De este modo, se afecta el proceso de respiración y nutrición de los microorganismos por oxidación de los componentes respiratorios, inhibición de la síntesis de proteínas, ruptura de las cadenas de RNA y represión en la síntesis de moléculas del metabolismo celular, con la consecuente disminución de la producción de ATP. Debido a sus propiedades antimicrobianas no selectivas, no promueve el desarrollo de resistencia bacteriana. (Cabello-Gutiérrez *et al.*, 2009; Durán-Vega, 2010; Taberero de Paz *et al.*, 2013; Gil *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2016; Athayde *et al.*, 2018).

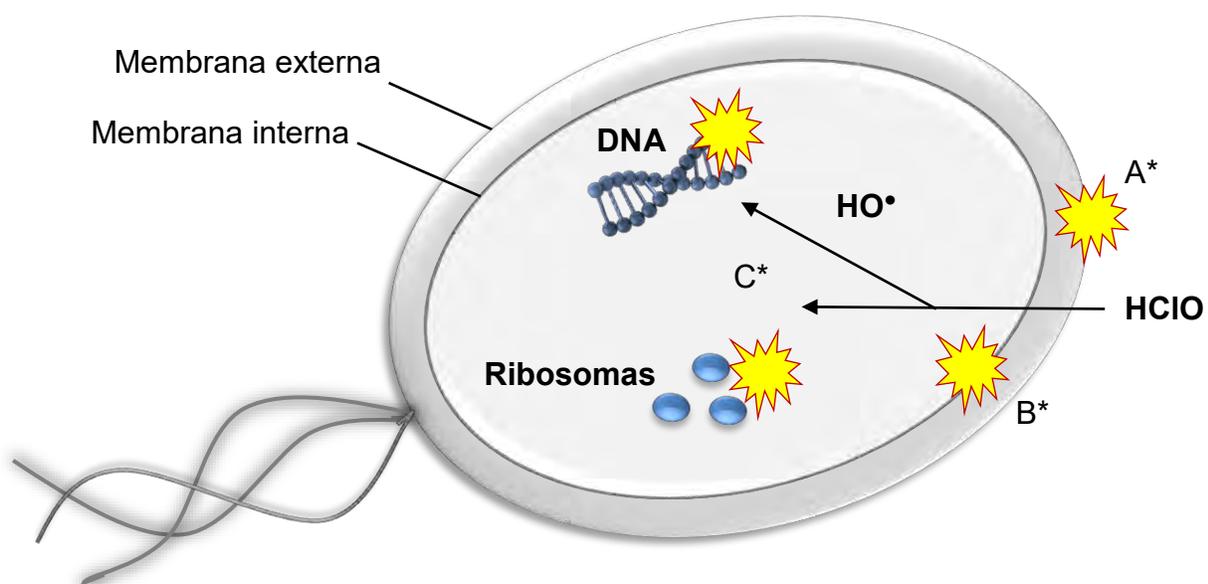


Figura 1.6. Modelo representativo de la actividad germicida de la SES, por acción del HClO en bacterias Gram (-). Ataque a la membrana externa (A*), interna (B*) y también dentro de la célula (C*). Modificado a partir de Rahman *et al.*, (2016).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

“El planteamiento de un problema a menudo es más esencial que su solución, que puede ser simplemente una cuestión de destreza experimental. Plantear nuevas preguntas, nuevas posibilidades, considerar los viejos problemas desde un nuevo ángulo requiere imaginación creativa y marca un avance real en la ciencia.”

Albert Einstein

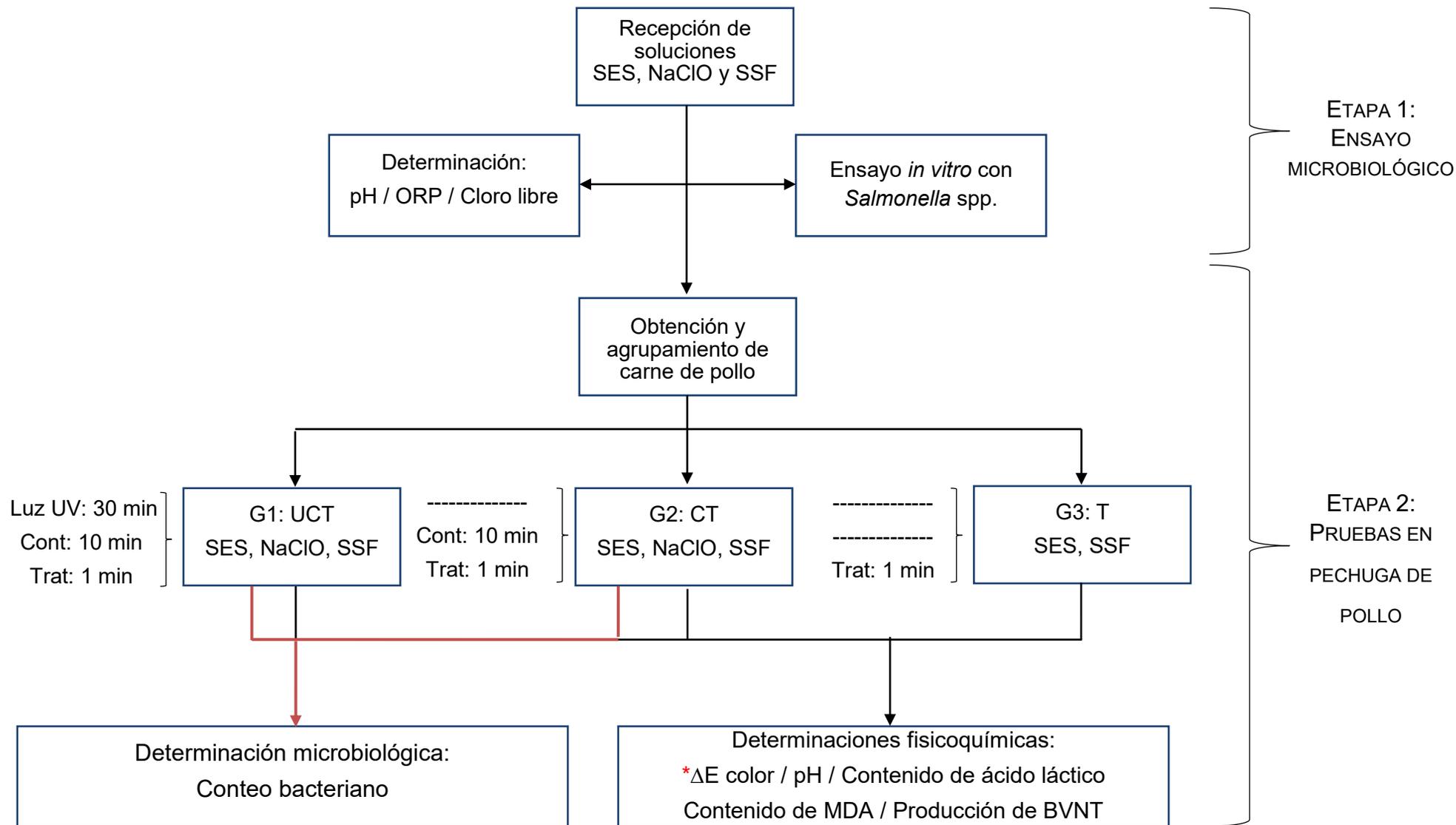


Figura 2.1. Diagrama general de la metodología empleada para la realización del proyecto. La determinación microbiológica y ΔE de color se realizaron únicamente en los grupos G1 (UCT) y G2 (CT).

SES= Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro; NaClO= hipoclorito de sodio; ORP= Potencial Óxido-Reducción; SSF= Solución Salina Fisiológica; UCT= UV/ Contaminación/Tratamiento; CT= Contaminación/ Tratamiento; T= Tratamiento; ΔE color= Diferencia total de color; MDA= Malonaldehído; BVNT= Bases volátiles nitrogenadas totales.

2.1. ETAPA 1: ENSAYO MICROBIOLÓGICO

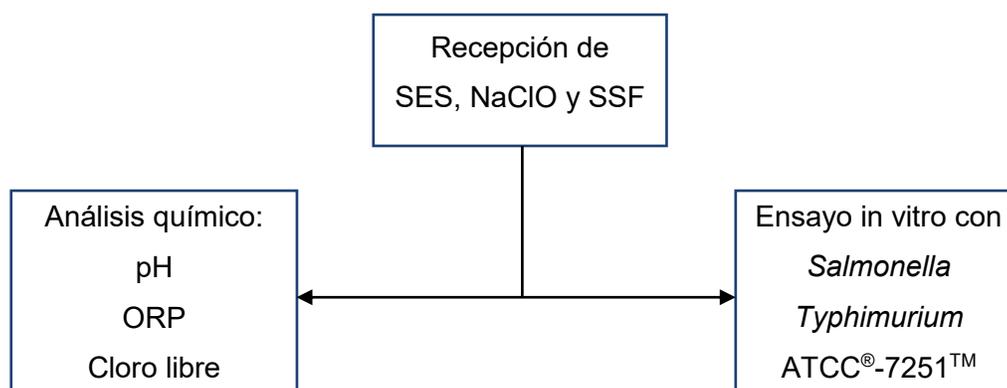


Figura 2.2. Diagrama de metodología empleada para el ensayo microbiológico y químico de las soluciones desinfectantes.

2.1.1. Recepción de soluciones a evaluar

Para realizar el presente estudio, se empleó Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro (Grado alimenticio, Lote: 0317F071), proporcionada por la empresa Esteripharma México S.A. de C.V.; como comparativo se usó hipoclorito de sodio (NaClO) (certificado por el Consorcio Químico Mexicano CONQUIMEX^{MR}; lote 127319-CQM), debido a que es el agente antimicrobiano más comúnmente usado en la industria avícola (Sarjit & Dykes, 2015; Smith, Corkran, McKee, Bilgili & Singh, 2015) y solución salina fisiológica (SSF) como control.

2.1.1.1. Análisis químico de las soluciones

Se evaluó el pH, potencial de óxido-reducción (ORP) y la concentración de cloro en la SES, NaClO y SSF, debido a que varios estudios han informado que estos parámetros influyen en la actividad germicida (Gil *et al.*, 2015; Hybrid, 2016; Machado *et al.*, 2016; Rahman *et al.*, 2016; Athayde *et al.*, 2018).

2.1.1.1.1. Determinación de pH y ORP

Para la determinación de pH y ORP (Figura 2.3) se ocupó el potenciómetro *Water Proof Tester*: HANNA Combo HI 9812. Para ello, se tomaron 50 mL de SES y se colocaron en un vaso de precipitados de 250 mL. El estudio se realizó para tres soluciones diferentes de SES, NaClO y SSF, a las cuales se les midió pH, ORP y temperatura (°C) por triplicado. La determinación de pH y ORP se realizó con base en la Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2016 e Hybrid (2016).

2.1.1.1.2. Determinación de concentración de cloro libre

El estudio se realizó con base a la Norma Mexicana NMX-AA-100-SCFI-2008. Se tomaron 50 mL de la solución a evaluar en un matraz Erlenmeyer de 250 mL con barra de agitación magnética en una parrilla de agitación. Se agregaron 100 μ L de ácido acético glacial (CH_3COOH) y 1 g de yoduro de potasio (KI); se agitó la muestra y se colocó en obscuridad por un periodo de 5 minutos. Posteriormente, se valoró con tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.01N, hasta obtener una coloración amarillo paja. Se agregó 1 mL de almidón 0.5% y se tituló con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hasta obtener una solución incolora (Figura 2.3). El estudio se realizó para tres soluciones diferentes de SES, NaClO y SSF por triplicado.

Para la determinación de la concentración de cloro en ppm (mg/L) se empleó la siguiente formula, considerando que:

$$[\text{Cl}_2] = \left(\frac{\text{mg Cl}_2}{\text{L}} \right)$$

$[\text{Cl}_2]$

$$= \frac{(A - B) \left(\frac{0.01 \text{ eq. S}_2\text{O}_3^{-2}}{1000 \text{ mL}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{-2}}{2 \text{ eq. S}_2\text{O}_3^{-2}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol I}_3^-}{2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{-2}} \right) \left(\frac{2 \text{ mol Cl}^-}{1 \text{ mol I}_3^-} \right) \left(\frac{1 \text{ mol Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}^-} \right) \left(\frac{70\,906 \text{ mg Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \right)}{\text{volumen de muestra (L)}}$$

Donde:

A= volumen $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ gastado (mL)

B= volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ gastado en el blanco (mL)

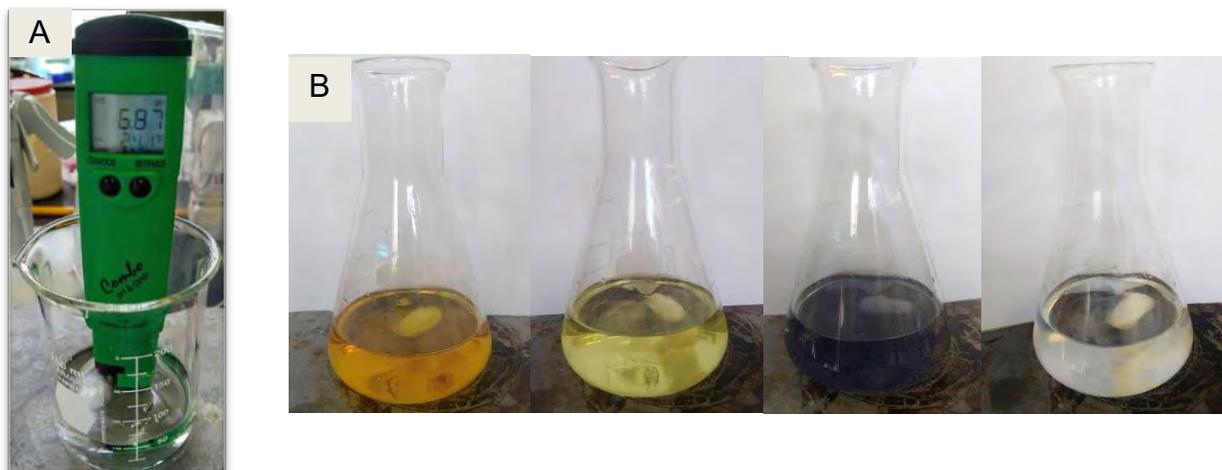


Figura 2.3. Esquema de determinaciones químicas. Representación de A: Determinación de pH y de ORP con potenciómetro; B: Titulación yodométrica.

2.1.1.2. Ensayo *in vitro* con *Salmonella* spp.

Una de las características de los conservadores es su capacidad antimicrobiana (Silva & Cebola-Lidon, 2016; *Codex Alimentarius*, 2018). En ese sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de las soluciones SES y NaClO como agentes antibacterianos, de acuerdo con la normatividad mexicana vigente (NMX-BB-040-SCFI-1999). Se utilizó *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* ATCC®-7251™ (Certificado de análisis de identificación de bacteria, Anexo B), y una solución salina fisiológica estéril (SSFE) como control, debido a su baja concentración de cloro y a que carece de efecto bactericida.

2.1.1.2.1. Preparación del inóculo

Se sembró *Salmonella typhimurium* ATCC®-7251™ en caja Petri con TSA (Tripteína Soya Agar) y se incubó por 24 horas a 37°C. Posteriormente, se inocularon tres colonias aisladas en 5 mL de caldo TSA estéril contenidos en sendos tubos Falcon, y se incubaron por 16 horas a 37°C. Pasado ese tiempo, se determinó el título de cada tubo mediante la determinación de cuenta viable inicial, y se ajustó a una concentración de 10⁸ UFC/mL, con base en la Norma Mexicana NMX-BB-040-SCFI-1999.

El estudio se realizó por triplicado (el mismo tratamiento para cada colonia), para lo cual se ocupó la solución SES a una concentración de 55.73 ppm, que fue previamente evaluada en los ensayos anteriores, una solución de NaClO a 35 ppm, concentración promedio de lo informado en FAO/WHO (2009) y por FSIS Directive 7120.1 (Rev. 46, 3/19/18) para su uso en carne de pollo; como solución control se empleó una Solución Salina Fisiológica Estéril (SSFE).

2.1.1.2.2. Titulación bacteriana

Se agregó 1 mL del inóculo de cada colonia aislada con concentración de 10^8 UFC/mL a 9 mL de cada solución: SES, NaClO y SSFE, y se agitó en vórtex por 30 segundos, posteriormente, se transfirió 1 mL a un tubo de ensayo con 9 mL de solución neutralizante (agua peptonada estéril: AP) y se realizaron tres diluciones décuples seriadas en SSFE. A partir de las diluciones 1, 3, 4 y 5 se tomaron 100 μ L y se inoculó en cajas Petri con medio TSA (Figura 2.4). Las cajas se incubaron a 37°C por 24 horas; una vez transcurrido ese tiempo, se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC), y se tomaron en cuenta aquellas que contenían de 25 a 250 UFC. El ensayo *in vitro* se basó en la Norma Mexicana NMX-BB-040-SCFI-1999.

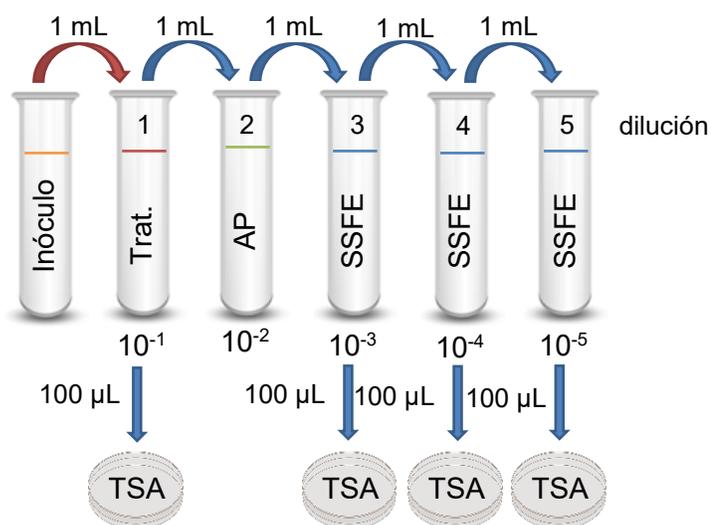


Figura 2.4. Esquema de titulación bacteriana basado en la Norma Mexicana NMX-BB-040-SCFI-1999.

Inóculo: *S. typhimurium* a 10^8 UFC/mL; Trat= SES, NaClO ó SSFE; AP= agua peptonada; SSFE= Solución salina fisiológica estéril; TSA= Tripteína Soya Agar.

Para la determinación del porcentaje de reducción microbiana se basó en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción} = \left(\frac{\text{cuenta viable inicial} \left(\frac{\text{UFC}}{\text{mL ó g}} \right) - \text{células sobrevivientes} \left(\frac{\text{UFC}}{\text{mL ó g}} \right)}{\text{cuenta viable inicial} \left(\frac{\text{UFC}}{\text{mL ó g}} \right)} \right) * 100$$

2.2. ETAPA 2: PRUEBAS EN PECHUGA DE POLLO

2.2.1. Obtención de carne de pollo

La recolección de la carne de pollo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola CEIEPAv, Tláhuac, CDMX. Se recolectaron 40 pechugas, de un lote de pollos de engorda de 7 semanas de edad, y cada una se guardó en bolsas de polietileno estériles en contenedores con camas de hielo. Los procedimientos de muestreo, recolección y transporte se realizaron de acuerdo con la PROY-NOM-109-SSA1-1994.

2.2.1.1. Agrupación de carne de pollo y planeación experimental

Se realizaron tres experimentos diferentes (Figura 2.5); cada experimento fue nombrado por las siglas de los procedimientos aplicados:

G1: UCT → UV, Contaminación, Tratamiento

G2: CT → Contaminación, Tratamiento

G3: T → Tratamiento

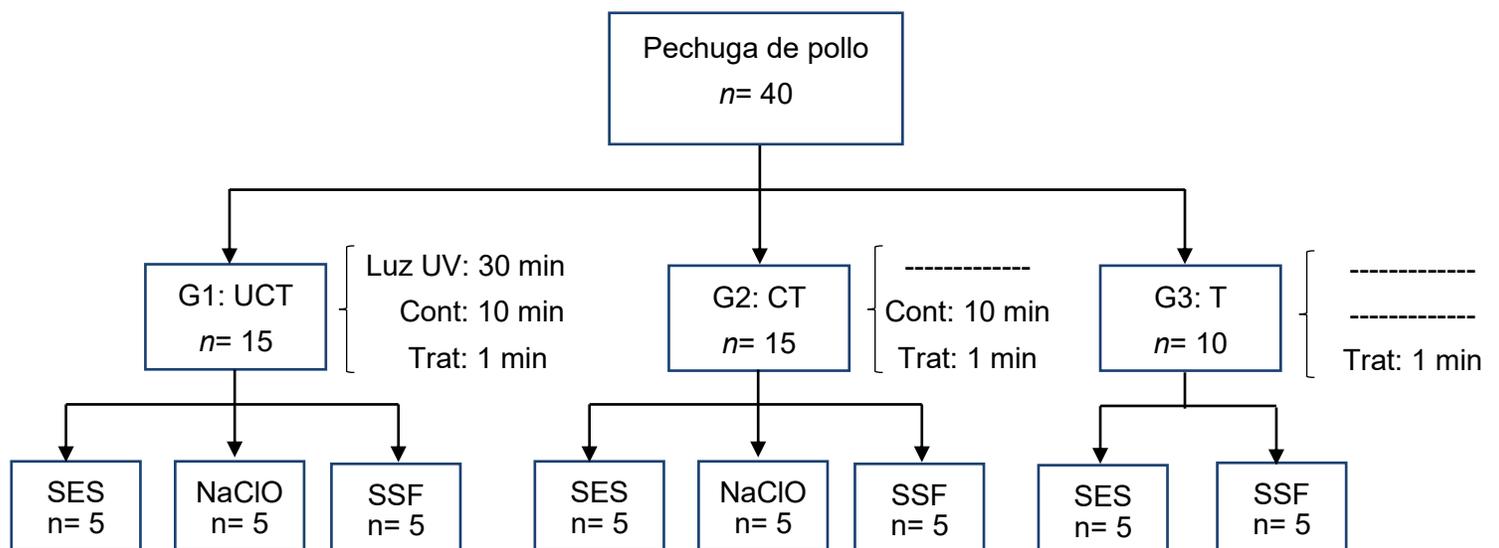


Figura 2.5. Diagrama de agrupación y planeación experimental en el estudio de pechugas de pollo.

Cont: contaminación con *Salmonella typhimurium*
 Trat: tratamiento con SES, NaClO ó SSFE.

A continuación, se describen los tratamientos aplicados en cada grupo de estudio:

- ❖ Grupo 1 (G1): La carne de pollo fue tratada con luz ultravioleta (UV), debido a que la carne tratada con este tipo de radiación presenta ventajas sobre métodos de conservación como el calentamiento, refrigeración y congelación (Stopforth, 2017). Se trata de un tipo de desinfección aplicable a la superficie de carne de pollo (Heinrich, Zunabovic, Varzakas, Bergmair & Kneifel, 2016; Mukhopadhyay, Ukuku, Juneja, Nayak & Olanya, 2017). Posteriormente, se contaminó con *Salmonella Typhimurium* ATCC®-7251™ y se aplicaron las soluciones antimicrobianas SES y NaClO y el control (SSFE). La radiación UV se aplicó en conjunto con los tratamientos (SES, NaClO y SSFE) ya que Mukhopadhyay *et al.*, 2017 indican que la combinación de luz UV con antimicrobianos puede ejercer un efecto sinérgico y, por ende, se obtiene una mayor conservación.
- ❖ Grupo 2 (G2): La carne de pollo se contaminó con *S. Typhimurium* y se aplicaron las soluciones antimicrobianas SES y NaClO y el control (SSFE), con el fin de observar el comportamiento de las soluciones antimicrobianas en la pechuga, y comparar si, en efecto, la luz UV proporcionaba un efecto sinérgico apreciable en conjunto con cada solución.
- ❖ Grupo 3 (G3): Se aplicó el tratamiento desinfectante y el control, para evaluar el efecto de estos antimicrobianos en la carne de pollo.

2.2.2. Aplicación de tratamientos en pechuga de pollo

2.2.2.1. Tratamiento con luz UV

Para realizar este tratamiento, se ocupó una campana de flujo laminar marca NUAIRE modelo UN-440-440. La radiación se aplicó a cada grupo de pechugas durante 30 minutos en total; este tiempo se dividió en dos etapas, dando vuelta a la carne después de 15 min. El tratamiento se realizó con base en la metodología de Lázaro *et al.*, (2014). (Figura 2.6).

2.2.2.2. Contaminación con *Salmonella typhimurium*

Se prepararon 1000 mL de suspensión bacteriana de *Salmonella typhimurium* a una concentración de 10^6 UFC/mL; posteriormente, se sumergieron 5 pechugas de cada grupo durante 10 minutos con movimiento constante (Figura 2.6) (Bialka, Demirci, Knabel, Patterson & Puri, 2004; Bügener, Wilms-Schulze Kump, Casteel & Klein, 2014; Lázaro *et al.*, 2014).

2.2.2.3. Aplicación de tratamientos

De acuerdo con la distribución realizada, expuesta en el diagrama de agrupación y planeación experimental (Figura 2.5), a cada grupo de pechugas se le aplicaron 26 aspersiones (equivalentes a 13 mL) de la solución evaluada (SES, NaClO, SSFE) y se dejó actuar por 1 minuto (Figura 2.6). (Fabrizio, Sharma, Demirci & Cutter, 2002)



Figura 2.6. Representación de A) Tratamiento con luz UV; B) Contaminación; C) Aplicación de tratamientos.

2.2.2.4. Recuperación bacteriana

Una vez aplicados los respectivos tratamientos, cada pechuga se colocó en una bolsa plástica estéril con 200 mL de SSF y se homogenizó por 1 minuto; pasado este tiempo, la pechuga se transfirió a una bolsa estéril vacía y se refrigeró a 4°C para su análisis posterior (Bianka *et al.*, 2004).

2.2.3. Almacenamiento de la carne de pollo

Para realizar este análisis, la carne se almacenó en bolsas de polietileno estériles en refrigeración a 4°C durante 19 días, en los cuales se realizaron 8 muestreos por quintuplicado para cada tratamiento los días: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12, 19. Estos días se eligieron porque la carne de buena calidad puede durar en refrigeración de 5 a 7 días (López-Hernández, Braña-Varela & Hernández-Hernández, 2013), mientras que los días posteriores se midieron para evaluar la descomposición de la misma.

2.2.4. Determinación microbiológica

El conteo de *Salmonella typhimurium* en pechuga de pollo se realizó con base en las normas NOM-110-SSA1-1994 y NOM-092-SSA1-1994. Se homogeneizó el contenido de la bolsa bacteriana, se tomó 1 mL con pipeta automática y se diluyó en un tubo de ensayo con rosca con 9 mL de SSFE. Se realizaron 5 diluciones décuples seriadas en SSFE. A partir de las diluciones 1, 3 y 5 se tomaron 100 µL y se inocularon en un medio de cultivo selectivo SS (*Salmonella Shigella*). Las cajas se incubaron a 37°C por 24 horas; una vez transcurrido ese tiempo, se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC), y se tomaron en cuenta aquellas que contenían de 25 a 250 UFC. El conteo fue realizado en los días 1 y 12 de estudio.

El conteo bacteriano se realizó con el medio selectivo SS a los grupos contaminados con *S. typhimurium*, G1 (UCT) y G2 (CT); debido a que en estudios previos (Rosario-Pérez, 2017), el conteo se realizó en el medio general Agar Trypticosa Soya (TSA), sin obtener una reducción de carga microbiana por ningún germicida. El presente estudio se realizó para determinar la eficacia de cada tratamiento en la reducción de este patógeno en pechuga de pollo.

2.2.5. Análisis fisicoquímico de carne de pollo

Para determinar la calidad y frescura en la carne, en cada grupo de pechuga estudiado (G1-G3) se midió el pH, el contenido de ácido láctico, la producción de aminas biogénicas y la oxidación lipídica (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c). El color se midió sólo en los tratamientos contaminados con *Salmonella*, G1 y G2, los días 1 y 12.

2.2.5.1. Evaluación de cambio total de color

Para la evaluación de cambio total de color, se empleó la metodología del Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne (Braña-Varela *et al.*, 2011), utilizando un colorímetro (Spectrophotometer CM-600d KONICA MINOLTA, No. 21011486), calibrado previamente con un blanco incluido en el equipo. Se tomaron mediciones de color en la superficie de la pechuga en zonas aleatorias. Estas lecturas se tomaron por quintuplicado para cada pieza de carne, obteniendo así los parámetros

L^* (luminosidad), a^* (cambio de verde a rojo) y b^* (cambio de azul a amarillo); mismos que fueron ocupados para determinar el cambio total de color.

Para la determinación del cambio total de color (ΔE) se utilizó la siguiente fórmula:

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

2.2.5.2. Determinación de pH

Para realizar la determinación de pH, se empleó la metodología del Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne (Braña-Varela *et al.*, 2011) con algunas modificaciones. Se licuaron 5 g de carne con 45 mL de agua destilada durante un minuto. Se filtró la suspensión de carne en una manta de cielo para eliminar el tejido conectivo. Se determinó el pH por triplicado con un potenciómetro previamente calibrado.

2.2.5.3. Determinación de contenido de ácido láctico

Para realizar la determinación de contenido de ácido láctico, se empleó la metodología de Manual de la frescura de la carne (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013; Pérez-Chabela & Ponce-Alquicira, 2013) con algunas modificaciones. Se licuaron 5 g de carne con 50 mL de agua destilada durante un minuto. Se filtró la suspensión de carne en una manta de cielo. Del sobrenadante se tomó una alícuota de 25 mL y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 125 mL, se añadieron 3 gotas de fenolftaleína al 1%, se homogeneizó y se tituló con una solución de NaOH 0.085 N, hasta obtener una coloración rosa pálido. Se realizó un blanco de muestra.

Para la determinación del porcentaje (p/v) de ácido láctico ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) (g ácido láctico/mL), se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ácido láctico} = \left(\frac{\text{g ácido láctico}}{\text{mL}} \right)$$

$$\% \text{ ácido láctico} = \frac{(A - B) \left(\frac{0.1 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} \right) \left(\frac{1 \text{ mol ácido láctico}}{1 \text{ mol NaOH}} \right) \left(\frac{90.08 \text{ g ácido láctico}}{1 \text{ mol ácido láctico}} \right)}{\text{g carne}} * 100$$

Donde: A-B (mL)= volumen corregido (Volumen gastado de NaOH – volumen del blanco)

2.2.5.4. Determinación de Bases Volátiles Nitrogenadas Totales

Para realizar la determinación de bases volátiles nitrogenadas totales (BVNT), se empleó la Norma Mexicana NMX-F-362-S-SCFI-2011 con algunas modificaciones. En primer lugar, se pesaron y homogeneizaron 5 g de carne con 20 mL de agua destilada y 0.4 g de óxido de magnesio (MgO) en un matraz Erlenmeyer de 125 mL. Posteriormente, se agitó por 30 minutos y se filtró. A continuación, se centrifugó por 15 min a 2,000 rpm para precipitar el exceso de MgO. Después, se transfirieron 10 mL del filtrado claro sin burbujas a una caja Petri de 10 cm de diámetro con los bordes recubiertos con vaselina, y se añadieron 2 mL de una solución saturada de carbonato de sodio (Na₂CO₃); se mezcló y se cubrió con la tapa de la caja Petri, a la cual se le agregaron 13 gotas de solución saturada de ácido bórico (H₃BO₃) en glicerina (C₃H₈O₃). Se dejó en reposo por 24 horas a temperatura ambiente y, posteriormente, las gotas se transfirieron a un matraz Erlenmeyer de 250 mL que contenía 60 mL de agua destilada con pH 5.1. A esta muestra, se añadieron sendos volúmenes de 0.1 mL de soluciones alcohólicas de rojo de metilo al 0.5% y de verde de bromocresol al 0.4%. Finalmente, se tituló con ácido clorhídrico, HCl_(ac), 0.01 N hasta la obtención de una coloración rosada cenicienta. A la par, se tituló un blanco de muestra.

$$BVNT = \left(\frac{\text{mg N}}{100\text{g carne}} \right)$$

$$BVNT = \left(\frac{(A - B) * \left(\frac{0.01 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL HCl}} \right) * \left(\frac{1 \text{ mol N}}{1 \text{ mol HCl}} \right) * \left(\frac{14.01 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} \right) * \left(\frac{1000 \text{ mg N}}{1 \text{ g N}} \right) * FD}{5 \text{ g carne}} \right) * 100$$

Donde:

A - B (mL)= Volumen corregido (Volumen gastado de HCl – Volumen blanco)

FD = Factor de dilución

2.2.5.5. Determinación de sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico

Para realizar la medición de la oxidación lipídica, se realizó la determinación de sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico (TBARs), siguiendo el procedimiento descrito por el Manual de la frescura de la carne (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013) y con

las modificaciones de Garrido-Monroy (2013). En primer término, se licuaron 5 g de carne en 20 mL de ácido tricloroacético al 5% (TCA, 5% p/v) durante 1 minuto. Después, se centrifugó a 10, 000 rpm durante 15 min a 4°C. Posteriormente, el sobrenadante se filtró a través de papel Whatman No. 4. De este filtrado se tomaron 2 mL, los cuales se mezclaron con 2 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) a 80 mM. La reacción se llevó a cabo en un baño de agua a 94°C por 30 min. Trascurrido este tiempo, la mezcla de reacción se dejó enfriar en un baño de hielo y, enseguida se tomó la lectura de absorbancia a 530 nm, calibrándose con un blanco de reactivos, en un espectrofotómetro PERKIN ELMER UV/VIS Lambda 2S, utilizando celdas de cuarzo (PERKIN ELMER UV/VIS cells No. B0631009).

A partir de la ecuación de la recta, empleando una curva patrón para malonaldehído (MDA), TBARs se calculó como sigue:

$$y = mx + b \qquad x = \frac{(y - b)}{m}$$

$$[\text{MDA}](\mu\text{M}) = \frac{(\text{Abs} - b)}{m}$$

Donde: b= ordenada al origen; m= pendiente; Abs= absorbancia obtenida a 530 nm

$$\text{TBARs} \left(\frac{\text{mg MDA}}{\text{kg carne}} \right) = \left(\frac{\mu\text{mol MDA}}{1000 \text{ mL}} \right) * \left(\frac{72.0636 * 10^{-3} \text{ mg MDA}}{1 \mu\text{mol MDA}} \right) * \left(\frac{20 \text{ mL}}{0.005 \text{ kg carne}} \right)$$

2.2.5.5.1. Preparación de curva patrón para TBARs

Preparación de reactivos:

- Ácido acético 20%, pH= 2.5: Para preparar medio litro, 100 mL de ácido acético se aforaron a 500.0 mL con agua destilada; el pH se ajustó con NaOH concentrado.
- Solución de TBA 0.8% en H₂O: A 400 mg de TBA, se agregaron 50 mL de agua destilada. Se entibió en termo-agitador, y se agregaron de 2 a 3 gotas de HCl concentrado, con agitación fuerte por 10 min aproximadamente.
- 1, 1, 3, 3-tetrahidroxipropano (TEP) 0.1mM: Primero, se preparó una solución 1mM de TEP, para lo cual se mezclaron 24.7 μL de este compuesto con 10 mL de HCl 0.1N. Se incubó a temperatura ambiente toda la noche. Pasado

este tiempo, se aforó a 100 mL con agua destilada. A partir de la solución anterior, se realizó una dilución 1:10. Esta solución es estable durante una semana.

Procedimiento:

1. Se preparó la reacción en tubos de ensayo por duplicado de acuerdo con las concentraciones mostradas a continuación. Estas pueden variar dependiendo de la absorbancia buscada.

TBA 0.8%	Ácido acético 20%	TEP 0.1 mM
1 mL	2 mL	-----
1 mL	2 mL	10 μ L
1 mL	2 mL	20 μ L
1 mL	2 mL	40 μ L
1 mL	2 mL	80 μ L

2. Los tubos se colocaron en agua hirviendo durante 45-60 min. Después, se enfriaron con baño de hielo.
3. Se agregaron 5 mL de *n*-butanol a cada tubo, y se agitó vigorosamente por 12 s, después se centrifugó a 4000 rpm por 10 min. El sobrenadante debe quedar libre de partículas.
4. Se tomó el sobrenadante butanol + complejo TBA-MDA, y se transfirió a una celda en la que se tomaron lecturas espectrofotométricas a 532 nm.

2.2.6. Análisis estadístico

El análisis estadístico aplicado fue el Análisis de Varianza (ANOVA, por sus siglas en inglés) de dos vías empleando la prueba de Bonferroni ($*p < 0.05$; $**p < 0.01$; $***p < 0.001$) en Software GraphPad Prism vers. 5.00, para los diferentes parámetros medidos de cada grupo. Se utilizaron letras diferentes para indicar diferencia significativa entre muestras.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

“La historia de la ciencia nos demuestra que toda teoría es perecedera.
Con cada verdad que nos es revelada ganamos un mejor
entendimiento de la naturaleza, y nuestras
concepciones y vicisitudes cambian
por completo.”
Nikola Tesla.

3.1. ETAPA 1: ENSAYO MICROBIOLÓGICO

3.1.1. Análisis químico de las soluciones

Se evaluó la solución electrolizada de superoxidación (SES) midiendo los parámetros de pH, potencial de óxido-reducción (ORP) y la concentración de Cloro libre (NMX-AA-100-1987). De acuerdo con lo informado por Velázquez-Meza, Hernández-Salgado & Sánchez-Alemán (2015), los valores medidos en el presente estudio (Cuadro 3.1) se encuentran dentro de lo establecido: pH= 6.4-7.5; ORP(mV)= 650-900, y cloro total (ppm)= 40. Además, Durán-Vega (2010) menciona que una solución de superoxidación neutra con un pH de 6.4-7.5 y ORP de 800 a 900 mV, tiene una estabilidad alta frente a condiciones ambientales cuando incluye concentraciones de iones permitidas para fines terapéuticos.

Cuadro 3.1. Resultado promedio del análisis de SES en un intervalo de temperatura de 24.6-26.4°C.

	SES	NaClO	SSF
pH	6.70 ± 0.19	7.58 ± 0.16	5.86 ± 0.09
ORP (mV)	895.67 ± 13.05	692.33 ± 7.51	365.67 ± 7.57
Cl ₂ (ppm)	55.73 ± 0.56	35.02 ± 1.06	---

Los valores numéricos representan las medias de tres ensayos para cada solución, acompañados de su desviación estándar (\pm). Los coeficientes de variación (CV) para la determinación de pH fueron, de manera respectiva, 2.77, 2.15 y 1.53% para las soluciones SES, NaClO y SSF; el CV para el ORP fue 1.46, 1.08 y 2.07% para las soluciones en el mismo orden y, finalmente, el CV respectivo para la concentración de Cl₂ (ppm) fue 0.99 y 3.04% para SES y la solución de NaClO.

Posteriormente, se realizó la evaluación de actividad microbiana para la solución SES, comparándola con hipoclorito de sodio (NaClO), sanitizante común empleado en la industria para la desinfección de pollo (FAO/WHO, 2009), y se utilizó solución salina fisiológica (SSF) como tratamiento control en el proceso de lavado mecánico para remover las bacterias de las pechugas de pollo.

3.1.2. Ensayo *in vitro* con *Salmonella typhimurium*

De acuerdo con el ensayo realizado con base en la NMX-BB-040-SCFI-1999, se observó un porcentaje de reducción de cuenta viable de *Salmonella typhimurium* >99.9993% en los tratamientos de SES y NaClO (Figura 3.1), lo que indica que ambas soluciones son eficaces como bactericidas contra esta bacteria y que, de acuerdo con dicha norma, ambas soluciones son consideradas como germicidas, ya que se logró una reducción >99.9993% en 30 segundos de contacto con estas soluciones.

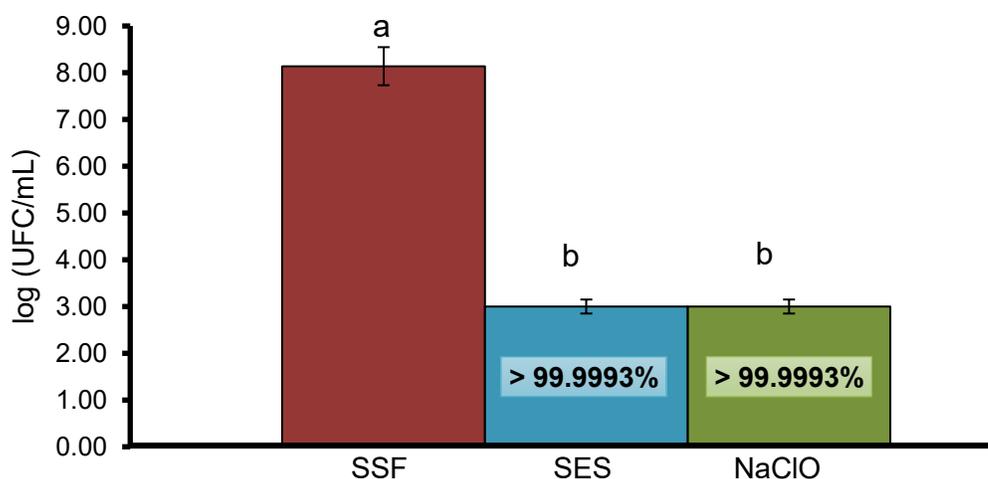


Figura 3.1. Resultados de reducción logarítmica de *Salmonella Typhimurium* obtenidos en el ensayo *in vitro*, de acuerdo con la NMX-BB-040-SCFI-1999. En la gráfica se muestran los valores de % Reducción de SES y NaClO.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa (* $p < 0.0001$)

3.2. ETAPA 2: PRUEBAS EN PECHUGA DE POLLO

3.2.1. Evaluación de SES en pechuga de pollo contaminada

Una vez que se realizó la evaluación fisicoquímica y germicida de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro (SES), se evaluó la acción antimicrobiana de los tratamientos en pechuga de pollo contaminada con *Salmonella typhimurium*.

De manera respectiva, el uso de la SES permitió una reducción microbiana en el primer día de evaluación de 79.62 y 78.39% para los grupos G1: UCT y G2: CT respectivamente (Figura 3.2), valores que son comparables con el NaClO, ya que esta solución presento valores de reducción por debajo de los obtenidos por la SES.

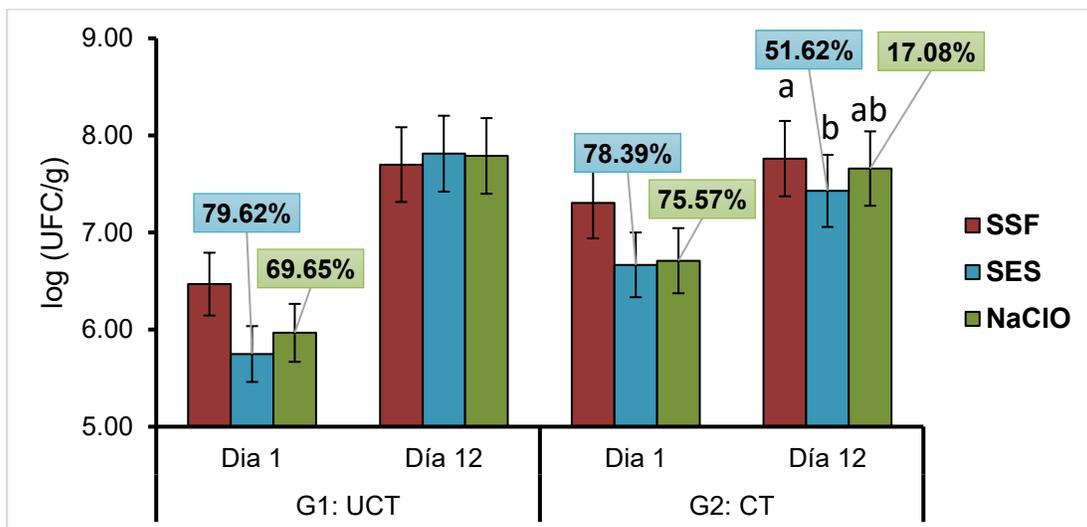


Figura 3.2. Reducción logarítmica de *Salmonella Typhimurium* en pechuga de pollo los días 1 y 12 en los grupos G1: UCT y G2: CT. La gráfica muestra los valores de porcentaje de reducción de SES y NaClO.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa (* $p < 0.01$)

En el día 12 de evaluación, el grupo tratado con luz UV (G1: UCT) mostró un crecimiento logarítmico por arriba del control que no fue significativo ni para SES ni para la solución de NaClO. Sin embargo, en el grupo que fue contaminado y tratado (G2: CT) con SES, en la evaluación del día 12 se observó una reducción del 51.62% lo que muestra diferencia significativa con el Control y, finalmente, la eficacia de este bactericida al reducir la capacidad del patógeno para crecer después de 12 días en refrigeración.

Diversos autores (Huang, Hung, Hsu, Huang & Hwang, 2008; Hati *et al.*, 2012; Zhang, Li, Jadeja, Fang & Hung, 2016; Veasey & Muriana, 2016; Moorman, Montazeri & Jaykus, 2017) mencionan que la efectividad del ácido hipocloroso (HClO) disminuye en presencia de materia orgánica como los aminoácidos y proteínas, debido a la formación de cloro disponible combinado, lo que explica una efectividad menor al 99.9993% (obtenida *in vitro* en el presente estudio) de los tratamientos en la pechuga contaminada, ya que la carne de pollo es una matriz rica en proteínas (Gomez-Portilla *et al.*, 2016); de igual manera Huang *et al.* (2008), entre otros, mencionan que el NaClO y otros oxidantes usados en la desinfección de la carne, se convierten en productos químicos como mono, di y tricloroaminas (NH₂Cl, NHCl₂, NCl₃), durante las reacciones redox entre especies reactivas de cloro libre disponible y la materia orgánica nitrogenada, siendo las monocloraminas irritantes del sistema respiratorio, mientras que las di y tricloroaminas son cancerígenas. Dado que la SES con pH neutro tiene iones activos de cloro, estables y en intervalos de concentración específica, contribuye a la minimización de formación de subproductos organoclorados, siendo una alternativa de agente antibacteriano en comparación con el NaClO.

Debido a sus características fisiológicas, *Salmonella* spp. puede sobrevivir en refrigeración a pH entre 3.8–9, con necesidades nutricionales relativamente simples. Dadas las características nutricionales de la pechuga de pollo y un pH aproximado de 5.95, este patógeno puede sobrevivir en dicha matriz sin ningún problema. (Uribe & Suárez, 2006; Soler-Sanchis, Mateos-Otero, Safón-García, Soler-Romero & Garcés-Narro, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; ACHIPIA, 2017). Además, la resistencia de *Salmonella typhimurium* frente a los tratamientos puede deberse también a la formación de biopelículas, ya que Scher, Romling & Yaron (2005) mencionan que las células de este patógeno en fase estacionaria son más resistentes que aquellas de la fase exponencial frente a condiciones ambientales como temperatura, pH y cloración, por la producción de exopolisacárido (PGA), el cual desempeña un papel de protección como principal constituyente de las biopelículas. Sin embargo, estudios más recientes realizados por Echeverz *et al.* (2017), indican que *Salmonella* ha perdido la capacidad de producir el gen de PGA, lo que puede deberse al impacto perjudicial que el

exopolisacárido tiene durante la invasión de *Salmonella* a órganos internos donde aumenta la susceptibilidad a sales biliares y radicales de oxígeno, reduciendo así la supervivencia bacteriana.

Aunado a esto, en México de acuerdo con la NOM-210-SSA1-2014 *Salmonella* spp. debe estar ausente en 25 g de carne fresca. Además, en las directrices generales del Codex Alimentarius (2011), se establecen las medidas de control utilizadas junto con las buenas prácticas de higiene estipuladas, durante todo el procesamiento de la carne de pollo.

Una vez conocido el contenido bacteriano en la carne de pollo, se decidió evaluar el color para ver si estos tratamientos habían tenido diferencia significativa en este parámetro de calidad y frescura.

3.2.2. Evaluación de cambio total de color

Numerosos estudios de preferencia indican que los consumidores evalúan la calidad de la carne de pollo fresca por su color y apariencia visual, siendo estos los principales atributos de calidad que influyen en la decisión de compra, pues los consumidores se basan en ideas preconcebidas y experiencias personales, para considerar una carne como segura, fresca, jugosa o inadecuada para su consumo (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; Cori, Michelangeli, De Basilio, Figueroa & Rivas, 2014; Attia *et al.*, 2016).

Diferencias en el color de la carne se pueden atribuir al origen genético de los pollos de engorda, así como a la pigmentación dietética, que refleja distintas concentraciones de antioxidantes y carotenos, y a factores como la cantidad de grasa intramuscular, humedad, condiciones antes del sacrificio y diversas variables. Además, el contenido de hemoglobina y mioglobina es determinante en el color, siendo así la mioglobina el pigmento más importante desde el punto de vista del procesamiento de carnes, ya que la hemoglobina se elimina durante el desangrado en el proceso de matanza (Cori *et al.*, 2014; Attia *et al.*, 2016). No obstante, el color de la carne en diferentes músculos de la canal puede tener gran variación, según la localización anatómica y la función de cada uno (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; NMX-FF-128-SCFI-2016).

Para el análisis realizado en el laboratorio, se midió el color de la pechuga de pollo de los grupos contaminados (G1: UCT y G2: CT) por medio de un colorímetro, obteniendo así los parámetros L^* (luminosidad), a^* (cambio de verde a rojo) y b^* (cambio de azul a amarillo).

El patrón mostrado en la Figura 3.3. constituye una escala descriptiva de los posibles colores que se pueden presentar en la pechuga fresca de pollo, que fue desarrollado por el fondo sectorial SAGARPA-CONACYT proyecto 10912. En éste, se muestran los patrones visuales de color en carne de pollo medidos por el parámetro de luminosidad (L^*), pues se correlaciona con el estado físico de la carne, a la estructura de las fibras musculares y a la cinética implicada para establecer el *rigor mortis* (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013). Según las preferencias en el mercado de destino y de acuerdo con la NMX-FF-128-SCFI-2016, el pollo comercializado puede ser pigmentado, pintado o blanco (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c; NMX-FF-128-SCFI-2016).

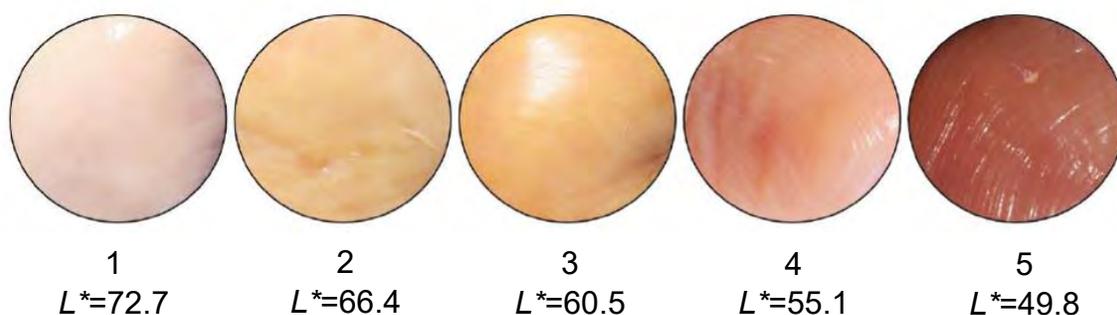


Figura 3.3. Patrones visuales de la escala de color en carne de pollo.

(Castañeda-Serrano *et al.*, 2013c)

La luminosidad depende de manera sustancial de la cantidad de agua libre que tiene la carne y se asocia con la rapidez y la magnitud de cambio en el pH en la carne durante las primeras 20 horas *postmortem*. En general, es peor la calidad del pollo mientras más pálido o luminoso es, pero el pollo oscuro también puede tener problemas, ya que presenta mayor probabilidad de desarrollar malos olores durante la refrigeración (Allen *et al.*, 1997) y, por lo tanto, una menor vida de anaquel (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013; Gomez-Portilla *et al.*, 2016).

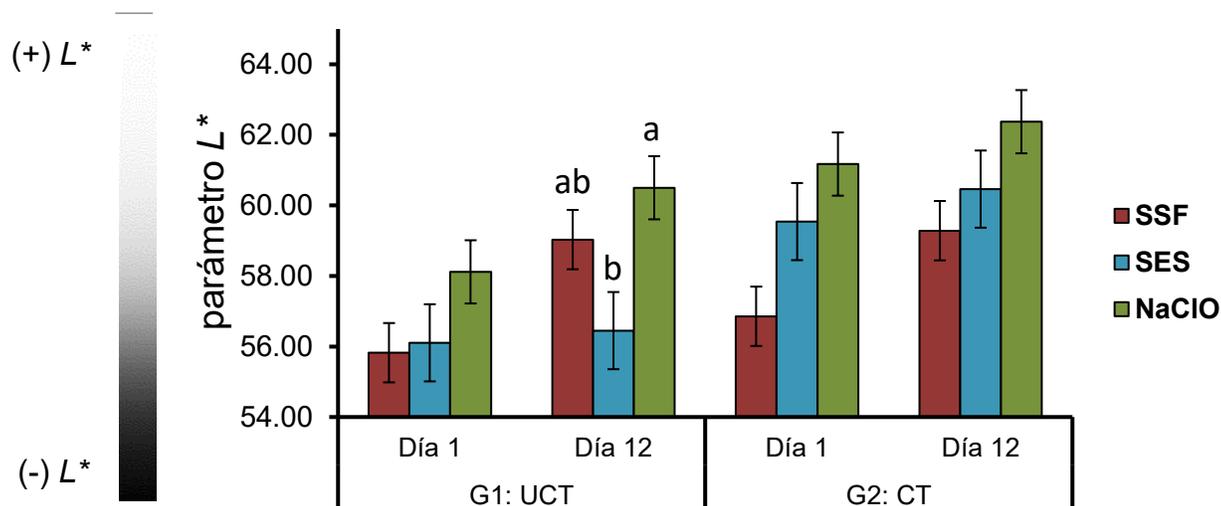


Figura 3.4. Variación del parámetro de color L^* (luminosidad) en pechuga de pollo en los grupos G1: UCT, G2: CT, los días 1 y 12 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.05$)

De acuerdo con el presente estudio, la luminosidad en la carne de pollo tratada con SES (Figura 3.4), no se vio influenciada en el grupo tratado con luz UV (G1: UCT) los días 1 y 12 de evaluación, mostrando sin embargo diferencia significativa con respecto a la solución de NaClO en el día 12. En las muestras del grupo G2: CT, los tratamientos no muestran diferencia significativa ($*p > 0.05$) entre los tratamientos en los dos días de estudio. Los valores de luminosidad obtenidos con la SES se encuentran, de manera respectivas, entre la categoría 3 y 4 de la escala de patrones visuales de color en carne de pollo (Figura 3.3) para los grupos G1: UCT y G2: CT. Cori *et al.* (2014) indican valores de luminosidad en pechuga de pollo de 51.42 ± 6.58 a 24 horas postmortem, encontrándose la SES dentro de este intervalo en el grupo G1: UCT para los días 1 y 12 de evaluación, lo que muestra estabilidad de la luminosidad en pechugas de pollo previamente tratadas con luz UV y con posterior tratamiento de SES; mientras que en el grupo G2: CT, las pechugas tratadas con las soluciones SES y NaClO tuvieron valores por arriba del intervalo antes mencionado, para los días 1 y 12 de evaluación, indicando así que estas soluciones alteran la luminosidad. La variación de estos valores puede deberse también al tipo de ave de engorda estudiada y la edad de la especie, ya que este Cori *et al.* (2014) mencionan que la luminosidad en pechugas de pollo puede variar entre 57.83 y 58.84 en aves de 5 a 6 semanas de edad. Adicionalmente, los experimentos

realizados por Lázaro *et al.* (2014) indican que en carne de pollo tratada con luz UV, el parámetro L^* mostró una luminosidad que se mantuvo constante desde el día 0 hasta el día 9 del experimento, corroborando que las diferencias de luminosidad en el grupo G2: CT, se atribuyen directamente a los tratamientos aplicados.

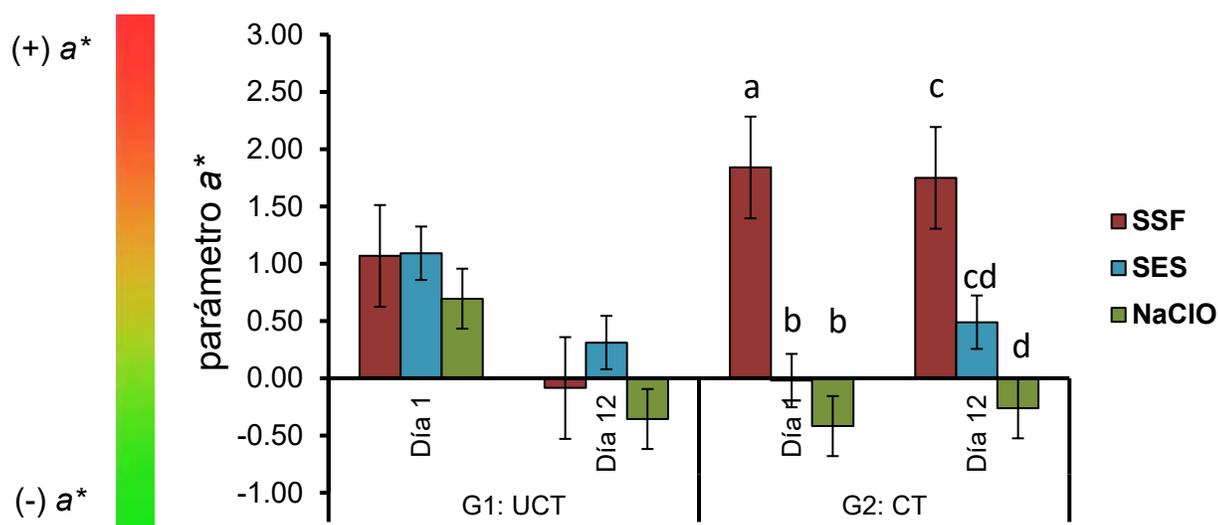


Figura 3.5. Variación del parámetro de color a^* (cambio de verde a rojo) en pechuga de pollo en los grupos G1: UCT y G2: CT los días 1 y 12 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.01$)

El parámetro a^* (cambio de coloración de verde a rojo) (Figura 3.5) para el grupo G1: UCT, no muestra diferencia significativa ($*p > 0.05$) entre tratamientos para los días 1 y 12 de evaluación, sin embargo, se observa una reducción de este parámetro el día 12 para las tres soluciones (SSF, SES y NaClO), lo que puede deberse al estado de descomposición de la carne. Los valores del día 1 se encuentran dentro de lo informado por Cori *et al.* (2014) y Fernandes da Silva, Varela de Arruda & Gonçalves (2017), 2.24 ± 0.52 y 3.05 ± 1.44 , de manera respectiva. Para el grupo G2: CT, los valores de los tratamientos con SES y NaClO muestran diferencia significativa ($*p < 0.01$) con lo obtenido con la SSF en el día 1 de evaluación, sin embargo, estos valores son menores a los informados por Cori *et al.* (2014) y Fernandes da Silva *et al.* (2017), lo que pudiese indicar que el tratamiento previo con luz UV (en G1: UCT), permitió la estabilidad del color en la carne. En la

evaluación del día 12 no se observó diferencia significativa ($*p>0.01$) entre el uso de la solución SES, con NaClO y SSF para el grupo G2: CT.

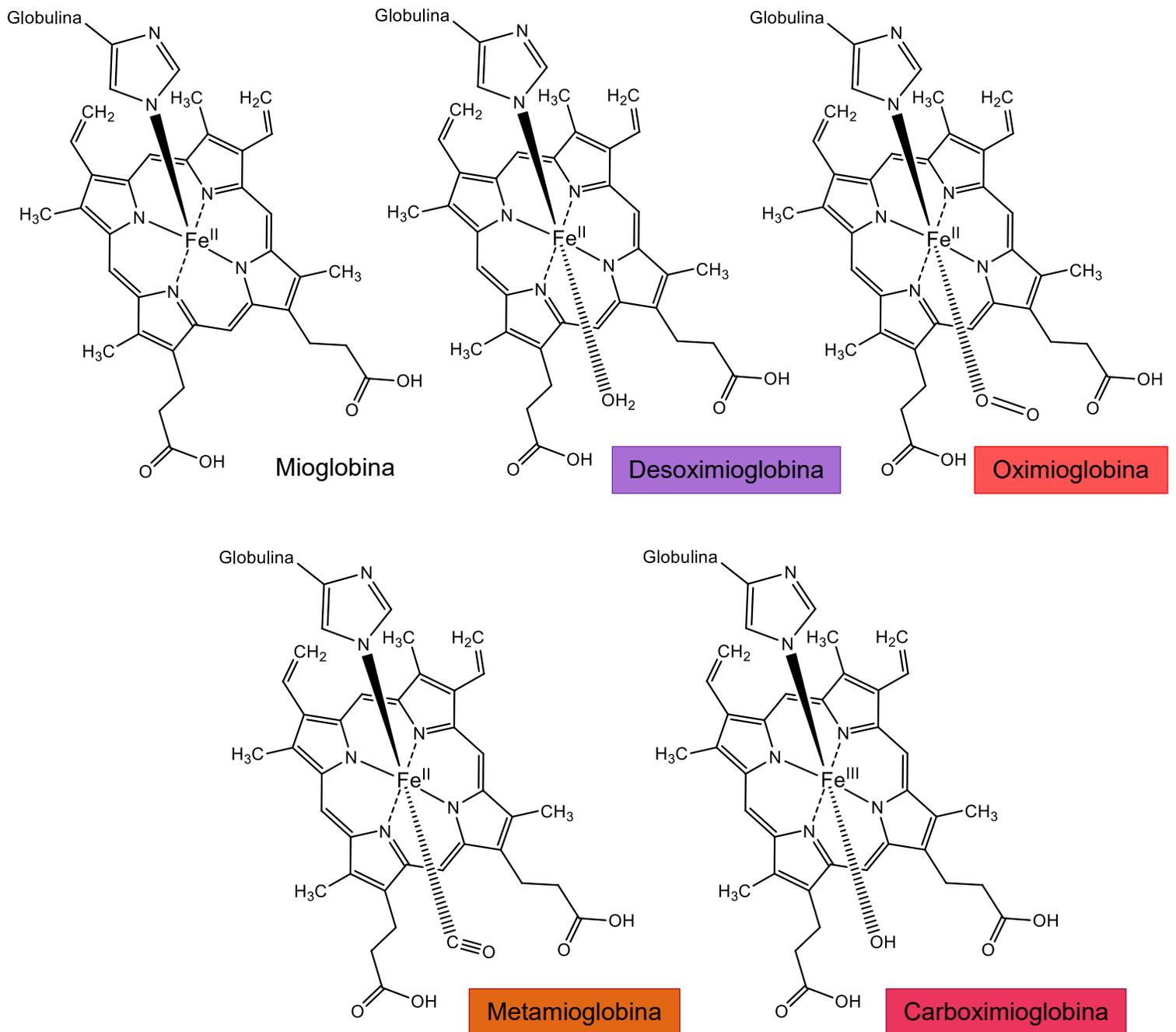


Figura 3.6. Esquema de la molécula de mioglobina y sus diferentes formas de oxidación.

Como se mencionó anteriormente (sección 3.2.2), la mioglobina es el principal componente responsable del color de la carne, esta proteína hidrosoluble está constituida por una cadena polipeptídica denominada globina y un anillo de protoporfirina en el que se encuentra un átomo de hierro (Fe^{2+}) (Figura 3.6). La oxidación del hierro ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$) induce la formación de metamioglobina (MMb) de color pardo (Figura 3.7), fenómeno responsable del proceso de decoloración o pardeamiento de la carne fresca, lo que ocasiona pérdidas económicas por el rechazo del producto. Por esta razón, es importante considerar la magnitud en concentración y tiempo en que los pigmentos han estado en contacto con el oxígeno ambiental, ya que, dependiendo del estado de oxidación, el color de la carne será púrpura (DMb) en carne recién cortada, rojo cereza en carne oxigenada (OMb), o empacada con CO_2 (COMb), y café-pardo (MMb) en carne con almacenamiento y exposición a oxígeno prolongado (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013).

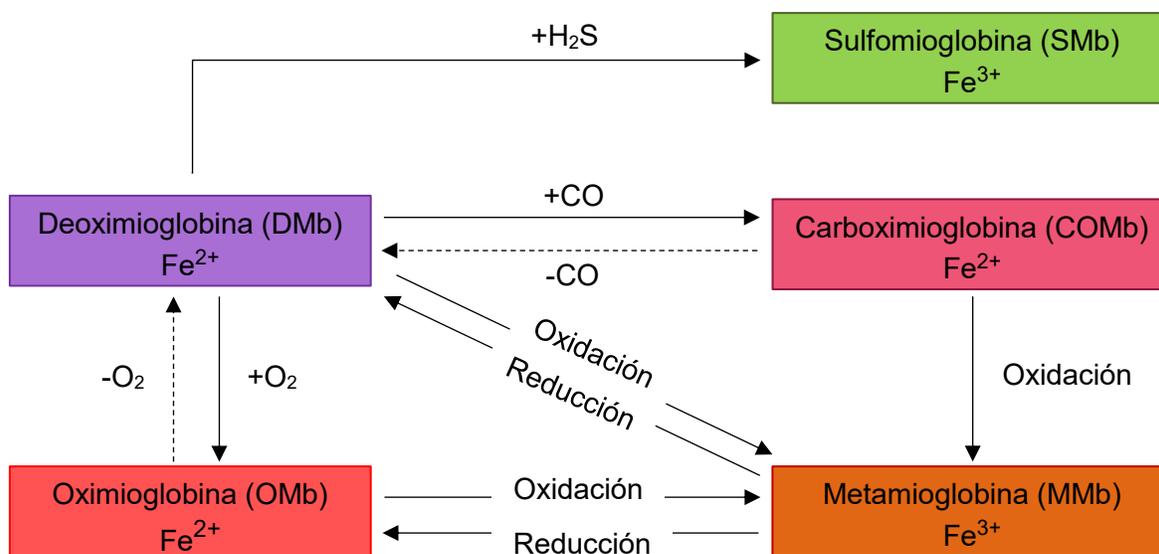


Figura 3.7. Estados de oxidorreducción de la mioglobina.

Modificado de Suman & Joseph (2013).

En este contexto, en el presente estudio la SES logró mantener tonalidades rojas en la carne de pollo, caracterizadas por valores positivos del parámetro a^* , en el día 12 de evaluación para los grupos de estudio G1: UCT y G2: CT (Figura 3.5).

El NaClO tuvo valores negativos del parámetro a^* (cambio de rojo a verde), en el día 12 de evaluación para los grupos G1: UCT y G2: CT (Figura 3.5), lo que puede deberse a la oxidación de la mioglobina por el hipoclorito de sodio, produciendo así metamioglobina (MMb); aunado a esto, la coloración verdosa puede deberse a la formación de sulfomioglobina (SMb) (Figura 3.7), molécula característica de la presencia de desarrollo microbiano, producida por la reacción de H_2S (sulfuro de hidrógeno) y oxígeno atmosférico sobre la mioglobina (Mb) reducida. (López *et al.*, 2013). Debido a que *Salmonella typhimurium* es H_2S positivo (Thompson, Perry, Stanforth, & Dean, 2018), esta tonalidad verdosa puede deberse también a la presencia activa de la bacteria en la carne.

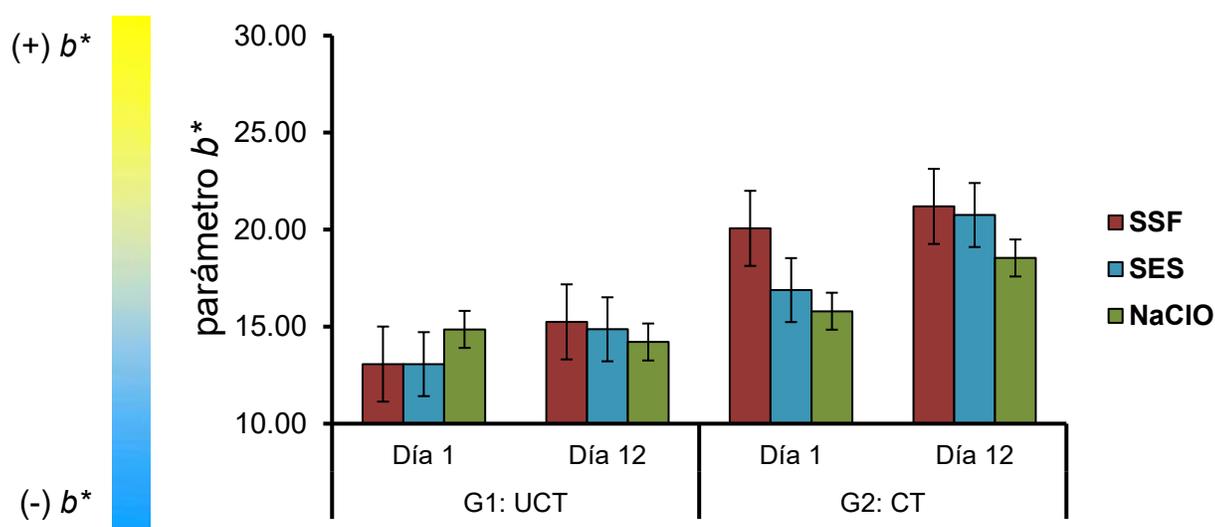


Figura 3.8. Variación del parámetro de color b^* (cambio de azul a amarillo) en pechuga de pollo en los grupos G1: UCT y G2: CT, en los días 1 y 12 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p>0.05$)

El parámetro b^* (cambio de coloración de azul a amarillo) está influenciado en general por la pigmentación de la carne de pollo, y entre más grande es el valor, más amarilla es la carne. Para el grupo G1: UCT, se observa poca variación de este parámetro los días 1 y 12 de evaluación, ya que el tratamiento con SES es similar al valor del Control del día 1, y menor a este último para el día 12. Cori *et al.* (2014) informan valores de parámetro b^* de 10.27 ± 1.01 para pechuga de pollo,

encontrándose sólo las muestras del grupo G1: UCT, dentro de este parámetro en el día 1 de evaluación. La poca variación de color en estos valores puede indicar la estabilidad brindada por el tratamiento de luz UV, lo que concuerda con lo obtenido anteriormente en el parámetro a^* (Figura 3.5). El grupo G2: CT muestra un incremento de color amarillo desde el primer día, encontrándose la SES entre los valores de SSF y NaClO de ambos días (1 y 12), sin diferencia significativa ($*p>0.05$) entre ambos tratamientos.

En México la pigmentación de la piel de pollo está asociada con la demanda del consumidor, variando de color amarillo a blanco dependiendo de la zona donde se desee comercializar la carne. Las principales fuentes de color o pigmentación empleadas en la avicultura en México son los carotenoides de las flores de Cempasúchil y de los chiles del género *Capsicum*, entre los que se encuentran las xantófilas luteína, zeaxantina, violaxantina, criptoxantina, y el β -caroteno, principalmente (Figura 3.9). También se utilizan pigmentos de síntesis química como el apoéster y la cantaxantina. El nivel requerido de xantófilas para proveer una adecuada pigmentación alimenticia puede variar ampliamente, dependiendo de la intensidad de la coloración deseada por el mercado en particular de consumidores (Martínez-Peña, Cortés-Cuevas & Avila-González, 2004; Tunio *et al.*, 2013).

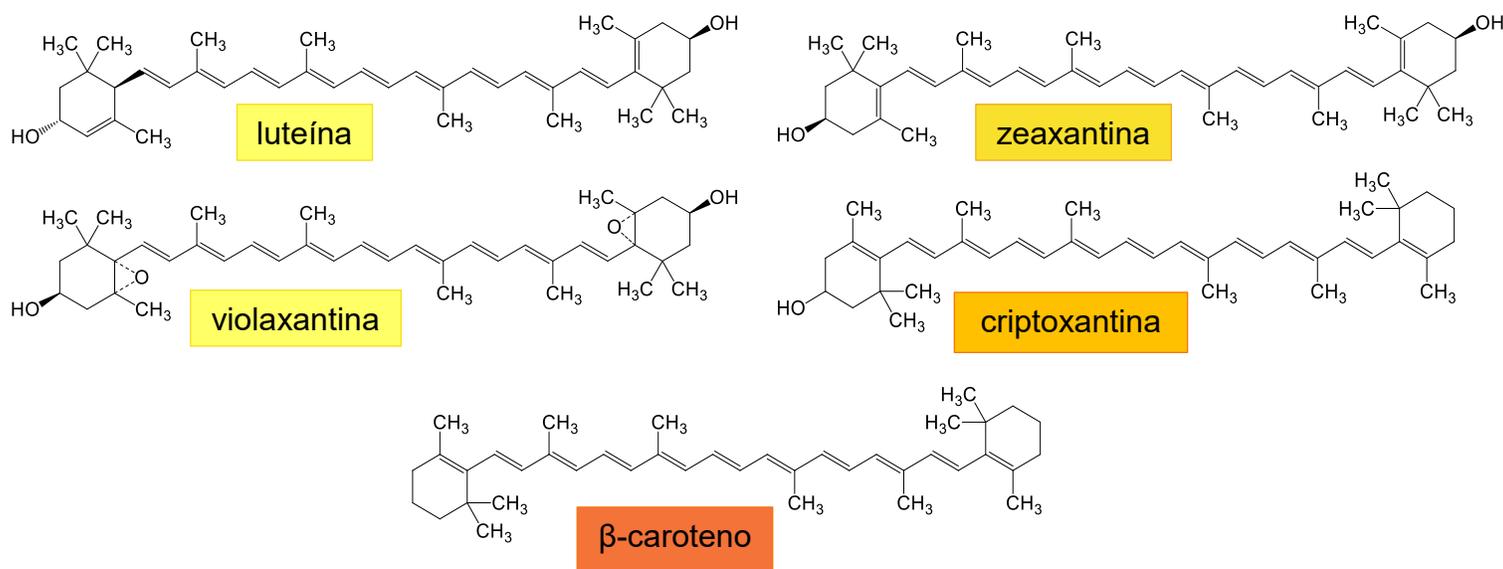


Figura 3.9. Estructura química de compuestos relacionados con la pigmentación amarilla en carne de pollo.

Finalmente, se evaluó el cambio total de color (ΔE) en la carne de pollo (Figura 3.10) donde, al comparar con una muestra de pechuga de pollo fresca en las diferentes condiciones en las que se trató la carne (pechuga tratada con luz UV y sin contaminación para G1: UCT y pechuga sin contaminación para el grupo G2: CT), se pudo determinar el cambio total de pigmentación dada por los tratamientos. Una menor diferencia de ΔE indica un menor cambio en el color. Así, para el día 1 de evaluación en el grupo G1: UCT, el color en el tratamiento con SES se mantuvo similar con respecto al tratamiento con SSF, mientras que el del NaClO se mantuvo levemente por debajo. Para el día 12 de evaluación, el grupo tratado con SES es el que menos se vio afectado en comparación con la pechuga Control (SSF), mostrando así efectividad en el control de color en este grupo. Para el grupo G2: CT se observa, que en el día 1 de evaluación, los tratamientos con SES y NaClO muestran menor cambio de color que cuando se usa solamente la solución SSF, aunque no presentan diferencia significativa ($*p>0.05$). Para el día 12 de evaluación, el grupo tratado con SES mantuvo valores intermedios con respecto al uso de SSF y de NaClO, indicando así, un leve control del color después de 12 días de tratamiento.

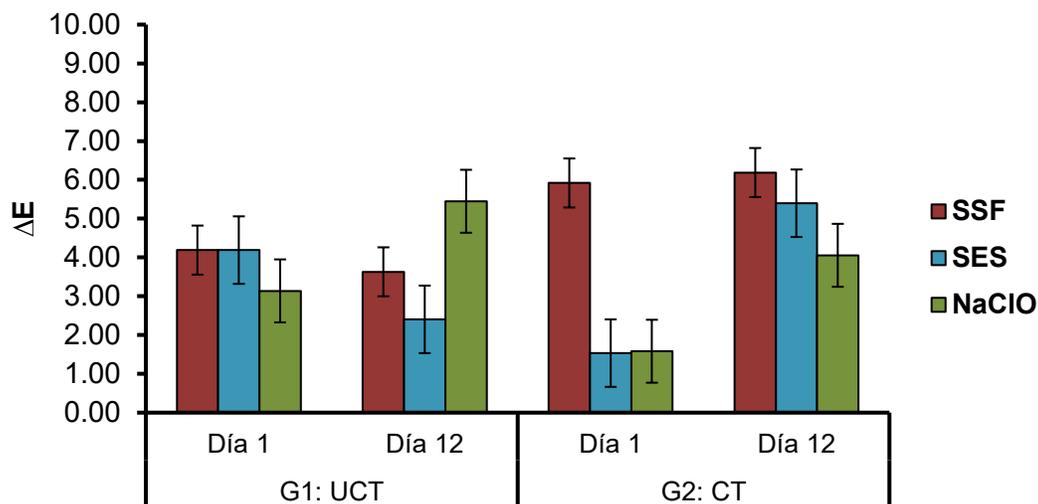


Figura 3.10. Cambio total de color (ΔE) en pechuga de pollo en los grupos G1: UCT y G2: CT, en los días 1 y 12 de evaluación.

($*p>0.05$)

Posterior a este análisis, se prosiguió a evaluar las características fisicoquímicas de pH y contenido de ácido láctico en las pechugas de pollo.

3.2.3. Evaluación de pH

Las características de color, olor, jugosidad y textura, y propiedades como la capacidad de retención de agua (CRA), dependen en gran medida del pH de la carne, por lo que estas variables se consideran los principales indicadores de la calidad de la carne fresca, así como de su aptitud tecnológica para la elaboración de productos cárnicos. Variaciones en estos parámetros pueden originar los defectos de carne PSE y DFD (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013).

Cuando la carne es muy ácida, el agua no se fija en las proteínas de la carne, queda libre y, cuando se ilumina con luz, ésta se refleja más, por lo tanto, se ve más pálida y, en ocasiones casi blanca, como si ya estuviera cocinada, lo que da origen al defecto PSE (pálida, suave y exudativa). Lo contrario ocurre con la carne DFD (oscura, firme y seca), donde el pH final es muy alto, se retiene mucha agua y la tonalidad es oscura (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013).

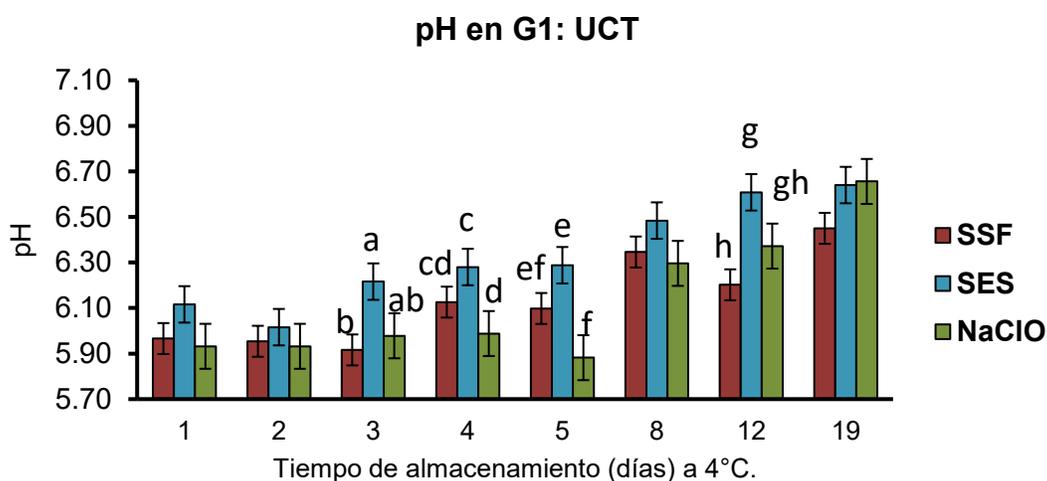


Figura 3.11. pH obtenido en el grupo G1: UCT en los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p > 0.01$)

En el grupo G1: UCT se registra diferencia significativa ($*p < 0.01$) en el pH de la carne tratada con la SES con respecto a la solución SSF en los días 3 y 12 (Figura 3.11), mientras que presenta diferencia significativa ($*p < 0.01$) con la solución de NaClO en los días 4 y 5.

En el grupo G2: CT no hay diferencia significativa ($*p>0.01$) en el pH de la carne tratada con las soluciones SES y NaClO comparados con el Control (SSF) (Figura 3.12). Finalmente, en el grupo G3: T hay diferencia significativa ($*p<0.01$) en el pH de la carne al comparar la SES con el tratamiento Control el día 8 de evaluación (Figura 3.13).

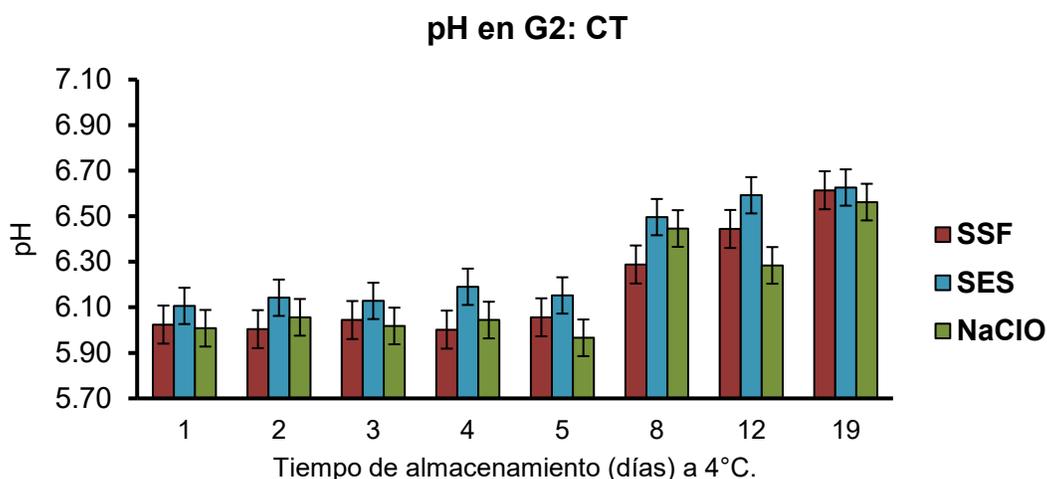


Figura 3.12. pH obtenido en el grupo G2: CT en los días 1 a 19 de evaluación. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p>0.05$)

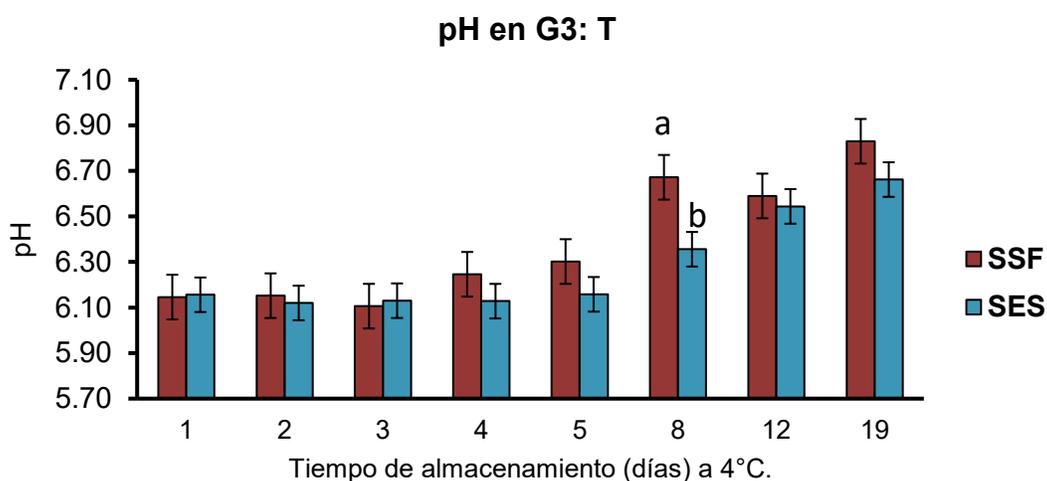


Figura 3.13. pH obtenido en el grupo G3: T en los días 1 a 19 de evaluación. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p<0.01$)

3.2.4. Evaluación del contenido de ácido láctico

Para los dos primeros grupos G1: UCT y G2: CT, el tratamiento con SES presentó la menor cantidad de ácido láctico (Figura 3.15 y 3.16). Para el grupo G1: UCT, este resultado pudo deberse a que la luz UV eliminó la microbiota de la pechuga de pollo, con el implícito cambio estructural y bioquímico de las nucleoproteínas, esenciales para la supervivencia microbiana (Domínguez & Parzanese, 2011; Millán-Villarroel, Romero-González, Brito & Ramos-Villarroel, 2015), lo que evitó finalmente una excesiva producción de ácido láctico, ya que, el grupo G2: CT (Figura 3.16) presentó mayor concentración de ácido en el tratamiento que involucró a la solución SES.

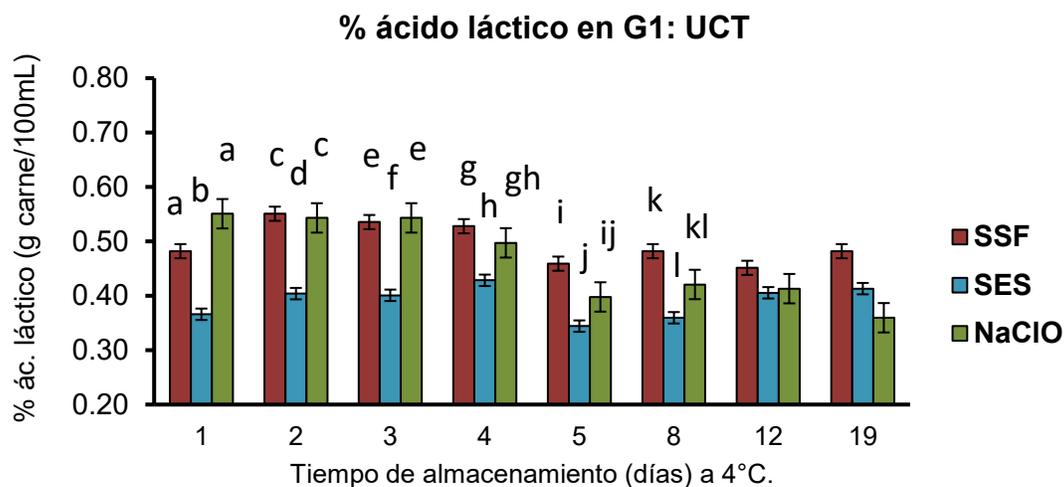


Figura 3.15. Porcentaje de ácido láctico obtenido en el grupo G1: UCT en los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

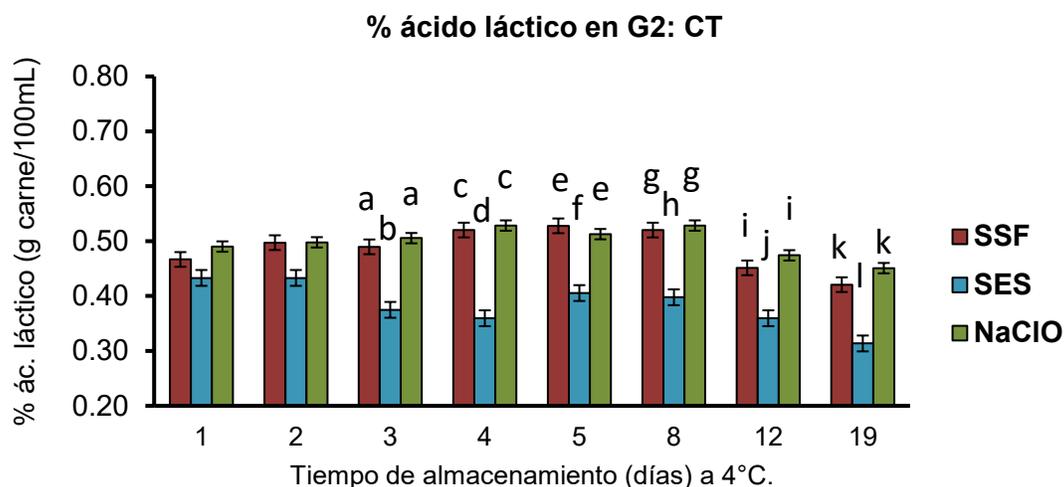


Figura 3.16. Porcentaje de ácido láctico obtenido en el grupo G2: CT en los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

Por otro lado, en las muestras del grupo G3: T, se observa una mayor cantidad de ácido láctico en el tratamiento que incluye la solución SES comparado con el que implica la solución SSF (Figura 3.17). En este grupo, la acidez proviene únicamente por el proceso natural de maduración en la carne, dado por la glucólisis anaerobia *postmortem*.

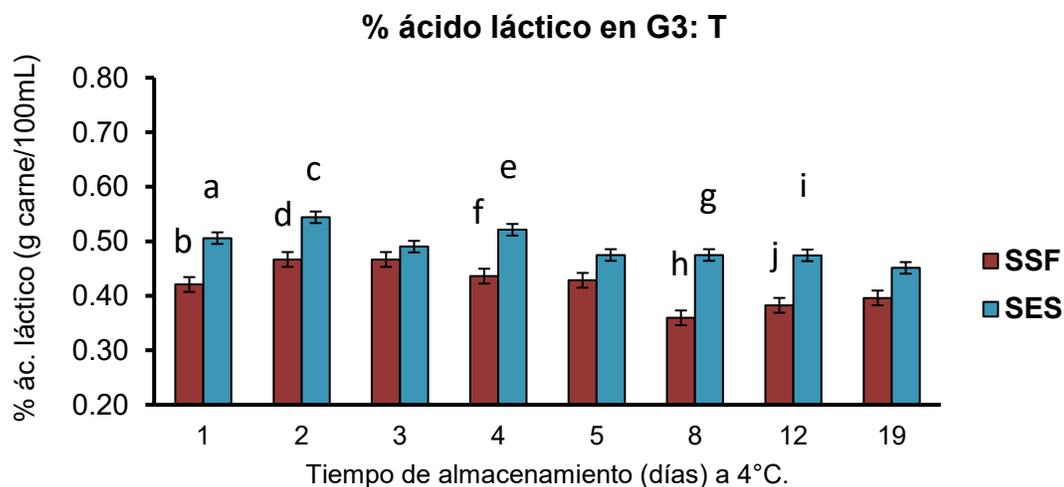


Figura 3.17. Porcentaje de ácido láctico obtenido en el grupo G3: T en los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

En general, la acidez de todos los grupos G1: UCT, G2: CT y G3: T está dada por la glucólisis anaerobia *postmortem* del músculo, donde el glucógeno, en vez de degradarse en agua y dióxido de carbono con la generación de ATP, se transforma en ácido láctico con una mínima producción de ATP. El ácido láctico en exceso, al no ser eliminado por la corriente circulatoria, origina un descenso del pH muscular, lo que, a su vez, inhibe progresivamente diversas enzimas que participan en la glucólisis ocasionando su cese, aunque la reserva de glucógeno no esté agotada del todo y el contenido de ATP sea próximo a cero (Amerling, 2001).

El porcentaje de acidez también afecta el color de la carne, puesto que la rapidez y el grado de acidificación de los músculos después del sacrificio tienen un profundo efecto sobre su palidez y consistencia, ocasionando una acentuada desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas solubles (Gomez-Portilla *et al.*, 2016). Lo anterior se ve reflejado en la tendencia al cambio de color (ΔE) en los días 1 y 12 de evaluación de los grupos G1: UCT y G2: CT (Figura 3.10) con respecto a los días 1 y 12 del estudio de ácido láctico (Figura 3.15 y Figura 3.16).

3.2.5. Evaluación de contenido de BVNT

De acuerdo con Benavent-Saneleuterio (2016), como consecuencia del estrés oxidativo *in vivo* hay carbonilos en los animales en una cantidad basal, pero éstos se incrementan, tras la matanza del animal y durante el almacenamiento y procesado. La carbonilación de las proteínas también tiene lugar durante el almacenamiento en refrigeración y en la congelación de la carne o de los productos cárnicos dando lugar a la formación de intermediarios nitrogenados llamados bases de Schiff (Figura 3.18). El grado de carbonilación depende de la temperatura de almacenamiento en congelación, explicando así el proceso en que se generan dichas bases en la carne de pollo.



Figura 3.18. Esquema general de formación de base de Schiff. Han, Lee & Kim (2017).

Las aminas biogénicas son bases orgánicas de bajo peso molecular que poseen actividad biológica y son producidas como resultado de la descarboxilación de aminoácidos libres, así como por la aminación y transaminación de aldehídos y cetonas. De igual manera, la formación de estos compuestos puede estar dada por la presencia de microorganismos descarboxiladores. Las principales aminas biogénicas en productos cárnicos son histamina, tiramina, putrescina y cadaverina (Figura 3.19), formadas por la eliminación del grupo α -carboxilo de un aminoácido precursor que conduce a la correspondiente amina biogénica (Figura 3.14) (Stadnik & Dolatowski, 2010; Lorenzo, Sichert-Munekata & Domínguez, 2017).

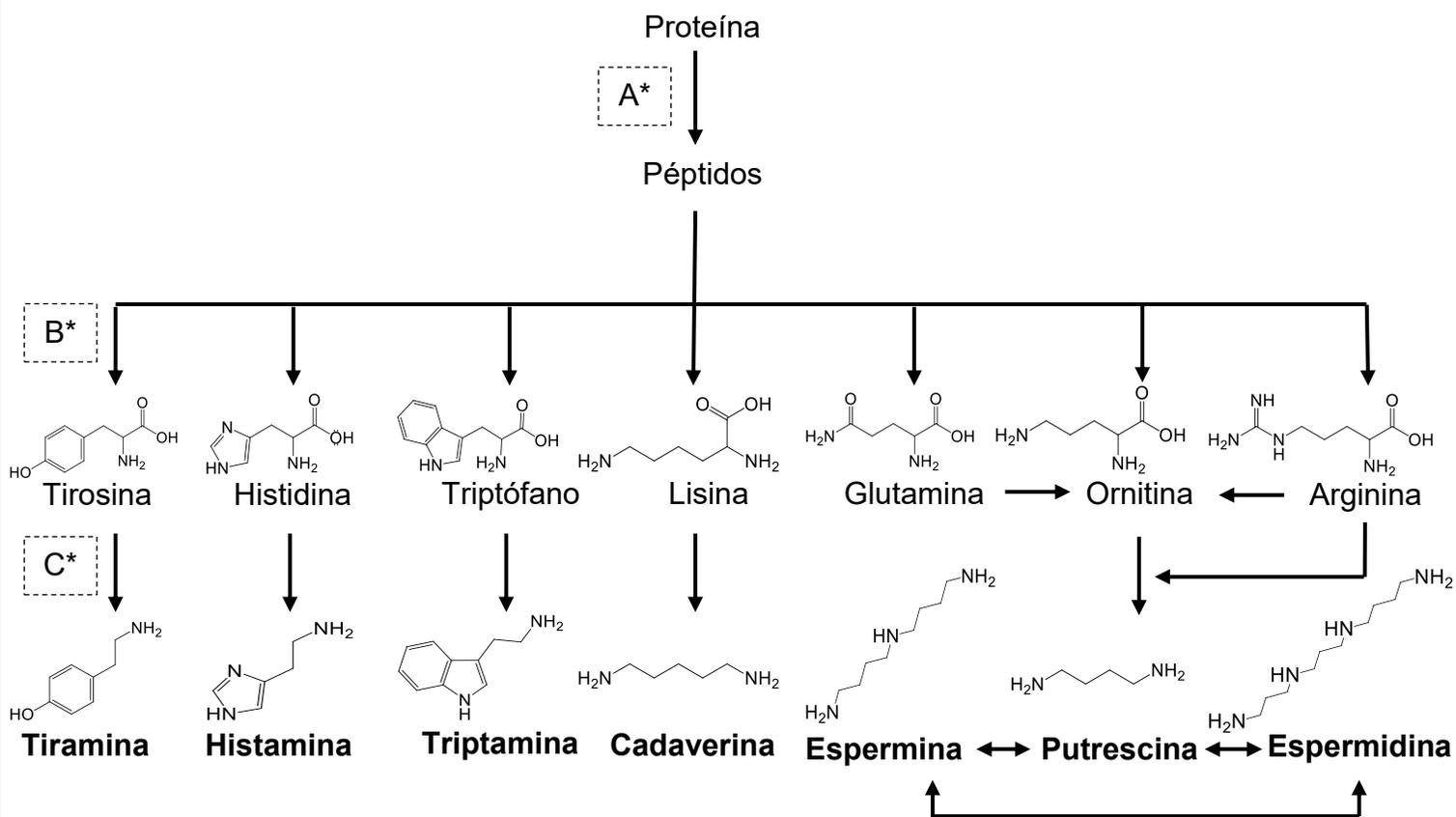


Figura 3.19. Formación de aminas biogénicas. Modificado de Jairath *et al.* (2015)

A*= Proteasas, Endopeptidasas; B*= Endopeptidasas, Exopeptidasas; C*=Aminoácido Descarboxilasas

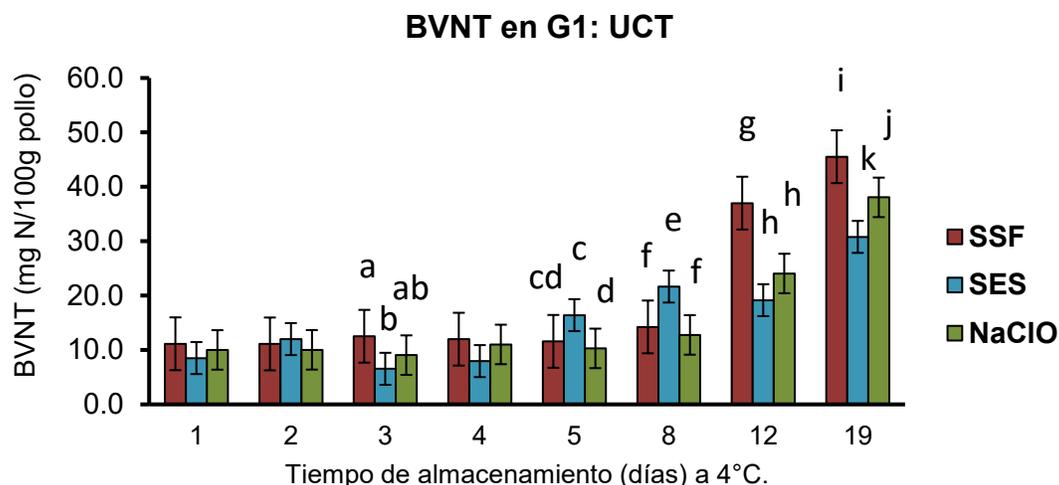


Figura 3.20. BVNT obtenidas en el grupo G1: UCT los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa (* $p < 0.001$)

En el grupo G1: UCT hubo diferencia significativa (* $p < 0.001$) entre los tratamientos de los días 3, 5, 8, 12 y 19. En la gráfica de la Figura 3.20, los valores de BVNT para la SES se mantienen por debajo de los obtenidos en el caso de las soluciones NaClO y SSF, sobre todo en los últimos días de evaluación: 12 y 19. En el grupo G2: CT (Figura 3.21), se registra diferencia significativa (* $p < 0.001$) en los días 1, 4, 8 y 19, los valores de BVNT para la SES se mantienen por debajo de los obtenidos para las soluciones SSF y NaClO. Así, en general, los valores obtenidos para el grupo G2: CT son menores a los obtenidos para el grupo G1: UCT, indicando así que la luz UV promueve la generación de una mayor cantidad de bases volátiles nitrogenadas totales.

Sujiwo, Kim, & Jang (2018) informan valores de bases volátiles nitrogenadas de 17.06 ± 0.329 mg N/100g pollo (día 1 de evaluación), a 19.89 ± 0.531 mg N/ 100 g pollo (día 9 de evaluación), para pechuga de pollo almacenada a 4°C. De acuerdo con los datos mencionados anteriormente, en el grupo G1 (UCT), la SES se encuentra en este intervalo de valores, hasta el día 12 de evaluación (Figura 3.20), además en estos mismos autores indican que el valor máximo reportado para considerar a una carne fresca es por debajo de 20 mg N/100g pollo, siendo la SES el único tratamiento que tuvo valores de BVNT por debajo de este parámetro hasta

el día 12, indicando así la estabilidad que brinda esta solución en conjunto con el tratamiento de luz ultravioleta. Para el grupo G2(CT), todos los valores de BVNT se mantienen por debajo de 20 mg N/100g pollo hasta el día 19 de evaluación, siendo la SES el tratamiento que mantiene valores por debajo de lo obtenido por las soluciones NaClO y SSF (Figura 3.21).

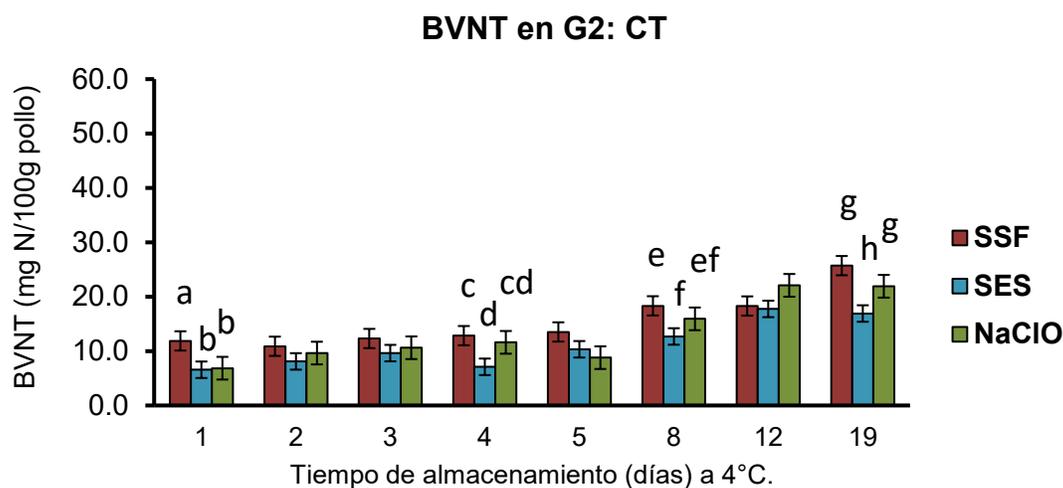


Figura 3.21. BVNT obtenidas en el grupo G2: CT los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

Finalmente, en el grupo G3: T (Figura 3.22) se detecta diferencia significativa ($*p < 0.001$) en los días 4, 5 y 19 de evaluación. Los valores de BVNT de las muestras tratadas con la solución SES se mantienen ligeramente por arriba de las muestras tratadas con la SSF, lo que puede explicarse por la oxidación proteica, donde cada aminoácido presenta una ruta específica de degradación y da lugar a productos de oxidación específicos. A nivel aminoacídico, la oxidación provoca cambios irreversibles en sus grupos reactivos para formar grupos funcionales productos de oxidación de naturaleza diversa, como son los puentes disulfuro, ditirosinas y carbonilos. La carbonilación puede tener lugar en ausencia de oxidación lipídica, pero en sistemas complejos como la carne, la presencia de lípidos oxidados influye muy probablemente sobre la oxidación de proteínas. Los radicales lipídicos e hidroperóxidos que se forman en la oxidación lipídica pueden iniciar la oxidación de proteínas adyacentes, que tienen lugar en las cadenas laterales de los aminoácidos, que incluyen la oxidación con tiol, la hidroxilación aromática y la formación de grupos

carbonilo. Entre todas las cadenas laterales de aminoácidos, la cisteína y la metionina son las más susceptibles a la oxidación porque contienen átomos de azufre reactivos (Zhang *et al.*, 2009; Benavent-Saneleuterio, 2016). Aunado a lo anterior, en el grupo G3 (T), las soluciones SES y SSF se encuentran por debajo de 20 mg N/100g pollo (Sujiwo *et al.*, 2018) hasta el día 12 de evaluación, indicando frescura de la carne hasta este día de estudio.

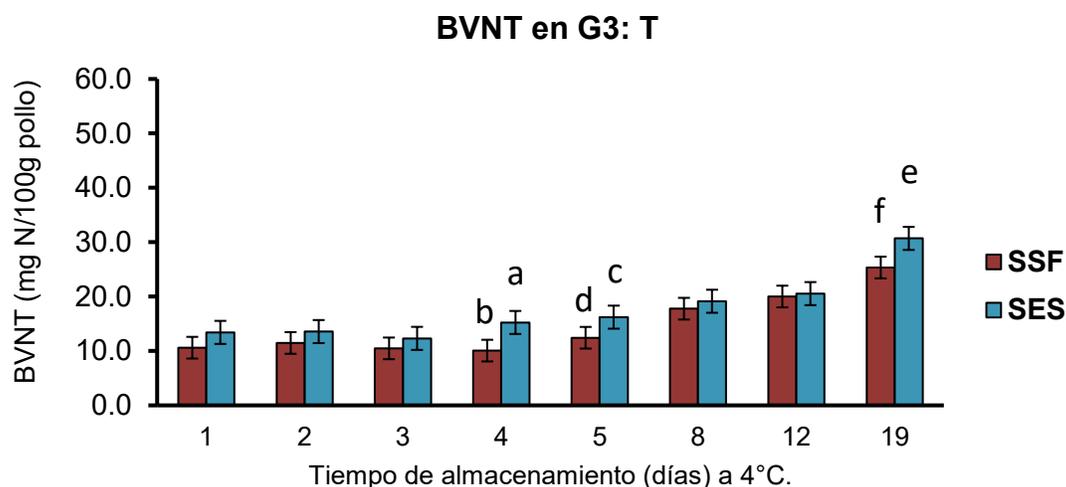


Figura 3.22. BVNT obtenidas en el grupo G3: T los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

3.2.6. Evaluación de contenido de TBARs

Si bien el desarrollo de la microbiota contaminante es el principal factor responsable de la alteración de la carne fresca y sus derivados, las reacciones de oxidación de lípidos (enranciamiento) y proteínas, se han reconocido como el segundo factor de importancia, ya que inducen la formación de sabores y olores desagradables, así como al desarrollo de decoloraciones, pérdidas nutricionales y producción de compuestos potencialmente tóxicos, aun durante el almacenamiento a bajas temperaturas. Así mismo, la carne de pollo es especialmente sensible a la oxidación de lípidos debido a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Venegas & Pérez, 2009; Ponce-Alquicira *et al.*, 2013; Zhang, Xiao, & Ahn, 2013)

Uno de los métodos más utilizados para determinar compuestos resultantes de la oxidación de lípidos (óxidos, aldehídos y cetonas) en carne, es por medio del ensayo con ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). El malondialdehído (MDA) uno de los aldehídos

más abundantes que se generan durante la oxidación secundaria de los lípidos y es normalmente el más utilizado como marcador de oxidación (Figura 3.23); el MDA reacciona en medio ácido con el TBA formando un complejo rojizo cuya concentración es proporcional a la absorbancia entre 530-535 nm (Figura 3.24). El MDA es en muchos casos el aldehído individual más abundante que resulta de la peroxidación lipídica en los alimentos (Venegas & Pérez, 2009; Ponce-Alquicira *et al.*, 2013; Reitznerová *et al.*, 2017).

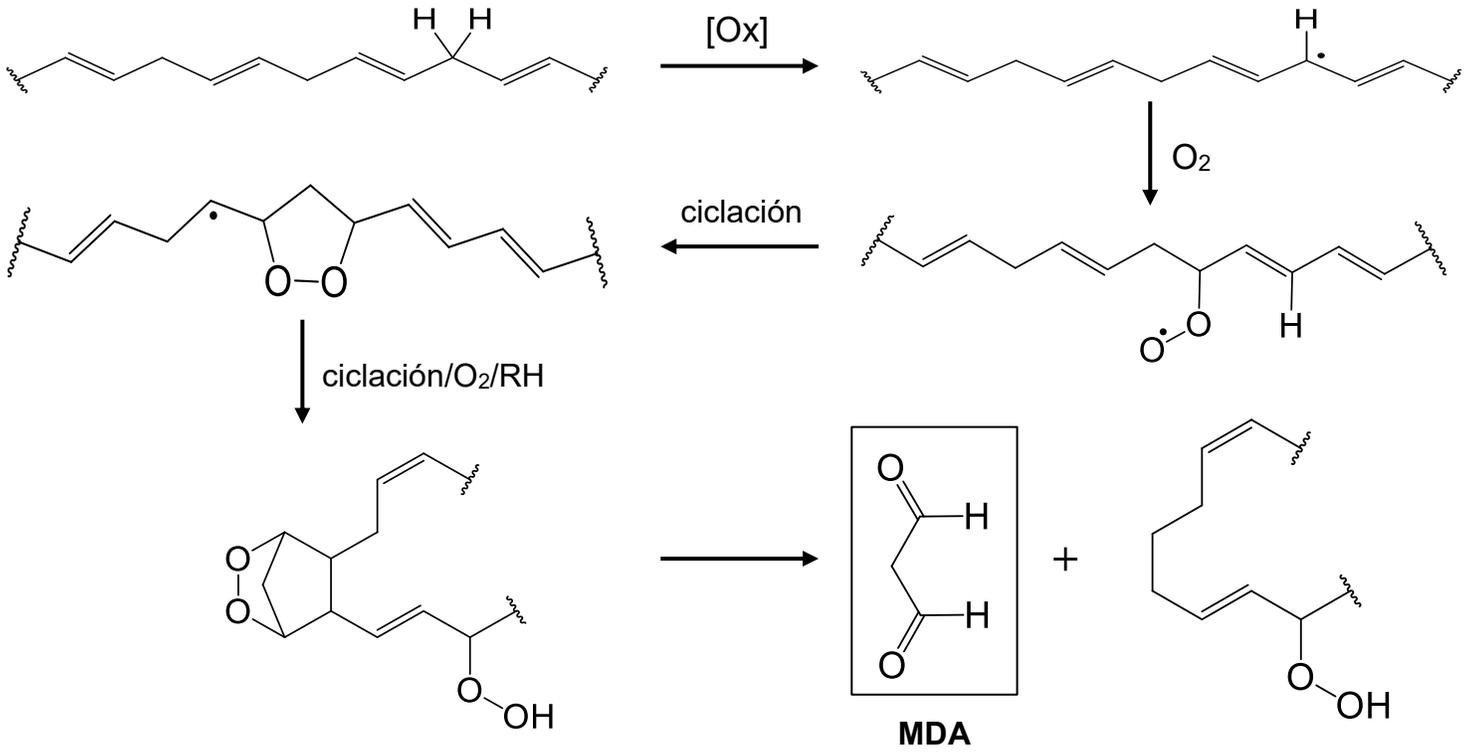


Figura 3.23. Esquema general de formación de MDA. Modificado de Marnett (1999).

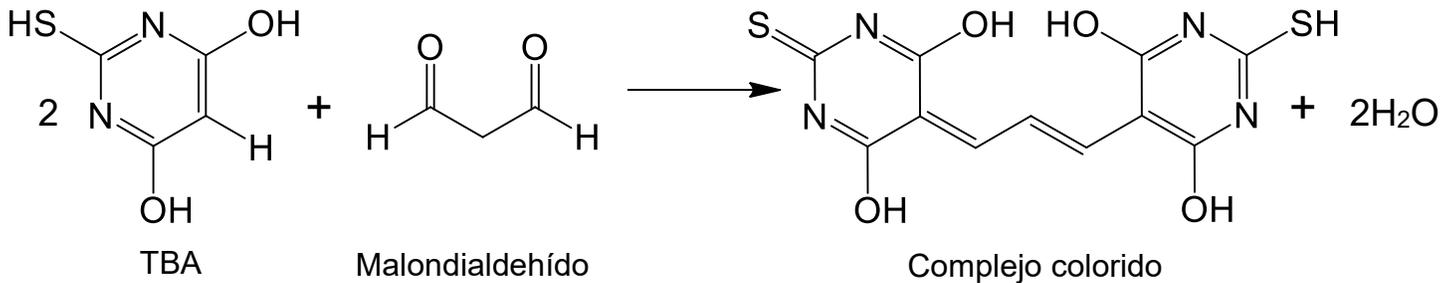


Figura 3.24. Reacción del ácido 2-tiobarbitúrico con el malondialdehído.

Ponce-Alquicira *et al.* (2013)

En el grupo G1: UCT (Figura 3.25), la SES mantiene contenidos bajos de MDA, comparado con la SSF, teniendo diferencia significativa ($*p<0.001$) en los días 1, 2 y 19 de evaluación. Este bajo nivel de oxidación puede indicar estabilidad del tratamiento previo de luz UV en conjunto con la SES, pues tiene menores valores de oxidación en comparación con la solución NaClO y SSF, además de que estos tratamientos muestran valores inconstantes a lo largo de los 19 días de evaluación.

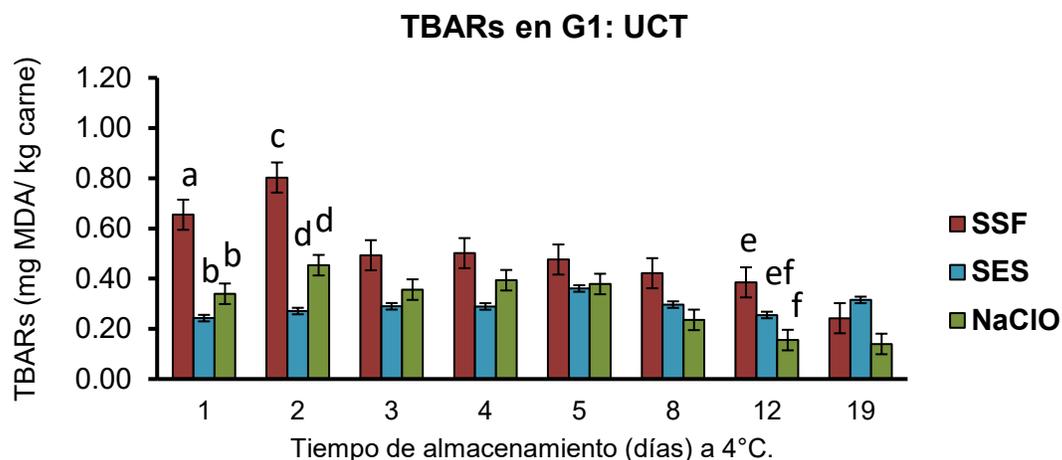


Figura 3.25. Determinación de TBARs en el grupo G1: UCT los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p<0.001$)

De acuerdo con lo informado por Sujiwo *et al.* (2018), se ha reportado valores de 0.28 mg MDA/ kg carne a 0.47 mg MDA/ kg carne en almacenamiento del día 1 al 7 respectivamente. Además, Ponce-Alquicira *et al.* (2013), mencionan que el límite máximo de para carne fresca es de 0.70 TBARs (mg MDA/ kg carne). En este sentido, para el grupo G1 (UCT), las muestras tratadas con SES, mantuvieron valores de TBARs entre 0.2-0.3 mg MDA/ kg carne durante los 19 días de evaluación, parámetros que están dentro de lo informado por la bibliografía antes mencionada, e indicando la estabilidad de la SES en la oxidación de la carne de pollo, pues los valores de TBARs obtenidos por la carne de pollo tratada con NaClO y SSF, fueron mayores que los obtenidos por la SES, en la mayoría de los días de evaluación.

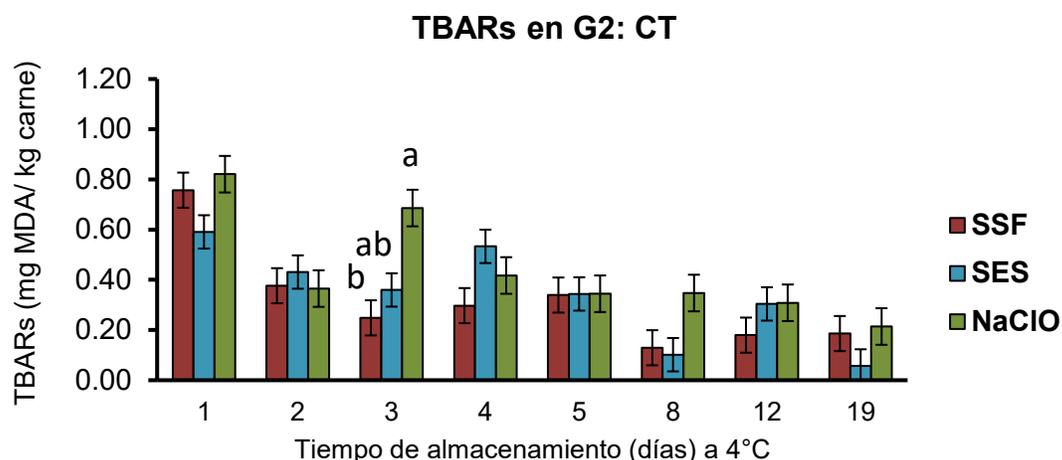


Figura 3.26. Determinación de TBARs en el grupo G2: CT los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

Por otro lado, en grupo G2: CT (Figura 3.26) se observa diferencia significativa ($*p < 0.001$) en el día 3 con SSF y con NaClO. En este experimento, los valores de todos los tratamientos se ven inconstantes; sin embargo, la SES mantiene valores constantes en los días 2, 3, 5 y 12, además el tratamiento con SES es el único que tiene valores por debajo de 0.7 mg MDA/ kg carne (Ponce-Alquicira *et al.*, 2013) en el primer día, mientras que para los días 2, 3, y 12 los valores se mantienen entre 0.28 mg MDA/ kg carne a 0.47 mg MDA/ kg carne (Sujiwo *et al.*, 2018), indicando así que la solución SES mantiene los valores de oxidación dentro de lo permitido para carne fresca.

Para el grupo G3: T (Figura 3.27), sólo existe diferencia significativa ($*p < 0.001$) en la evaluación del día 1, manteniéndose la SES en valores constantes los días 2, 5 y 8. Además, en este grupo la SES logra mantener valores de TBARs por debajo de 0.7 mg MDA/ kg carne, los días 1, 2, 5, 8, 12 y 19 de evaluación, indicando así la frescura de la carne en estos días.

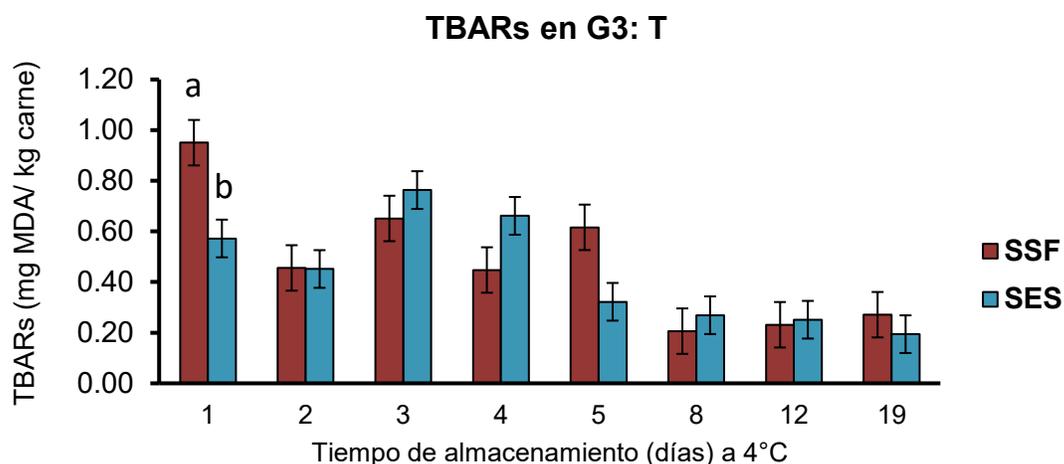


Figura 3.27. Determinación de TBARs en el grupo G3: T los días 1 a 19 de evaluación.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($*p < 0.001$)

En general, los cambios en los valores de oxidación durante los 19 días de evaluación para los tres grupos, G1 (UCT), G2 (CT) y G3 (T), pueden deberse a que la frescura de la carne no se basa sólo en un factor específico, sino que se basa en el conjunto de varios factores, como el calor y la luz, el contenido de y tipos de oxígeno, catalizadores, fosfolípidos, ácidos grasos insaturados, condiciones de pre-sacrificio, el pH, así como también la carga microbiana inicial. Con respecto a la oxidación lipídica en el músculo, diversos compuestos como el radical anión superóxido (O_2^-), peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) y el radical Hidroxilo (OH^-), pueden participar en la cadena de oxidación de la grasa y de pigmentos musculares (como la hemoglobina y mioglobina), afectando de esta forma también al color. Asimismo, para la determinación de oxidación, el malonaldehído no siempre se encuentra en los sistemas oxidados, pues muchos alcanales, alquenes y los 2-4 dienes dan un color amarillo con el TBA, pero solo los dienes dan un color rojo, por lo que en, la reducción de valor de mg MDA/kg carne para los días 8, 12 y 19 de evaluación, puede deberse a la interacción de el TBA con los compuestos antes mencionados (López-Hernández *et al.*, 2013; Ponce-Alquicira *et al.*, 2013; Sujiwo *et al.*, 2018).

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

“Yo soy de los que piensan que la ciencia tiene una gran belleza. Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: también es un niño colocado ante fenómenos naturales que lo impresionan como un cuento de hadas.”

Marie Curie

➤ **Microbiológicas:**

- La Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro (SES) redujo 99.9993% de *Salmonella typhimurium* in vitro en 30 segundos de contacto. De acuerdo con la NMX-BB-040-SCFI-1999, este resultado indica que esta solución es eficaz como bactericida contra esta bacteria.
- La SES redujo, de manera respectiva, 79.62% y 78.39% de *S. typhimurium* en pechuga de pollo con y sin tratamiento con luz UV (G1: UCT y G2: CT), valores mayores a la reducción obtenida con NaClO, indicando su alto potencial como antimicrobiano. Además, el tratamiento con SES en el grupo G2: CT logró retardar el crecimiento de *S. typhimurium* en un 52.62% hasta el día 12 de evaluación.

➤ **Fisicoquímicos:**

G1: UCT

- La Solución Electrolizada de Superoxidación con pH neutro, mantuvo constantes los parámetros de color L^* , a^* y b^* .
- La SES mantuvo valores constantes de ácido láctico desde el día 1 hasta el día 19 de evaluación, lo que favoreció la integridad de la carne en comparación con el empleo de NaClO, que produjo valores inconstantes durante todo el tratamiento.
- La SES mantuvo valores de bases volátiles nitrogenadas totales (BVNT) por debajo de los alcanzados por los tratamientos con SSF o NaClO, sobre todo en los últimos días de evaluación, en particular los días 12 y 19, retardando así mismo la producción de aminas biogénicas.
- Las muestras tratadas con luz UV presentaron valores altos de BVNT debido a la oxidación de proteínas producidas durante este tratamiento.
- La SES mantuvo valores constantes de sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbiturico (TBARs) desde el día 1 hasta el día 19, último día de evaluación, lo que demostró el retardo de la oxidación de lípidos, mientras que el uso de la solución de NaClO produjo mayores e inconstantes valores de oxidación durante todo el experimento.

G2: CT

- La SES no afecta de forma significativa el incremento de pH en la pechuga de pollo contaminada con *S. Typhimurium*.
- La SES mantiene valores constantes de ácido láctico en pechuga de pollo desde el día 1 hasta el día 19 de evaluación, favoreciendo así la integridad de la carne, en comparación con el NaClO, que tuvo valores inconstantes durante todo el tratamiento.
- El incremento en el pH puede deberse a la formación de aminas biogénicas por la descarboxilación de histidina a histamina causada por *Salmonella typhimurium*.
- La SES mantiene valores de BVNT por debajo de lo obtenido con las soluciones de NaClO y SSF.

G3: T

- La SES mantiene valores de pH constantes y similares a los obtenidos con la solución Control (SSF) en los primeros días de evaluación (días 1 a 5), mientras que en los días posteriores retarda el incremento de pH en comparación con la SSF.
- La SES mantiene valores porcentuales de ácido láctico constantes y dentro del intervalo señalado en la literatura.
- La SES mantiene valores constantes de BVNT desde el día 1 hasta el 12, valores similares a lo obtenido con la SSF.
- La SES mantiene valores de TBARs por debajo de los obtenidos con la SSF, y éstos son mínimos en los últimos días de tratamiento (día 8 a 19).

➤ **CONCLUSIONES GENERALES**

La SES demostró tener efectividad contra *Salmonella Typhimurium* en carne de pollo, no afectó su color, logró retardar la reactividad relacionada con la oxidación de lípidos y con la descomposición dada por la producción de aminos biogénicos, en comparación con la solución de NaClO, que produjo valores inconstantes durante cada una de estas pruebas, indicando la alteración fisicoquímica de carne de pollo.

Perspectivas

- Evaluar otras propiedades fisicoquímicas de la carne, como capacidad de retención de agua (CRA), suavidad (por análisis de perfil de textura TPA), oxidación de proteínas.
- Realizar un estudio de vida de anaquel en pechuga de pollo tratada con SES a diferentes temperaturas: congelación, refrigeración y temperatura ambiente.
- Realizar un análisis sensorial en pechuga de pollo tratada con SES.

Recomendaciones

- ❖ Se recomienda el uso de la SES en pechuga de pollo, debido a la estabilidad que establece sobre las características fisicoquímicas de la carne.
- ❖ Se recomienda el tratamiento previo de luz UV en carne de pollo debido a su actividad sinérgica con la SES.

REFERENCIAS

1. ACHIPIA (Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria). (2017). *Salmonella enterica no Serovar Typhi* (Ficha de Peligros N°05/2017). Chile: Ministerio de Agricultura.
2. Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne*. Costa Rica: UNED.
3. Argyri, A. A., Papadopoulou, O., Nisiotou, A., Tassou, C. C., & Chorianopoulos, N. (2018). Effect of high pressure processing on the survival of *Salmonella* Enteritidis and shelf-life of chicken fillets. *Food Microbiology*, 70, 55-63.
4. Athayde, D. R., Flores, D. R. M., Silva, J. S., Silva, M. S., Genro, A. L. G., Wagner, R., Campagnol, P. C. B., Menezes, C. R., & Cichoski, A. J. (2018). Characteristics and use of electrolyzed water in food industries. *International Food Research Journal*, 25(1), 11-16.
5. Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., Korish, M. A., & Shiboob, M. M. (2016). Evaluation of the broiler meat quality in the retail market: Effects of type and source of carcasses. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(3), 321-339.
6. Aziz, M., & Karboune, S. (2018). Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 486-511.
7. Barbut, S. (2015a). Primary Processing of Poultry. In *The Science of Poultry and Meat Processing* (pp. 4-37). University of Guelph, Canadá.
8. Barbut, S. (2015b). Heat Processing, Cooling and Preservation Methods. In *The Science of Poultry and Meat Processing* (pp. 21-54). University of Guelph, Canadá.
9. Barbut, S. (2015c). Microbiology and Sanitation. In *The Science of Poultry and Meat Processing* (pp. 7-12). University of Guelph, Canadá.
10. Barker, D., Lankhaar, J., & Stals, P. (2005). Primary Processing of Poultry. In G. C. Mead. (Ed.), *Poultry Meat Processing and Quality* (pp. 90-107). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.
11. Benavent-Saneleuterio, María. (2016). *Efecto del tiempo de conservación y de la temperatura en los parámetros oxidativos de carne de poto*. Tesis de Máster. Universidad Pública de Navarra, España.

12. Bialka, K. L., Demirci, A., Knabel, S. J., Patterson, P. H., & Puri, V. M. (2004). Efficacy of Electrolyzed Oxidizing Water for the Microbial Safety and Quality of Eggs. *Poultry Science*, *83*(12), 2071-2078.
13. Borges, K. A., Furian, T. Q., de Souza, S. N., Menezes, R., de Lima, D. A., Fortes, F. B. B., Salle, C. T. P., Morales, H. L. S., & Nascimento, V. P. (2018). Biofilm formation by *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium isolated from avian sources is partially related with their in vivo pathogenicity. *Microbial Pathogenesis*, *118*, 238–241.
14. Braña-Varela, D., Ramírez-Rodríguez, E., Rubio-Lozano, M. de la S., Torresco-Urrutia, G., Arenas de Moreno, M. L., Partida de la Peña, J. A., Ponce-Alquicira, E., & Ríos-Rincón, F. G. (2011). *Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne*. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto técnico N°1, octubre 2011. ISBN: 978-607-425-612-3.
15. Bügener, E., Wilms-Schulze Kump, A., Casteel, M., & Klein, G. (2014). Benefits of neutral electrolyzed oxidizing water as a drinking water additive for broiler chickens. *Poultry Science*, *93*(9), 2320–2326.
16. Cabello-Gutiérrez, C., Rosete-Olvera, D. P., & Manjarrez-Zavala, Ma. E. (2009). Efecto de una solución electrolizada de superoxidación con pH neutro sobre la infección del virus de influenza A en células MDCK. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, *22*(4), 280-287.
17. Candan, T., & Bağdatlı, A. (2017). Use of Natural Antioxidants in Poultry Meat. *Celal Bayar University Journal of Science*, *13*(2), 279–291.
18. Carbajal-Azcona, Á. (2005). Hábitos de consumo de carne de pollo y huevos: Calidad nutricional y relación con la salud. *XLII Symposium Científico de Avicultura WPSA-AECA*. Simposio llevado a cabo en Cáceres, España.
19. Castañeda-Serrano, M. del P., Braña-Varela, D., Rosario-Cortés, C., & Martínez-Valdés, W. (2013a). *Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo*. UNAM; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,

- Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico N°9, octubre 2013. ISBN: 978-607-37-0096-2.
20. Castañeda-Serrano, M. del P., Braña-Varela, D., & Martínez-Valdés, W. (2013b). *Carne de Pollo Mexicana*. UNAM; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico N°26, octubre 2013. ISBN: 978-607-37-0090-0.
21. Castañeda-Serrano, M. del P., Braña-Varela, D., Delgado-Suárez, E., Tejeda-Gil, R., Vázquez-Delgado, A. S., & Martínez-Valdés, W. (2013c). *Embarque de Aves: Programas de Ayuno y Captura*. UNAM; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico N°7, septiembre 2013. ISBN: 978-607-37-0056-6.
22. Codex Alimentarius (2011). *Directrices para el control de Campylobacter y Salmonella en la carne de pollo (CAC/GL 78-2011)*. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/AG/agn/jemra/DIRECTRICES PARA EL CONTROL DE CAMPYLOBACTER Y SALMONELLA EN LA CARNE DE POLLO.pdf](http://www.fao.org/tempref/AG/agn/jemra/DIRECTRICES_PARA_EL_CONTROL_DE_CAMPYLOBACTER_Y_SALMONELLA_EN_LA_CARNE_DE_POLLO.pdf)
23. Codex Alimentarius (2018). *Norma general para los aditivos alimentarios (Codex Stan 192-1995)*. Recuperado de http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
24. Cori, M.E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R., & Rivas, N. (2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de zootecnia*, 63(241), 133-143.
25. Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos (DOF), 16 de julio de 2012.
26. Domínguez, L., & Parzanese, M. (2011). Luz ultravioleta en la conservación de alimentos. *Revista Alimentos Argentinos*, 52, 71-76.
27. Duc, H. M., Son, H. M., Honjoh, K., & Miyamoto, T. (2018). Isolation and application of bacteriophages to reduce Salmonella contamination in raw chicken meat. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 353-360.

28. Durán-Vega, H. C. (2010). Soluciones de Superoxidación y su evolución tecnológica. *Dolor Foro Nacional de Investigación y Clínica Médica*, 7(3), 4-8.
29. Echeverz, M., García, B., Sabalza, A., Valle, J., Gabaldo, T., Solano, C., & Lasa, I. (2017). Lack of the PGA exopolysaccharide in Salmonella as an adaptive trait for survival in the host. *Plos Genetics*, 13(5), 1 -21.
30. EFSA (European Food Safety Authority). (2014). Scientific opinion on the electrical requirements for waterbath stunning equipment applicable for poultry. *EFSA Journal*. 12(7), 37-45.
31. Fabrizio, K. A., Sharma, R. R., Demirci, A., & Cutter, C. N. (2002). Comparison of electrolyzed oxidizing water with various antimicrobial interventions to reduce Salmonella species on poultry. *Poultry Science*, 81(10), 1598-1605.
32. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). *Buenas prácticas para la industria de la carne*. Roma, Italia: FAO.
33. FAO Agriculture and Consumer Protection Department (FAO/AG). (2016). *Animal Production and Health: Poultry and...* Rome, Italy: FAO/AG. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/AGAInfo/themes/en/poultry/home.html> [Último acceso el 04 de mayo de 2018]
34. FAO. (2017). *Food Outlook: biannual report on global food markets*. Rome, Italy: FAO.
35. FAO/WHO (FAO/ World Health Organization). (2009). *Benefits and Risks of the Use of Chlorine-containing Disinfectants in Food Production and Food Processing: Report of a Joint FAO/WHO Expert Meeting*. Geneva, Switzerland: WHO Document Production Services.
36. Farrell, D. (2013). Función de las aves de corral en la nutrición humana. En *Revisión del desarrollo agrícola*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (pp. 1-2). ISBN 978-92-5-308067-0.
37. FAS-USDA (Foreign Agricultural Service/United States Department of Agriculture). (2017). *Mexico. Poultry and Products Annual. Poultry and Eggs are Pillars of Production*. (GAIN Report Number: MX7034). Recuperado de

- [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Annual Mexico%20City Mexico 9-20-2017.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Annual%20Mexico%20City%20Mexico%209-20-2017.pdf) [Último acceso el 07 de mayo de 2018]
38. FAS-USDA. (2018a). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Recuperado de <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/livestock-poultry-ma/livestock-poultry-ma-04-10-2018.pdf> [Último acceso el 07 de mayo de 2018]
39. FAS-USDA. (2018b). *Mexico: Poultry and Products Semi-annual. Continued Growth in the Poultry Sector of Mexico* (GAIN Report Number: MX8007). Recuperado de [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Semi-annual Mexico%20City Mexico 2-19-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Semi-annual%20Mexico%20City%20Mexico%202-19-2018.pdf) [Último acceso el 07 de mayo de 2018]
40. Fernandes da Silva, D. C., Varela de Arruda, A. M., & Gonçalves, A. A. (2017). Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1818–1826.
41. FSIS (Food Safety and Inspection Service) Directive 7120.1, Rev. 46, *Safe and Suitable Ingredients Used in the Production of Meat, Poultry, and Egg Products*, Washington DC, 3/19/18. Recuperado de <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/bab10e09-aefa-483b-8be8-809a1f051d4c/7120.1.pdf?MOD=AJPERES> [Último acceso el 16 de mayo de 2018]
42. FSIS-USDA. (2018). *New Technology Information Table* (Last updated March 2018). Recuperado de <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/849de831-41cb-4e72-bbb4-4265240af51e/new-technologies-table.pdf?MOD=AJPERES> [Último acceso el 09 de mayo de 2018]
43. Garrido-Monroy, B. S. (2013). *Efecto de la suplementación de vitamina d3 y 25-hidroxicolecalciferol en la calidad microbiológica y estabilidad oxidativa de carne de cerdo*. Tesis de Licenciatura. UNAM, México.

44. Gil, M. I., Gómez-López, V. M., Hung, Y.-C., & Allende, A. (2015). Potential of Electrolyzed Water as an Alternative Disinfectant Agent in the Fresh-Cut Industry. *Food and Bioprocess Technology*, 8(6), 1336–1348.
45. Gomez-Portilla, M., Gomez, N., & Martínez-Benavides, J. (2016). Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto (Nariño). *Veterinaria y Zootecnia*, 10(2), 62–71.
46. GSFA Online (General Standard for Food Additives). (2018). Clases funcionales de aditivos alimentarios. Normas Alimentarias FAO/OMS: Codex alimentarius. Recuperado de <http://www.fao.org/gsfaonline/reference/techfuncs.html?lang=es> [Último acceso el 23 de mayo de 2018]
47. Hassanzadeh, P., Tajik, H., Razavi-Rohani, S. M., Moradi, M., Hashemi, M., & Aliakbarlu, J. (2017). Effect of functional chitosan coating and gamma irradiation on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 141, 103-109.
48. Hati, S., Mandal, S., Minz, P. S., Vij, S., Khetra, Y., Singh, B. P., & Yadav, D. (2012). Electrolyzed Oxidized Water (EOW): Non-Thermal Approach for Decontamination of Food Borne Microorganisms in Food Industry. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 760-768.
49. Heinrich, V., Zunabovic, M., Varzakas, T., Bergmair, J., & Kneifel, W. (2016). Pulsed Light Treatment of Different Food Types with a Special Focus on Meat: A Critical Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4), 591-613.
50. 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(4), 329-345.
51. Hybrid (A Hendrix Genetics Company). (2016). Potencial de reducción de oxidación (ORP): Una herramienta nueva para evaluar el tratamiento del agua. Recuperado de <https://www.hybridturkeys.com/es/>
52. IA (Industria Alimenticia). (2017). *Informe anual cárnico y avícola*. Recuperado de <https://www.industriaalimenticia.com/articles/88696-informe->

- [anualc%C3%A1rnico-y-av%C3%ADcola](#) [Último acceso el 18 de noviembre de 2017]
53. Karcher, D. M., & Mench, J. A. (2018). Overview of commercial poultry production systems and their main welfare challenges. In J. A. Mench (Ed.), *Advances in Poultry Welfare* (pp. 3-25). Duxford, UK: Woodhead Publishing.
54. Kirk, M. D., Angulo, F. J., Havelaar, A. H., & Black, R. E. (2017). Diarrhoeal disease in children due to contaminated food. *Bulletin of the World Health Organization*, *95*(3), 233–234.
55. Kudra, L. L., Sebranek, J. G., Dickson, J. S., Mendonca, A. F., Zhang, Q., Jackson-Davis, A., & Prusa, K. J. (2011). Control of Salmonella enterica Typhimurium in Chicken Breast Meat by Irradiation Combined with Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Protection*, *74*(11), 1833-1839.
56. Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., & Narsaiah, K. (2015). Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *14*(6), 796-812.
57. Lambooi, B., & Hindle, V. (2018). Electrical stunning of poultry. In J. A. Mench (Ed.), *Advances in Poultry Welfare* (pp. 77-98). Duxford, UK: Woodhead Publishing.
58. Lambooi, E., Reimert, H. G. M., Verhoeven, M. T. W., & Hindle, V. A., (2014). Cone restraining and head-only electrical stunning in broilers: Effects on physiological responses and meat quality. *Poultry Science*, *93*, 512-518.
59. Lázaro, C. A., Conte-Júnior, C. A., Monteiro, M. L., Canto, A. C., Costa-Lima, B. R., Mano, S. B., & Franco, R. M. (2014). Effects of ultraviolet light on biogenic amines and other quality indicators of chicken meat during refrigerated storage. *Poultry Science*, *93*(9), 2304-2313.
60. López-Hernández, L. H., Braña-Varela, D., & Hernández-Hernández, I. (2013). *Estimación de la vida de anaquel de la carne*. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico N°11, 2013. ISBN: 978-607-37-0092-4.

61. Lorenzo, J., M., Munekata, P. E. S., & Domínguez, R. (2017). Role of autochthonous starter cultures in the reduction of biogenic amines in traditional meat products. *Current Opinion in Food Science*, 14, 61-65.
62. Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Sant'Ana, A. S., Carvalho, R. B., Barba, F. J., Toldrá, F., Mora, L., & Trindade, M. A. (2018). Main characteristics of peanut skin and its role for the preservation of meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 77, 1-10.
63. Machado, I., Meireles, A., Fulgêncio, R., Mergulhão, F., Simões, M., & Melo, L. F. (2016). Disinfection with neutral electrolyzed oxidizing water to reduce microbial load and to prevent biofilm regrowth in the processing of fresh-cut vegetables. *Food and Bioprocess Technology*, 98, 333-340.
64. Magwedere, K., Rauff, D., De Klerk, G., Keddy, K. H., & Dziva, F. (2015). Incidence of Nontyphoidal Salmonella in Food-Producing Animals, Animal Feed, and the Associated Environment in South Africa, 2012–2014. *Clinical Infectious Diseases*, 61(4), S283-S289.
65. Marel Poultry. (2016). *The world of Poultry processing*. Recuperado de <https://marel.com/files/pdf/world-of-stork-poultry-en.pdf?ind=poultry>
66. Marnett, L., J. (1999). Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. *Mutation Research*, 424, 83-95.
67. Martínez-Peña, M., Cortés-Cuevas, A., & Avila-González, E. (2004). Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Técnica Pecuaria en México*, 42(1), 105-111.
68. Masoumbeigi, H., Tavakoli, H. R., Koohdar, V., Mashak, Z., & Qanizadeh, G. (2017). The environmental influences on the bacteriological quality of red and chicken meat stored in fridges. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(4), 367-372.
69. Millán-Villarreal, D., Romero-González, L., Brito, M., & Ramos-Villarreal, A. Y. (2015). Luz ultravioleta: inactivación microbiana en frutas. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*, 27(3), 454-469.

70. Miranda-de la Lama, G. C. (2013). Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Veterinaria México*, 44(1), 31-56.
71. Moorman, E., Montazeri, N., & Jaykus, L.-A. (2017). Efficacy of neutral electrolyzed water for inactivation of human Norovirus. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(16), 1-11.
72. Moreno-Temprado, R. (2005). Calidad de la carne de pollo. *Selecciones Avícolas*, 47(7), 423-430.
73. Mottet, A., & Tempio, G. (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 245-256.
74. Mukhopadhyay, S., Ukuku, D. O., Juneja, V. K., Nayak, B., & Olanya, M. (2017). Principles of Food Preservation. In V. K. Juneja, H. P. Dwivedi & J. N. Sofos (Eds.), *Microbial Control and Food Preservation: Theory and Practice* (pp. 17-39). New York: Springer.
75. Nicol, C. J., & Davies, A. (2013). Bienestar de las aves de corral en los países en desarrollo. En *Revisión del desarrollo agrícola*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (pp.116-120). ISBN 978-92-5-308067-0.
76. Norma mexicana NMX-AA-008-SCFI-2016. Análisis de agua. Medición del pH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Método de prueba.
77. Norma mexicana NMX-AA-100-1987. Calidad del agua. Determinación de cloro total. Método iodométrico.
78. Norma mexicana NMX-BB-040-SCFI-1999. Métodos generales de análisis. Determinación de la actividad antimicrobiana en productos germicidas.
79. Norma mexicana NMX-F-362-S-SCFI-2011. Productos de la pesca. Determinación de Bases Volátiles Totales. Método de prueba.
80. Norma mexicana. NMX-FF-128-SCFI-2016. Productos avícolas. Carne de pollo de engorda en canal y en piezas. Clasificación.
81. NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

82. NORMA Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
83. NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014. Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.
84. OECD-FAO (Organisation for Economic Co-operation and Development/FAO) Agricultural Outlook. (2017). Meat consumption. Paris, France: OECD Data. Recuperado de <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm> [Último acceso el 02 de mayo de 2018]
85. Pal, M., & Devrani, M. (2018). Application of Various Techniques for Meat Preservation. *Journal of Experimental Food Chemistry*, 4(1):134.
86. Pendleton, S., & Davidson, P. M. (2017). Preservation Methods for Meat and Poultry. In V. K. Juneja, H. P. Dwivedi & J. N. Sofos (Eds.), *Microbial Control and Food Preservation: Theory and Practice* (pp. 173-198). New York: Springer.
87. Pérez-Chabela, Ma. de L., & Ponce-Alquicira, E. (2013). Manual de prácticas de laboratorio: Tecnología de Carnes. México: UAM (Universidad Autónoma Metropolitana)-Iztapalapa.
88. Pintaric, R., Matela, J., & Pintaric, S. (2015). Suitability of electrolyzed oxidizing water for the disinfection of hard surfaces and equipment in radiology. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 13(1):6.
89. Piñon, M. I., Alarcon-Rojo, A. D., Renteria, A. L., & Carrillo-Lopez, L. M. (2018). Microbiological properties of poultry breast meat treated with high-intensity ultrasound. *Ultrasonics*, 1-6.
90. Ponce-Alquicira, E., Braña-Varela, D., López-Hernández, L. H., & Delgado-Suárez, E. (2013). *Evaluación de la frescura de la carne*. UAM; Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro técnico N°12, septiembre 2013. ISBN: 978-607-37-0093-1.

91. PROYECTO de Norma oficial mexicana PROY-NOM-109-SSA1-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
92. Rahman, S. M. E., Khan, I., & Oh, D.-H. (2016). Electrolyzed Water as a Novel Sanitizer in the Food Industry: Current Trends and Future Perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 471-490.
93. Reitznerová, A., Šuleková, M., Nagy, J., Marcinčák, S., Semjon, B., Čertík, M., & Klemková T. (2017). Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, 22 (11),
94. 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, México.
95. Rodríguez-Saldaña, D. (2011). La carne de pollo (Procesamiento). En J. A. Quintana-López. (Ed.), *AVITECNIA: Manejo de las Aves Domésticas más comunes* (4th ed.) (capítulo XV). México: Trillas.
96. Rosario-Pérez, P. J. (2017). *Efecto de una solución electrolizada de superoxidación (SES) con pH neutro en las características fisicoquímicas de carne de pollo contaminada con Escherichia coli O157:H7 durante su almacenamiento*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
97. Samant, S. S., Crandall, P. G., O'Bryan, C., Lingbeck, J., M., Martin, E. M., & Seo, H.-S. (2015). Sensory impact of chemical and natural antimicrobials on poultry products: a review. *Poultry Science*, 94(7), 1699-1710.
98. Santos-Ferro, L. (2017). *Evaluación de la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro en huevo para plato y huevo embrionado contaminados con Campylobacter jejuni*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
99. Sarjit, A., & Dykes, G. A. (2015). Trisodium phosphate and sodium hypochlorite are more effective as antimicrobials against Campylobacter and

- Salmonella on duck as compared to chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 203, 63-69.
100. Scher, K., Romling, U., & Yaron, S. (2005). Effect of Heat, Acidification, and Chlorination on Salmonella enterica Serovar Typhimurium Cells in a Biofilm Formed at the Air-Liquid Interface. *American Society for Microbiology*, 71(3), 1163-1168.
101. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2018). Carne en Canal de Ave 1/: Avance mensual de la producción pecuaria. México: Gob.mx. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp [Último acceso el 16 de mayo de 2018]
102. Silva, F., Domingues, F. C., & Nerín, C. (2018). Trends in microbial control techniques for poultry products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(4), 591 -609.
103. Silva, M. M., & Cebola-Lidon, F. (2016). Food preservatives – An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(6), 366-373.
104. Smith, D. P. (2014). Poultry Processing and Products. In S. Clark, S. Jung & B. Lamsal (Eds.), *Food Processing: Principles and Applications* (2nd ed.) (pp. 549-566). UK-USA: John Wiley & Sons.
105. Smith, J., Corkran, S., McKee, S. R., Bilgili, S. F., & Singh, M. (2015). Evaluation of post-chill applications of antimicrobials against *Campylobacter jejuni* on poultry carcasses. *The Journal of Applied Poultry Research*, 24(4), 451–456.
106. SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados) Menú Aves. (2018). Mercados Nacionales Pecuarios, Aves, Consolidado Diario de Pollo (DF), Selecciona diario de pollo. Registro del 02/03/2018. Secretaría de Economía. Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
107. Soler-Sanchis, M. D., Mateos-Otero, M., Safón-García, E., Soler-Romero, P., & Garcés-Narro, C. (2011). Caracterización del color y relación

- con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero. *XLVIII Simposio Científico de Avicultura*. Simposio llevado a cabo en Santiago de Compostela, España.
108. Sotomayor, C., Wang, Q., Arnott, A., Howard, P., Hope, K., Lan, R., & Sintchenko, V. (2018). Novel Salmonella enterica Serovar Typhimurium Genotype Levels as Herald of Seasonal Salmonellosis Epidemics. *Emerging Infectious Diseases*, 24(6), 1079-1082.
109. Stadnik, J., & Dolatowski, Z., J. (2010). Biogenic amines in meat and fermented meat products. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 9(3), 251-263.
110. Stopforth, J. D. (2017). Preservation Methods for Meat and Poultry. In V. K. Juneja, H. P. Dwivedi & J. N. Sofos (Eds.), *Microbial Control and Food Preservation: Theory and Practice* (pp. 225-254). New York: Springer.
111. Sujiwo, J., Kim, D., & Jang, A. (2018). Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: correlations between freshness traits and torrymeter values. *Poultry Science*, 97, 2887-2894.
112. Suman, S. P., & Joseph, P. (2013). Myoglobin Chemistry and Meat Color. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4(1), 79–99.
113. Tabernero de Paz, M. J., Bodas, R., Bartolomé, D., Posado, R., García, J. J., & Olmedo, S. (2013). Agua electrolizada como higienizante en producción animal: efectos en sanidad y productividad. *Archivos de Zootecnia*, 61(R), 13-23.
114. Tellez-Delgado, R., Mora-Flores, J. S., & Martínez-Damián, M. Á. (2016). Caracterización del consumidor de carne de pollo en la zona metropolitana del Valle de México. *Estudios Sociales*, 26(48), 192-209.
115. Thompson, R., Perry, J. D., Stanforth, S. P., & Dean, J. R. (2018). Rapid detection of hydrogen sulfide produced by pathogenic bacteria in focused growth media using SHS-MCC-GC-IMS. *Microchemical Journal*, 140, 232-240.
116. Torres-Rosales, Erwin. (2017). *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 de licenciatura. UNAM, México.
117. Tunio, M. T., Yang, S., Chen, Z., Zubair, M., Qiu, J., Zhao, Y., Chen, G., Chow, Y., & Chen, A. (2013). Effect of Pigments with Different Origins on Pigmentation and Performance of Broilers. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(6), 1715-1725.
118. UNA (Unión Nacional de Avicultores). (2017). Indicadores económicos: Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2017. México: Unión Nacional de Avicultores. Recuperado de Disponible en: <http://una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos> [Último acceso el 30 de abril de 2018]
119. Uribe, C., & Suárez, M. C. (2006). Salmonelosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colombia Medica*, 37(2), 151–158.
120. USA, Poultry & Eggs. (2013). USAPEEC (USA Poultry and Egg Export Council): Contenido Nutricional de Carne de Pollo (sin piel) por cada 100g de producto. México: USAPEEC México. Recuperado de http://usapeec.org.mx/nutricion/informacion_nutricional/pollo.html [Último acceso el 23 de mayo de 2018]
121. Veasey, S., & Muriana, P. M. (2016). Evaluation of Electrolytically-Generated Hypochlorous Acid ('Electrolyzed Water') for Sanitation of Meat and Meat-Contact Surfaces. *Foods*, 5(2), 42.
122. Velázquez-Meza, M. E., Hernández-Salgado, M., & Sánchez-Alemán, M. A. (2015). Evaluation of the Antimicrobial Activity of a Super Oxidized Solution in Clinical Isolates. *Microbial Drug resistance*, 21(4), 367-372.
123. Venegas, O., & Pérez, D. (2009). Determinación de rancidez en carne. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 19 (1), 60-70.
124. Ventura da Silva, M. (2013). Revisión del desarrollo avícola: Aves de corral y productos avícolas. Riesgos para la salud humana. Sacrificio y elaboración. En *Revisión del desarrollo agrícola*. Organización de las

- Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (pp. 20-23). ISBN 978-92-5-308067-0.
125. WHO. (2017). *Food safety* (31 October 2017). Geneva, Switzerland: WHO. Recuperado de <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> [Último acceso el 23 de mayo de 2018]
126. WHO. (2018). *Salmonella (non-typhoidal)* (28 February 2018). Geneva, Switzerland: WHO. Recuperado de [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)) [Último acceso el 23 de mayo de 2018]
127. Zhang, C., Li, B., Jadeja, R., Fang, J., & Hung, Y.-C. (2016). Effects of bacterial concentrations and centrifugations on susceptibility of *Bacillus subtilis* vegetative cells and *Escherichia coli* O157:H7 to various electrolyzed oxidizing water treatments. *Food Control*, 60, 440-446.
128. Zhang, H., Wu, J., & Guo, X. (2016). Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5(1), 39-48.
129. Zhang, W., Xiao, S., & Ahn, D. U. (2013). Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(11), 1191 -1201.
130. Zweifel, C., Althaus, D., & Stephan, R. (2015). Effects of slaughter operations on the microbiological contamination of broiler carcasses in three abattoirs. *Food Control*, 51, 37-42.

GLOSARIO

- Aditivo alimentario

Se entiende por *aditivo alimentario* cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye "contaminantes" o sustancias añadidas al producto para mantener o mejorar las cualidades nutricionales. (Codex Alimentarius, 2018)

- Antioxidante

Aditivo alimentario que prolongan la vida en almacén de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por la oxidación. (GSFA Online, 2018)

- Canal

Es el cuerpo del animal posterior a la evisceración (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b)

- Conservador

Aditivos alimentarios que prolongan la vida en almacén de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por microorganismos. (GSFA Online, 2018)

- Inspección *Antemortem*

Cualquier procedimiento o prueba realizada por una persona competente en animales vivos con el propósito de lograr un veredicto sobre inocuidad, idoneidad o disposición. (FAO, 2007)

GLOSARIO

- Inspección *Posmortem*

Cualquier procedimiento o prueba realizada por una persona competente en todas las partes relevantes de los animales sacrificados/muertos con el propósito de juzgar su inocuidad, idoneidad o disposición. (FAO, 2007)

- Maduración de la carne

Tiempo que tarda una canal para alcanzar su rigor mortis o muerte muscular. El tiempo de maduración normal de la carne de pollo es de 4 horas. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b)

- Pechuga

Región de la canal formada por los músculos pectorales alojados sobre el esternón. (NMX-FF-128-SCFI-2016)

- Planta de procesamiento

Sitio de transformación de los músculos de un pollo en carne para el consumo humano; e involucra factores a corto plazo (*antemortem*) y a largo plazo (*postmortem*). (Rodríguez-Saldaña, 2011)

- Procesamiento primario

Corresponde a los pasos gracias a los cuales un pollo de engorda se transforma en una canal. (Castañeda Serrano *et al.*, 2013b)

- Procesamiento secundario

También conocido como ulterior o adicional, corresponde al procesamiento posterior de la canal e inicia en el corte o troceado. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b)

- *Rigor mortis*

Constituye la fase inicial en la transformación del músculo en carne. (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b)

ANEXOS

ANEXO A: PROCESAMIENTO DE CARNE DE POLLO

A.1. Recepción de aves

Antes del procesamiento, cuando las aves han alcanzado el tiempo de "recolección", se elimina la alimentación de pollos de engorda entre 8 y 12 horas antes de la matanza (por pautas de bienestar animal, el ayuno no debe ser mayor a 24 horas). La extracción de alimento es importante para reducir el contenido gastrointestinal dentro del ave, que reduce la posibilidad de contaminación por ingesta o materia fecal durante el procesamiento (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014; Karcher & Mench, 2017).

Las aves se atrapan y colocan en jaulas de plástico o metal multiniveles, las cuales son apiladas en camiones y transportadas a la planta de procesamiento. A su llegada, las aves se pesan en grupo y se mantienen en una habitación oscura iluminada por una luz roja (las aves no son sensibles a esta luz), lo que les ayuda a mantener la calma (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014; Karcher & Mench, 2017).

A.2. Aturdimiento

El aturdimiento es el paso del procesamiento donde se utiliza equipo para dejar inconscientes (al 100%) a las aves e inmovilizarlas antes de la matanza, proveyéndolas de una muerte libre de dolor. Para lograr este objetivo existen dos sistemas: insensibilización mediante corriente eléctrica, y mediante gases. La primera, es la más utilizada en el mundo, y en México es la única que se usa, debido a que su costo es menor comparada con la de gases. El sistema de insensibilizado por gases es más común en Estados Unidos y Europa (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; EFSA, 2014; Lambooij & Hindle, 2018).

Aturdimiento eléctrico: En este método, el ave se coloca de forma manual en un grillete y se transporta por una banda a un baño eléctrico, donde recibe una descarga automatizada (10-20 mA por 10-12s). Esto produce un estado de inconsciencia que dura entre 60 a 90 s, tiempo suficiente para que se realice el degüello, desangrado y se presente la muerte por anoxia cerebral. Así, una vez recibida la descarga eléctrica, las aves mueren sin regresar a la consciencia

(Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Lambooij, Reimert, Verhoeven, & Hindle, 2014; Barbut, 2015a; Lambooij & Hindle, 2018).

Esta técnica tiene como ventaja que el estímulo eléctrico mejora la eficiencia del sangrado del ave sacrificada, ya que rompe el complejo proteínico actina-miosina, característico de los músculos en contracción, dando como resultado una carne más blanda, y de esta forma interviene en el proceso de maduración de la carne (Rodríguez-Saldaña, 2011).

Aturdimiento por gases: Esta insensibilización se realiza antes del colgado. Las aves entran al gabinete en jaulas, donde se exponen a gases, que pueden ser CO₂ o la combinación de éste, argón (Ar) y nitrógeno (N₂); al salir, las aves se encuentran inconscientes y, por lo tanto, se facilita el colgado para su posterior proceso (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Lambooij & Hindle, 2018).

A.3. Matanza y Desangrado

Inmediatamente después de salir del aturdidor, se corta la garganta del ave (por ruptura de ambas arterias carótidas en la parte superior del cuello). El desangramiento (exanguinación) dura aproximadamente 2 a 3 minutos (no debe superar los 3.5 min), con una pérdida de 30 a 50% del total de la sangre (45% comercialmente). Este procedimiento no daña el esófago o la tráquea, lo que permite que estos órganos se eliminen más adelante durante el proceso de eviscerado. La pérdida de sangre es necesaria para permitir que el ave expire y para asegurar que no haya presión arterial en la piel o los músculos, por lo que no se producen hematomas ni decoloración, por tanto, mientras menor sea la presión arterial mejor será la calidad de la canal. La sangre, debido a su alto contenido de nutrimentos, se recoge en un recipiente para su venta o procesamiento posterior (Smith, 2014; Barbut, 2015a; Lambooij & Hindle, 2018).

A.4. Escaldado

Después de la exanguinación, los cadáveres pasan por tanques de escaldado, donde las aves son sumergidas en agua caliente con el objeto de debilitar los folículos de las plumas y facilitar la extracción de las mismas. Es necesaria la

agitación del agua para humedecer completamente el plumaje, desnaturalizar la proteína estructural que mantiene la pluma en su lugar, y para facilitar la remoción mecánica de las plumas durante el desplumado (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014).

Existen dos métodos empleados para el escaldado (suave y fuerte) de acuerdo con las variables de tiempo y temperatura utilizadas; cada uno de ellos depende del tipo de pollo a comercializar (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014).

*Escaldado suave (53.35°C por 120 s): Esta combinación de temperatura y tiempo preserva la capa externa de la piel, sin causar daño a la capa superficial o cutícula; de esta manera no se pierde el pigmento de la piel. Por esta razón, el escaldado suave se utiliza para procesar pollo fresco, ya que toma base el color de las capas externa y superficial (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014, Barbut, 2015a).

*Escaldado fuerte (62-64°C por 45 s): Con esta combinación de temperatura y tiempo, la remoción de las plumas es más fácil que con el escaldado suave, pero la remoción de capas de la piel también es mayor, perdiéndose la cutícula y, por lo tanto, el pigmento, ya que parte de éste se deposita en dicha capa de piel. Este tipo de escaldado se usa para pollo que se vende congelado (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014, Barbut, 2015a).

A.5. Desplumado

El desplumado tiene la finalidad de remover todas las plumas de las canales sin provocar desgarramiento de la piel ni dislocación de huesos. Se realiza por medio de máquinas que contienen una serie de dedos flexibles de hule que giran con gran presión y fuerza en diferentes ángulos y direcciones del cadáver. Los cadáveres generalmente se chamuscan pasando a través de una llama que quema las plumas restantes. Posterior a este proceso, puede realizarse una estimulación eléctrica para eliminar la energía residual en los músculos más rápidamente, debido a que se desencadena la contracción muscular y acelera los cambios metabólicos *post-mortem*, y el inicio del *rigor mortis*. La estimulación eléctrica puede ayudar hasta

cierto punto a reducir el endurecimiento de la carne (Barker, Lankhaar & Stals, 2005; Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014; Barbut, 2015a).

A.6. Separación de partes y eviscerado

Posterior al desplumado, se realiza el desprendimiento de la cabeza, esófago y tráquea, así como el corte de patas, procurando una efectividad del 100% para no crear futuros cuellos de botella, y evitar pérdidas de rendimiento durante el eviscerado; seguido a esto, se realiza un lavado con agua fría para disminuir la temperatura corporal y, por ende, la multiplicación logarítmica de bacterias (Rodríguez-Saldaña, 2011).

La evisceración implica abrir la cavidad del cuerpo y retirar las vísceras. Según el sistema del equipo de procesamiento, la evisceración puede ser manual (con cuchillo y tijeras), semiautomática (parte de las vísceras) y automática (todas las vísceras) (Rodríguez-Saldaña, 2011; Barbut, 2015a).

Las vísceras se separan en porciones comestibles (menudencias, corazón, hígado y mollejas) y no comestibles (intestinos, bazo, vesícula biliar). Las vísceras no comestibles, las cabezas, pies, plumas y sangre, si no se venden, se denominan despojos, se recolectan y se envían a una planta de procesamiento para convertirlos en aditivos para alimentos (Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014; Barbut, 2015a).

Finalmente, se realiza un lavado con agua presurizada (IOBW, por sus siglas en inglés), la cual se rocía en el exterior y el interior de cada carcasa para eliminar cualquier material extraño o contaminación fecal. El Servicio de inspección de seguridad alimentaria (FSIS, por sus siglas en inglés) ha establecido una política de tolerancia cero para material fecal que ingresa al tanque de enfriamiento, por lo que las heces deben eliminarse antes de llegar a este punto (Rodríguez-Saldaña, 2011; Smith, 2014; Barbut, 2015a; FSIS-USDA, 2018).

A.7. Enfriado de canal (*Chilling*)

Para reducir la rapidez de las reacciones metabólicas y la multiplicación microbiana, una vez que una canal se despluma y eviscera, se debe enfriar rápidamente para conservar la calidad de la carne. Existen dos métodos empleados para el enfriado

de canal; por inmersión en agua y por aplicación de aire (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014).

Enfriamiento por inmersión: Consiste en usar contenedores de agua muy fría, se realiza en dos etapas: pre-enfriamiento y enfriamiento final.

1. Pre-enfriamiento: Consiste en el lavado de la canal con agua a 26°C con el fin de favorecer una mayor ganancia de peso (hidratación promedio en un 60%), debido a que los poros de la piel se mantienen abiertos y en ellos almacena el 25% de la humedad (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b).

2. Enfriamiento final: Consiste en disminuir rápidamente la temperatura del agua a 0°C por 45-60 min, para lograr, a su vez, una disminución rápida de la temperatura corporal y finalizar la absorción de agua. Las canales deben salir del *chiller* (enfriador) con una temperatura corporal de 2°C y un mayor volumen de carne en la parte superior de la pechuga (*idem*).

Enfriamiento por aire: Consiste en el empleo de cámaras donde se utilizan corrientes de aire a gran velocidad, que eliminan el calor mediante evaporación en la superficie de la canal. Las canales enfriadas por aire permanecen en grilletes después de la evisceración y se trasladan a habitaciones refrigeradas donde se mantienen por 2.5 horas o más para cadáveres más pequeños (Smith, 2014; Barbut, 2015a).

Justo después del proceso de enfriado se determina la calidad de la carne y se asigna su categoría. En México se establecen tres categorías de acuerdo con la canal: Categoría Extra, Categoría I y Categoría II (NMX-FF-128-SCFI-2016). Normalmente, la selección incluye el grado de pigmentación y el tamaño de las aves (Rodríguez-Saldaña, 2011; Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014).

A.8. Corte y deshuese

Dependiendo del objetivo de producción, las canales pueden ser enviadas a su venta como canales enteras evisceradas (con o sin menudillos) o pueden ser convertidas en piezas divididas, con o sin huesos y piel. En la planta de procesamiento, las canales destinadas a este tipo de producto se colocan en el área de "Procesamiento secundario". El corte y deshuese maximizan el porcentaje de la

canal, ya que, piezas como la pechuga tienen un valor muy alto y, por lo tanto, generan mayores ganancias que otras piezas. Este proceso ofrece a los consumidores el ahorro de tiempo y esfuerzo en el corte y deshuese de piezas (Castañeda-Serrano *et al.*, 2013b; Smith, 2014; Barbut, 2015a).

A.9. Clasificación y distribución

Los productos avícolas, ya sean frescos o congelados, crudos o procesados, son clasificados, empaquetados y distribuidos desde la planta a ubicaciones comerciales (Smith, 2014; Barbut, 2015a).

ANEXO B: CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE BACTERIA

LABORATORIO BIOTEST

Nº de cliente: 7277
Equipo Nº:

Informe de examen

Editado: 11-sep-2015 08:24-CST
Editado por: AREYESNombre del paciente: CEPARIO GENERAL
Examen: CEPARIO-5-1

Nº paciente: C-15

Número: 0015510541555210
Organismo seleccionado: *Salmonella* ser. Typhimurium

Comentarios:	

Información de identificación	Tarjeta: GN	Nº de lote: 241324640	Fecha caduc.: 03-nov-2015 12:00 CST
	Finalizado: 01-jun-2015 18:43 CST	Etiquet.: Final	Tiempo de análisis: 6,00 horas
Organismo seleccionado	99% Probabilidad	<i>Salmonella</i> ser. Typhimurium	
Organismo BPP	Número: 0015510541555210		Nivel de confianza: Identificación excelente
Organismos de análisis y pruebas a separar:			
Salmonella sp. n.:			
Salmonella spp.			
Salmonella ser. Paratyphi B			
Salmonella ser. Typhimurium			
Salmonella ser. Paratyphi C			
Salmonella ser. Enteritidis			
Salmonella enterica ser. Anatum			
Mensajes de análisis:			
Cumplir mediante pruebas serológicas			
Perfil(es) (plac(s) contraíndicame(s))			

Versión instalada de VITEK 2 Systems: 04.02
Guía de Interpretación de CMI:
Nombre del juego de parámetros de AES:Guía de Interpretación Interpretativa:
Última modificación de parámetros de AES:

Página 1 de 2

Figura B.1. Certificado de análisis de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar. *typhimurium* ATCC®-7251™

ANEXO C: CUADROS DE RESULTADOS CON ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1.C. Resultados completos para determinar actividad antimicrobiana *in vitro*

Cuadro C.1. Conteo de *Salmonella typhimurium* del grupo tratado con SSF (Control).

Replica	Dilución				(UFC/mL)	log (UFC/mL)
	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵		
A	>250	>250	130	15	1.30E+08	8.11
B	>250	>250	131	13	1.31E+08	8.12
C	>250	>250	151	10	1.51E+08	8.18
					Promedio	8.14
					DE	0.04
					CV	0.45

Cuadro C.2. Conteo de *Salmonella typhimurium* del grupo tratado con SES.

Replica	Dilución				(UFC/mL)	log (UFC/mL)
	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵		
A	0	0	0	0	< 1000	3.00
B	0	0	0	0	< 1000	3.00
C	0	0	0	0	< 1000	3.00
					Promedio	< 1000
					DE	0.00
					CV	0.00
					% Reducción	> 99.9993

Cuadro C.3. Conteo de *Salmonella typhimurium* del grupo tratado con NaClO.

Replica	Dilución				(UFC/mL)	log (UFC/mL)
	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵		
A	0	0	0	0	< 1000	3.00
B	0	0	0	0	< 1000	3.00
C	0	0	0	0	< 1000	3.00
					Promedio	< 1000
					DE	0.00
					CV	0.00
					% Reducción	> 99.9993

Cuadro C.4. ANOVA de un factor entre tratamientos aplicada al ensayo *in vitro*.

Repeated Measures ANOVA

P value	P<0.0001
P value summary	***
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes
Number of groups	3
F	403.2
R squared	0.9951

Was the pairing significantly effective?

R squared	0.002462
F	1
P value	0.4444
P value summary	ns
Is there significant matching? (P < 0.05)	No

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	3.772E+16	2	1.886E+16
Individual (between rows)	9.356E+13	2	4.678E+13
Residual (random)	1.871E+14	4	4.678E+13
Total	3.8E+16	8	

Bonferroni's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	t	Significant? P < 0.05?	Summary	95% CI of diff
SSF vs NaClO	137300000	24.59	Yes	***	115200000 to 159500000
SSF vs SES	137300000	24.59	Yes	***	115200000 to 159500000
NaClO vs SES	0	0	No	ns	-22120000 to 22120000

2.C. Resultados completos para determinar la actividad antimicrobiana en pechuga de pollo contaminada

Cuadro C.5. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con SSF (Control), en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	293.9	>250	16	2.33E+06	6.37
B	207.3	>250	13	2.53E+06	6.40
C	215.9	>250	23	4.32E+06	6.64
Promedio				3.06E+06	6.47
DE				1.10E+06	0.15
CV				35.98	2.26

Cuadro C.6. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con SES, en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	183.3	>250	3	6.43E+05	5.81
B	163.8	>250	4	9.35E+05	5.97
C	292.2	>250	2	2.92E+05	5.47
Promedio				6.24E+05	5.75
DE				3.22E+05	0.26
CV				51.65	4.49
% Reducción				79.62	

Cuadro C.7. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con NaClO, en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	203.4	>250	5	9.87E+05	5.99
B	157.7	>250	4	9.63E+05	5.98
C	308.8	>250	6	8.36E+05	5.92
Promedio				9.29E+05	5.97
DE				8.09E+04	0.04
CV				8.71	0.65
% Reducción				69.65	

Cuadro C.8. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con SSF (Control), en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	178.5	>250	102	2.23E+07	7.35
B	179.3	>250	137	2.99E+07	7.48
C	274.9	>250	80	1.23E+07	7.09
Promedio				2.15E+07	7.30
DE				8.81E+06	0.20
CV				40.97	2.69

Cuadro C.9. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con SES, en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	248.8	>250	29	4.85E+06	6.69
B	276.6	>250	31	4.75E+06	6.68
C	191.8	>250	21	4.34E+06	6.64
Promedio				4.65E+06	6.67
DE				2.69E+05	0.03
CV				5.79	0.38
% Reducción				78.39	

Cuadro C.10. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con NaClO, en el día 1.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	221.7	>250	22	4.05E+06	6.61
B	272.0	>250	31	4.81E+06	6.68
C	254.5	>250	42	6.90E+06	6.84
Promedio				5.25E+06	6.71
DE				1.47E+06	0.12
CV				28.06	1.76
% Reducción				75.57	

Cuadro C.11. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con SSF (Control), en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	293.9	Incontable	318	4.62E+07	7.66
B	207.3	Incontable	261	5.07E+07	7.71
C	215.9	Incontable	284	5.34E+07	7.73
Promedio				5.01E+07	7.70
DE				3.62E+06	0.03
CV				7.23	0.41

Cuadro C.12. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con SES, en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	183.3	Incontable	331	7.09E+07	7.85
B	163.8	Incontable	297	6.95E+07	7.84
C	292.2	Incontable	379	5.54E+07	7.74
Promedio				6.53E+07	7.81
DE				8.59E+06	0.06
CV				13.16	0.76
% Reducción				-30.21	

Cuadro C.13. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G1: UCT tratado con NaClO, en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻³	10 ⁻⁵		
A	203.4	Incontable	279	5.51E+07	7.74
B	157.7	Incontable	396	9.53E+07	7.98
C	308.8	Incontable	317	4.42E+07	7.65
Promedio				6.49E+07	7.79
DE				2.69E+07	0.17
CV				41.55	2.21
% Reducción				-29.40	

Cuadro C.14. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con SSF (Control), en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻⁵	10 ⁻⁶		
A	178.5	>250	30	6.56E+07	7.82
B	179.3	>250	29	6.32E+07	7.80
C	274.9	>250	30	4.62E+07	7.66
Promedio				5.83E+07	7.76
DE				1.06E+07	0.08
CV				18.20	1.08

Cuadro C.15. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con SES, en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻⁵	10 ⁻⁶		
A	248.8	>250	14	2.34E+07	7.37
B	276.6	>250	13	1.99E+07	7.30
C	191.8	>250	20	4.14E+07	7.62
Promedio				2.82E+07	7.43
DE				1.15E+07	0.17
CV				40.76	2.24
% Reducción				51.62	

Cuadro C.16. Conteo de *Salmonella typhimurium* de las muestras de carne de pollo del grupo G2: CT tratado con NaClO, en el día 12.

Replica	Peso de la pechuga (g)	Dilución		Cuenta (UFC/mL)	log (UFC/g)
		10 ⁻⁵	10 ⁻⁶		
A	221.7	>250	28	5.15E+07	7.71
B	272.0	>250	18	2.80E+07	7.45
C	254.5	>250	40	6.57E+07	7.82
Promedio				4.84E+07	7.66
DE				1.91E+07	0.19
CV				39.39	2.50
% Reducción				17.08	

Cuadro C.17. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en conteo de UFC/g en pechuga de pollo.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	1.7	0.3662	ns	No
Tratamiento	0.91	0.5698	ns	No
Día	88.09	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	2.969E+14	1.484E+14	1.094
Tratamiento	2	1.601E+14	8.005E+13	0.5897
Día	1	1.542E+16	1.542E+16	113.6
Residual	12	1.629E+15	1.357E+14	

Number of missing values	12
--------------------------	----

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	3059000	623500	-2436000	-32430000 to 27560000
12	50120000	65260000	15140000	-14850000 to 45130000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2436000	0.256	P > 0.05	ns
12	15140000	1.591	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	3059000	928500	-2131000	-32120000 to 27860000
12	50120000	64850000	14730000	-15260000 to 44720000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2131000	0.224	P > 0.05	ns
12	14730000	1.549	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES/UV	NaClO/UV	Difference	95% CI of diff.
1	623500	928500	305000	-29690000 to 30300000
12	65260000	64850000	-405700	-30400000 to 29590000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	305000	0.03206	P > 0.05	ns
12	-405700	0.04264	P > 0.05	ns

Cuadro C.18. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en conteo de UFC/g de pechuga de pollo.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	3.44	0.3076	ns	No
Tratamiento	19.11	0.0086	**	Yes
Día	61.64	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	2.989E+14	1.494E+14	1.303
Tratamiento	2	1.662E+15	8.312E+14	7.246
Día	1	5.363E+15	5.363E+15	46.75
Residual	12	1.377E+15	1.147E+14	

Number of missing values	Df
12	12

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF/UV	SES/UV	Difference	95% CI of diff.
1	21500000	4647000	-16850000	-44420000 to 10720000
12	58350000	28230000	-30120000	-57690000 to -25510000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-16850000	1.927	P > 0.05	ns
12	-30120000	3.444	P<0.01	**

SSF vs NaClO				
Día	SSF/UV	NaClO/UV	Difference	95% CI of diff.
1	21500000	5253000	-16250000	-43820000 to 11320000
12	58350000	48390000	-9963000	-37530000 to 17610000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-16250000	1.858	P > 0.05	ns
12	-9963000	1.139	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES/UV	NaClO/UV	Difference	95% CI of diff.
1	4647000	5253000	605900	-26960000 to 28180000
12	28230000	48390000	20160000	-7412000 to 47730000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	605900	0.06929	P > 0.05	ns
12	20160000	2.305	P > 0.05	ns

3.C. Resultados completos de evaluación de cambio de color

Cuadro C.19. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* del grupo G1: UCT; Control, tratado con Luz UV, sin contaminar, y sin tratamiento.

		Replica	L^*	a^*	b^*	
Día 1	A		54.75	0.44	13.38	
			53.83	0.60	16.13	
			55.03	0.56	16.36	
			55.76	0.25	14.69	
			53.53	0.58	16.61	
	B		56.16	1.34	18.95	
			57.16	1.37	20.02	
			55.69	1.45	19.39	
			57.40	1.55	20.54	
			57.19	1.73	20.02	
	C		58.69	-0.16	18.53	
			57.23	-0.13	18.03	
			56.43	-0.37	16.40	
			55.65	-0.45	13.49	
			56.33	-0.39	15.80	
	Promedio			56.06	0.56	17.22
	DE			1.40	0.77	2.34
	CV			2.49	137.99	13.60

Cuadro C.20. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G1: UCT; tratamiento con SSF.

		Replica	L^*	a^*	b^*			Replica	L^*	a^*	b^*
Día 1	A		57.69	2.37	16.24	Día 12	A		58.28	1.44	19.52
			57.24	2.39	16.30				57.33	1.29	18.70
			56.71	1.40	17.34				56.42	2.34	19.76
			56.98	2.86	17.65				56.21	2.58	18.50
			56.93	2.42	17.92				55.83	2.83	19.34
	B		50.67	1.07	12.77		B		59.60	-0.69	16.42
			52.33	1.40	14.41				61.50	-1.45	15.48
			56.71	0.34	13.64				59.03	-0.67	17.01
			53.78	0.38	12.03				58.80	-0.72	15.86
			57.14	0.32	13.79				58.48	-0.91	15.67

	C	57.07	0.19	9.75		C	59.92	-1.39	9.68
		56.17	0.49	9.13			59.99	-1.19	8.29
		54.94	0.13	6.58			61.07	-1.58	11.17
		56.39	0.20	9.52			62.88	-1.76	12.82
		56.60	0.06	9.00			60.11	-1.40	10.48
Prom.		55.82	1.07	13.07	Prom.		59.03	-0.09	15.25
DE		2.03	1.00	3.63	DE		2.02	1.67	3.85
CV		3.64	93.70	27.80	CV		3.42	-1957.06	25.26
ΔE		4.19			ΔE		3.63		

Cuadro C.21. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G1: UCT; tratamiento con SES.

		Replica	L^*	a^*	b^*			Replica	L^*	a^*	b^*
Día 1	A		56.49	2.95	12.07	Día 12	A		57.51	0.26	16.40
			56.79	2.86	12.95				55.63	0.91	15.83
			57.25	2.70	13.90				55.88	1.02	17.98
			58.48	2.43	13.98				55.19	0.49	15.01
			57.96	1.85	15.38				55.61	1.35	17.10
	B		54.81	1.75	15.87		B		58.20	0.88	16.95
			56.12	1.73	16.30				57.13	0.95	16.78
			57.42	1.71	16.85				56.54	1.20	16.38
			57.67	1.67	16.98				56.62	0.89	16.90
			55.99	1.82	16.25				56.25	1.04	17.31
	C		55.88	-1.19	8.96		C		56.71	-0.46	12.46
			52.42	-0.78	8.39				55.74	-1.25	11.73
			56.64	-0.93	9.03				58.89	-0.96	7.96
			51.18	-0.93	9.43				55.74	-0.67	11.82
			56.46	-1.27	9.68				55.10	-0.98	12.36
Prom.		56.10	1.09	13.07	Prom.		56.45	0.31	14.86		
DE		1.99	1.61	3.23	DE		1.10	0.91	2.89		
CV		3.54	147.10	24.69	CV		1.94	292.88	19.47		
ΔE		4.19			ΔE		2.40				

Cuadro C.22. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G1: UCT; tratamiento con NaClO.

		Replica	L^*	a^*	b^*			Replica	L^*	a^*	b^*
Día 1	A		55.98	1.51	11.78	Día 12	A		58.91	-0.79	10.80
			56.08	1.56	12.55				59.82	-1.03	13.63
			58.01	0.25	12.66				59.51	-1.19	12.71
			54.68	0.88	12.25				60.27	-0.87	14.31
			56.79	-0.14	11.86				60.11	-0.73	14.48
	B		59.26	0.63	17.01		B		58.20	0.19	15.90
			61.44	0.75	21.60				60.23	-0.39	16.05
			57.03	0.65	16.66				60.07	0.33	17.41
			57.69	0.47	17.57				59.38	0.22	16.46
			59.69	0.26	13.72				59.26	0.36	17.05
	C		61.02	0.54	15.25		C		62.24	-0.27	11.33
			58.95	0.37	14.05				59.32	-0.66	13.81
			58.77	0.83	14.81				62.24	-0.18	12.27
			57.99	0.86	15.39				63.78	-0.14	13.57
			58.35	1.00	15.74				64.17	-0.19	13.37
		Prom.	58.12	0.69	14.86			Prom.	60.50	-0.36	14.21
		DE	1.85	0.45	2.66			DE	1.78	0.50	2.02
		CV	3.19	65.05	17.92			CV	2.94	-141.68	14.23
	ΔE	3.14				ΔE	5.45				

Cuadro C.23. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en parámetro L^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	8.14	0.2825	ns	No
Tratamiento	35.13	0.0151	*	Yes
Día	22.03	0.0173	*	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	6.512	3.256	1.407
Tratamiento	2	28.1	14.05	6.073
Día	1	17.63	17.63	7.618
Residual	12	27.76	2.314	

Number of missing values	
	12

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	55.82	56.1	0.2807	-3.635 to 4.196
12	59.03	56.45	-2.581	-6.496 to 1.335

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.2807	0.226	P > 0.05	ns
12	-2.581	2.078	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	55.82	58.12	2.292	-1.623 to 6.208
12	59.03	60.5	1.471	-2.445 to 5.386

Día	Difference	t	P value	Summary
1	2.292	1.845	P > 0.05	ns
12	1.471	1.184	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	56.1	58.12	2.011	-1.904 to 5.927
12	56.45	60.5	4.051	0.1358 to 7.967

Día	Difference	t	P value	Summary
1	2.011	1.619	P > 0.05	ns
12	4.051	3.262	P < 0.05	*

Cuadro C.24. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en parámetro a^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	0.45	0.9661	ns	No
Tratamiento	3.47	0.7702	ns	No
Día	17.95	0.1227	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	0.1116	0.05579	0.03455
Tratamiento	2	0.8616	0.4308	0.2668
Día	1	4.452	4.452	2.757
Residual	12	19.38	1.615	

Number of missing values	
Number of missing values	12

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	1.068	1.091	0.02333	-3.248 to 3.294
12	-0.08533	0.3113	0.3967	-2.874 to 3.668

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.02333	0.02249	P > 0.05	ns
12	0.3967	0.3823	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	1.068	0.6947	-0.3733	-3.644 to 2.898
12	-0.08533	-0.356	-0.2707	-3.542 to 3.000

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.3733	0.3598	P > 0.05	ns
12	-0.2707	0.2609	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	1.091	0.6947	-0.3967	-3.668 to 2.874
12	0.3113	-0.356	-0.6673	-3.938 to 2.604

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.3967	0.3823	P > 0.05	ns
12	-0.6673	0.6432	P > 0.05	ns

Cuadro C.25. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en parámetro b^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	4.54	0.7472	ns	No
Tratamiento	0.65	0.9586	ns	No
Día	3.55	0.5074	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	7.053	3.527	0.2987
Tratamiento	2	1.002	0.5009	0.04242
Día	1	5.513	5.513	0.4669
Residual	12	141.7	11.81	

Number of missing values	12
--------------------------	----

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	13.07	13.07	-0.001999	-8.848 to 8.844
12	15.25	14.86	-0.382	-9.228 to 8.464

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.001999	0.0007124	P > 0.05	ns
12	-0.382	0.1362	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	13.07	14.86	1.789	-7.057 to 10.63
12	15.25	14.21	-1.037	-9.882 to 7.809

Día	Difference	t	P value	Summary
1	1.789	0.6375	P > 0.05	ns
12	-1.037	0.3695	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	13.07	14.86	1.791	-7.055 to 10.64
12	14.86	14.21	-0.6547	-9.500 to 8.191

Día	Difference	t	P value	Summary
1	1.791	0.6382	P > 0.05	ns
12	-0.6547	0.2333	P > 0.05	ns

Cuadro C.26. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en parámetro ΔE .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	9.74	0.5224	ns	No
Tratamiento	5	0.7102	ns	No
Día	0.04	0.9419	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	10.74	5.371	0.6858
Tratamiento	2	5.517	2.758	0.3522
Día	1	0.04335	0.04335	0.005536
Residual	12	93.98	7.832	

Number of missing values	12
--------------------------	----

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	4.938	4.724	-0.2143	-7.418 to 6.989
12	4.986	2.665	-2.321	-9.525 to 4.883

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.2143	0.09378	P > 0.05	ns
12	-2.321	1.016	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	4.938	3.887	-1.051	-8.255 to 6.152
12	4.986	5.604	0.6177	-6.586 to 7.821

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-1.051	0.4601	P > 0.05	ns
12	0.6177	0.2703	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	4.724	3.887	-0.8371	-8.041 to 6.367
12	2.665	5.604	2.939	-4.265 to 10.14

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.8371	0.3664	P > 0.05	ns
12	2.939	1.286	P > 0.05	ns

Cuadro C.27. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G2: CT; Control, sin contaminar, y sin tratamiento.

Replica	L^*	a^*	b^*
A	59.74	-0.72	18.66
	59.08	-0.20	19.64
	60.08	-0.94	17.13
	60.06	-0.95	17.20
	59.54	-0.85	17.63
B	59.71	-0.37	17.77
	60.76	-0.82	16.45
	58.99	-0.56	15.81
	58.69	-0.62	16.23
	58.92	-0.59	15.98
C	60.12	-0.76	12.47
	59.69	-0.93	13.29
	59.70	-1.44	10.69
	59.09	-1.36	10.99
	60.67	-1.17	13.78
Promedio	59.66	-0.82	15.58
DE	0.62	0.34	2.73
CV	1.04	-41.34	17.54

Cuadro C.28. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G2: CT; tratamiento con SSF.

Replica		L^*	a^*	b^*	Replica		L^*	a^*	b^*
Día 1	A	54.64	2.12	18.14	Día 12	A	58.18	1.06	19.92
		57.28	0.98	17.42			57.20	1.41	20.81
		59.31	1.33	21.73			58.59	0.80	19.79
		56.72	0.92	19.31			57.85	0.89	20.05
		59.59	1.70	22.22			56.97	1.40	21.33
	B	57.80	1.79	20.71		B	59.32	2.27	19.17
		56.15	1.92	18.87			62.17	1.33	20.29
		56.39	1.93	19.34			58.69	1.82	21.85
		58.39	2.11	20.86			57.61	2.44	19.69
		55.09	2.29	18.53			60.05	1.57	22.78

	C	58.31	2.20	22.00		C	60.15	2.14	21.40
		58.46	2.24	22.46			61.03	2.40	23.61
		54.68	1.79	19.69			60.93	2.37	22.44
		54.02	2.48	20.45			60.11	2.32	23.19
		56.01	1.80	19.28			60.39	2.02	21.66
Promedio	56.86	1.84	20.07	Promedio	59.28	1.75	21.20		
DE	1.77	0.46	1.57	DE	1.56	0.58	1.38		
CV	3.11	24.90	7.81	CV	2.63	33.03	6.53		
ΔE	5.92			ΔE	6.19				

Cuadro C.29. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G2: CT; tratamiento con SES.

		Replica	L^*	a^*	b^*			Replica	L^*	a^*	b^*
Día 1	A	55.81	1.02	17.61	Día 12	A	56.48	1.29	19.37		
		55.61	0.85	17.07			57.17	1.34	20.71		
		56.17	0.41	17.43			57.03	1.54	20.73		
		55.04	1.03	17.34			57.52	1.71	21.35		
		54.03	1.01	17.43			57.18	1.71	21.85		
	B	64.6	-0.57	16.97		B	64.71	0.41	21.48		
		61.28	-0.14	17.97			63.70	-0.50	19.41		
		63.15	-0.27	18.06			64.59	0.60	22.22		
		61.98	-0.33	18.09			63.55	0.15	21.61		
		62.51	0.03	19.95			63.99	-0.02	19.66		
	C	61.4	-0.66	16.22		C	62.21	-0.31	21.41		
		59.86	-0.65	16.33			59.98	-0.11	21.09		
		61.91	-1.03	14.43			60.23	-0.43	18.28		
		58.88	-0.29	12.39			59.07	-0.05	20.36		
		60.88	-0.72	16			59.51	0.01	21.79		
Promedio	59.54	-0.02	16.89	Promedio	60.46	0.49	20.75				
DE	3.37	0.71	1.74	DE	3.07	0.81	1.13				
CV	5.66	-3434.73	10.32	CV	5.07	165.52	5.43				
ΔE	1.53			ΔE	5.40						

Cuadro C.30. Determinación de los parámetros L^* , a^* y b^* en los días 1 y 12 del grupo G2: CT; tratamiento con NaClO.

	Replica	L^*	a^*	b^*		Replica	L^*	a^*	b^*
Día 1	A	64.12	-0.47	17.20	Día 12	A	59.48	0.02	19.10
		59.88	-0.03	16.78			61.98	-0.31	17.77
		61.91	0.36	18.43			61.79	-0.45	17.97
		61.13	-0.26	17.18			61.05	-0.27	18.59
		61.62	0.45	18.61			61.25	-0.57	17.24
	B	61.65	0.09	18.60		B	64.83	0.63	22.35
		61.4	0.08	18.88			63.81	0.44	21.20
		61.32	0.11	19.07			62.42	0.33	20.35
		61.97	-0.26	17.84			64.62	0.29	21.58
		60.75	-0.05	17.86			63.65	0.35	21.51
	C	60.27	-1.21	14.01		C	62.74	-0.42	16.50
		59.74	-1.24	4.20			62.87	-0.83	16.62
		60.01	-1.09	13.28			61.20	-1.08	15.23
		60.01	-1.41	12.97			61.57	-1.07	15.42
		61.79	-1.34	12.05			62.32	-1.00	16.68
Promedio	61.17	-0.42	15.80	Promedio	62.37	-0.26	18.54		
DE	1.14	0.66	3.98	DE	1.44	0.58	2.36		
CV	1.86	-	25.22	CV	2.31	-221.63	12.72		
ΔE		1.58		ΔE		4.06			

Cuadro C.31. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en parámetro L^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	1.65	0.8353	ns	No
Tratamiento	35.27	0.0494	*	Yes
Día	8.87	0.1866	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	1.925	0.9624	0.1826
Tratamiento	2	41.15	20.57	3.904
Día	1	10.34	10.34	1.963
Residual	12	63.23	5.269	

Number of missing values	12			
--------------------------	----	--	--	--

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	56.86	59.54	2.685	-3.224 to 8.594
12	59.28	60.46	1.179	-4.730 to 7.088

Día	Difference	t	P value	Summary
1	2.685	1.432	P > 0.05	ns
12	1.179	0.6289	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	56.86	61.17	4.315	-1.594 to 10.22
12	59.28	62.37	3.089	-2.820 to 8.998

Día	Difference	t	P value	Summary
1	4.315	2.302	P > 0.05	ns
12	3.089	1.648	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	59.54	61.17	1.631	-4.278 to 7.540
12	60.46	62.37	1.911	-3.998 to 7.820

Día	Difference	t	P value	Summary
1	1.631	0.87	P > 0.05	ns
12	1.911	1.019	P > 0.05	ns

Cuadro C.32. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en parámetro a^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	1.31	0.7564	ns	No
Tratamiento	70.32	0.0005	***	Yes
Día	0.79	0.5678	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	0.2736	0.1368	0.2858
Tratamiento	2	14.65	7.323	15.3
Día	1	0.1651	0.1651	0.345
Residual	12	5.743	0.4786	

Bonferroni posttests				
SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	1.84	-0.02067	-1.861	-3.642 to -0.07983
12	1.749	0.4893	-1.26	-3.041 to 0.5208
Día	Difference	t	P value	Summary
1	-1.861	3.294	P < 0.05	*
12	-1.26	2.231	P > 0.05	ns
SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	1.84	-0.418	-2.258	-4.039 to -0.4772
12	1.749	-0.2627	-2.012	-3.793 to -0.2312
Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2.258	3.997	P < 0.01	**
12	-2.012	3.562	P < 0.01	**
SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	-0.02067	-0.418	-0.3973	-2.178 to 1.384
12	0.4893	-0.2627	-0.752	-2.533 to 1.029
Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.3973	0.7034	P > 0.05	ns
12	-0.752	1.331	P > 0.05	ns

Cuadro C.33. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en parámetro b^* .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	4.53	0.5466	ns	No
Tratamiento	28.77	0.0456	*	Yes
Día	23.95	0.0235	*	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	5.668	2.834	0.6355
Tratamiento	2	36.01	18	4.037
Día	1	29.98	29.98	6.723
Residual	12	53.51	4.46	

Number of missing values	12
--------------------------	----

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	20.07	16.89	-3.179	-8.615 to 2.257
12	21.2	20.75	-0.444	-5.880 to 4.992

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-3.179	1.844	P > 0.05	ns
12	-0.444	0.2575	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	20.07	15.8	-4.269	-9.705 to 1.167
12	21.2	18.54	-2.658	-8.094 to 2.778

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-4.269	2.476	P > 0.05	ns
12	-2.658	1.542	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	16.89	15.8	-1.09	-6.526 to 4.346
12	20.75	18.54	-2.214	-7.650 to 3.222

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-1.09	0.6322	P > 0.05	ns
12	-2.214	1.284	P > 0.05	ns

Cuadro C.34. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en parámetro ΔE .

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	9.05	0.3809	ns	No
Tratamiento	26.26	0.0856	ns	No
Día	12.81	0.1108	ns	No

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	2	5.017	2.508	1.047
Tratamiento	2	14.55	7.275	3.037
Día	1	7.1	7.1	2.964
Residual	12	28.74	2.395	

Number of missing values	12			
--------------------------	----	--	--	--

Bonferroni posttests

SSF vs SES				
Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	5.93	3.369	-2.561	-6.545 to 1.423
12	6.31	6.111	-0.1998	-4.184 to 3.784

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2.561	2.027	P > 0.05	ns
12	-0.1998	0.1581	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO				
Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	5.93	3.621	-2.309	-6.293 to 1.675
12	6.31	4.267	-2.043	-6.027 to 1.941

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2.309	1.828	P > 0.05	ns
12	-2.043	1.617	P > 0.05	ns

SES vs NaClO				
Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	3.369	3.621	0.2515	-3.732 to 4.235
12	6.111	4.267	-1.843	-5.827 to 2.140

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.2515	0.199	P > 0.05	ns
12	-1.843	1.459	P > 0.05	ns

4.C. Resultados completos para de evaluación de pH

Cuadro C.35. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	5.92	5.87	5.88	6.20	5.96	5.97	0.14	2.27
2	5.98	5.86	5.94	6.21	5.78	5.95	0.16	2.73
3	5.96	5.79	5.83	6.23	5.77	5.92	0.19	3.22
4	6.21	6.01	6.01	6.44	5.96	6.13	0.20	3.27
5	6.20	6.01	5.95	6.42	5.91	6.10	0.21	3.47
8	6.32	6.43	6.14	6.49	6.35	6.35	0.13	2.10
12	6.32	5.82	5.98	6.44	6.45	6.20	0.29	4.61
19	6.40	6.40	6.09	6.79	6.57	6.45	0.26	3.99

Cuadro C.36. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.16	6.12	6.09	6.09	6.12	6.12	0.03	0.44
2	6.03	6.01	6.01	6.00	6.03	6.02	0.01	0.22
3	6.13	6.37	6.15	6.32	6.11	6.22	0.12	1.93
4	6.24	6.18	6.38	6.24	6.36	6.28	0.09	1.37
5	6.46	6.24	6.35	6.11	6.28	6.29	0.13	2.07
8	6.62	6.21	6.49	6.46	6.64	6.48	0.17	2.65
12	6.75	6.60	6.58	6.55	6.56	6.61	0.08	1.24
19	6.82	6.42	6.52	6.67	6.77	6.64	0.17	2.53

Cuadro C.37. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	5.95	5.95	5.86	6.04	5.86	5.93	0.08	1.27
2	5.96	5.94	5.74	6.07	5.95	5.93	0.12	2.01
3	5.96	6.00	5.95	6.06	5.92	5.98	0.05	0.90
4	5.99	5.93	5.93	6.10	5.99	5.99	0.07	1.16
5	5.97	5.85	5.78	5.99	5.82	5.88	0.09	1.58
8	6.44	6.45	5.92	6.28	6.39	6.30	0.22	3.51
12	6.67	6.16	6.16	6.39	6.48	6.37	0.22	3.43
19	6.91	6.57	6.65	6.33	6.82	6.66	0.23	3.40

Cuadro C.38. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en pH.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	6.04	0.1038	ns	No
Tratamiento	11.41	P<0.0001	***	Yes
Día	56.09	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.5654	0.04038	1.564
Tratamiento	2	1.068	0.5341	20.68
Día	7	5.253	0.7504	29.06
Residual	96	2.479	0.02582	

Number of missing values 0

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	5.966	6.116	0.15	-0.1716 to 0.4716
2	5.954	6.016	0.062	-0.2596 to 0.3836
3	5.916	6.216	0.3	-0.02159 to 0.6216
4	6.126	6.28	0.154	-0.1676 to 0.4756
5	6.098	6.288	0.19	-0.1316 to 0.5116
8	6.346	6.484	0.138	-0.1836 to 0.4596
12	6.202	6.608	0.406	0.08440 to 0.7276
19	6.45	6.64	0.19	-0.1316 to 0.5116

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.15	1.476	P > 0.05	ns
2	0.062	0.61	P > 0.05	ns
3	0.3	2.952	P < 0.05	*
4	0.154	1.515	P > 0.05	ns
5	0.19	1.869	P > 0.05	ns
8	0.138	1.358	P > 0.05	ns
12	0.406	3.995	P<0.01	**
19	0.19	1.869	P > 0.05	ns

ANEXO C

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	5.966	5.932	-0.034	-0.3556 to 0.2876
2	5.954	5.932	-0.022	-0.3436 to 0.2996
3	5.916	5.978	0.062	-0.2596 to 0.3836
4	6.126	5.988	-0.138	-0.4596 to 0.1836
5	6.098	5.882	-0.216	-0.5376 to 0.1056
8	6.346	6.296	-0.05	-0.3716 to 0.2716
12	6.202	6.372	0.17	-0.1516 to 0.4916
19	6.45	6.656	0.206	-0.1156 to 0.5276

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.034	0.3345	P > 0.05	ns
2	-0.022	0.2165	P > 0.05	ns
3	0.062	0.61	P > 0.05	ns
4	-0.138	1.358	P > 0.05	ns
5	-0.216	2.125	P > 0.05	ns
8	-0.05	0.492	P > 0.05	ns
12	0.17	1.673	P > 0.05	ns
19	0.206	2.027	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	6.116	5.932	-0.184	-0.5056 to 0.1376
2	6.016	5.932	-0.084	-0.4056 to 0.2376
3	6.216	5.978	-0.238	-0.5596 to 0.08359
4	6.28	5.988	-0.292	-0.6136 to 0.02960
5	6.288	5.882	-0.406	-0.7276 to -0.08441
8	6.484	6.296	-0.188	-0.5096 to 0.1336
12	6.608	6.372	-0.236	-0.5576 to 0.08559
19	6.64	6.656	0.016	-0.3056 to 0.3376

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.184	1.81	P > 0.05	ns
2	-0.084	0.8265	P > 0.05	ns
3	-0.238	2.342	P > 0.05	ns
4	-0.292	2.873	P < 0.05	*
5	-0.406	3.995	P < 0.01	**
8	-0.188	1.85	P > 0.05	ns
12	-0.236	2.322	P > 0.05	ns
19	0.016	0.1574	P > 0.05	ns

Cuadro C.39. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	5.84	6.02	6.11	5.87	6.28	6.02	0.18	3.00
2	5.87	6.05	6.02	5.94	6.14	6.00	0.10	1.73
3	5.84	5.99	6.07	5.99	6.33	6.04	0.18	2.98
4	5.76	5.94	6.04	5.94	6.33	6.00	0.21	3.49
5	5.75	6.12	5.94	5.94	6.53	6.06	0.30	4.88
8	5.90	6.30	6.24	6.30	6.70	6.29	0.28	4.52
12	6.28	6.43	6.29	6.54	6.68	6.44	0.17	2.64
19	6.60	6.58	6.36	6.86	6.67	6.61	0.18	2.72

Cuadro C.40. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.17	6.28	6.15	5.95	5.98	6.11	0.14	2.27
2	6.26	6.26	6.18	5.98	6.03	6.14	0.13	2.12
3	6.24	6.12	6.01	6.06	6.21	6.13	0.10	1.59
4	6.30	6.32	6.26	6.04	6.03	6.19	0.14	2.31
5	6.19	6.22	6.11	6.13	6.11	6.15	0.05	0.82
8	6.46	6.59	6.67	6.40	6.36	6.50	0.13	2.01
12	6.63	6.82	6.57	6.44	6.50	6.59	0.15	2.22
19	6.64	6.85	6.67	6.58	6.39	6.63	0.17	2.50

Cuadro C.41. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.10	6.03	5.94	6.17	5.80	6.01	0.14	2.40
2	6.10	6.16	6.01	6.28	5.73	6.06	0.21	3.42
3	6.10	6.07	5.94	6.28	5.70	6.02	0.22	3.58
4	6.12	6.13	6.05	6.19	5.73	6.04	0.18	3.02
5	6.03	6.08	5.90	6.20	5.62	5.97	0.22	3.71
8	6.64	6.41	6.49	6.56	6.13	6.45	0.20	3.04
12	6.38	6.40	6.32	6.43	5.89	6.28	0.22	3.56
19	6.87	6.60	6.68	6.64	6.02	6.56	0.32	4.88

Cuadro C.42. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en pH.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	2.53	0.9425	ns	No
Tratamiento	4.46	0.0041	**	Yes
Día	56.25	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.2389	0.01707	0.4725
Tratamiento	2	0.421	0.2105	5.828
Día	7	5.306	0.758	20.99
Residual	96	3.467	0.03612	

Number of missing values 0

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	6.024	6.106	0.082	-0.2983 to 0.4623
2	6.004	6.142	0.138	-0.2423 to 0.5183
3	6.044	6.128	0.084	-0.2963 to 0.4643
4	6.002	6.19	0.188	-0.1923 to 0.5683
5	6.056	6.152	0.096	-0.2843 to 0.4763
8	6.288	6.496	0.208	-0.1723 to 0.5883
12	6.444	6.592	0.148	-0.2323 to 0.5283
19	6.614	6.626	0.012	-0.3683 to 0.3923

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.082	0.6822	P > 0.05	ns
2	0.138	1.148	P > 0.05	ns
3	0.084	0.6988	P > 0.05	ns
4	0.188	1.564	P > 0.05	ns
5	0.096	0.7987	P > 0.05	ns
8	0.208	1.73	P > 0.05	ns
12	0.148	1.231	P > 0.05	ns
19	0.012	0.09984	P > 0.05	ns

ANEXO C

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	6.024	6.008	-0.016	-0.3963 to 0.3643
2	6.004	6.056	0.052	-0.3283 to 0.4323
3	6.044	6.018	-0.026	-0.4063 to 0.3543
4	6.002	6.044	0.042	-0.3383 to 0.4223
5	6.056	5.966	-0.09	-0.4703 to 0.2903
8	6.288	6.446	0.158	-0.2223 to 0.5383
12	6.444	6.284	-0.16	-0.5403 to 0.2203
19	6.614	6.562	-0.052	-0.4323 to 0.3283

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.016	0.1331	P > 0.05	ns
2	0.052	0.4326	P > 0.05	ns
3	-0.026	0.2163	P > 0.05	ns
4	0.042	0.3494	P > 0.05	ns
5	-0.09	0.7488	P > 0.05	ns
8	0.158	1.314	P > 0.05	ns
12	-0.16	1.331	P > 0.05	ns
19	-0.052	0.4326	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	6.106	6.008	-0.098	-0.4783 to 0.2823
2	6.142	6.056	-0.086	-0.4663 to 0.2943
3	6.128	6.018	-0.11	-0.4903 to 0.2703
4	6.19	6.044	-0.146	-0.5263 to 0.2343
5	6.152	5.966	-0.186	-0.5663 to 0.1943
8	6.496	6.446	-0.05	-0.4303 to 0.3303
12	6.592	6.284	-0.308	-0.6883 to 0.07233
19	6.626	6.562	-0.064	-0.4443 to 0.3163

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.098	0.8153	P > 0.05	ns
2	-0.086	0.7155	P > 0.05	ns
3	-0.11	0.9152	P > 0.05	ns
4	-0.146	1.215	P > 0.05	ns
5	-0.186	1.547	P > 0.05	ns
8	-0.05	0.416	P > 0.05	ns
12	-0.308	2.562	P > 0.05	ns
19	-0.064	0.5325	P > 0.05	ns

Cuadro C.43. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.11	6.01	6.19	6.14	6.28	6.15	0.10	1.62
2	6.10	6.08	6.20	6.18	6.20	6.15	0.06	0.94
3	6.13	6.08	6.06	6.07	6.19	6.11	0.05	0.89
4	6.19	6.10	6.18	6.19	6.57	6.25	0.19	2.96
5	6.31	6.20	6.25	6.29	6.46	6.30	0.10	1.55
8	6.46	6.63	6.85	6.57	6.85	6.67	0.17	2.60
12	6.89	6.64	6.50	6.30	6.62	6.59	0.22	3.27
19	6.73	6.89	6.77	6.84	6.92	6.83	0.08	1.17

Cuadro C.44. Determinación de pH en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.12	6.08	6.28	6.18	6.12	6.16	0.08	1.27
2	6.08	6.06	6.33	6.14	5.99	6.12	0.13	2.11
3	6.16	6.15	6.24	6.07	6.03	6.13	0.08	1.34
4	6.25	6.09	6.10	6.09	6.11	6.13	0.07	1.12
5	6.25	5.98	6.27	6.11	6.18	6.16	0.12	1.91
8	6.31	6.29	6.34	6.45	6.39	6.36	0.06	1.02
12	6.42	6.30	6.62	6.83	6.55	6.54	0.20	3.08
19	6.65	6.74	6.64	6.77	6.51	6.66	0.10	1.53

Cuadro C. 45. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G3: T en pH.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	4.04	0.0614	ns	No
Tratamiento	3.56	0.0007	***	Yes
Día	74.45	P<0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	7	0.2214	0.03162	2.056
Tratamiento	1	0.195	0.195	12.68
Día	7	4.081	0.5831	37.91
Residual	64	0.9844	0.01538	
Number of missing values	40			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	6.146	6.156	0.009999	-0.2417 to 0.2617
2	6.152	6.12	-0.032	-0.2837 to 0.2197
3	6.106	6.13	0.024	-0.2277 to 0.2757
4	6.246	6.128	-0.118	-0.3697 to 0.1337
5	6.302	6.158	-0.144	-0.3957 to 0.1077
8	6.672	6.356	-0.316	-0.5677 to -0.06430
12	6.59	6.544	-0.046	-0.2977 to 0.2057
19	6.83	6.662	-0.168	-0.4197 to 0.08370

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.009999	0.1275	P > 0.05	ns
2	-0.032	0.408	P > 0.05	ns
3	0.024	0.306	P > 0.05	ns
4	-0.118	1.504	P > 0.05	ns
5	-0.144	1.836	P > 0.05	ns
8	-0.316	4.029	P < 0.01	**
12	-0.046	0.5864	P > 0.05	ns
19	-0.168	2.142	P > 0.05	ns

5.C. Resultados completos para la determinación de contenido de ácido láctico

Cuadro C.46. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.50	0.46	0.50	0.54	0.42	0.48	0.04	9.05
2	0.50	0.65	0.54	0.50	0.57	0.55	0.06	11.62
3	0.57	0.61	0.54	0.54	0.42	0.54	0.07	13.36
4	0.50	0.54	0.57	0.46	0.57	0.53	0.05	9.45
5	0.38	0.54	0.42	0.46	0.50	0.46	0.06	13.18
8	0.46	0.57	0.50	0.50	0.38	0.48	0.07	14.42
12	0.50	0.46	0.54	0.38	0.38	0.45	0.07	15.16
19	0.46	0.69	0.46	0.38	0.42	0.48	0.12	24.85

Cuadro C.47. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.33	0.39	0.33	0.39	0.39	0.37	0.03	9.49
2	0.41	0.40	0.40	0.41	0.41	0.40	0.01	1.58
3	0.40	0.39	0.41	0.38	0.42	0.40	0.02	3.96
4	0.46	0.38	0.38	0.46	0.46	0.43	0.04	9.78
5	0.31	0.31	0.38	0.38	0.34	0.34	0.04	11.11
8	0.34	0.38	0.38	0.38	0.31	0.36	0.03	9.52
12	0.42	0.38	0.38	0.42	0.42	0.41	0.02	5.17
19	0.38	0.42	0.50	0.42	0.34	0.41	0.06	13.73

Cuadro C.48. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.54	0.54	0.57	0.57	0.54	0.55	0.02	3.80
2	0.54	0.50	0.57	0.50	0.61	0.54	0.05	9.18
3	0.50	0.54	0.57	0.54	0.57	0.54	0.03	5.89
4	0.50	0.54	0.50	0.46	0.50	0.50	0.03	5.44
5	0.46	0.38	0.42	0.34	0.38	0.40	0.04	10.96
8	0.46	0.38	0.42	0.38	0.46	0.42	0.04	9.09
12	0.38	0.42	0.42	0.38	0.46	0.41	0.03	7.75
19	0.31	0.38	0.38	0.42	0.31	0.36	0.05	14.27

Cuadro C.49. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en la determinación de ácido láctico.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	15.42	0.0003	***	Yes
Tratamiento	31.16	P<0.0001	***	Yes
Día	21.4	P<0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.1206	0.008618	3.303
Tratamiento	2	0.2437	0.1219	46.7
Día	7	0.1674	0.02391	9.164
Residual	96	0.2505	0.002609	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.484	0.366	-0.118	-0.2202 to -0.01578
2	0.552	0.406	-0.146	-0.2482 to -0.04378
3	0.536	0.4	-0.136	-0.2382 to -0.03378
4	0.528	0.428	-0.1	-0.2022 to 0.002223
5	0.46	0.344	-0.116	-0.2182 to -0.01378
8	0.482	0.358	-0.124	-0.2262 to -0.02178
12	0.452	0.404	-0.048	-0.1502 to 0.05422
19	0.482	0.412	-0.07	-0.1722 to 0.03222

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.118	3.653	P<0.01	**
2	-0.146	4.519	P<0.001	***
3	-0.136	4.21	P<0.001	***
4	-0.1	3.095	P < 0.05	*
5	-0.116	3.591	P<0.01	**
8	-0.124	3.838	P<0.01	**
12	-0.048	1.486	P > 0.05	ns
19	-0.07	2.167	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.484	0.552	0.068	-0.03422 to 0.1702
2	0.552	0.544	-0.008	-0.1102 to 0.09422
3	0.536	0.544	0.008	-0.09422 to 0.1102
4	0.528	0.5	-0.028	-0.1302 to 0.07422
5	0.46	0.396	-0.064	-0.1662 to 0.03822
8	0.482	0.42	-0.062	-0.1642 to 0.04022
12	0.452	0.412	-0.04	-0.1422 to 0.06222
19	0.482	0.36	-0.122	-0.2242 to -0.01978

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.068	2.105	P > 0.05	ns
2	-0.008	0.2476	P > 0.05	ns
3	0.008	0.2476	P > 0.05	ns
4	-0.028	0.8667	P > 0.05	ns
5	-0.064	1.981	P > 0.05	ns
8	-0.062	1.919	P > 0.05	ns
12	-0.04	1.238	P > 0.05	ns
19	-0.122	3.776	P<0.01	**

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.366	0.552	0.186	0.08378 to 0.2882
2	0.406	0.544	0.138	0.03578 to 0.2402
3	0.4	0.544	0.144	0.04178 to 0.2462
4	0.428	0.5	0.072	-0.03022 to 0.1742
5	0.344	0.396	0.052	-0.05022 to 0.1542
8	0.358	0.42	0.062	-0.04022 to 0.1642
12	0.404	0.412	0.008	-0.09422 to 0.1102
19	0.412	0.36	-0.052	-0.1542 to 0.05022

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.186	5.757	P<0.001	***
2	0.138	4.272	P<0.001	***
3	0.144	4.457	P<0.001	***
4	0.072	2.229	P > 0.05	ns
5	0.052	1.61	P > 0.05	ns
8	0.062	1.919	P > 0.05	ns
12	0.008	0.2476	P > 0.05	ns
19	-0.052	1.61	P > 0.05	ns

Cuadro C.50. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.54	0.57	0.42	0.38	0.42	0.47	0.08	17.77
2	0.50	0.50	0.54	0.50	0.46	0.50	0.03	5.44
3	0.57	0.54	0.46	0.46	0.42	0.49	0.06	12.84
4	0.61	0.57	0.50	0.50	0.42	0.52	0.07	14.33
5	0.54	0.54	0.50	0.54	0.54	0.53	0.02	3.24
8	0.54	0.50	0.50	0.54	0.54	0.52	0.02	4.03
12	0.54	0.42	0.46	0.42	0.42	0.45	0.05	11.05
19	0.50	0.42	0.42	0.38	0.38	0.42	0.05	11.13

Cuadro C.51. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.41	0.35	0.46	0.46	0.49	0.43	0.05	12.59
2	0.40	0.45	0.44	0.46	0.42	0.43	0.02	5.67
3	0.34	0.42	0.38	0.38	0.34	0.37	0.03	8.54
4	0.34	0.31	0.38	0.38	0.38	0.36	0.03	9.52
5	0.46	0.34	0.50	0.34	0.38	0.41	0.07	17.14
8	0.42	0.34	0.38	0.42	0.42	0.40	0.03	8.60
12	0.34	0.34	0.34	0.38	0.38	0.36	0.02	5.83
19	0.34	0.27	0.31	0.31	0.34	0.31	0.03	10.20

Cuadro C.52. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.46	0.50	0.54	0.46	0.50	0.49	0.03	6.57
2	0.46	0.50	0.54	0.38	0.61	0.50	0.09	17.18
3	0.50	0.50	0.54	0.38	0.61	0.51	0.08	16.40
4	0.61	0.50	0.54	0.42	0.57	0.53	0.07	13.87
5	0.54	0.46	0.54	0.46	0.57	0.51	0.05	9.96
8	0.61	0.50	0.54	0.50	0.50	0.53	0.05	9.36
12	0.50	0.42	0.54	0.42	0.50	0.47	0.05	10.86
19	0.46	0.38	0.54	0.38	0.50	0.45	0.07	15.32

Cuadro C.53. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en la determinación de ácido láctico.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	5.24	0.5046	ns	No
Tratamiento	43.79	P<0.0001	***	Yes
Día	13.33	0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.03913	0.002795	0.9549
Tratamiento	2	0.3268	0.1634	55.83
Día	7	0.09945	0.01421	4.855
Residual	96	0.281	0.002927	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.466	0.434	-0.032	-0.1403 to 0.07626
2	0.5	0.434	-0.066	-0.1743 to 0.04226
3	0.49	0.372	-0.118	-0.2263 to -0.009736
4	0.52	0.358	-0.162	-0.2703 to -0.05374
5	0.532	0.404	-0.128	-0.2363 to -0.01974
8	0.524	0.396	-0.128	-0.2363 to -0.01974
12	0.452	0.356	-0.096	-0.2043 to 0.01226
19	0.42	0.314	-0.106	-0.2143 to 0.002264

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.032	0.9353	P > 0.05	ns
2	-0.066	1.929	P > 0.05	ns
3	-0.118	3.449	P < 0.01	**
4	-0.162	4.735	P < 0.001	***
5	-0.128	3.741	P < 0.01	**
8	-0.128	3.741	P < 0.01	**
12	-0.096	2.806	P < 0.05	*
19	-0.106	3.098	P < 0.05	*

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.466	0.492	0.026	-0.08226 to 0.1343
2	0.5	0.498	-0.002	-0.1103 to 0.1063
3	0.49	0.506	0.016	-0.09226 to 0.1243
4	0.52	0.528	0.008	-0.1003 to 0.1163
5	0.532	0.514	-0.018	-0.1263 to 0.09026
8	0.524	0.53	0.006	-0.1023 to 0.1143
12	0.452	0.476	0.024	-0.08426 to 0.1323
19	0.42	0.452	0.032	-0.07626 to 0.1403

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.026	0.7599	P > 0.05	ns
2	-0.002	0.05845	P > 0.05	ns
3	0.016	0.4676	P > 0.05	ns
4	0.008	0.2338	P > 0.05	ns
5	-0.018	0.5261	P > 0.05	ns
8	0.006	0.1754	P > 0.05	ns
12	0.024	0.7014	P > 0.05	ns
19	0.032	0.9353	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.434	0.492	0.058	-0.05026 to 0.1663
2	0.434	0.498	0.064	-0.04426 to 0.1723
3	0.372	0.506	0.134	0.02574 to 0.2423
4	0.358	0.528	0.17	0.06174 to 0.2783
5	0.404	0.514	0.11	0.001736 to 0.2183
8	0.396	0.53	0.134	0.02574 to 0.2423
12	0.356	0.476	0.12	0.01174 to 0.2283
19	0.314	0.452	0.138	0.02974 to 0.2463

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.058	1.695	P > 0.05	ns
2	0.064	1.871	P > 0.05	ns
3	0.134	3.916	P < 0.01	**
4	0.17	4.969	P < 0.001	***
5	0.11	3.215	P < 0.05	*
8	0.134	3.916	P < 0.01	**
12	0.12	3.507	P < 0.01	**
19	0.138	4.033	P < 0.001	***

Cuadro C.54. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.42	0.42	0.46	0.38	0.42	0.42	0.03	6.43
2	0.50	0.50	0.46	0.42	0.46	0.47	0.03	6.86
3	0.46	0.46	0.54	0.46	0.42	0.47	0.04	8.98
4	0.46	0.46	0.46	0.42	0.38	0.44	0.03	7.85
5	0.38	0.46	0.42	0.46	0.42	0.43	0.03	7.47
8	0.42	0.42	0.27	0.34	0.34	0.36	0.06	17.80
12	0.31	0.42	0.38	0.42	0.38	0.38	0.05	12.25
19	0.38	0.41	0.44	0.36	0.39	0.40	0.03	7.70

Cuadro C.55. Determinación de ácido láctico (g de carne/100mL) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.61	0.50	0.54	0.42	0.46	0.51	0.07	14.64
2	0.57	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.02	3.07
3	0.46	0.50	0.50	0.54	0.46	0.49	0.03	6.57
4	0.50	0.54	0.54	0.50	0.54	0.52	0.02	4.19
5	0.50	0.42	0.50	0.42	0.54	0.47	0.05	10.87
8	0.46	0.46	0.50	0.50	0.46	0.47	0.02	4.58
12	0.50	0.50	0.42	0.50	0.46	0.47	0.03	7.28
19	0.46	0.46	0.42	0.42	0.50	0.45	0.03	7.13

Cuadro C.56. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G3: T en la determinación de ácido láctico.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	5.15	0.2402	ns	No
Tratamiento	36.46	P<0.0001	***	Yes
Día	23.6	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	7	0.01548	0.002211	1.354
Tratamiento	1	0.1095	0.1095	67.06
Día	7	0.0709	0.01013	6.202
Residual	64	0.1045	0.001633	
Number of missing values	40			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.42	0.506	0.086	0.003985 to 0.1680
2	0.468	0.546	0.078	-0.004015 to 0.1600
3	0.468	0.492	0.024	-0.05802 to 0.1060
4	0.436	0.524	0.088	0.005985 to 0.1700
5	0.428	0.476	0.048	-0.03402 to 0.1300
8	0.358	0.476	0.118	0.03598 to 0.2000
12	0.382	0.476	0.094	0.01198 to 0.1760
19	0.396	0.452	0.056	-0.02602 to 0.1380

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.086	3.365	P < 0.05	*
2	0.078	3.052	P < 0.05	*
3	0.024	0.939	P > 0.05	ns
4	0.088	3.443	P<0.01	**
5	0.048	1.878	P > 0.05	ns
8	0.118	4.617	P<0.001	***
12	0.094	3.678	P<0.01	**
19	0.056	2.191	P > 0.05	ns

6.C. Resultados completos para de determinación de descomposición (BVNT)

Cuadro C.57. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	10.34	12.55	11.87	10.45	10.50	11.14	1.01	9.02
2	10.38	12.49	10.49	11.11	11.09	11.11	0.84	7.54
3	13.92	11.15	11.87	11.83	13.83	12.52	1.27	10.14
4	11.13	11.13	12.54	10.49	14.66	11.99	1.67	13.92
5	11.16	11.85	12.57	11.19	11.18	11.59	0.62	5.36
8	13.25	14.63	16.09	13.26	13.97	14.24	1.18	8.28
12	37.36	30.08	43.14	35.66	38.75	37.00	4.76	12.87
19	43.16	35.56	56.70	48.19	44.06	45.53	7.73	16.98

Cuadro C.58. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	9.77	7.65	6.97	7.68	10.50	8.51	1.53	17.96
2	13.98	9.08	11.15	11.16	14.64	12.00	2.28	19.01
3	7.64	5.60	5.51	6.30	7.65	6.54	1.05	16.09
4	7.69	9.09	6.99	5.54	10.47	7.96	1.90	23.89
5	15.95	16.63	17.28	15.38	16.79	16.41	0.74	4.53
8	26.59	18.86	21.59	16.80	24.47	21.66	3.99	18.43
12	19.42	19.39	20.18	18.09	18.70	19.16	0.79	4.13
19	41.73	27.17	30.78	30.08	24.20	30.79	6.65	21.59

Cuadro C.59. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	9.07	10.41	8.95	12.55	9.07	10.01	1.54	15.40
2	11.88	10.39	10.47	9.75	7.63	10.03	1.55	15.44
3	8.33	7.64	8.39	10.42	10.50	9.06	1.31	14.49
4	13.93	8.37	9.08	13.93	9.79	11.02	2.70	24.53
5	10.47	11.13	9.09	11.05	9.74	10.29	0.87	8.48
8	10.40	16.74	12.47	11.06	13.16	12.77	2.48	19.41
12	29.15	24.44	23.03	23.62	20.09	24.06	3.28	13.64
19	42.44	35.58	40.58	34.85	36.83	38.06	3.30	8.66

Cuadro C.60. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en BVNT.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	10.65	P<0.0001	***	Yes
Tratamiento	2.88	P<0.0001	***	Yes
Día	80.55	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	1484	106	12.34
Tratamiento	2	401.1	200.6	23.34
Día	7	11220	1603	186.6
Residual	96	824.8	8.592	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	11.14	8.514	-2.628	-8.494 to 3.238
2	11.11	12	0.89	-4.976 to 6.756
3	12.52	6.54	-5.98	-11.85 to -0.1140
4	11.99	7.956	-4.034	-9.900 to 1.832
5	11.59	16.41	4.816	-1.050 to 10.68
8	14.24	21.66	7.422	1.556 to 13.29
12	37	19.16	-17.84	-23.71 to -11.98
19	45.53	30.79	-14.74	-20.61 to -8.876

ANEXO C

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-2.628	1.418	P > 0.05	ns
2	0.89	0.4801	P > 0.05	ns
3	-5.98	3.226	P < 0.05	*
4	-4.034	2.176	P > 0.05	ns
5	4.816	2.598	P > 0.05	ns
8	7.422	4.004	P < 0.001	***
12	-17.84	9.624	P < 0.001	***
19	-14.74	7.952	P < 0.001	***

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	11.14	10.01	-1.132	-6.998 to 4.734
2	11.11	10.02	-1.088	-6.954 to 4.778
3	12.52	9.056	-3.464	-9.330 to 2.402
4	11.99	11.02	-0.97	-6.836 to 4.896
5	11.59	10.3	-1.294	-7.160 to 4.572
8	14.24	12.77	-1.474	-7.340 to 4.392
12	37	24.07	-12.93	-18.80 to -7.066
19	45.53	38.06	-7.478	-13.34 to -1.612

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-1.132	0.6106	P > 0.05	ns
2	-1.088	0.5869	P > 0.05	ns
3	-3.464	1.869	P > 0.05	ns
4	-0.97	0.5232	P > 0.05	ns
5	-1.294	0.698	P > 0.05	ns
8	-1.474	0.7951	P > 0.05	ns
12	-12.93	6.976	P < 0.001	***
19	-7.478	4.034	P < 0.001	***

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	8.514	10.01	1.496	-4.370 to 7.362
2	12	10.02	-1.978	-7.844 to 3.888
3	6.54	9.056	2.516	-3.350 to 8.382
4	7.956	11.02	3.064	-2.802 to 8.930
5	16.41	10.3	-6.11	-11.98 to -0.2440
8	21.66	12.77	-8.896	-14.76 to -3.030
12	19.16	24.07	4.91	-0.9560 to 10.78
19	30.79	38.06	7.264	1.398 to 13.13

ANEXO C

Día	Difference	t	P value	Summary
1	1.496	0.807	P > 0.05	ns
2	-1.978	1.067	P > 0.05	ns
3	2.516	1.357	P > 0.05	ns
4	3.064	1.653	P > 0.05	ns
5	-6.11	3.296	P < 0.05	*
8	-8.896	4.799	P < 0.001	***
12	4.91	2.649	P > 0.05	ns
19	7.264	3.918	P < 0.01	**

Cuadro C.61. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	12.58	13.24	11.16	10.50	11.90	11.87	1.09	9.19
2	11.16	11.85	9.01	10.50	11.90	10.88	1.19	10.97
3	10.48	12.57	14.00	11.90	12.60	12.31	1.28	10.36
4	11.82	10.46	13.23	14.00	14.70	12.84	1.71	13.31
5	11.07	14.59	12.53	14.00	15.40	13.52	1.72	12.75
8	17.50	18.17	17.42	18.90	19.60	18.32	0.93	5.09
12	14.63	19.46	17.45	18.90	21.00	18.29	2.41	13.15
19	28.55	24.40	22.40	21.70	31.50	25.71	4.19	16.31

Cuadro C.62. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	6.97	6.96	7.00	6.30	5.60	6.56	0.61	9.34
2	6.98	10.49	6.93	7.70	8.40	8.10	1.46	18.08
3	9.76	9.07	8.99	9.80	10.50	9.63	0.62	6.40
4	8.31	5.54	7.70	7.00	7.00	7.11	1.03	14.55
5	9.67	9.08	11.20	10.50	11.20	10.33	0.94	9.10
8	11.17	14.52	13.25	11.90	12.60	12.69	1.28	10.12
12	20.30	14.70	18.04	16.10	19.60	17.75	2.35	13.22
19	25.15	14.61	13.29	22.40	9.10	16.91	6.66	39.39

Cuadro C.63. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	7.67	5.60	6.29	7.70	7.00	6.85	0.91	13.25
2	8.40	11.87	9.01	9.80	9.10	9.63	1.34	13.95
3	9.72	10.49	9.76	11.20	11.90	10.61	0.94	8.86
4	11.14	11.90	11.19	10.50	13.30	11.61	1.07	9.20
5	7.68	7.61	11.19	9.10	8.40	8.80	1.47	16.69
8	13.18	17.49	17.46	16.10	15.40	15.93	1.78	11.15
12	19.53	23.06	23.75	21.70	22.40	22.09	1.62	7.32
19	20.14	22.31	25.12	33.60	8.40	21.91	9.12	41.62

Cuadro C.64 ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en BVNT.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	5.97	0.017	*	Yes
Tratamiento	9.74	P<0.0001	***	Yes
Día	64.96	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	230.7	16.48	2.119
Tratamiento	2	376.1	188	24.19
Día	7	2509	358.4	46.1
Residual	96	746.2	7.773	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	11.88	6.566	-5.31	-10.89 to 0.2695
2	10.88	8.1	-2.784	-8.364 to 2.796
3	12.31	9.624	-2.686	-8.266 to 2.894
4	12.84	7.11	-5.732	-11.31 to -0.1525
5	13.52	10.33	-3.188	-8.768 to 2.392
8	18.32	12.69	-5.63	-11.21 to -0.05045
12	18.29	17.75	-0.54	-6.120 to 5.040
19	25.71	16.91	-8.8	-14.38 to -3.220

ANEXO C

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-5.31	3.011	P < 0.05	*
2	-2.784	1.579	P > 0.05	ns
3	-2.686	1.523	P > 0.05	ns
4	-5.732	3.251	P < 0.05	*
5	-3.188	1.808	P > 0.05	ns
8	-5.63	3.193	P < 0.05	*
12	-0.54	0.3062	P > 0.05	ns
19	-8.8	4.991	P < 0.001	***

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	11.88	6.852	-5.024	-10.60 to 0.5555
2	10.88	9.636	-1.248	-6.828 to 4.332
3	12.31	10.61	-1.696	-7.276 to 3.884
4	12.84	11.61	-1.236	-6.816 to 4.344
5	13.52	8.796	-4.722	-10.30 to 0.8575
8	18.32	15.93	-2.392	-7.972 to 3.188
12	18.29	22.09	3.8	-1.780 to 9.380
19	25.71	21.91	-3.796	-9.376 to 1.784

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-5.024	2.849	P < 0.05	*
2	-1.248	0.7078	P > 0.05	ns
3	-1.696	0.9618	P > 0.05	ns
4	-1.236	0.7009	P > 0.05	ns
5	-4.722	2.678	P > 0.05	ns
8	-2.392	1.357	P > 0.05	ns
12	3.8	2.155	P > 0.05	ns
19	-3.796	2.153	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	6.566	6.852	0.286	-5.294 to 5.866
2	8.1	9.636	1.536	-4.044 to 7.116
3	9.624	10.61	0.99	-4.590 to 6.570
4	7.11	11.61	4.496	-1.084 to 10.08
5	10.33	8.796	-1.534	-7.114 to 4.046
8	12.69	15.93	3.238	-2.342 to 8.818
12	17.75	22.09	4.34	-1.240 to 9.920
19	16.91	21.91	5.004	-0.5755 to 10.58

ANEXO C

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.286	0.1622	P > 0.05	ns
2	1.536	0.8711	P > 0.05	ns
3	0.99	0.5614	P > 0.05	ns
4	4.496	2.55	P > 0.05	ns
5	-1.534	0.8699	P > 0.05	ns
8	3.238	1.836	P > 0.05	ns
12	4.34	2.461	P > 0.05	ns
19	5.004	2.838	P < 0.05	*

Cuadro C.65. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	9.04	13.22	8.35	10.50	11.90	10.60	2.00	18.91
2	10.49	11.20	11.87	11.20	12.60	11.47	0.80	6.96
3	11.85	9.79	9.05	8.40	13.30	10.48	2.04	19.49
4	10.48	8.39	9.77	9.10	12.60	10.07	1.61	16.04
5	11.87	11.16	13.92	13.30	11.90	12.43	1.14	9.17
8	16.77	16.79	21.70	17.50	16.10	17.77	2.25	12.65
12	23.09	21.70	17.45	18.20	19.60	20.01	2.36	11.81
19	24.50	25.20	24.50	24.50	28.00	25.34	1.52	5.99

Cuadro C.66. Determinación de BVNT (mg N/100g pollo) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	13.23	14.00	13.94	11.90	14.00	13.41	0.91	6.76
2	14.64	11.90	12.59	13.30	15.40	13.57	1.44	10.63
3	12.59	11.18	11.20	12.60	14.00	12.32	1.18	9.54
4	14.66	15.36	14.68	16.10	15.40	15.24	0.60	3.93
5	14.67	18.12	12.58	16.80	18.90	16.21	2.59	15.96
8	17.46	20.13	18.20	18.90	21.00	19.14	1.43	7.49
12	22.31	17.47	20.94	21.70	20.30	20.54	1.88	9.16
19	31.30	27.90	31.96	29.40	32.90	30.69	2.02	6.58

Cuadro C.67. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G3: T en BVNT.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	1.99	0.0179	*	Yes
Tratamiento	6.05	P<0.0001	***	Yes
Día	85.1	P<0.0001	***	Yes

Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	7	54.2	7.743	2.654
Tratamiento	1	164.6	164.6	56.43
Día	7	2316	330.9	113.4
Residual	64	186.7	2.917	

Number of missing values	40
--------------------------	----

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	10.6	13.41	2.812	-0.6542 to 6.278
2	11.47	13.57	2.094	-1.372 to 5.560
3	10.48	12.31	1.836	-1.630 to 5.302
4	10.07	15.24	5.172	1.706 to 8.638
5	12.43	16.21	3.784	0.3178 to 7.250
8	17.77	19.14	1.366	-2.100 to 4.832
12	20.01	20.54	0.536	-2.930 to 4.002
19	25.34	30.69	5.352	1.886 to 8.818

Día	Difference	t	P value	Summary
1	2.812	2.603	P > 0.05	ns
2	2.094	1.939	P > 0.05	ns
3	1.836	1.7	P > 0.05	ns
4	5.172	4.788	P<0.001	***
5	3.784	3.503	P<0.01	**
8	1.366	1.265	P > 0.05	ns
12	0.536	0.4962	P > 0.05	ns
19	5.352	4.955	P<0.001	***

7.C. Resultados completos para de determinación de oxidación (TBARs) en carne de pollo

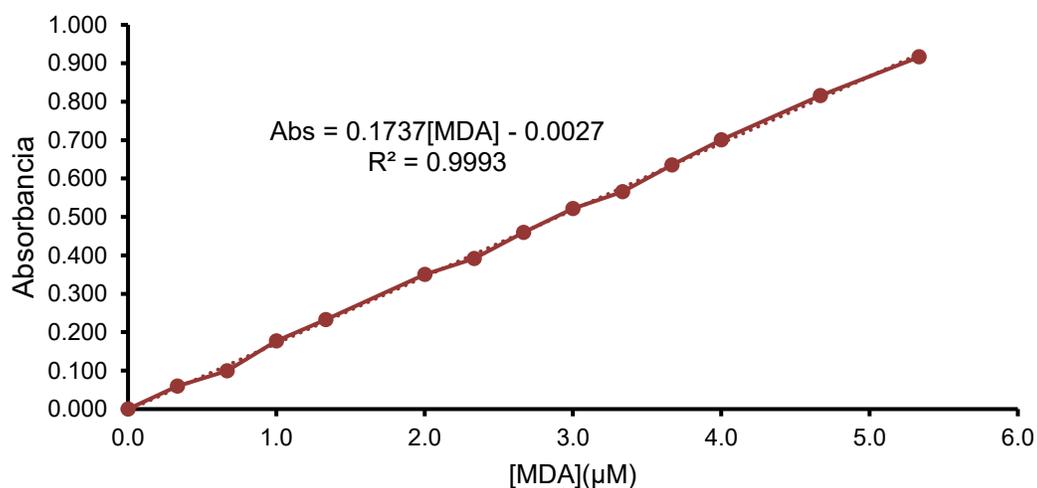


Figura C.1. Curva patrón de MDA.

Cuadro C.68. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.887	1.046	0.487	0.419	0.434	0.65	0.29	44.50
2	0.917	0.783	0.784	0.535	0.995	0.80	0.18	21.80
3	0.701	0.626	0.331	0.268	0.539	0.49	0.19	37.95
4	0.289	0.382	0.592	0.663	0.581	0.50	0.16	31.55
5	0.248	0.570	0.330	0.286	0.946	0.48	0.29	61.08
8	0.410	0.649	0.401	0.321	0.328	0.42	0.13	31.63
12	0.448	0.386	0.372	0.228	0.492	0.39	0.10	26.03
19	0.256	0.242	0.276	0.221	0.216	0.24	0.03	10.33

Cuadro C.69. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.235	0.278	0.195	0.240	0.265	0.24	0.03	13.24
2	0.255	0.288	0.240	0.256	0.315	0.27	0.03	11.18
3	0.211	0.328	0.282	0.283	0.345	0.29	0.05	17.94
4	0.155	0.401	0.263	0.261	0.366	0.29	0.10	33.69
5	0.218	0.329	0.356	0.538	0.364	0.36	0.12	31.88
8	0.243	0.444	0.341	0.183	0.272	0.30	0.10	33.78
12	0.291	0.303	0.252	0.170	0.260	0.26	0.05	20.38
19	0.407	0.301	0.263	0.346	0.259	0.32	0.06	19.79

Cuadro C.70. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G1: UCT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.411	0.369	0.371	0.299	0.248	0.34	0.07	19.14
2	0.291	0.299	0.544	0.628	0.506	0.45	0.15	33.33
3	0.377	0.460	0.416	0.338	0.190	0.36	0.10	29.05
4	0.482	0.354	0.345	0.393	0.394	0.39	0.05	13.74
5	0.442	0.292	0.372	0.341	0.445	0.38	0.07	17.41
8	0.187	0.256	0.194	0.311	0.230	0.24	0.05	21.55
12	0.144	0.116	0.132	0.225	0.160	0.16	0.04	27.30
19	0.123	0.105	0.126	0.212	0.132	0.14	0.04	29.75

Cuadro C.71. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G1: UCT en la determinación de TBARs.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	16.84	0.0005	***	Yes
Tratamiento	25.72	P<0.0001	***	Yes
Día	20.19	P<0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.6938	0.04956	3.099
Tratamiento	2	1.06	0.5299	33.13
Día	7	0.8318	0.1188	7.43
Residual	96	1.535	0.01599	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.6546	0.2426	-0.412	-0.6651 to -0.1589
2	0.8028	0.2708	-0.532	-0.7851 to -0.2789
3	0.493	0.2898	-0.2032	-0.4563 to 0.04989
4	0.5014	0.2892	-0.2122	-0.4653 to 0.04089
5	0.476	0.361	-0.115	-0.3681 to 0.1381
8	0.4218	0.2966	-0.1252	-0.3783 to 0.1279
12	0.3852	0.2552	-0.13	-0.3831 to 0.1231
19	0.2422	0.3152	0.073	-0.1801 to 0.3261
Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.412	5.151	P<0.001	***
2	-0.532	6.651	P<0.001	***
3	-0.2032	2.541	P > 0.05	ns
4	-0.2122	2.653	P > 0.05	ns
5	-0.115	1.438	P > 0.05	ns
8	-0.1252	1.565	P > 0.05	ns
12	-0.13	1.625	P > 0.05	ns
19	0.073	0.9127	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.6546	0.3396	-0.315	-0.5681 to -0.06191
2	0.8028	0.4536	-0.3492	-0.6023 to -0.09611
3	0.493	0.3562	-0.1368	-0.3899 to 0.1163
4	0.5014	0.3936	-0.1078	-0.3609 to 0.1453
5	0.476	0.3784	-0.0976	-0.3507 to 0.1555
8	0.4218	0.2356	-0.1862	-0.4393 to 0.06689
12	0.3852	0.1554	-0.2298	-0.4829 to 0.02329
19	0.2422	0.1396	-0.1026	-0.3557 to 0.1505
Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.315	3.938	P<0.01	**
2	-0.3492	4.366	P<0.001	***
3	-0.1368	1.71	P > 0.05	ns
4	-0.1078	1.348	P > 0.05	ns
5	-0.0976	1.22	P > 0.05	ns
8	-0.1862	2.328	P > 0.05	ns
12	-0.2298	2.873	P < 0.05	*
19	-0.1026	1.283	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.2426	0.3396	0.097	-0.1561 to 0.3501
2	0.2708	0.4536	0.1828	-0.07029 to 0.4359
3	0.2898	0.3562	0.0664	-0.1867 to 0.3195
4	0.2892	0.3936	0.1044	-0.1487 to 0.3575
5	0.361	0.3784	0.0174	-0.2357 to 0.2705
8	0.2966	0.2356	-0.061	-0.3141 to 0.1921
12	0.2552	0.1554	-0.0998	-0.3529 to 0.1533
19	0.3152	0.1396	-0.1756	-0.4287 to 0.07749

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.097	1.213	P > 0.05	ns
2	0.1828	2.285	P > 0.05	ns
3	0.0664	0.8302	P > 0.05	ns
4	0.1044	1.305	P > 0.05	ns
5	0.0174	0.2175	P > 0.05	ns
8	-0.061	0.7627	P > 0.05	ns
12	-0.0998	1.248	P > 0.05	ns
19	-0.1756	2.195	P > 0.05	ns

Cuadro C.72. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	1.381	0.622	0.875	0.537	0.371	0.76	0.39	51.94
2	0.683	0.301	0.405	0.267	0.227	0.38	0.18	48.76
3	0.242	0.255	0.308	0.221	0.217	0.25	0.04	14.67
4	0.206	0.353	0.500	0.215	0.212	0.30	0.13	43.38
5	0.120	0.550	0.269	0.278	0.479	0.34	0.17	51.22
8	0.137	0.084	0.140	0.130	0.155	0.13	0.03	20.97
12	0.142	0.173	0.212	0.150	0.221	0.18	0.04	19.76
19	0.220	0.141	0.204	0.149	0.215	0.19	0.04	20.31

Cuadro C.73. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.232	0.612	0.402	0.932	0.776	0.59	0.28	47.55
2	0.675	0.254	0.724	0.289	0.213	0.43	0.25	57.32
3	0.174	0.239	0.534	0.210	0.641	0.36	0.21	59.15
4	0.586	0.397	0.362	0.583	0.738	0.53	0.15	28.89
5	0.294	0.177	0.249	0.456	0.542	0.34	0.15	43.89
8	0.185	0.094	0.067	0.079	0.082	0.10	0.05	47.02
12	0.232	0.218	0.174	0.245	0.652	0.30	0.20	64.55
19	0.047	0.097	0.024	0.077	0.038	0.06	0.03	52.56

Cuadro C.74. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G2: CT; tratamiento con NaClO.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.442	0.409	1.118	0.938	1.197	0.82	0.37	45.43
2	0.578	0.380	0.298	0.220	0.350	0.37	0.13	36.56
3	0.732	0.355	0.897	0.442	1.005	0.69	0.28	41.07
4	0.348	0.356	0.580	0.414	0.389	0.42	0.09	22.68
5	0.397	0.204	0.383	0.217	0.522	0.34	0.13	38.81
8	0.243	0.441	0.256	0.320	0.477	0.35	0.11	30.82
12	0.213	0.380	0.204	0.236	0.509	0.31	0.13	43.13
19	0.132	0.193	0.131	0.199	0.414	0.21	0.12	54.44

Cuadro C.75. ANOVA de dos factores, entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G2: CT en la determinación de TBARs.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	10.04	0.0873	ns	No
Tratamiento	4.42	0.0086	**	Yes
Día	43.07	P<0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	14	0.7745	0.05532	1.62
Tratamiento	2	0.3411	0.1706	4.996
Día	7	3.323	0.4747	13.9
Residual	96	3.277	0.03414	
Number of missing values	0			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.7572	0.5908	-0.1664	-0.5362 to 0.2034
2	0.3766	0.431	0.0544	-0.3154 to 0.4242
3	0.2486	0.3596	0.111	-0.2588 to 0.4808
4	0.2972	0.5332	0.236	-0.1338 to 0.6058
5	0.3392	0.3436	0.0044	-0.3654 to 0.3742
8	0.1292	0.1014	-0.0278	-0.3976 to 0.3420
12	0.1796	0.3042	0.1246	-0.2452 to 0.4944
19	0.1858	0.0566	-0.1292	-0.4990 to 0.2406

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.1664	1.424	P > 0.05	ns
2	0.0544	0.4655	P > 0.05	ns
3	0.111	0.9499	P > 0.05	ns
4	0.236	2.02	P > 0.05	ns
5	0.0044	0.03765	P > 0.05	ns
8	-0.0278	0.2379	P > 0.05	ns
12	0.1246	1.066	P > 0.05	ns
19	-0.1292	1.106	P > 0.05	ns

SSF vs NaClO

Día	SSF	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.7572	0.8208	0.0636	-0.3062 to 0.4334
2	0.3766	0.3652	-0.0114	-0.3812 to 0.3584
3	0.2486	0.6862	0.4376	0.06783 to 0.8074
4	0.2972	0.4174	0.1202	-0.2496 to 0.4900
5	0.3392	0.3446	0.0054	-0.3644 to 0.3752
8	0.1292	0.3474	0.2182	-0.1516 to 0.5880
12	0.1796	0.3084	0.1288	-0.2410 to 0.4986
19	0.1858	0.2138	0.028	-0.3418 to 0.3978

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.0636	0.5442	P > 0.05	ns
2	-0.0114	0.09755	P > 0.05	ns
3	0.4376	3.745	P < 0.01	**
4	0.1202	1.029	P > 0.05	ns
5	0.0054	0.04621	P > 0.05	ns
8	0.2182	1.867	P > 0.05	ns
12	0.1288	1.102	P > 0.05	ns
19	0.028	0.2396	P > 0.05	ns

SES vs NaClO

Día	SES	NaClO	Difference	95% CI of diff.
1	0.5908	0.8208	0.23	-0.1398 to 0.5998
2	0.431	0.3652	-0.0658	-0.4356 to 0.3040
3	0.3596	0.6862	0.3266	-0.04317 to 0.6964
4	0.5332	0.4174	-0.1158	-0.4856 to 0.2540
5	0.3436	0.3446	0.001	-0.3688 to 0.3708
8	0.1014	0.3474	0.246	-0.1238 to 0.6158
12	0.3042	0.3084	0.0042	-0.3656 to 0.3740
19	0.0566	0.2138	0.1572	-0.2126 to 0.5270

Día	Difference	t	P value	Summary
1	0.23	1.968	P > 0.05	ns
2	-0.0658	0.5631	P > 0.05	ns
3	0.3266	2.795	P > 0.05	ns
4	-0.1158	0.9909	P > 0.05	ns
5	0.001	0.008558	P > 0.05	ns
8	0.246	2.105	P > 0.05	ns
12	0.0042	0.03594	P > 0.05	ns
19	0.1572	1.345	P > 0.05	ns

Cuadro C.76. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SSF (Control).

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.916	1.245	1.160	0.821	0.610	0.95	0.26	27.03
2	0.611	0.444	0.507	0.328	0.389	0.46	0.11	24.00
3	0.617	0.542	0.761	0.678	0.658	0.65	0.08	12.37
4	0.414	0.385	0.354	0.688	0.396	0.45	0.14	30.44
5	0.721	0.761	0.537	0.548	0.513	0.62	0.12	18.82
8	0.385	0.225	0.187	0.126	0.107	0.21	0.11	53.62
12	0.452	0.201	0.190	0.180	0.133	0.23	0.13	54.47
19	0.420	0.223	0.215	0.267	0.230	0.27	0.09	31.60

Cuadro C.77. Determinación de TBARs (mg MDA/ kg carne) en carne de pollo del grupo G3: T; tratamiento con SES.

Día	Replica					Promedio	DE	CV
	A	B	C	D	E			
1	0.310	0.425	0.943	0.316	0.867	0.57	0.31	53.94
2	0.246	0.802	0.383	0.417	0.410	0.45	0.21	46.08
3	0.326	0.994	0.663	0.863	0.970	0.76	0.28	36.30
4	0.354	0.809	0.316	0.863	0.964	0.66	0.30	45.81
5	0.297	0.323	0.356	0.428	0.207	0.32	0.08	25.16
8	0.173	0.144	0.135	0.628	0.264	0.27	0.21	77.12
12	0.431	0.196	0.145	0.243	0.241	0.25	0.11	43.06
19	0.234	0.153	0.178	0.189	0.216	0.19	0.03	16.37

Cuadro C.78. ANOVA de dos factores entre tratamientos y días; diferencia de medias aplicada al grupo G3: T en la determinación de TBARs.

Source of Variation	% of total variation	P value	P value summary	Significant?
Interaction	11.93	0.007	**	Yes
Tratamiento	0.63	0.2898	ns	No
Día	52.28	P<0.0001	***	Yes
Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
Interaction	7	0.7076	0.1011	3.103
Tratamiento	1	0.03711	0.03711	1.139
Día	7	3.1	0.4429	13.6
Residual	64	2.085	0.03257	
Number of missing values	40			

Bonferroni posttests

SSF vs SES

Día	SSF	SES	Difference	95% CI of diff.
1	0.9504	0.5722	-0.3782	-0.7445 to -0.01192
2	0.4558	0.4516	-0.0042	-0.3705 to 0.3621
3	0.6512	0.7632	0.112	-0.2543 to 0.4783
4	0.4474	0.6612	0.2138	-0.1525 to 0.5801
5	0.616	0.3222	-0.2938	-0.6601 to 0.07249
8	0.206	0.2688	0.0628	-0.3035 to 0.4291
12	0.2312	0.2512	0.02	-0.3463 to 0.3863
19	0.271	0.194	-0.077	-0.4433 to 0.2893

ANEXO C

Día	Difference	t	P value	Summary
1	-0.3782	3.313	P < 0.05	*
2	-0.0042	0.03679	P > 0.05	ns
3	0.112	0.9812	P > 0.05	ns
4	0.2138	1.873	P > 0.05	ns
5	-0.2938	2.574	P > 0.05	ns
8	0.0628	0.5502	P > 0.05	ns
12	0.02	0.1752	P > 0.05	ns
19	-0.077	0.6746	P > 0.05	ns

*Si quieres algo en la vida,
necesitas pasión
por lo que haces,
templanza,
paciencia,
amor
y
vocación.*

Mayté S. Valverde L.