



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

Evaluación del efecto de la Solución Electrolizada de
Superoxidación con pH neutro sobre las características
de ovoproductos líquidos contaminados con

Escherichia coli O157:H7

TESIS

Que para obtener el título de:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

Susana Andrea Reyes Ramos

Director de tesis:

Dr. José Alberto Cano Buendía



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: Bertha Julieta Sandoval Guillén

VOCAL: Aleida Mina Cetina

SECRETARIO: José Alberto Cano Buendía

1er. SUPLENTE: Adriana Vega Pérez

2do SUPLENTE: Juan Carlos Ramírez Orejel

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO DE VACUNOLOGÍA Y CONSTATACIÓN Y LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA,
DEPENDIENTES DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM.

ASESOR DEL TEMA:

Dr. José Alberto Cano Buendía

SUPERVISOR TÉCNICO:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel

SUSTENTANTE:

Susana Andrea Reyes Ramos

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO GENERAL	3
Objetivos particulares:.....	3
HIPÓTESIS	4
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 Economía y producción de huevo y ovoproductos.	5
1.2 Composición del huevo	6
1.3 Yema	7
1.4 Clara o albumen	9
1.5 Cascarán.....	11
1.6 Ovoproductos.....	11
1.7 <i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	14
1.8 Solución Electrolizada de Superoxidación	16
2. METODOLOGÍA	19
2.1 Adquisición de la Solución Electrolizada de Superoxidación y su evaluación	20
2.2 Adquisición de huevo entero y evaluación de calidad.....	21
2.2.1 Peso.....	21
2.2.2. Unidades Haugh	22
2.2.3. Determinación de pH	22
2.3 Elaboración de huevo líquido	22
2.3.1 Prueba de alfa amilasa	23
2.4 Estudio microbiológico.....	24
2.4.1 Adquisición y reactivación de la cepa	24
2.4.2 Obtención de título bacteriano	24
2.4.3. Pruebas <i>in vitro</i>	24
2.4.3.1. Estudio a diferentes temperaturas.....	24

2.4.3.2. Estudio a diferentes concentraciones de SES	25
2.4.4. Estudio microbiológico <i>in vivo</i> a diferentes concentraciones de SES en huevo entero líquido.....	25
2.4.5. Estudio microbiológico en ovoproductos líquidos	26
2.5 Estudio fisicoquímico y funcional en huevo líquido a diferentes concentraciones de SES.....	26
2.5.1 Determinación de pH	27
2.5.2 Colorimetría	27
2.5.3. Capacidad de emulsión.....	27
2.5.4. Capacidad de espumado	28
2.6 Estudio fisicoquímico y funcional en ovoproductos líquidos a través del tiempo.	28
3. RESULTADOS.....	31
3.1 Evaluación las propiedades fisicoquímicas de la Solución Electrolizada de Superoxidación.....	31
3.2 Calidad de huevo entero	31
3.3 Elaboración de huevo líquido	32
3.3.1 Prueba de alfa amilasa	32
3.4 Estudio microbiológico.....	33
3.4.1 Estudio <i>in vitro</i>	33
3.4.1.1 Estudio a diferentes temperaturas.....	33
3.4.1.2 Estudio a diferentes concentraciones de SES <i>in vitro</i>	35
3.4.2. Estudio en ovoproductos.....	36
3.4.2.1 Estudio microbiológico <i>in vivo</i> a diferentes concentraciones de SES en huevo entero líquido.	36
3.4.2.2. Ovoproductos con SES 5 ppm y 2.5 ppm	39
3.5 Estudio fisicoquímico y funcional en huevo entero líquido a diferentes concentraciones de SES.....	43
3.5.1 Evaluación de pH	43
3.5.2. Evaluación de color en huevo entero líquido	44
3.5.2.1 Parámetro L	44

3.5.2.2 Parámetro a	45
3.5.2.3 Parámetro b	46
3.5.3. Evaluación de propiedades funcionales	47
3.6 Estudio fisicoquímico y funcional en ovoproductos líquidos a través del tiempo.	50
3.6.1. Evaluación de pH	50
3.6.2. Acidez.....	52
3.6.3. Evaluación de capacidad de emulsión.....	55
3.6.4. Evaluación de capacidad de espumado	58
3.6.5. Evaluación de color	60
3.6.5.1 Parámetro L	60
3.6.5.2. Parámetro a	62
3.6.5.3. Parámetro b	65
3.6.5.4. Delta E de color	68
3.6.6. Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	71
4. CONCLUSIONES	74
5. REFERENCIAS.....	76
ANEXO I Estudio microbiológico <i>in vitro</i>	81
ANEXO II Estudio microbiológico en ovoproductos	83
ANEXO III Estudio fisicoquímico en huevo entero líquido a diferentes concentraciones de SES	85
ANEXO IV Estudio fisicoquímico y funcional de ovoproductos líquidos a través del tiempo.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Composición porcentual del huevo de gallina	7
Tabla 1. 2 Funciones tecnológicas de la yema	7
Tabla 1. 3 Proteínas que componen el albumen de huevo.	9
Tabla 1. 4 Funciones tecnológicas de la clara.....	10
Tabla 1. 5 Factores que influyen en el crecimiento de <i>E. coli</i> O157:H7.....	14
Tabla 1.6 Uso de Soluciones Electrolizadas d Superoxidación en alimentos contaminados con <i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	18
Tabla 2. 1 Preparación de muestras de ovoproductos líquidos tratados con SES a concentración de 5ppm y 2.5 ppm.....	26
Tabla 2. 2 Preparación de muestras de ovoproductos tratados con SES a concentraciones de 5 ppm y 2.5 ppm	29
Tabla 3. 1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en SES.....	31
Tabla 3. 2 Evaluación de calidad de huevo fresco.	31
Tabla 3. 3 Reducción bacteriana in vitro de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes temperaturas.	34
Tabla 3. 4 Porcentaje de reducción bacteriana en huevo entero de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones.	38
Tabla 3. 5 Volúmenes de espuma en función de la concentración de proteína en huevo entero líquido tratado con diferentes concentraciones de SES	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Fisiología del huevo.	6
Figura 1. 2 Elaboración de ovoproductos líquidos.....	13
Figura 1. 3 Producción de la Solución Electrolizada de Superoxidación.....	17
Figura 2. 1 Metodología experimental	19
Figura 2. 2 Solución Electrolizada de Superoxidación	20
Figura2.3 Evaluación fisicoquímica de la Solución Electrolizada de Superoxidación	21
Figura 2. 4 Recolección de huevos	21
Figura 2. 5 Preparación de muestras para evaluación fisicoquímica de ovoproductos líquidos a través del tiempo en almacenamiento en refrigeración. .	29
Figura 3. 1 Prueba de alfa amilasa.....	33
Figura 3. 2 Concentración logarítmica <i>in vitro</i> de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes temperaturas.....	34

Figura 3. 3 Concentración logarítmica <i>in vitro</i> de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones.....	35
Figura 3. 4 Porcentaje de reducción bacteriana <i>in vitro</i> de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones.	36
Figura 3. 5 . Concentración logarítmica en huevo entero de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones.	37
Figura 3. 6 Concentración logarítmica de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en huevo entero líquido tratado con SES a 2.5 ppm y 5 ppm.....	39
Figura 3. 7 Concentración logarítmica de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en claras líquidas tratadas con SES a 2.5 ppm y 5 ppm.....	40
Figura 3. 8 Concentración logarítmica de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en yemas líquidas tratadas con SES a 2.5 ppm y 5 ppm.....	41
Figura 3. 9 Reducción bacteriana de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en ovoproductos líquidos tratados con SES 2.5 ppm y 5 ppm.....	42
Figura 3. 10 Evaluación de la concentración de SES en huevo entero líquido sobre el pH.	43
Figura 3. 11. Evaluación de parámetro <i>L</i> en huevo entero a diferentes concentraciones de SES.	44
Figura 3. 12 Evaluación de parámetro <i>a</i> en huevo entero a diferentes concentraciones de SES	45
Figura 3. 13 Evaluación de parámetro <i>b</i> en huevo entero a diferentes concentraciones de SES.	46
Figura 3. 14 Evaluación del diferencial total ΔE en huevo entero a diferentes concentraciones de SES	47
Figura 3. 15 Evaluación de la capacidad de emulsificado en huevo entero a diferentes concentraciones de SES	48
Figura 3. 16 Evaluación de la capacidad de espumado en huevo entero a diferentes concentraciones de SES	50
Figura 3. 17 Evaluación de pH en huevo entero líquido tratado con SES 2.5ppm y 5ppm a través del tiempo.	50
Figura 3. 18 Evaluación de pH en claras líquidas tratado con SES 2.5ppm y 5ppm a través del tiempo	51
Figura 3. 19 Evaluación de pH en yemas líquidas tratadas con SES 2.5ppm y 5ppm a través del tiempo.	52
Figura 3. 20 Evaluación del contenido de ácido oleico en huevo líquido entero tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	53
Figura 3. 21 Evaluación del contenido de ácido carbónico en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.....	54
Figura 3. 22 Evaluación del contenido de ácido oleico en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.....	55

Figura 3. 23 Evaluación de la capacidad de emulsificado en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	56
Figura 3. 24 Evaluación de la capacidad de emulsificado en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.....	57
Figura 3. 25 Evaluación de la capacidad de espumado en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	58
Figura 3. 26 Evaluación de la capacidad de espumado en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.....	59
Figura 3. 27 Evaluación de color. Parámetro L en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	60
Figura 3. 28 Evaluación de color. Parámetro L en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	61
Figura 3. 29 Evaluación de color. Parámetro L en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo	62
Figura 3. 30 Evaluación de color. Parámetro a en huevo líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	63
Figura 3. 31 Evaluación de color. Parámetro a en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	64
Figura 3. 32 Evaluación de color. Parámetro a en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	65
Figura 3. 33 Evaluación de color. Parámetro b en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	66
Figura 3. 34 Evaluación de color. Parámetro b en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	67
Figura 3. 35 Evaluación de color. Parámetro b en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	68
Figura 3. 36 Evaluación de color. ΔE de color en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	69
Figura 3. 37 Evaluación de color. ΔE de color en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	70
Figura 3. 38 Evaluación de color. ΔE de color en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5 ppm a través del tiempo	71
Figura 3. 39 Evaluación de la concentración de MDA en huevo líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.	72
Figura 3. 40 Evaluación de la concentración de MDA en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.....	73

RESUMEN

El huevo es un alimento altamente consumido en México, ya que además de ser nutritivo, ofrece diversas propiedades tecnológicas que en la industria alimentaria son aplicables. Debido a la necesidad de facilitar y optimizar procesos de producción se ha optado por el uso de ovoproductos líquidos: huevo entero, claras y yemas, los cuales para conservar su inocuidad son pasteurizados. Si bien el tratamiento térmico es suficiente para erradicar posibles patógenos en alimentos, *Escherichia coli* O157:H7 es un microorganismo con temperatura de muerte térmica de 70°C, por lo que se considera que es posible que dicha bacteria resista a un proceso de pasteurización. Ante la posible presencia de éste patógeno en huevo, la industria avícola ha optado por el uso de desinfectantes en huevo entero como hipoclorito de sodio 2%, hidróxido de sodio del 2-5%, formaldehído, ácido cítrico entre otros, sin embargo dichos desinfectantes pueden resultar corrosivos y tóxicos para la salud. Es por lo anterior que el presente trabajo tuvo como objetivo emplear una Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) como agente descontaminante, ya que se ha probado en estudios previos generando resultado favorables en cuanto reducción bacteriana y mejora de propiedades fisicoquímicas y funcionales de los alimentos. El estudio comenzó con la contaminación de ovoproductos líquidos con 1×10^4 UFC/mL de *Escherichia coli* O157:H7 que posteriormente fueron descontaminados con SES 5 ppm y 2.5 ppm. El porcentaje de reducción para huevo entero utilizando SES 2.5 ppm fue de 46.09%, 47.82% para clara y en yemas 59.25%. Empleando SES 5 ppm los porcentajes de reducción obtenidos fueron 49.20% en huevo entero, 53.72% para clara y 87.82% en yemas. Así mismo, se llevó a cabo un estudio fisicoquímico y funcional de los ovoproductos por un período de 21 días en donde se determinó que la SES no influye en parámetros como pH, acidez, color, capacidad de emulsión y capacidad de espumado, sin embargo en el caso de huevo entero y yemas aumentó la formación malonaldehído, 1.44 y 3.53 veces respectivamente empleando SES 5 ppm y 0.98 y 1.75 veces empleando SES 2.5 ppm.

INTRODUCCIÓN

El huevo de gallina ha formado parte de la dieta del ser humano desde hace muchos años, de acuerdo con la Unión Nacional de Avicultores, México es el país que ocupa el primer lugar en consumo de huevo. En la industria alimentaria son diversos los productos que emplean huevo como materia prima, gracias a las propiedades fisicoquímicas y funcionales que posee ya sea como huevo entero o bien, sólo yemas o claras (Instituto de Estudios del Huevo, 2017).

Con la finalidad de optimizar y facilitar procesos de producción, en los últimos años se ha optado por el uso de ovoproductos líquidos los cuales para su conservación e inocuidad, son pasteurizados pero esto no los exenta de posible contaminación microbiológica post pasteurización, ya sea por mal manejo de parámetros de procesamiento, equipo contaminado o incluso contaminación cruzada con el personal operario (Amiali *et al*, 2005).

La inocuidad alimentaria es de gran importancia, pues existe el riesgo que generarse las llamadas Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Una de las bacterias de mayor incidencia en alimentos y causante de diferentes padecimientos es *Escherichia coli* O157:H7; este microorganismo al poseer una temperatura de destrucción térmica comprendida en el intervalo de 65°C-70°C por aproximadamente 6 min, se considera que es capaz de sobrevivir a un proceso de pasteurización de ovoproductos líquidos (Romero *et al*, 2011).

Ante la posible presencia de *Escherichia coli* O157:H7 en ovoproductos líquidos, en éste trabajo se propone el uso de la Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) como bactericida y conservador, ya que previamente se ha probado en algunos alimentos con alto contenido de proteínas (Nil *et al.*, 2006; Ding, 2010), generando resultados favorables en la disminución de la carga bacteriana.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la eficiencia de una Solución Electrolizada de Superoxidación (SES) con pH neutro sobre las características microbiológicas, fisicoquímicas y funcionales de ovoproductos líquidos contaminados con *Escherichia coli* O157:H7.

Objetivos particulares:

- Realizar un estudio *in vitro* con diferentes concentraciones de SES, para evaluar su efecto bactericida respecto a la concentración ácido hipocloroso contra *Escherichia coli* O157:H7.
- Realizar un estudio en ovoproductos líquidos contaminados con *Escherichia coli* O157:H7, con diferentes concentraciones de SES, para evaluar su efecto bactericida respecto a la concentración ácido hipocloroso.
- Evaluar el efecto de la SES sobre las características fisicoquímicas en ovoproductos líquidos a través del tiempo en almacenamiento en refrigeración (4°C) para determinar un posible efecto conservador.
- Evaluar el efecto de la SES sobre las características funcionales en ovoproductos a través del tiempo de almacenamiento en refrigeración para determinar si la SES genera cambios en dichas propiedades.

HIPÓTESIS

La Solución Electrolizada de Superoxidación por su efecto antimicrobiano será capaz de disminuir la cuenta bacteriana inicial de *Escherichia coli* O157:H7 en ovoproductos líquidos sin afectar sus propiedades fisicoquímicas y funcionales en almacenamiento en refrigeración.

1. MARCO TEORICO

1.1 Economía y producción de huevo y ovoproductos.

El huevo es un alimento que por muchos años ha formado parte de la dieta del ser humano, diversos son los factores que son asociados con dicho consumo, uno de ellos es el económico pues para el 2017, el precio por Kg de huevo fue de alrededor \$ 25.00 -32.00 (SNIIM, 2018).

A nivel mundial, China es el país que encabeza la producción de huevo seguido de Estados Unidos, India, situando a México como el cuarto productor (UNA, 2018). En México la producción de huevo se ha visto incrementada a un ritmo rápido pues en el 2016, México se situaba en la sexta posición sólo por detrás de Rusia y Japón.

Los principales estados productores de huevo en México son: Jalisco con una producción del 54%, Puebla 13% y Sonora 8%. Jalisco además de la producción de huevo entero, se ha inclinado por la elaboración de ovoproductos, en dicho estado la empresa PROAN ubicada de San Juan de los Lagos es la que lidera la producción de huevo procesado (PROAN, 2017), situando al país como el quinto productor a nivel mundial de éstos derivados del huevo de acuerdo con la International Egg Commission (IEC) 2015, siendo Estados Unidos y Canadá los países con mayor relevancia en el mercado de los ovoproductos.

La producción de ovoproductos es de gran importancia en la industria alimentaria ya que tradicionalmente, se había empleado huevo fresco como materia prima en la elaboración de productos pero actualmente, se ha optado por el uso de ovoproductos, pues éstos ofrecen ventajas como: Fácil manejo y dosificación, mayor seguridad microbiológica, ahorro de tiempo, mano de obra, fácil almacenamiento entre otras. (Gil, 2010)

1.2 Composición del huevo

El huevo por su naturaleza al ser parte del ciclo reproductivo de un ser vivo, es capaz de brindar protección, así como proporcionar nutrientes necesarios para el desarrollo de un embrión. (Domínguez, 2012). La composición en general del huevo es nutrimentalmente rica y variada como se muestra en la Tabla 1.1. En la Figura 1.1 se detalla la fisiología del huevo, de dicha estructura los componentes más importantes son: la yema, albumen o clara y cascarón, de los cuales se detalla su composición a continuación.

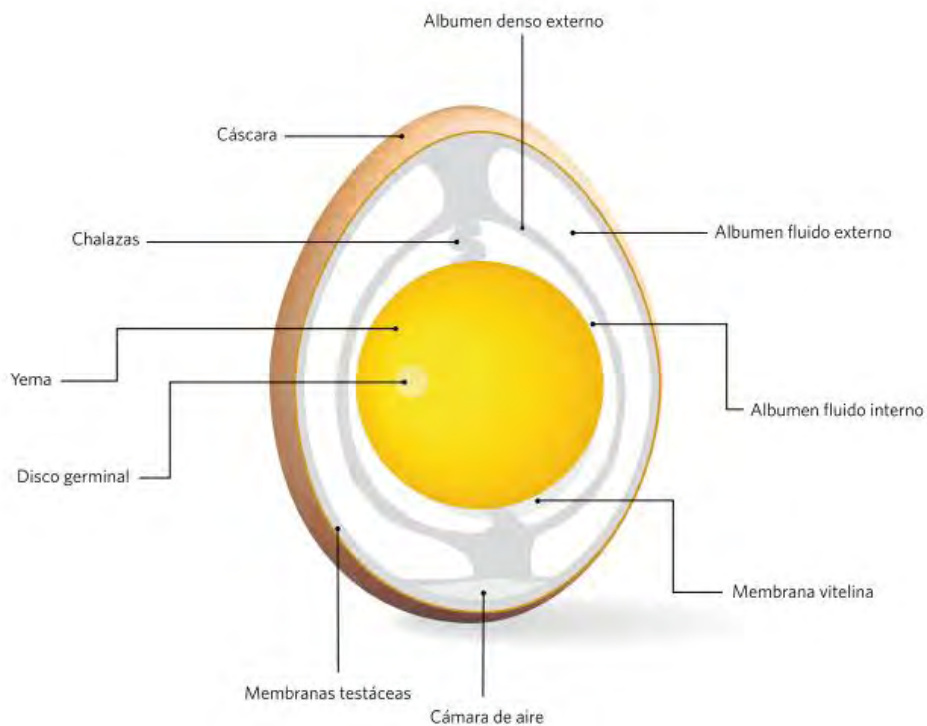


Figura 1. 1 Fisiología del huevo.

Fuente: Instituto de estudios del huevo, 2009.

Tabla 1. 1Composición porcentual del huevo de gallina. Fuente: Belitz, 2009.

	Proporción de peso total (%)	Agua (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Minerales (%)
Yema	32.8	46.7	16.6	32.6	1	1.1
Clara	56.9	88.5	10.6	0.03	0.9	0.6
Cascarón	10.3	1	3.8	-	-	95.2

1.3 Yema

La yema es la fracción del huevo que está compuesta en su mayoría por agua, lípidos y en menor proporción proteínas como se muestra en la Tabla 1.1. A la fracción lipídica de la yema de huevo la componen triglicéridos, ácidos grasos saturados, mono insaturados así como poliinsaturados, colesterol y lecitina, el ácido oleico es el ácido graso de mayor concentración en yema. Fisiológicamente, la yema está recubierta por una membrana transparente llamada vitelina como se observa en la Figura 1.1, encargada de separar de la clara, además de que brinda protección ante una posible rotura (Gil, 2010). La yema está constituida por una fase continua que se denomina plasma (80%), conformada por proteínas globulares y lipoproteínas de baja densidad, así como de agua las proteínas de baja densidad son el constituyente más grande de yema poseen una estructura de lipoproteína típica, que comprende un núcleo de lípidos neutros (triglicéridos y ésteres de colesterol) rodeados por una capa interfacial de fosfolípidos. La fase dispersa o granular (20%) de la yema corresponde a proteínas globulares y lipoproteínas de alta densidad. (Fernández *et al.*, 2017).

La yema de huevo es apreciada por sus propiedades tecnológicas que le confieren algunos de sus componentes como se muestra en la Tabla 1.2

Tabla 1. 2 Funciones tecnológicas de la yema (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)

	Propiedad	Componente responsable	Aplicación
Yema	Colorante	Xantofilas y carotenos	Panadería
	Capacidad emulsificante	Lecitina, lipoproteínas LDL	Mayonesas, salsas, helados.
	Capacidad coagulante y aglutinante.	Lipoproteínas LDL	Flanes, cremas, dulces, helados, pastas.
	Antioxidante	Carotenos	Alimentos

En la yema es en donde se concentran los pigmentos que proporcionan el color característico del huevo, luteína y zeaxantina son las xantofilas responsables de dicha coloración (Gil, 2010). Los Carotenoides como las xantofilas, son moderadamente termoestables y pierden su capacidad de impartir color por oxidación debido a la cantidad de dobles enlaces conjugados que poseen en su estructura. Así mismo son susceptibles a isomerización por calor, ácidos y presencia de luz. Los Carotenoides manifiestan desplazamientos en el espectro visible después de reaccionar con algunos agentes (Fennema, 1995). Los cambios de coloración pueden ser medidos por técnicas colorimétricas como el espacio de color CIELAB, un estándar internacional para medición de color adoptado por la Commission Internationale d'Eclairage. El espacio de color CIELAB es un sistema coordinado cartesiano definido por tres parámetros colorimétricos **L**, **a**, **b**. La coordenada **L** representa la luminosidad y puede tomar valores entre 0 y 100, las parámetros colorimétricos **a** y **b** forman un plano perpendicular a la luminosidad. La coordenada **a** define las coloraciones rojo si $a > 0$ y verde si $a < 0$. El parámetro **b** define la desviación hacia el amarillo si $b > 0$ y azul si $b < 0$ (Goñi, 2015).

En almacenamiento, la yema también es susceptible a pérdida de ácidos grasos por oxidación de éstos. Dicha oxidación puede ser medida por técnicas como prueba del ácido tiobarbitúrico, que es uno de los métodos más empleados para valorar la extensión de la oxidación lipídica. Los productos de oxidación generan

una reacción colorida con el ácido tiobarbitúrico (TBA), dicha reacción se genera por la condensación de dos moléculas de TBA y malonaldehído (Fennema, 1995).

1.4 Clara o albumen

La clara es principalmente una solución de proteínas globulares (cerca de un 11%) y agua (88.5%). La fracción proteica se analiza en la Tabla 1.3. El albumen fresco posee un pH de 7.6-7.9 que en almacenamiento puede verse afectado debido a la difusión de CO_2 a través de la cáscara (Belitz, 2009). Tecnológicamente las proteínas constituyentes de mayor interés son: ovoalbúmina, conalbúmina, ovomucoide y lisozima.

Tabla 1. 3 Proteínas que componen el albumen de huevo. Fuente: Belitz, 2009.

Proteína	Concentración (%)	Temperatura de desnaturalización (°C)	Punto isoeléctrico
Ovoalbúmina	54	84.5	4.5
Conalbúmina/Ovotransferrina	12	61.5	6.1
Ovomucoide	11	70.0	4.1
Ovomucina	3.5	-	4.5-5.0
Lisozima	3.4	75	10.7
Flavoproteínas	0.8	-	4.0
Ovomacroglobulina	0.5	-	4.5
Ovoinhibidor	1.5	-	5.1
Avidina	0.05	-	9.5
Cistanina	0.05	-	5.1

Ovoalbúmina: Proteína globular, es la proteína con mayor presencia en el albumen, es una fosfoglicoproteína pues en su estructura se encuentra el fósforo, D-manosa y otros residuos glucosídicos además es rica en aminoácidos azufrados (Long, 2018). Al poseer 2 puentes disulfuro su termoresistencia se ve favorecida como se muestra en la Tabla 1.3, en almacenamiento los enlaces disulfuro aumentan, obteniéndose la s-ovoalbúmina que es aún más estable a la

coagulación por calor, 92.5°C sin embargo, la capacidad espumante de la proteína se ve afectada.

Conalbúmina/Ovotransferrina: Compone el 12% del albumen, es una proteína no fosforilada. Compuesta por fracciones de manosa y glucosamina. Posee la capacidad de quelar metales, así como de secuestrar hierro, convirtiéndola en agente antioxidante y antimicrobiano (Gil, 2010). Es una proteína rica en puentes disulfuro, sin embargo su temperatura de desnaturalización es relativamente baja.

Ovomucoide: Proteína rica en glucosamina y aminoácidos azufrados, resistente a la coagulación por calor hasta 70°C. Contiene manosa y galactosa.

Lisozima: Importante por su actividad enzimática contra microorganismos gram positivos ya que es capaz de hidrolizar la pared celular de dichas bacterias. Altamente termoresistente.

Las proteínas que componen a la clara también son de relevancia tecnológica para la industria alimentaria, la tabla 1.4 muestra los productos y alimentos en lo que se aprovechan las propiedades funcionales de las proteínas.

Tabla 1. 4 Funciones tecnológicas de la clara (Instituto de Estudios del Huevo, 2009)

	Propiedad	Componente responsable	Aplicación
Clara	Capacidad espumante	Ovoalbúmina	Merengues, mouse, pasteles, panes especiales.
	Anticristalizante	Ovomucina, ovomucoide	Merengues, pasteles y confitería
	Capacidad coagulante y aglutinante	Ovoalbúmina, conalbúmina.	Pasteles, confitería, galletas, patés.
	Conservantes	Lisozima	Varios
	Clarificante	Ovoalbúmina	Bebidas

1.5 Cascarón

El cascarón corresponde a la estructura encargada de brindar soporte para el embrión, contención y transporte de contenido, así mismo actúa como barrera contra microorganismos que pudieran afectar el contenido. Esta estructura está formada principalmente por carbonato de calcio y en menores medidas minerales como sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro. La superficie de la cáscara está recubierta por una capa muy delgada (10 µm) de fibra mucosa de proteínas y polisacáridos llamada cutícula (Figura 1.1), que es la encargada de permear o filtrar el interior y exterior, es a su vez una barrera microbiológica, evita el paso de humedad y gases. Con el almacenamiento la cutícula es susceptible a deterioro afectando la calidad del huevo por la exposición.

1.6 Ovoproductos

Del huevo pueden generarse productos separando claras de yemas, o bien mezclando ambas para producir huevo entero. Los productos obtenidos son llamados ovoproductos. La clasificación de los ovoproductos abarca distintos criterios ya que pueden clasificarse en función de sus componentes: Claras, yemas y huevo entero. Otra clasificación es por su estado físico: líquidos, congelados o deshidratados, así mismo pueden ser clasificados en función a su tiempo de vida de anaquel (Satre *et al.*, 2002)

La elaboración de ovoproductos líquidos se detalla en la Figura 1.2. Los huevos utilizados son sometidos a un control de calidad, cabe resaltar que en la producción de éstos derivados se emplean huevos que pudieran presentar fisuras en el cascarón, huevos no frescos incluso huevos que han sido lavados.

La producción de ovoproductos líquidos comienza con la recepción y evaluación de calidad del huevo entero, seguido del cascado. Tras la rotura de la cáscara, se procede a un homogeneizado en el caso del huevo entero incorporando yema y clara. Para claras y yemas éstas son separadas y posteriormente homogeneizadas. Una vez que los ovoproductos son homogeneizados, se

procede a la filtración con el fin de eliminar impurezas, o en el caso de huevo entero y claras, las chalazas. Después se realiza la pasteurización para la eliminación de microorganismos. Para el caso del huevo entero las condiciones de pasteurización son 60°C durante 3.5min, las yemas son pasteurizadas a 61°C por 3.5min y las claras a temperatura de 57°C durante 3.5 min. Los equipos empleados para este proceso son intercambiadores de placas o tubulares que permiten elevar la temperatura y que también cuentan con tubos de retención en donde se mantiene por el tiempo que sea requerido. Posterior a la pasteurización los ovoproductos reciben un enfriamiento y finalmente son envasados asépticamente para su posterior almacenamiento a temperatura de refrigeración, 4°C (Belitz, 2009). La vida útil de anaquel estimada para los ovoproductos es de 5-12 días en almacenamiento a 4°C (Domínguez, 2012).

Las condiciones de temperatura y tiempo de pasteurización para claras son significativamente menores, pues el tratamiento térmico está dado por la temperatura de coagulación térmica de las proteínas que componen al albumen. La conalbúmina es la proteína que determina dicha temperatura. Con el fin de asegurar la inocuidad del producto la industria alimentaria ha optado por el uso de citratos que confieren a la proteína estabilidad térmica y con esto, la temperatura de pasteurización puede elevarse.

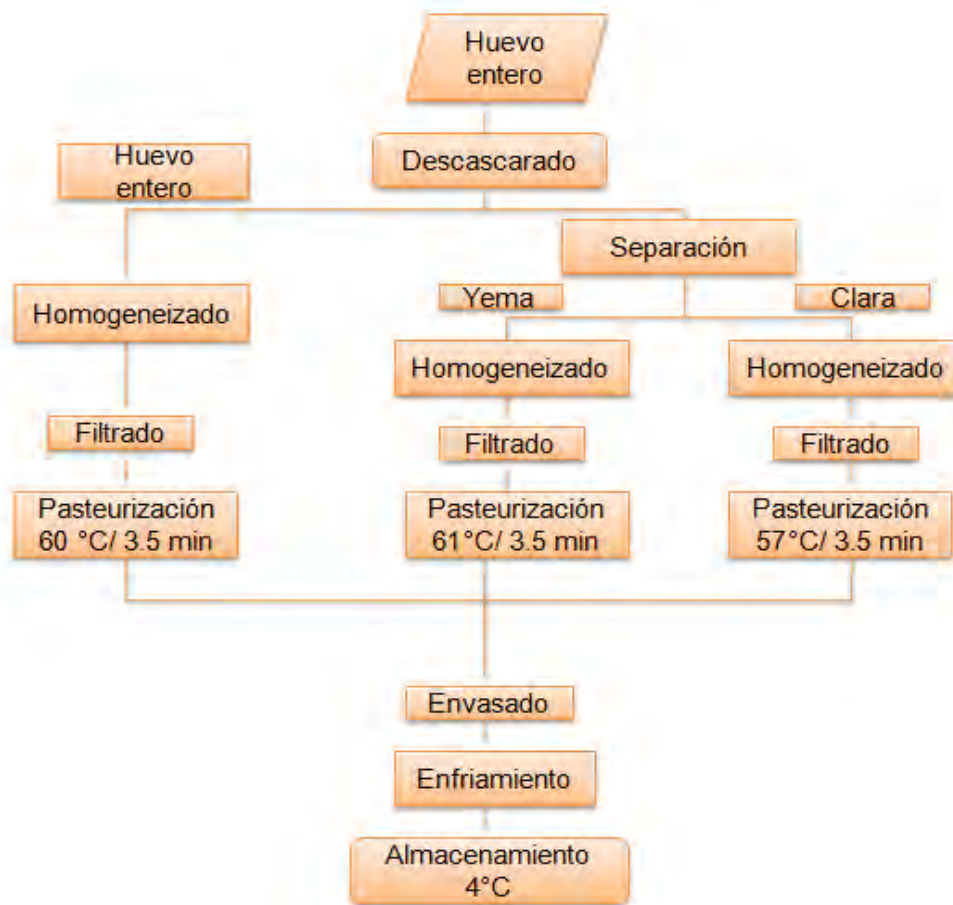


Figura 1. 2 Elaboración de ovoproductos líquidos

Modificado de Belitz, 2009.

Por otra parte, si bien la pasteurización en huevo fue diseñada para erradicar *Salmonella* que es principal patógeno que afecta a éste alimento, existen otros microorganismos como *Escherichia coli* O157:H7 (Domínguez, 2012) que pudieran estar presentes en el huevo ya sea por contaminación con el cascarón, incluso por contaminación cruzada con el personal operativo. Así mismo *Escherichia coli* O157:H7 es una bacteria con temperatura de muerte térmica de 70°C (Romero *et al*, 2011) por lo que el proceso de pasteurización pudiera no eliminar a la bacteria por completo afectando la inocuidad del producto final y al consumidor generando las llamadas Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA).

1.7 *Escherichia coli* O157:H7

Escherichia coli enterohemorrágica (EHEC) O157:H7 es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, móvil, productor de toxina tipo shiga que es similar a la toxina producida por *Shigella dysenteriae* (Zhang,2016). EHEC es un serotipo que se diferencia por su capacidad de no fermentar sorbitol, característica que es útil para su identificación en laboratorio (King *et al.*, 2014;Venkitanarayanan *et al.*, 1999). La dosis infectiva de éste microorganismo va desde 1 a 100 Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Algunos factores que influyen en el crecimiento de ésta bacteria se detallan en la Tabla 1.5.

Tabla 1. 5 Factores que influyen en el crecimiento de *E. coli* O157:H7.
Fuente: (Ionna *et al.*, 2018)

Parámetro	Valores
Temperatura mínima (°C)	7
Temperatura máxima (°C)	50
Temperatura óptima (°C)	37
pH mínimo	4
pH máximo	9
Aw mínimo	0.95

El periodo de incubación varía entre tres y ocho días, con una media de tres a cuatro días. La sintomatología que puede presentar el paciente que ha contraído EHEC va desde diarrea sanguinolenta, hasta el Síndrome Urémico Hemolítico (SHU) (Gómez *et al.*, 2017), que se caracteriza por una insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y trombocitopenia (deficiencia de plaquetas) (Margall *et al.*,1997). Pueden aparecer también complicaciones neurológicas (como convulsiones, accidente cerebrovascular y coma) en el 25% de los pacientes con SHU, así como secuelas renales crónicas, generalmente leves, en aproximadamente un 50% de los supervivientes.

El mecanismo de patogenicidad de esta bacteria está mediado por un sistema de secreción tipo III (Guillán *et al.*, 2017) que consiste en el borrado de las microvellosidades de los enterocitos y producción de enterotoxinas. (Sánchez *et al.*, 2004).

Algunos alimentos que han sido relacionados con este microorganismo se encuentran: Carne, leche, jugos, quesos (Ioanna *et al.*, 2018). Para el caso de huevo líquido diversos factores podrían favorecer la persistencia de *Escherichia coli* en huevo líquido, tales como una insuficiente pasteurización de huevo ya contaminado (Rivoal *et al.*, 2013) de manera horizontal (contaminación después de la puesta) incluso contaminación post-pasteurización, debido a malas prácticas de manufactura (Amiali *et al.*, 2005), así mismo se sabe que en presencia de moléculas como proteínas y lípidos las bacterias son protegidas aumentando su termoresistencia.

Debido a la necesidad de mantener libres de *Escherichia coli* O157:H7 y preservar las propiedades funcionales de los ovoproductos como capacidad de emulsificado, formación de espuma y gelatinización (que se ven afectadas por el calentamiento en la pasteurización (Amiali *et al.*, 2006) algunos autores sugieren técnicas como irradiación UV (Gharbi *et al.*, 2018), y PEF (Pulsed Electric Field) (Amiali *et al.*, 2005), las cuales han demostrado ser eficaces, sin embargo dichas técnicas presentan desventajas en cuanto costo así como posibilidad de generación de radicales libres.

Una novedosa alternativa de descontaminación de alimentos son las Soluciones Electrolizadas de Superoxidación, ya que en los últimos años han sido probadas y empleadas con éxito en varios campos como agricultura, material médico, sanitización de áreas así como en alimentos.

1.8 Solución Electrolizada de Superoxidación

Las soluciones electrolizadas de superoxidación consisten en una mezcla de agua con una disolución de baja concentración de NaCl sometidas a electrolisis, son consideradas como un bactericidasamigables con el ambiente (Murad *et al.*, 2015) de fácil producción además de bajo costo (Tanaka *et al.*, 2000). Comercialmente existen soluciones electrolizadas con pH ácido débiles y fuertes, ambas tienen efectos antimicrobianos pero es más efectiva la de ácidos fuertes, sin embargo resulta corrosiva para algunos materiales. También existen soluciones con pH alcalino (>9) pero son escasamente utilizadas pues su efecto bactericida es bajo. La solución electrolizada con pH neutro presenta ventajas ya no afecta a la salud de los humanos, animales, plantas, además de que poseen alto potencial oxidoreducción (800mV-900mV) y presentan mayor estabilidad (Durán, 2010), por lo tanto mayor tiempo de almacenamiento, aproximadamente un año (Landa *et al.*, 2005)

La generación de Soluciones Electrolizadas de Superoxidación consiste en mezclar agua común y una solución de NaCl a baja concentración, posteriormente dicha mezcla es sometida a electrólisis (Figura 1.3). La cámara de electrólisis está separada por una membrana o diafragma y el proceso electroquímico consiste en lo siguiente: Primeramente por efecto de disociación el NaCl forma las especies Na^+ y Cl^- , al aplicar carga eléctrica a la cámara de electrólisis éstas especies son atraídas por el cátodo en el caso del Na^+ y por el ánodo para el caso del Cl^- . Así mismo el agua sufre dos tipos de disociación dependiendo del medio. De lado del cátodo formará iones hidroxilo así como hidrógeno molecular, los iones hidroxilo reaccionarán con el Na^+ que fue atraído al cátodo por efecto de cargas y formará hidróxido de sodio dando lugar a un medio alcalino con un pH comprendido en el intervalo de 11-13 (Biostel, 2004). De lado del ánodo el agua se disociará en protones y oxígeno molecular, así mismo los iones hidroxilo y cloruro serán absorbidos por la membrana hacia el lado de éste electrodo, al mismo tiempo ambas especies liberan un electrón formando radicales que al combinarse generan ácido hipocloroso generando un medio un medio ácido con pH de 2.5 - 4.5 (Nil *et al.*, 2006) dicha solución posee alto efecto bactericida, sin embargo son

corrosivas para algunos materiales e inestables (Landa *et al.*, 2005) por lo tanto poseen vida de anaquel corta. Finalmente, para la producción de la solución con pH neutro, se realiza una concentración controlada de volúmenes obteniendo un pH de aproximadamente 6.4 - 7.5 y un potencial de óxido reducción de +800 mV a +900 mV. (Durán, 2010)

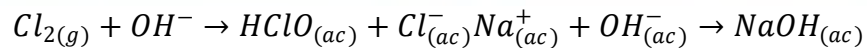
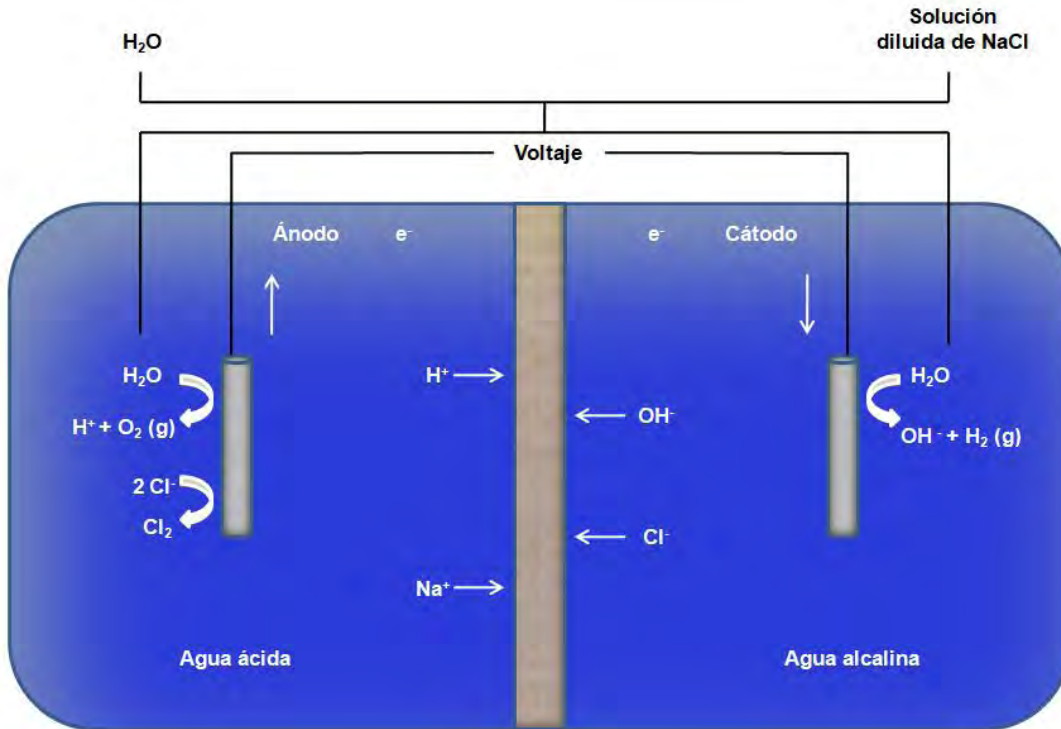


Figura 1. 3 Producción de la Solución Electrolizada de Superoxidación Modificada de: Kiura 2002.

El mecanismo de acción de las soluciones electrolizadas se atribuye al efecto de oxidación de los grupos sulfidrilo y aminoácidos de la pared bacteriana, lo que modifica el proceso de respiración y nutrición, mediante oxidación de los componentes respiratorios, inhibición de la síntesis de proteínas (Kim *et al.*, 2010) Las soluciones electrolizadas de superoxidación han sido evaluadas en estudios previos en alimentos contaminados con *Escherichia coli* O157:H7 como se muestra en la Tabla 1.6. Así mismo se ha comprobado que dicha solución ejerce un efecto

conservador en alimentos como carne de pollo (Rosario, 2017) y cerdo (Torres, 2017).

Tabla 1. 6 Uso de Soluciones Electrolizadas d Superoxidación en alimentos contaminados con *Escherichia coli* O157:H7

Alimento	Tipo de solución	Autor
Cebolla y tomate	SES ácida	Park <i>et al.</i> ,2016
Salmón	EO ácida	Nilet <i>al.</i> , 2006
Lechuga	EO ácida	Keskinen <i>et al.</i> , 2009
Pescado y pollo	EO ácida	Muradet <i>al.</i> , 2015
Carne	EOW ácida	Dinget <i>al.</i> , 2010

2. METODOLOGÍA

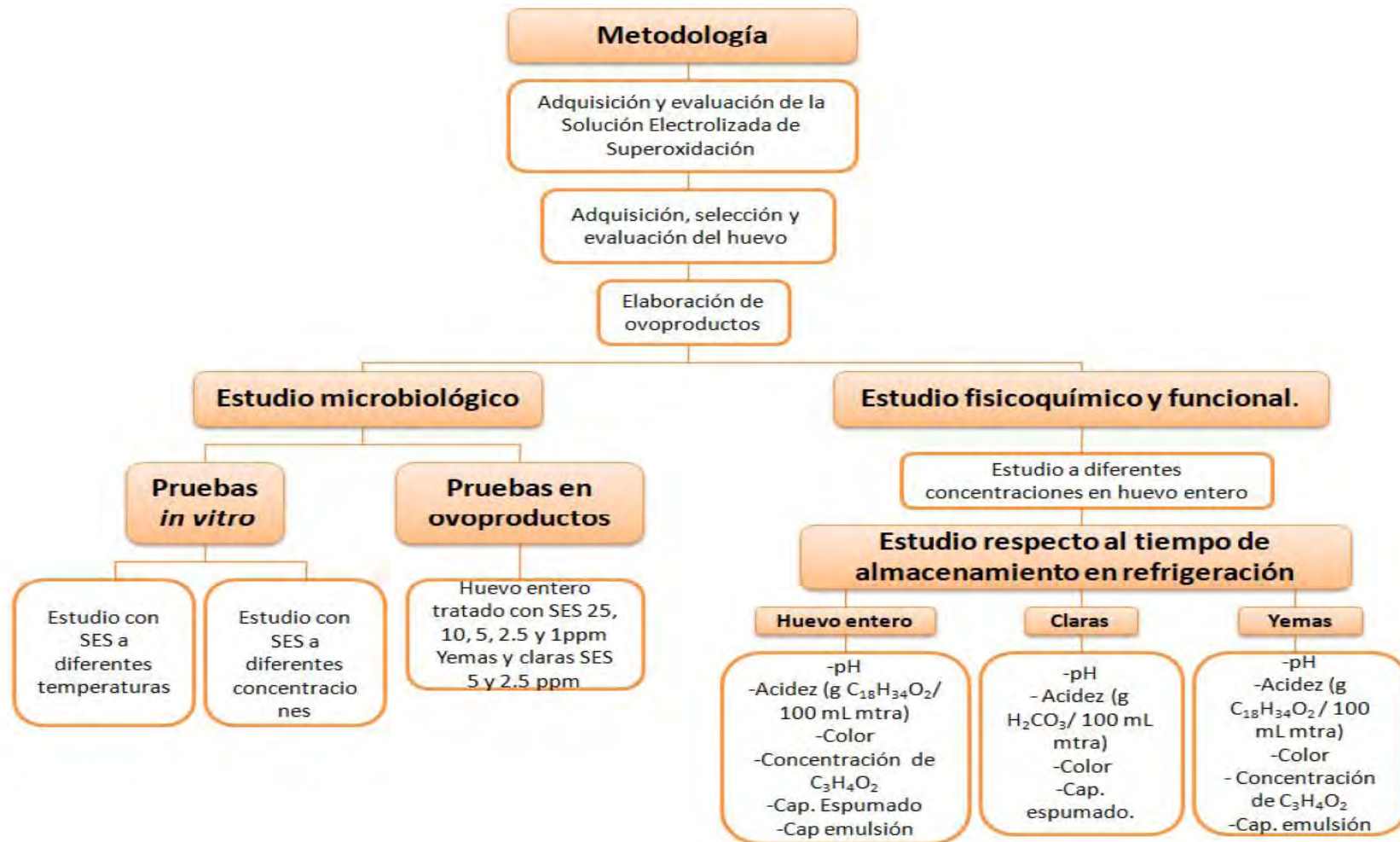


Figura 2. 1 Metodología experimental

2.1 Adquisición de la Solución Electrolizada de Superoxidación y su evaluación

La Solución Electrolizada de Superoxidación fue proporcionada por la empresa Esteripharma México S.A. de C.V. (Figura 2.2)



Figura 2. 2 Solución Electrolizada de Superoxidación S.A. de C.V

Se realizó la evaluación fisicoquímica de la solución con un electrodo portátil impermeable (Hanna Instruments HI98121 Combo pH & ORP). Con el que tomaron 5 lecturas de pH así como de potencial óxido reducción.

Para la determinación de ácido hipocloroso en la solución medido como cloro total, se utilizó como referencia el procedimiento descrito en la NMX-AA-100-1987 para determinación de cloro total por método yodométrico como se muestra en la Figura 2.3

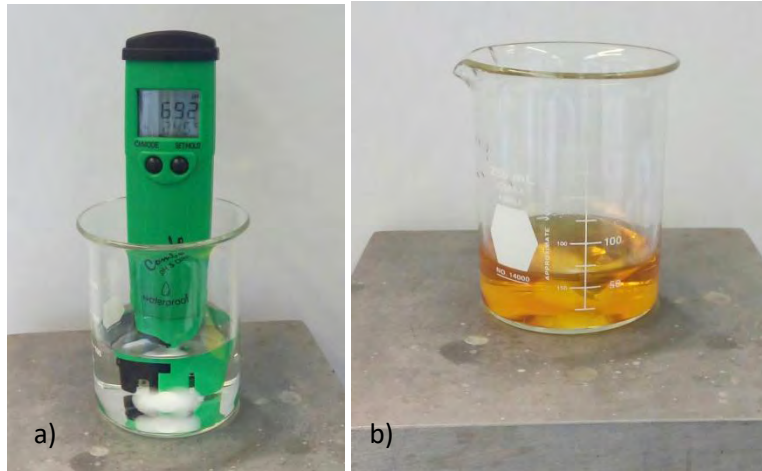


Figura 2. 3 Evaluación fisicoquímica de la Solución Electrolizada de Superoxidación
a) Evaluación de potencial oxido-reducción y pH, b) Determinación de ácido hipocloroso.

2.2 Adquisición de huevo entero y evaluación de calidad

Los huevos enteros fueron proporcionados por el bioterio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia con tres semanas de postura y con coloración blanca. Se seleccionaron 150 huevos con la mínima cantidad de heces fecales y sin quebradura (Figura 2.4). Se realizó la evaluación de calidad de 18 huevos, en donde se midieron parámetros de frescura: Unidades Haugh y pH.



Figura 2. 4 Recolección de huevos

2.2.1 Peso

Se determinó el peso de huevo entero con y sin cascara con balanza analítica sensibilidad de 0.0001-210g.

2.2.2. Unidades Haugh

Dicha prueba se realizó de acuerdo a lo descrito por la NMX-FF-079-SCFI-2004 en el apartado 9.2, esto consistió en el descascarado de cada huevo sobre una superficie plana, inmediatamente con micrómetro de Haugh (Baxlo) se tomaron 5 diferentes lecturas del albumen denso para después de acuerdo a la Ecuación 1 calcular las Unidades Haugh y con esto conocer la clasificación del huevo.

$$UH = 100 * \log(h) - 1.7w^{0.37} + 7.6$$

Ecuación No. 1 Determinación de Unidades Haugh

h= Altura del albumen denso en mm

w= Peso del huevo en gramos

2.2.3. Determinación de pH

La medición de pH se determinó en yema, clara y mezcla de ambas con potenciómetro portátil empleando como referencia la metodología descrita en la NMX-F-317-NORMEX-2013. Se calibró el potenciómetro con soluciones reguladoras de pH 4, pH 7 y pH 10. Se prosiguió a sumergir el electrodo en la muestra homogeneizada y tomar la lectura hasta que no hubiera variación en ella durante 3 segundos, una vez realizada la lectura se retiró el electrodo de la muestra y se enjuagó con suficiente agua destilada. Las lecturas fueron tomadas por triplicado.

2.3 Elaboración de huevo líquido

El proceso de producción fue estandarizado basándose en metodologías empleadas a nivel industrial (Belitz, 2009; INOVO, 2011).

Huevo entero: Para la elaboración de 1 L de huevo líquido se tomaron 50 huevos que fueron descascarados y homogeneizados durante una hora con agitación magnética en un frasco estéril de 1L. Posteriormente se realizó una

filtración por gravedad con tamiz de malla 20 con el objetivo de eliminar restos de cascarón y las chalazas. El filtrado fue colocado en otro frasco estéril con un termopar, manteniendo un sistema cerrado. El frasco fue colocado en baño de agua caliente hasta que el centro térmico tuviera una temperatura de 64.5 °C, una vez alcanzada dicha temperatura, se sostuvo por 2.5 min y se procedió a envasar asépticamente y enfriar con un choque térmico en hielo, el producto final se almacenó a temperatura de refrigeración, 4°C.

Yemas líquidas: Para la elaboración de 1 L de yemas líquidas se tomaron aproximadamente 70 huevos enteros a los que se les fue retirado el albumen. Se procedió con la misma metodología para huevo entero modificando sólo las condiciones de pasteurización 62°C por 5 min

Claras líquidas: Para la elaboración de 1 L de claras líquidas se tomaron aproximadamente 60 huevos enteros a los que se les fue retirada la yema. Se procedió con la misma metodología para huevo entero y yemas modificando sólo las condiciones de pasteurización 52°C por 5 min.

Con efecto de evaluar el correcto tratamiento térmico en la pasteurización de huevo líquido se realizó la prueba de alfa amilasa.

2.3.1 Prueba de alfa amilasa

Se empleó como referencia la metodología descrita por la NOM-159-SSA1-2016 Se pesaron 15 mL de ovoproducto pasteurizado a los cuales se añadieron 2 mL de solución de almidón de papa al 1%. Se incubaron a 44°C durante 30 min. Posteriormente 5 mL de ésta solución se depositaron sobre 5 mL de ácido tricloroacético al 15%, se añadieron 15 mL de agua destilada y se realizó una filtración rápida, a continuación a 10 mL de dicho filtrado se le adicionaron 2 mL de solución indicadora de yodo 0.1 N . Los resultados fueron comparados con la especificación de la Norma en el Apéndice Normativo A apartado 1.6.

2.4 Estudio microbiológico

2.4.1 Adquisición y reactivación de la cepa

La cepa de *Escherichia coli* O157:H7 fue proporcionada por el Laboratorio de Vacunología y Constatación, Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, dicha cepa fue inicialmente adquirida de ATCC. Se realizó la reactivación de la bacteria por triplicado en 20 mL de Caldo Soya Tripticasa (MCD LAB) incubando a 37°C durante 16 h con agitación a 250 rpm (Incubadora Thermo SHKE 6000-7).

2.4.2 Obtención de título bacteriano

Se tomó 1 mL de inóculo reactivado y se suspendió en 9 mL de solución salina fisiológica estéril, después se realizaron diluciones décuples hasta la dilución 10^{-5} . Se tomaron 100 μ L de las diluciones 10^{-1} , 10^{-3} y 10^{-5} , los cuales fueron sembrados en cajas petri con Agar Soya Tripticasa Soya (TSA), éstas fueron incubadas por 24h a 37°C (Incubadora Thermo SHKE 6000-7). Pasadas 24 h se determinó la cuenta viable de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994. La determinación fue realizada por triplicado.

2.4.3. Pruebas *in vitro*

2.4.3.1. Estudio a diferentes temperaturas

Con la finalidad de evaluar el efecto de la temperatura sobre el poder bactericida de la SES se realizó un estudio a tres diferentes temperaturas. En donde se empleó como referencia el método descrito por la NMX-BB-040-SCFI-1999.

Se preparó una suspensión de *E. coli* O157:H7 como se describió en 2.4.1., de dicha suspensión se tomó 1 mL y se depositó en 9 mL de SES a 24°C (se realizó el mismo experimento para 60°C y 80°C). El tiempo de contacto fue de 30 segundos. Posteriormente, se tomó 1 mL de la muestra y el efecto bactericida de la SES fue inactivado con 9 mL de Agua Peptonada estéril (MCD LAB) como se indica en la NMX antes mencionada, se procedió a realizar diluciones décuples hasta la dilución 10^{-5} . Se tomaron 100 μ L de las diluciones 10^{-1} , 10^{-3} y 10^{-5} , los

cuales fueron sembrados en cajas petri con agar TSA, estas fueron incubadas por 24h a 37°C (Incubadora Thermo SHKE 6000-7). Para la determinación de la cuenta viable inicial se utilizó como control negativo solución salina fisiológica estéril (SSF). Pasadas 24 h de incubación se determinó la cuenta viable y finalmente se calculó el porcentaje de reducción de acuerdo a la Ecuación 2. Cada ensayo fue realizado por triplicado.

$$\% \text{ Reducción} = \frac{UFC/mL_{SSF(i)} - UFC/mL_{SES(f)}}{UFC/mL_{SSF(i)}} \times 100$$

Ecuación 2. Determinación de porcentaje de reducción

UFC/mL SSF (i)= Unidades Formadoras de colonias por mililitro iniciales

UFC/mL SSF (f)= Unidades Formadoras de colonias por mililitro finales

2.4.3.2. Estudio a diferentes concentraciones de SES

En tubos Falcon estériles de 15 mL se prepararon 9 mL de soluciones de SES a concentraciones de: 25 ppm, 10 ppm, 5 ppm, 2.5 ppm y 1 ppm. Como control positivo de desinfección se empleó una muestra de SES concentrada y como control negativo se utilizó SSF estéril. A cada tubo se le adicionó 1 mL de la suspensión de *Escherichia coli* O157:H7 con título de 1×10^8 UFC/mL. El tiempo de contacto fue de 3 minutos y una vez transcurrido este tiempo se procedió a efectuar la metodología descrita en 2.4.3.1.

2.4.4. Estudio microbiológico *in vivo* a diferentes concentraciones de SES en huevo entero líquido

Se prepararon 5 muestras con 10 mL de huevo entero-SES, cada muestra con diferentes concentraciones de SES en huevo: 25ppm, 10ppm, 5ppm, 2.5ppm y 1ppm. A cada muestra se le colocó un inóculo de 1×10^6 UFC/mL de *Escherichia coli* O157:H7. El tiempo de contacto fue de 3 minutos y se procedió con la metodología descrita en 2.4.3.1. Cada ensayo se realizó por triplicado.

2.4.5. Estudio microbiológico en ovoproductos líquidos

La preparación de muestras se realizó de acuerdo a la Tabla 2.1

Tabla 2. 1 Preparación de muestras de ovoproductos líquidos tratados con SES a concentración de 5ppm y 2.5 ppm.

Muestra	Muestra (mL)	SES 50 ppm (mL)	Concentración de SES en ovoproducto (ppm)	Volumen final (mL)
Ovoproducto	9	1	5	10
	9.5	0.5	2.5	10
Control negativo	10 mL de ovoproducto	-	-	10
Control positivo	-	10	50	10

A cada muestra se le adicionó un inóculo de 1×10^4 UFC/mL de *Escherichia coli* O157:H7. El tiempo de contacto fue de 3 minutos y nuevamente se procedió a efectuar la metodología descrita en el punto: 2.4.3.1.

2.5 Estudio fisicoquímico y funcional en huevo líquido a diferentes concentraciones de SES.

Para este estudio se empleó como control una muestra de huevo entero líquido sin tratamiento con SES y controles con solución de NaCl a las mismas concentraciones que la SES. Se eligió un control de NaCl ya que es la solución que presenta las características más similares a la SES, pues ésta para su elaboración, parte de una mezcla de agua y una solución diluida de NaCl.

La evaluación fisicoquímica consistió en la determinación de pH y colorimetría. En la evaluación funcional de huevo líquido se realizaron las pruebas de capacidad de emulsión y capacidad de espumado.

2.5.1 Determinación de pH

Se empleó la metodología descrita en el apartado 2.2.3.

2.5.2 Colorimetría

Para el estudio de color se empleó la representación del espacio de color CIELab. La determinación se realizó colocando cada una de las muestras sobre un vidrio de reloj y con un colorímetro portátil (Konika Minolta CM-600d) se tomaron 5 diferentes lecturas de color, obteniendo los parámetros **L** (Luminosidad), **a** (verde-rojo) y **b** (azul-amarillo). Posteriormente de acuerdo a la Ecuación 3 se determinó el ΔE de color.

$$\Delta E_{color} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Ecuación 3. Determinación de ΔE de color.

ΔL =Diferencial de color parámetro **L**

Δa = Diferencial de color parámetro **a**

Δb = Diferencial de color parámetro **b**

2.5.3. Capacidad de emulsión

La evaluación de capacidad de emulsificado se realizó para huevo entero y yemas líquidas. Se tomaron 0.5 mL de cada muestra y se añadieron 0.5 mL de agua destilada, esta mezcla fue batida con batidora eléctrica al mismo tiempo que se incorporaba aceite vegetal comestible por medio de una bureta de 25 mL, la adición de aceite fue detenida una vez que en la mezcla se observó la inversión de fases. Finalmente se registró el volumen de aceite emulsionado y la capacidad de emulsificado fue determinada con la ecuación 4. Para la determinación se tomó como referencia la metodología descrita por Fennema, 1995.

$$\text{Capacidaddeemulsificado} = \frac{\text{Volumen de aceite emulsionado (mL)}}{0.0645}$$

Ecuación 4. Determinación de capacidad de emulsificado

2.5.4. Capacidad de espumado

Se realizó la evaluación de capacidad de espumado para huevo entero y claras líquidas (metodología modificada de Ahmedn *et al*, 1999). Se midieron 5 mL de cada solución y se añadieron 5 mL de agua destilada, la mezcla fue batida durante 3 minutos con batidora eléctrica y pasado ese tiempo se midió el volumen de la espuma. La capacidad de espumado fue determinada de acuerdo a la ecuación 5.

$$\text{Capacidaddeespumado} = \frac{\text{Volumen de espuma (mL)} - \text{Volumen inicial (mL)}}{\text{Volumeninicial (mL)}} \times 100$$

Ecuación 5. Determinación de capacidad de espumado

2.6 Estudio fisicoquímico y funcional en ovoproductos líquidos a través del tiempo.

Se prepararon las muestras de ovoproductos tratados con SES 5 ppm y 2.5 ppm en ovoproducto, empleando como controles muestras de ovoproductos sin tratamiento y muestras tratadas con una solución de NaCl a 50 ppm, este control se empleó ya que dicha disolución es la materia prima de la SES, previo al tratamiento de electrólisis. Por lo que fue útil para comparar el efecto superoxidante de la SES. La preparación de las muestras se detalla en la Tabla 2.2.

Tabla 2. 2 Preparación de muestras de ovoproductos tratados con SES a concentraciones de 5 ppm y 2.5 ppm.

Muestra	Ovoproducto (mL)	SES 50 ppm (mL)	NaCl 50 ppm (mL)	Agua destilada (mL)	Vol. Final (mL)
Control sin tratamiento	50	-	-	-	50
Control NaCl 5 ppm	45	-	5	-	50
Control NaCl 2.5 ppm	45	-	2.5	2.5	50
Ovoproducto con SES 5 ppm	45	5	-	-	50
Ovoproducto con SES 2.5 ppm	45	2.5	-	2.5	50

Se realizó un tetruplicado de cada muestra (Figura 2.5) con el objetivo de evaluar los cambios fisicoquímicos a través del tiempo, los monitoreos fueron realizados semanalmente. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico cerradas herméticamente y se almacenaron en refrigeración (4°C).



Figura 2. 5 Preparación de muestras para evaluación fisicoquímica de ovoproductos líquidos a través del tiempo en almacenamiento en refrigeración.

La evaluación fisicoquímica a través del tiempo en ovoproductos consistió en la medición de:

pH: Metodología descrita en 2.2.3.

Acidez total: Determinada con una titulación volumétrica directamente en muestra tomando como referencia la metodología descrita por el AOAC Método 927.06(2007). Para el caso de huevo entero y yemas se expresó el resultado en términos de concentración de ácido oleico y en claras se reportó como concentración de ácido carbónico.

Colorimetría: Se empleó la metodología descrita en 2.5.2.

Determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico.

Esta prueba se realizó sólo en huevo entero y yemas. (Metodología modificada de Bernal *et al.*,2003). Para esta determinación en tubos de ensayo se colocaron 100 µL de ovoproducto a los que se adicionó 1 mL de TBA y 2 mL de ácido acético 20 %, posteriormente se incubaron a 90°C durante 1 hora. Transcurrido el tiempo de incubación se realizó un choque térmico en agua con hielo, después se adicionaron 5 mL de n-butanol y se agitó vigorosamente por 15s. Las muestras fueron centrifugadas por 10min a 4000rpm, finalmente se tomó el sobrenadante de la muestra para realizar la lectura espectrofotométrica con espectrofotómetro UV-Vis (Perkin Elmer Lambda 2S). La concentración de MDA en muestra se obtuvo empleando una curva patrón de MDA.

Capacidad de emulsificado: Prueba realizada sólo en huevo entero y yemas, se empleó la metodología descrita en 2.5.3.

Capacidad de espumado: Prueba realizada sólo en huevo entero y claras, se empleó la metodología descrita en 2.5.4.

Análisis estadístico

Todos los resultados fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) de dos factores y prueba de diferencia de medias Tukey, empleando el software Graphpad Prism 6 con un nivel de confianza de 95%.

3. RESULTADOS

3.1 Evaluación las propiedades fisicoquímicas de la Solución Electrolizada de Superoxidación.

La Solución Electrolizada de Superoxidación (Esteripharma México S.A. de C.V.) fue evaluada fisicoquímicamente. Los valores obtenidos con la medición de pH y Potencial Óxido-Reducción (ORP) se muestran en la Tabla 3.1 donde se puede ver que el valor de pH fue de 6.49, de acuerdo a Durán, 2010 el intervalo de neutralidad está comprendido en el rango de 6.4-7.5. Así mismo el valor promedio del potencial óxido reducción fue de 858mV ambos valores promedio fueron consistentes con los reportados por el mismo autor: 800 mV-900 mV.

La concentración total de ácido hipocloroso cuantificado por yodometría fue de 59.85 ppm, valor también comprendido en el intervalo reportado por Landa (2005) y Durán (2010), 51- 85ppm y 1-180ppm respectivamente para soluciones electrolizadas de superoxidación con pH neutro.

Tabla 3. 1. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en SES

pH	ORP (mV)	HClO (ppm)
6.83 ± 0.48	858 ± 7.34	59.85 ± 2.48

3.2 Calidad de huevo entero

A partir de un lote de 18 huevos se realizó un análisis de calidad en huevo fresco los resultados obtenidos de pH, porcentaje de sólidos totales y Unidades Haugh se reportan en la Tabla 3.2

Tabla 3. 2 Evaluación de calidad de huevo fresco. Fuente: NOM-F-306-S-1979

	Especificación	Experimental
pH	7.00-7.60	7.60±0.01
Sólidos totales	25%	27.50

Unidades Haugh	-	56.86±5.00
-----------------------	---	------------

n=18

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el valor de pH está en el límite superior del intervalo especificado por la NOM-F-306-S-1979, indicando que el huevo no se considera como fresco, el porcentaje de sólidos es alto, mayor al valor esperado de aproximadamente 25%. En cuanto a Unidades Haugh y peso, el huevo empleado corresponde a un huevo de calidad México 2 de acuerdo a la clasificación de la MX-FF-079-SCFI-2004 apartado 5.4.5.

3.3 Elaboración de huevo líquido

3.3.1 Prueba de alfa amilasa

Como comprobación de pasteurización eficiente, se realizó la prueba de alfa amilasa, que consiste en evidenciar la presencia o ausencia de enzima α -amilasa debido al tratamiento térmico, ya que dicha enzima disminuye su actividad en función del tratamiento térmico recibido.

En esta prueba colorimétrica se empleó como sustrato almidón de papa y el resultado fue revelado con una solución de lugol (Yodo- Yoduro de potasio).

En la Figura 3.1 inciso "a" se observa una prueba positiva es decir, la enzima que aún estuvo presente en el huevo, hidrolizó al almidón papa disponible impidiendo la formación del complejo colorido Yodo-Almidón. "b" es el resultado de una prueba negativa. Por la ausencia de α -amilasa en el ovoproducto debido a inactivación por calor, el almidón de papa no fue hidrolizado por lo que éste pudo interactuar con la solución de lugol formando una solución con coloración (NOM-159-SSA1-2016)



Figura 3. 1 Prueba de alfa amilasa. a) Prueba positiva y b) Prueba negativa

3.4 Estudio microbiológico

3.4.1 Estudio *in vitro*

3.4.1.1 Estudio a diferentes temperaturas

Esta prueba se realizó con la finalidad de conocer si la temperatura era un factor que afecte el efecto bactericida de la SES, pues en la elaboración de ovoproductos líquidos cualquier aditivo que es adicionado debe ser colocado antes de la pasteurización y éste al ser un proceso térmico podría generar algún cambio en la solución que en este estudio se evalúa. Se seleccionaron las temperaturas de 60°C y 80°C pues en éste intervalo se encuentra la temperatura de pasteurización de huevo entero. De acuerdo a la Figura 3.2 se observa que para las tres temperaturas probadas, la cuenta final de microorganismos fue de 1×10^3 UFC/mL cuando el inóculo fue de 1×10^8 UFC/mL demostrando que *in vitro* la SES es capaz de disminuir hasta cinco logarítmicos de *Escherichia coli* O157:H7 a temperatura ambiente, 60°C y 80°C.

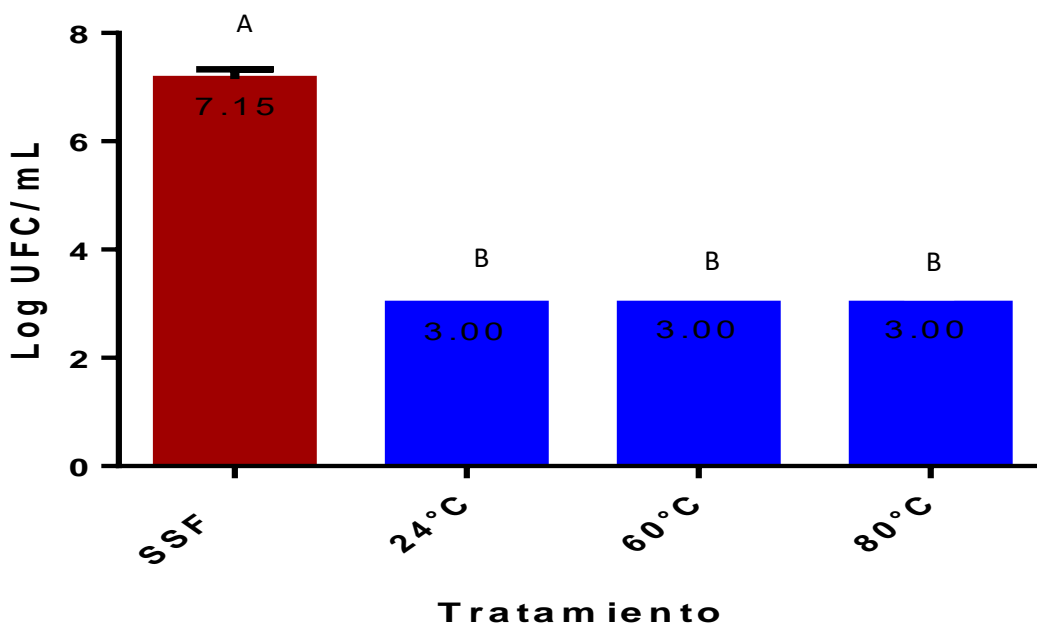


Figura 3. 2 Concentración logarítmica *in vitro* de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes temperaturas. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En términos de porcentaje de reducción en la Tabla 3.3 se observa que para las tres temperaturas probadas la reducción de *E. coli* fue de hasta 99.99% por lo tanto, se encontró que la temperatura no es un factor que influya en el efecto bactericida de la SES, por lo que es viable emplearla, antes del proceso de pasteurización.

Tabla 3. 3 Reducción bacteriana *in vitro* de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes temperaturas.

Tratamiento	Reducción bacteriana (%)
Solución Salina Fisiológica	99.99%
SES 60°C	99.99%
SES 80°C	99.99%

3.4.1.2 Estudio a diferentes concentraciones de SES *in vitro*

Se realizó un estudio *in vitro* para conocer el efecto bactericida de la Solución Electrolizada de Superoxidación contra *Escherichia coli* O157:H7 a diferentes concentraciones, ya que la solución al ser evaluada posteriormente en ovoproductos líquidos sufrirá un efecto de dilución. De acuerdo a la Figura 3.3 se observa que el efecto bactericida de la SES se ve afectado por la concentración de ácido hipocloroso. Con concentraciones de 1ppm, 2.5ppm y 5ppm el efecto bactericida que ejerce la solución sobre *Escherichia coli* O157:H7 es nulo, pues estadísticamente la concentración final de la bacteria con esos tratamientos es igual a la concentración bacteriana de la muestra control con SSF. Para las concentraciones de 10ppm y 25ppm se obtuvieron concentraciones finales bacterianas significativamente diferentes a los tratamientos anteriores, alcanzando valores de 6.29 UFC/mL y 3.55 UFC/mL respectivamente.

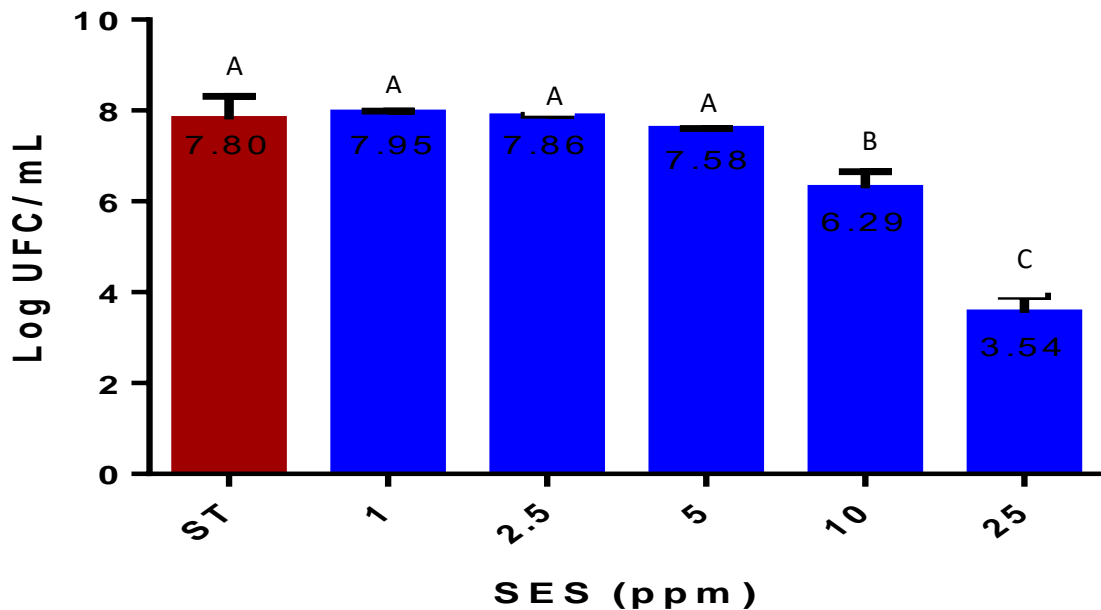


Figura 3.3 Concentración logarítmica *in vitro* de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En cuanto a porcentaje de reducción, en la Figura 3.4 se muestra un comportamiento casi proporcional ($r= 0.71$) de la reducción bacteriana respecto a la concentración de SES, es decir, a mayor concentración de ácido hipocloroso, mayor porcentaje de reducción de la bacteria.

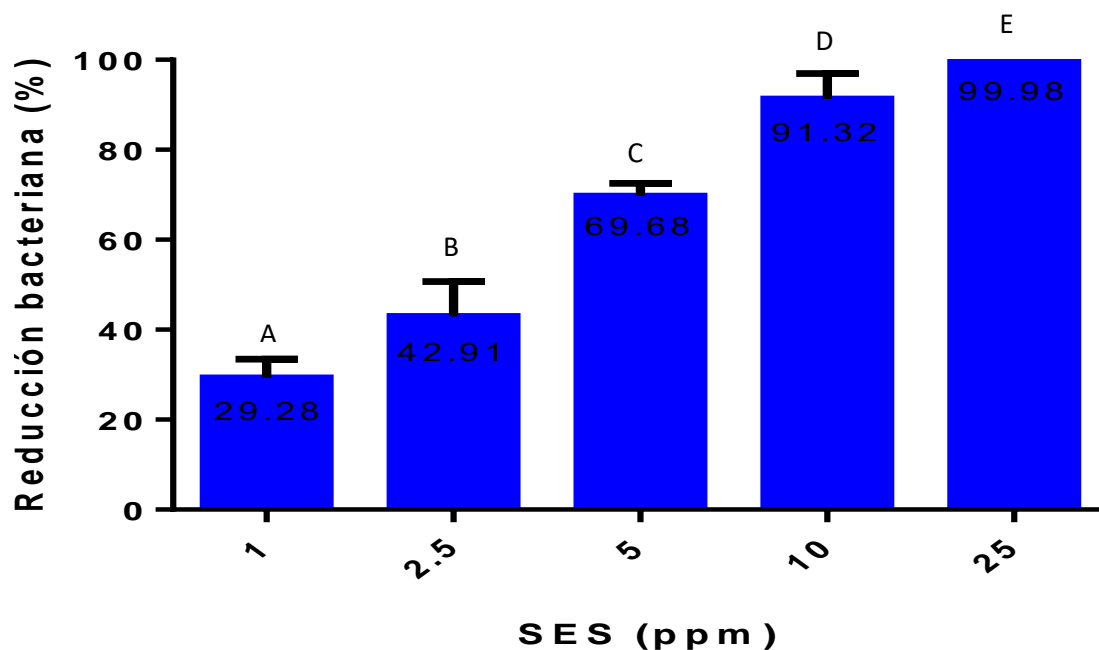


Figura 3. 4 Porcentaje de reducción bacteriana *in vitro* de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p<0.05$

3.4.2. Estudio en ovoproductos

3.4.2.1 Estudio microbiológico *in vivo* a diferentes concentraciones de SES en huevo entero líquido.

Una vez realizadas las pruebas *in vitro* se prosiguió al estudio en huevo entero líquido a diferentes concentraciones de SES, esto con la finalidad de encontrar una concentración de SES en huevo, ideal para ejercer efecto bactericida sin afectar la concentración mínima de sólidos totales descritos en la literatura para cada componente del huevo: 24.4% en huevo entero, 12.13% y 51.30% para claras y yemas respectivamente (Belitz, 2009) .

Se muestra en la Figura 3.5 que la concentración logarítmica de *Escherichia coli* en huevo entero líquido tratado con SES 1ppm y 2.5ppm no es significativamente diferente respecto al control conSSF. Sin embargo, en las concentraciones de 5ppm, 10ppm y 25 ppm de SES en huevo líquido, sí se pueden observar diferencias significativas comparando con la muestra control.

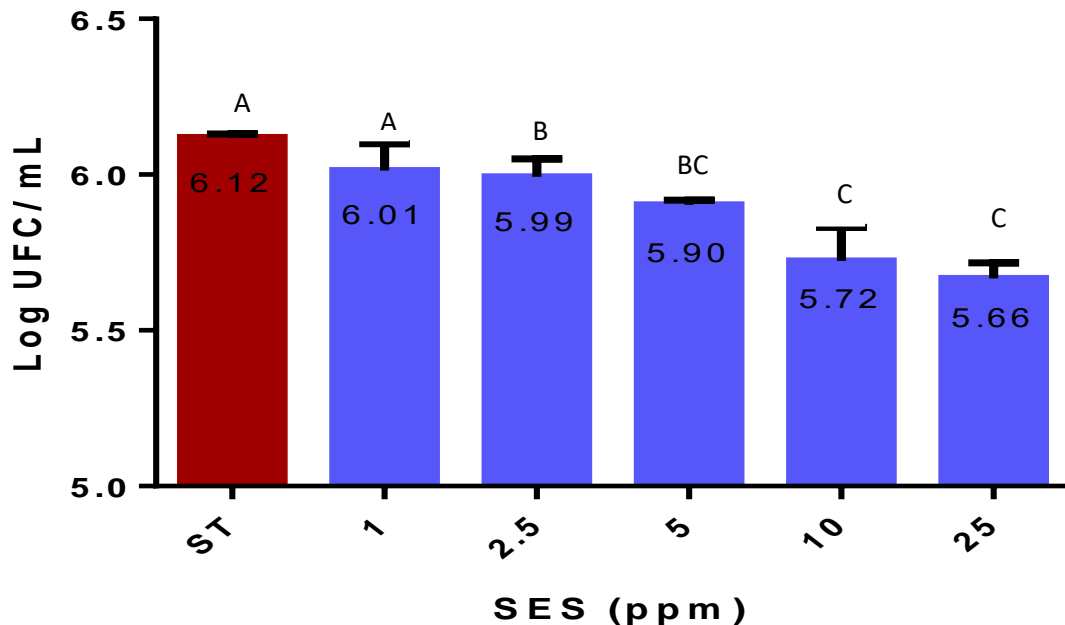


Figura 3.5 . Concentración logarítmica en huevo entero de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Expresando los resultados en porcentaje de reducción, en la tabla 3.4 se observa que la reducción que se logra con SES a concentraciones de 1ppm, 2.5ppm y 5ppm en huevo, no son estadísticamente diferentes, no así con concentraciones de 10ppm y 25ppm en donde el porcentaje de reducción se ve aumentado sin embargo el valor más alto que se obtiene sólo es de 64.42% con SES a 25 ppm. Los resultados indican que tal como en el estudio *in vitro*, la concentración de ácido hipocloroso es casi proporcional al efecto bactericida de la SES, así mismo, en éste estudio se obtuvo un porcentaje de reducción mínimo de 25.26% para SES 1ppm y un porcentaje máximo de 64.42% con SES a 25ppm.

Comparando con el estudio *in vitro*, se observó que los porcentajes de reducción fueron menores, este comportamiento se debe a que como lo reporta Oomori, 2000, las proteínas presentes en el alimento son un factor clave en el efecto bactericida de la SES ya que éstas al poseer grupos sulfhidrilo en su estructura, el ácido hipocloroso de la SES actúa sobre ellos al mismo tiempo que sobre los de la membrana bacteriana.

Tabla 3. 4 Porcentaje de reducción bacteriana en huevo entero de *Escherichia coli* O157:H7 tratada con SES a diferentes concentraciones.

Tratamiento	Reducción bacteriana (%)
SES 1 ppm	25.27a
SES 2.5 ppm	27.49a
SES 5 ppm	37.61a
SES 10 ppm	57.85ab
SES 25 ppm	64.42 b

Valores con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.4.2.2. Ovoproductos con SES 5 ppm y 2.5 ppm

Huevo entero

Continuando con el estudio microbiológico en ovoproductos líquidos, la Figura 3.6 muestra los resultados para huevo entero. Se puede ver que las dos concentraciones de SES probadas mostraron la misma cuenta final de bacteria, siendo ambas estadísticamente distintas al control con SSF, es decir, se observa que al tratar huevo entero contaminado con *E. coli* O157:H7 con SES a 5ppm y 2.5ppm se obtiene una disminución de la cuenta sin embargo, los valores obtenidos fueron de 3.97UFC/mL para 5ppm y 3.99UFC/mL para 2.5ppm, mostrando una disminución respecto al control de 6.8% y 6.33% respectivamente

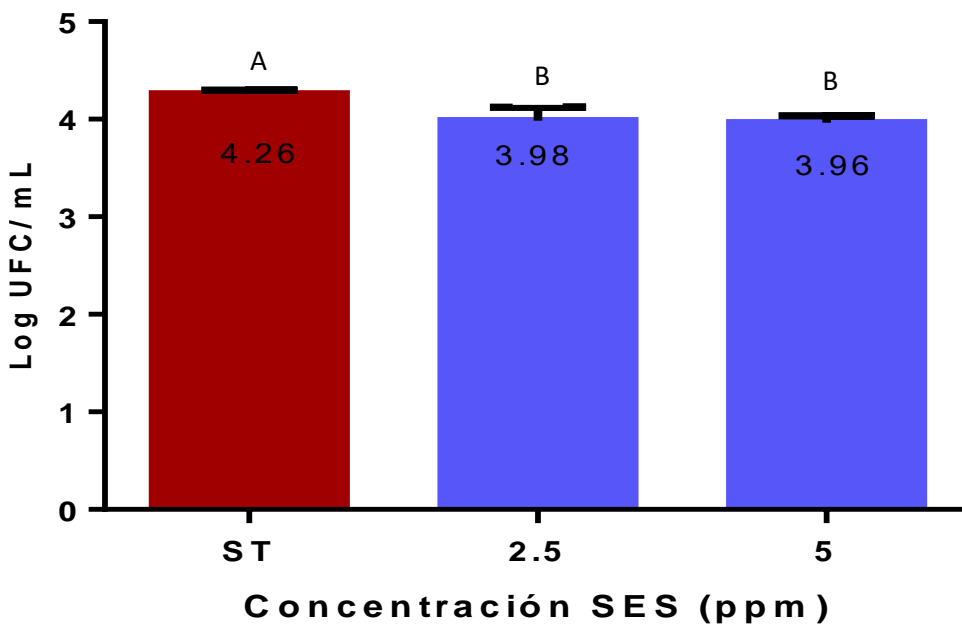


Figura 3. 6 Concentración logarítmica de *Escherichia coli* O157:H7 en huevo entero líquido tratado con SES a 2.5 ppm y 5 ppm Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Claros

Para el tratamiento en claras Figura 3.7, de igual manera se observó que existió diferencia significativa de las muestras tratadas con SES respecto al control con SSF. La concentración logarítmica final de *E. coli* en clara tratada con SES 5 ppm fue de 3.91 UFC/mL mientras que en la muestra con SES 2.5 ppm la concentración final fue de 3.97 UFC/mL, cabe mencionar que entre dichos tratamientos no se encontró diferencia estadísticamente significativa, sin embargo la disminución de concentración bacteriana también fue baja. Como se mencionó anteriormente, se ha probado en estudios previos (Oomori *et al*, 2010) que la presencia de moléculas como proteínas disminuyen el efecto bactericida de la solución ya que el ácido hipocloroso que además de estar en baja concentración, presenta una tendencia a actuar sobre las proteínas que se encuentran en mayor proporción en el medio, en este caso tiende a actuar sobre grupos sulfhidrilo de las proteínas azufradas de la clara y menor medida sobre las de la membrana de la bacteria.

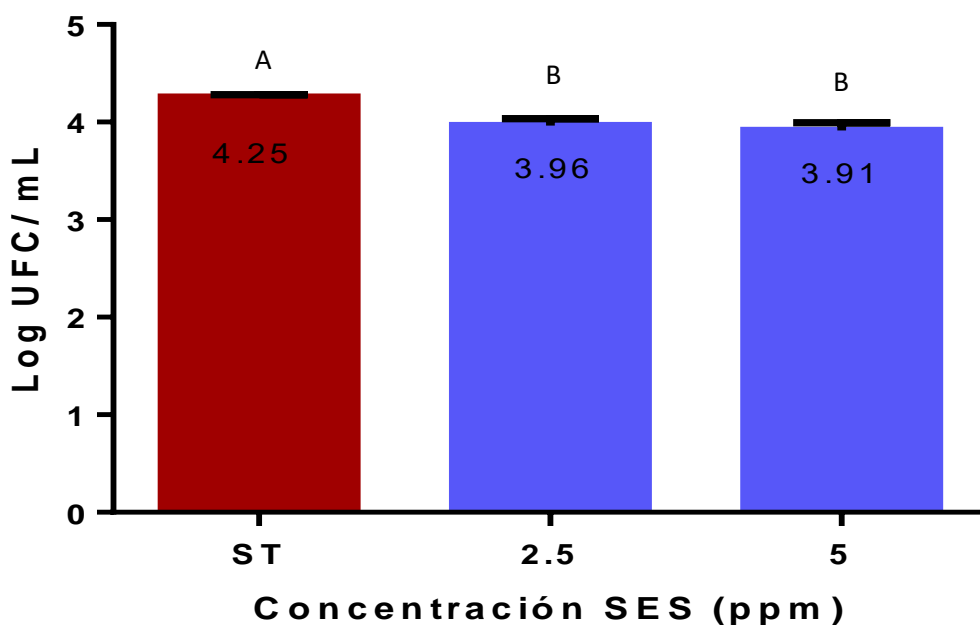


Figura 3. 7 Concentración logarítmica de *Escherichia coli* O157:H7 en claras líquidas tratadas con SES a 2.5 ppm y 5 ppm Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Yemas

Finalmente en el estudio en yema líquida, en la Figura 3.8 se puede ver que sólo la muestra tratada con SES 5 ppm presentó diferencia significativa respecto al control con SSF obteniéndose una disminución de la concentración bacteriana de 0.92 unidades logarítmicas. Para la muestra tratada con 2.5 ppm se obtuvo una disminución de sólo 0.41 unidades.

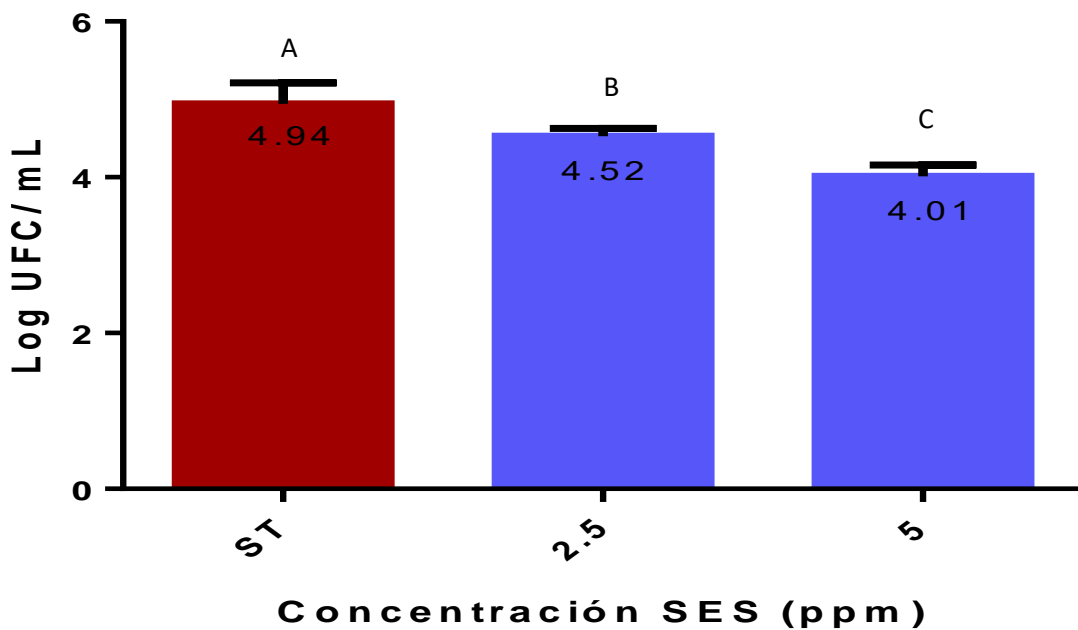


Figura 3. 8 Concentración logarítmica de *Escherichia coli* O157:H7 en yemas líquidas tratadas con SES a 2.5 ppm y 5 ppm. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En cuanto a porcentaje de reducción (Figura 3.9) se observó que tanto para huevo entero y claras líquidas la concentración de SES empleada (5 ppm y 2.5 ppm)

para descontaminar el ovoproducto, no presentó ninguna diferencia respecto a la reducción bacteriana ya que estadísticamente los tratamientos fueron iguales, además de que los porcentajes de reducción para ambos productos fueron muy similares, obteniéndose el mayor porcentaje de reducción en huevo entero de 49.20 % y 53.72 % para clara, ambas con SES a 5 ppm.

Las yemas líquidas presentaron un comportamiento diferente a huevo entero y claras líquidas. Se observó que a mayor concentración de SES se presenta un mejor efecto bactericida, obteniendo un porcentaje de reducción de 88% con SES 5 ppm, mientras que SES 2.5 ppm presentó 59%. Estos resultados se atribuyen a que en la yema por su composición, no presenta un alto contenido de proteínas que pudieran intervenir en el efecto bactericida de la SES.

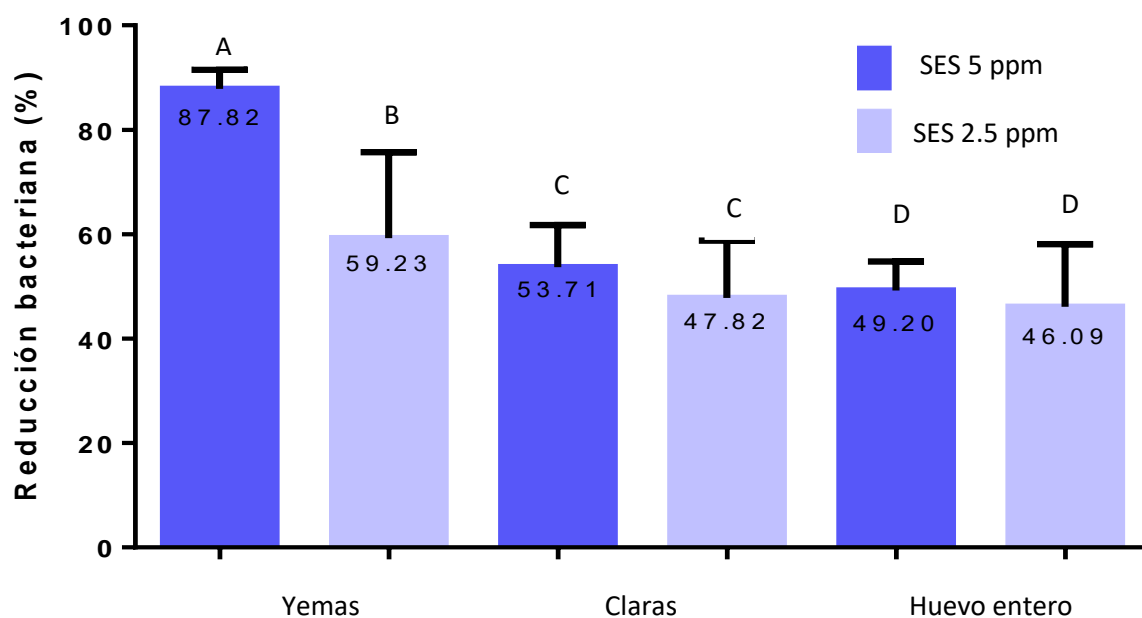


Figura 3. 9 Reducción bacteriana de *Escherichia coli* O157:H7 en ovoproductos líquidos tratados con SES 2.5 ppm y 5 ppm. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes con $p < 0.05$.

3.5 Estudio fisicoquímico y funcional en huevo entero líquido a diferentes concentraciones de SES

Dicho estudio consistió en la evaluación de propiedades fisicoquímicas de huevo entero líquido tratado con SES a diferentes concentraciones de ácido hipocloroso.

3.5.1 Evaluación de pH

La Figura 3.10 muestra que los valores de pH para SES a 1ppm, 2.5 ppm en huevo entero líquido fueron significativamente diferentes a los valores de la muestra sin tratamiento, sin embargo dicha diferencia es atribuida a la sensibilidad del equipo empleado pues la SES al poseer un pH neutro no presenta alguna especie ácida o básica que pudiera contribuir a la modificación del pH. Así mismo la solución al interactuar con la materia orgánica del producto no libera especies con carácter ácido o básico.

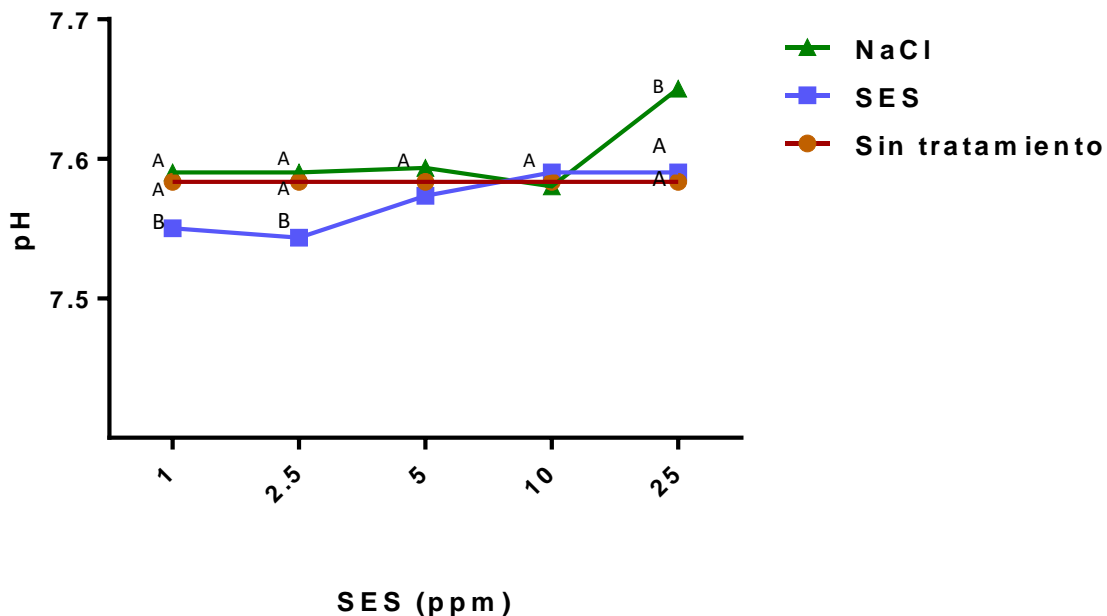


Figura 3. 10Evaluación de la concentración de SES en huevo entero líquido sobre el pH. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.01$

3.5.2. Evaluación de color en huevo entero líquido

3.5.2.1 Parámetro L

La evaluación del parámetro L “luminosidad”, de acuerdo al espacio CIELab se muestra en la Figura 3.11, donde se puede observar que las muestras tratadas con SES presentaron diferencia significativa respecto a la muestra que no recibió tratamiento, primeramente dichas diferencias son atribuidas al efecto de dilución que se llevó a cabo en cada muestra sin embargo, se puede observar que los controles con NaCl que recibieron el mismo tratamiento de dilución no presentan diferencia significativa respecto al control a excepción de la muestra con 2.5 ppm. Se sabe que la SES al ser una sustancia superoxidante, actúa sobre los pigmentos de carácter lipídico: carotenoides, que en huevo los principales son luteína y zeaxantina (Gil, 2010).

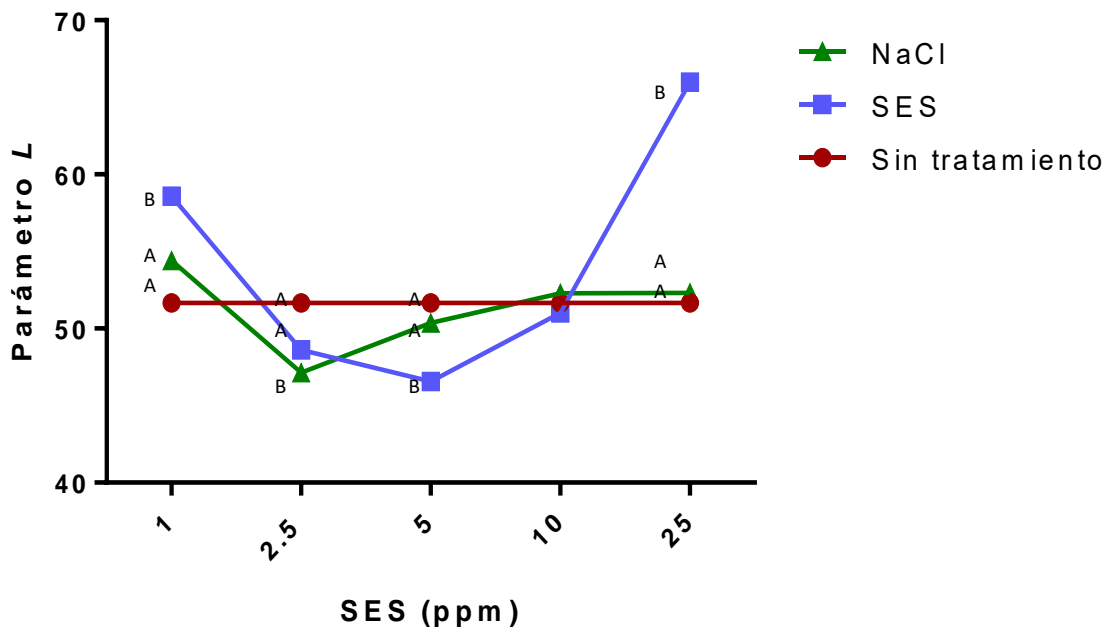


Figura 3. 11. Evaluación de parámetro L en huevo entero a diferentes concentraciones de SES. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.5.2.2 Parámetro *a*

El parámetro *a* es aquel que indica el cambio de coloración de rojo (+) a verde (-), en la Figura 3.12, se puede ver que las muestras control tratadas con NaCl así como las muestras tratadas con SES a diferentes concentraciones mostraron diferencia significativa respecto a la muestra sin tratamiento, en ambas muestras se observa una disminución casi constante de la coloración roja. Se observa que las muestras tratadas con SES fueron las que presentaron menor coloración roja, como se mencionó la SES, al poseer efecto oxidante es capaz de interactuar con los pigmentos del huevo como luteína y zeaxatina que poseen coloraciones amarillo-naranja afectando su estructura y con ello la capacidad de impartir color.

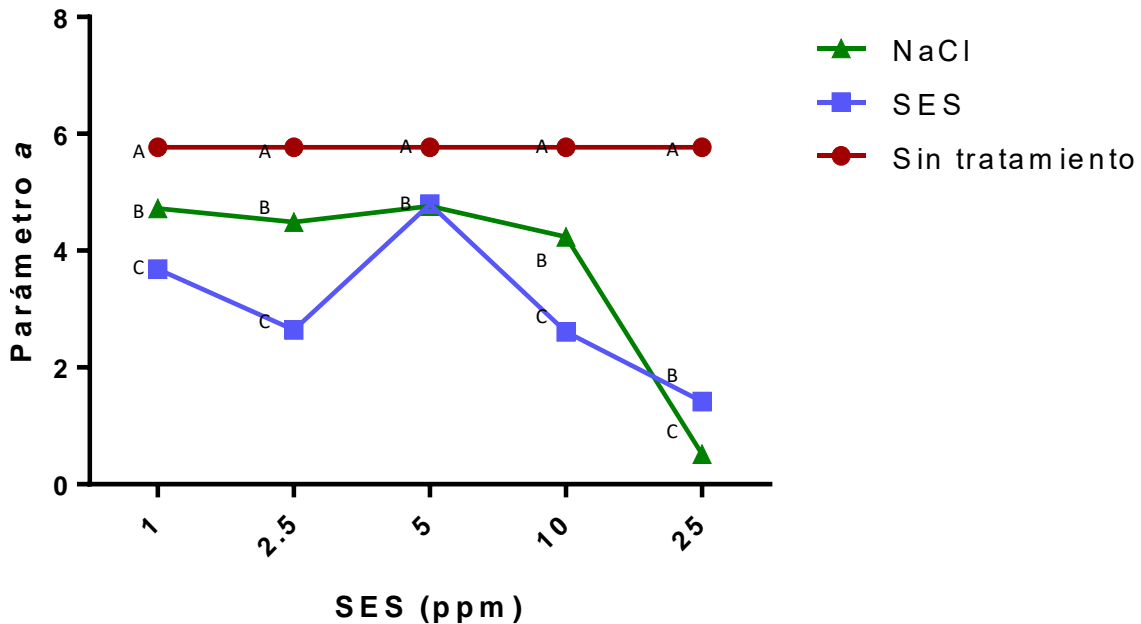


Figura 3. 12Evaluación de parámetro *a* en huevo entero a diferentes concentraciones de SES. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.5.2.3 Parámetro *b*

Finalmente el parámetro *b* que indica coloraciones amarillo (+) y azul (-), en la Figura 3.13 se observa una disminución del color amarillo en el huevo siendo nuevamente la SES la que presenta menores valores, a una mayor concentración de SES se muestra menor coloración amarilla este comportamiento se podría explicar ya que al haber en la muestra mayor concentración de la especie oxidante, existe mayor interacción con los carotenoides presentes en el huevo. Se sabe que uno de los factores que influyen en la descomposición de éstos es el oxígeno, generando cambios estructurales (trans a cis) (Fennema, 1995) lo que provoca mayor absorbancia en el espectro visible y por lo tanto un ligero desplazamiento en el color observado.

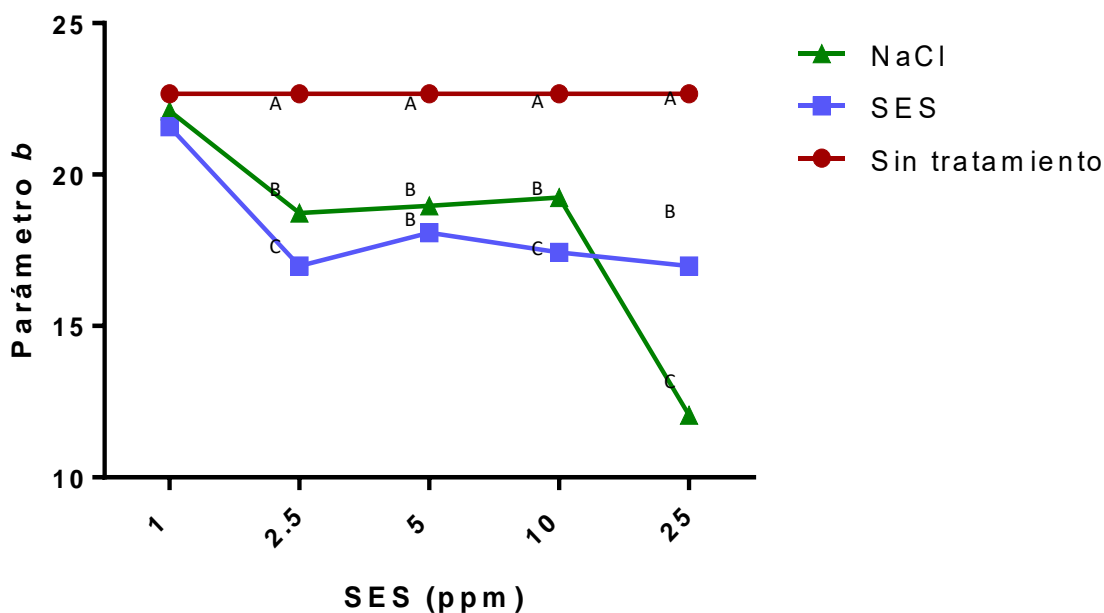


Figura 3. 13 Evaluación de parámetro *b* en huevo entero a diferentes concentraciones de SES. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En cuanto al diferencial total de color se puede observar en la Figura 3.14 que la Solución Electrolizada de Superoxidación presentó mayor diferencia de coloración

respecto a la muestra que no recibió tratamiento, este resultado es atribuido al carácter superoxidante de la solución la cual, genera cambios en la composición de las moléculas responsables de impartir color. El control con NaCl presentó valores bajos de diferencial total de color, sin embargo las diferencias presentadas se justifican por efecto de dilución que se realizó en el huevo.

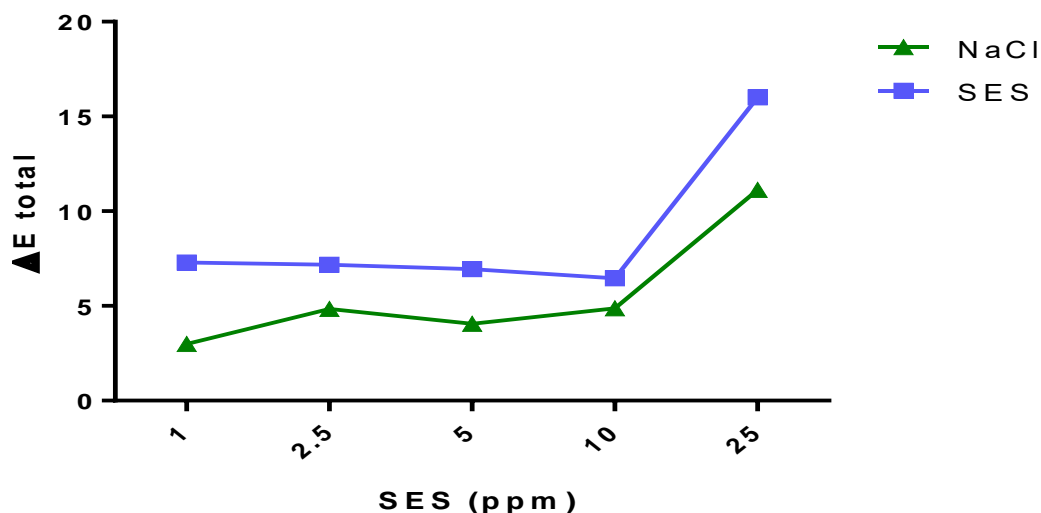


Figura 3. 14 Evaluación del diferencial total ΔE en huevo entero a diferentes concentraciones de SES

3.5.3. Evaluación de propiedades funcionales

Las propiedades funcionales evaluadas fueron capacidad de emulsión y capacidad de espumado. En la capacidad de emulsión, se puede ver en la Figura 3.15 que la adición del desinfectante en huevo entero líquido a concentraciones de 1ppm, 2.5ppm, 5ppm y 10ppm no afecta significativamente la formación de la emulsión, sin embargo a una concentración de 25ppm de SES en huevo esta propiedad funcional se ve disminuida, dicho comportamiento es atribuido principalmente a que en la muestra la cantidad de huevo y con ello, fosfolípidos y proteínas se encontraban en menor cantidad (por efecto de dilución) por lo que no fue posible emulsionar una alta cantidad de aceite como con en las muestras anteriores. Se observa también, que dicho comportamiento es seguido por el control con NaCl

demostrando que la SES por su composición, no afecta en la capacidad de emulsificado.

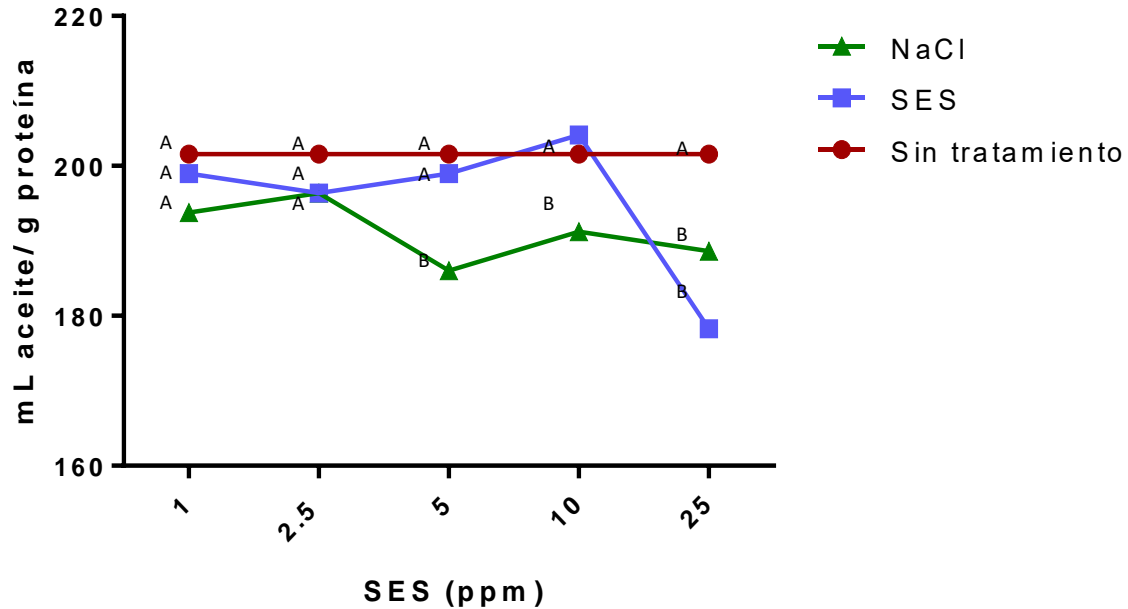


Figura 3. 15 Evaluación de la capacidad de emulsificado en huevo entero a diferentes concentraciones de SES. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para esta determinación no se realizaron ajustes de concentración de proteína, así que una disminución de la capacidad de espumado podría atribuirse al efecto de dilución del huevo sin embargo, se muestra en la tabla 3.5 los volúmenes de espuma esperados en función de la concentración de la proteínas en las muestras tratadas con SES.

Tabla 3. 5 Volúmenes de espuma en función de la concentración de proteína en huevo entero líquido tratado con diferentes concentraciones de SES

Tratamiento	Concentración de proteína (g)	Volumen de espuma esperado (mL)	Volumen de espuma obtenido (mL)
Sin tratamiento	0.64	-	30.00
1 ppm SES	0.58	27.00	32.33
2.5 ppm SES	0.58	27.00	34.67
5 ppm SES	0.58	27.00	34.33
10 ppm SES	0.51	24.00	31.33
25 ppm SES	0.32	15.00	34.67

Se observa que a pesar de sufrir un efecto de dilución las muestras presentaron volúmenes de espuma muy similares a la muestra que no recibió tratamiento con SES, dicho comportamiento se atribuye a que la adición de líquido es favorable para la formación de espuma como se muestra en la Figura 3.16 sin embargo, la espuma resultante tiende a no ser estable

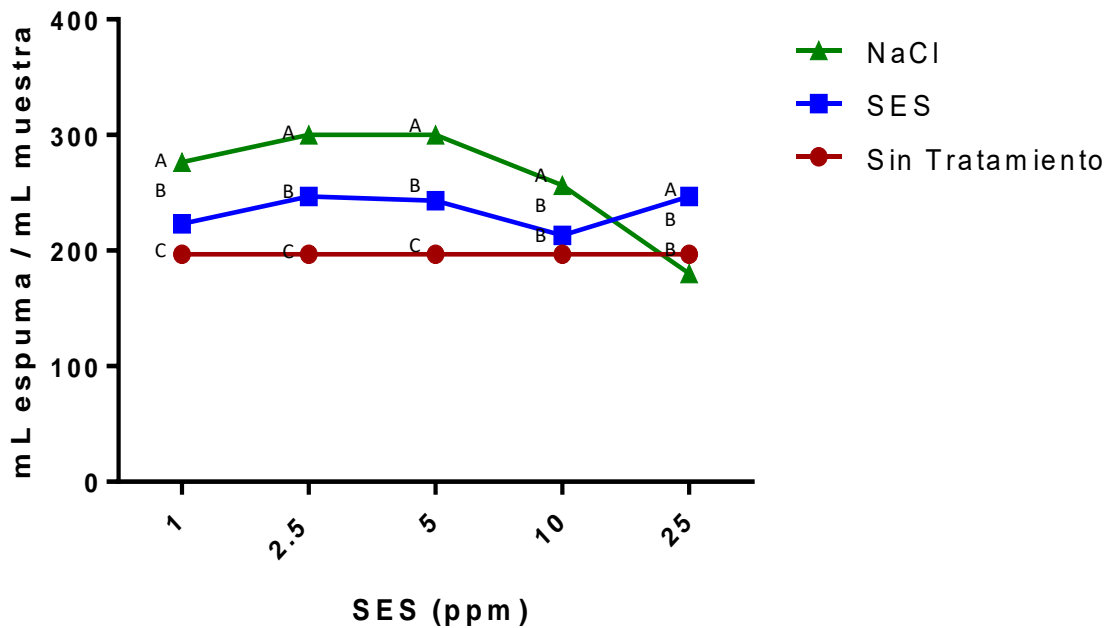


Figura 3. 16 Evaluación de la capacidad de espumado en huevo entero a diferentes concentraciones de SES. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6 Estudio fisicoquímico y funcional en ovoproductos líquidos a través del tiempo.

3.6.1. Evaluación de pH

En la Figura 3.17 se muestran los resultados para la evaluación de pH en huevo entero, en donde se observa que en todos los días de monitoreo el valor de pH no resultó significativamente diferente. Como se mencionó anteriormente, la SES por su composición es una solución neutra, que no debería presentar algún efecto sobre el huevo, sin embargo, el huevo por su composición presenta cambios en almacenamiento como descarboxilación de proteínas provocando aumento de pH, sin embargo se puede ver que la SES lo tuvo ningún efecto “retardante” de dicho cambio.

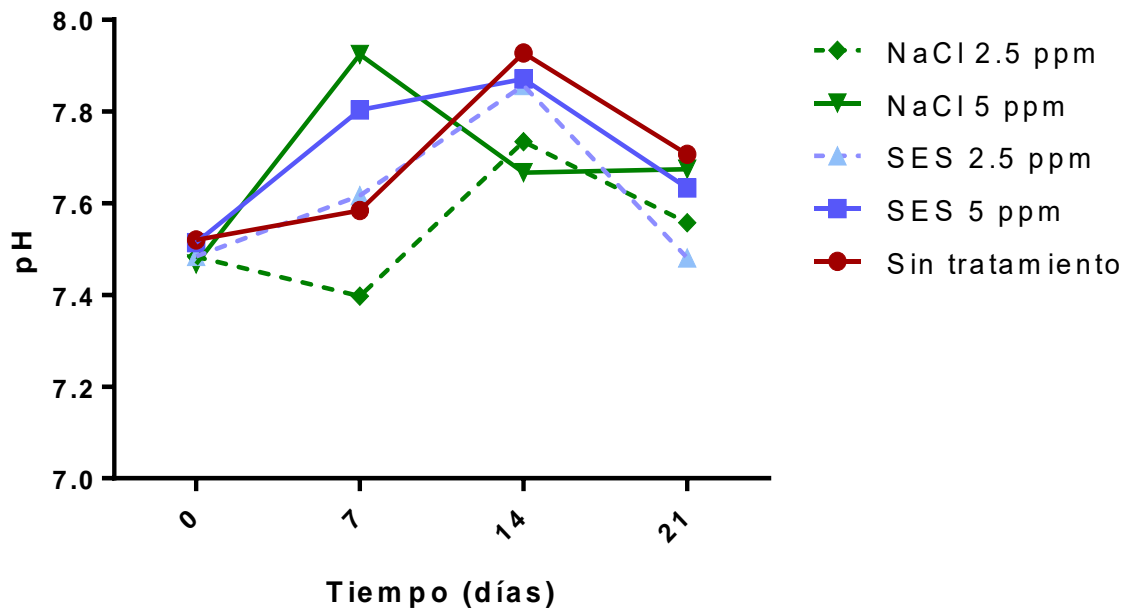


Figura 3. 17 Evaluación de pH en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5 ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para el caso de claras Figura 3.18, se observó que sólo al día 0 de monitoreo hay diferencia respecto al control sin tratamiento sin embargo, para los días posteriores esta diferencia desaparece. En general, se observa un aumento de pH, que como se mencionó, en almacenamiento las proteínas son susceptibles a sufrir pérdida de enlaces peptídicos exponiendo grupos amino induciendo un aumento de pH. Al no haber diferencia de SES o NaCl respecto al control se puede decir que la SES tampoco presentó un efecto retardante en el aumento de pH en clara.

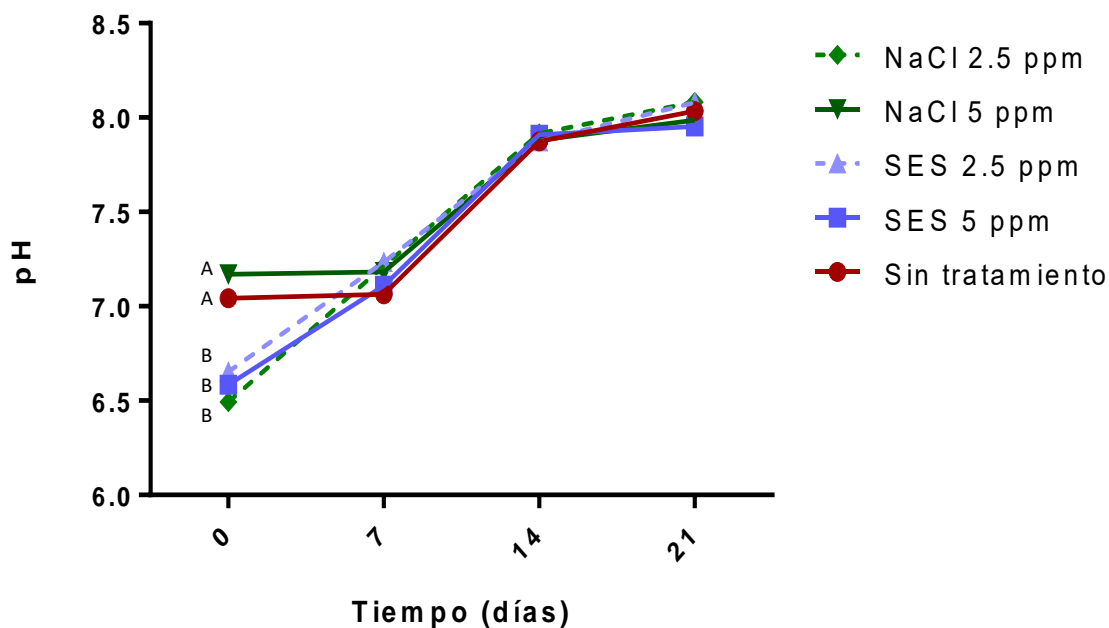


Figura 3. 18 Evaluación de pH en claras líquidas tratado con SES 2.5ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Por último en yemas líquidas la Figura 3.19 muestra la variación de éste parámetro, y se muestra que el pH no resultó estadísticamente diferente en todas las muestras a excepción del día 7 de monitoreo con la muestra de NaCl 2.5ppm en dónde dicha diferencia se atribuye principalmente a la sensibilidad del equipo.

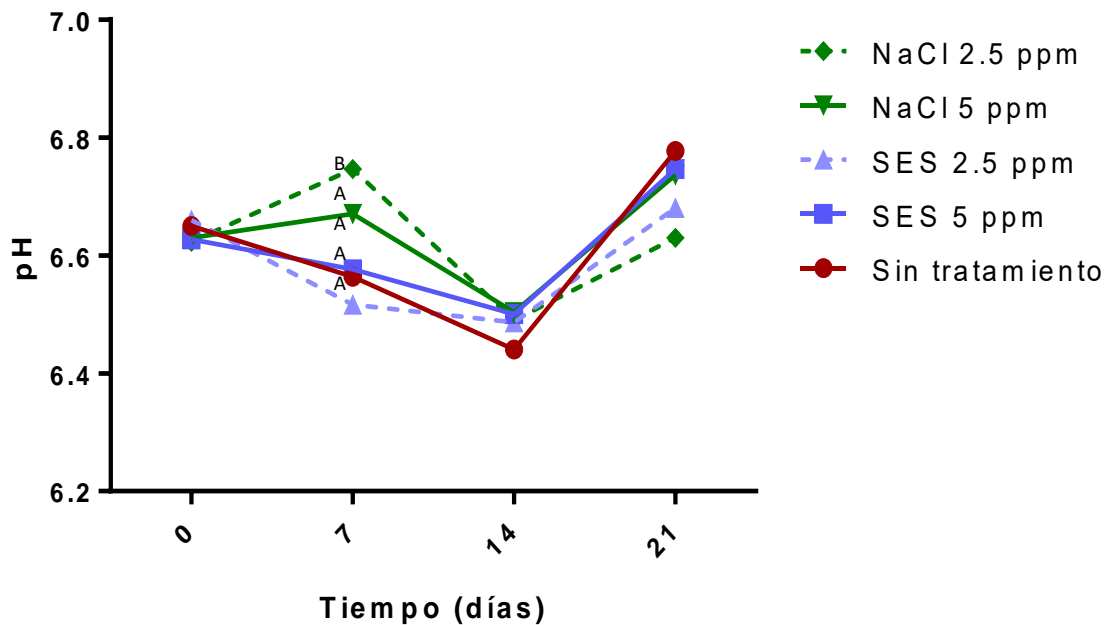


Figura 3. 19 Evaluación de pH en yemas líquidas tratadas con SES 2.5ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.2. Acidez

Se evaluó la acidez para los tres ovoproductos, sin embargo para huevo entero y yemas, se reportó la concentración de ácido oleico en la muestra ya que en ambas dicho ácido es el que está presente en mayor proporción, éste al poseer una naturaleza lipídica además de ser un ácido graso insaturado se esperó que al contacto con la SES se vería afectado por reacciones de oxidación y con ello su concentración en la muestra sería menor a través del tiempo. Para claras se realizó la misma evaluación, expresando los resultados como porcentaje de ácido carbónico.

En la Figura 3.20 se pueden ver las variaciones de concentración de ácido oleico en huevo entero líquido, se observa que entre muestras los resultados no fueron significativamente diferentes, incluso no hubo diferencia de concentraciones desde el día 0 al día 21 de monitoreo en ningún tratamiento probado, este resultado es

consistente con los obtenidos en la evaluación de pH en donde tampoco se encontraron diferencias en los tratamientos.

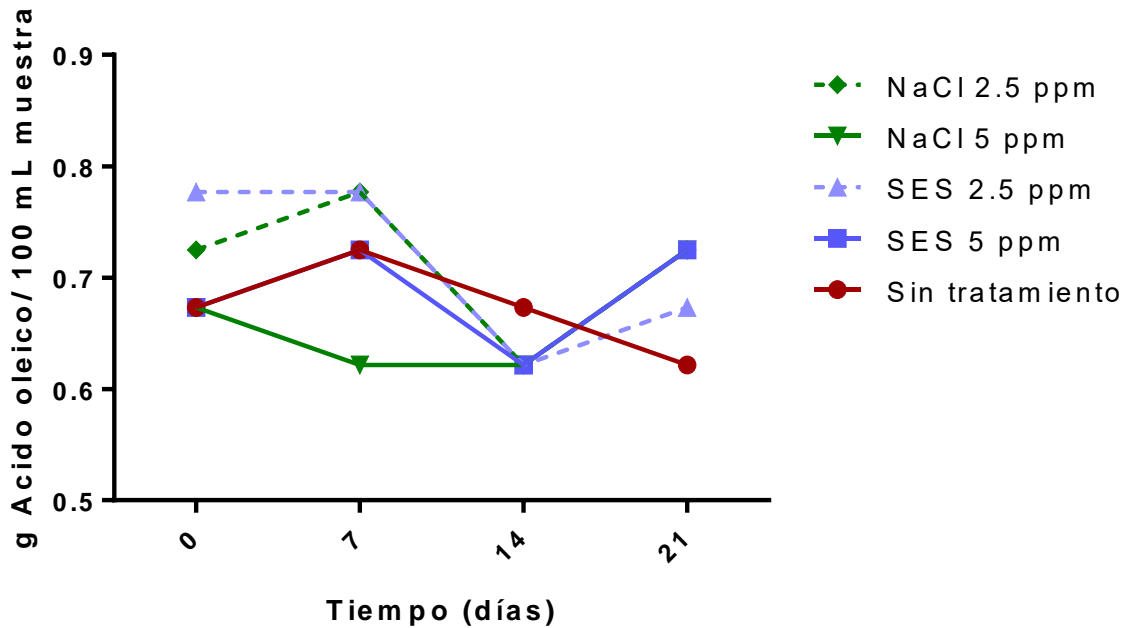


Figura 3. 20 Evaluación del contenido de ácido oleico en huevo líquido entero tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para el caso de claras líquidas (Figura 3.21), relacionando los resultados de pH con el porcentaje de acidez, se observa que ambas tendencias fueron inversamente proporcionales pues como se mencionó anteriormente, en almacenamiento las proteínas que componen el albumen son susceptibles a pérdida de enlaces peptídicos y aumento de pH por exposición de extremos amino. Se puede ver que las muestras tratadas con SES y el control con NaCl no presentaron diferencias respecto al control sin tratamiento, por lo que no se atribuye a la solución las variaciones de acidez.

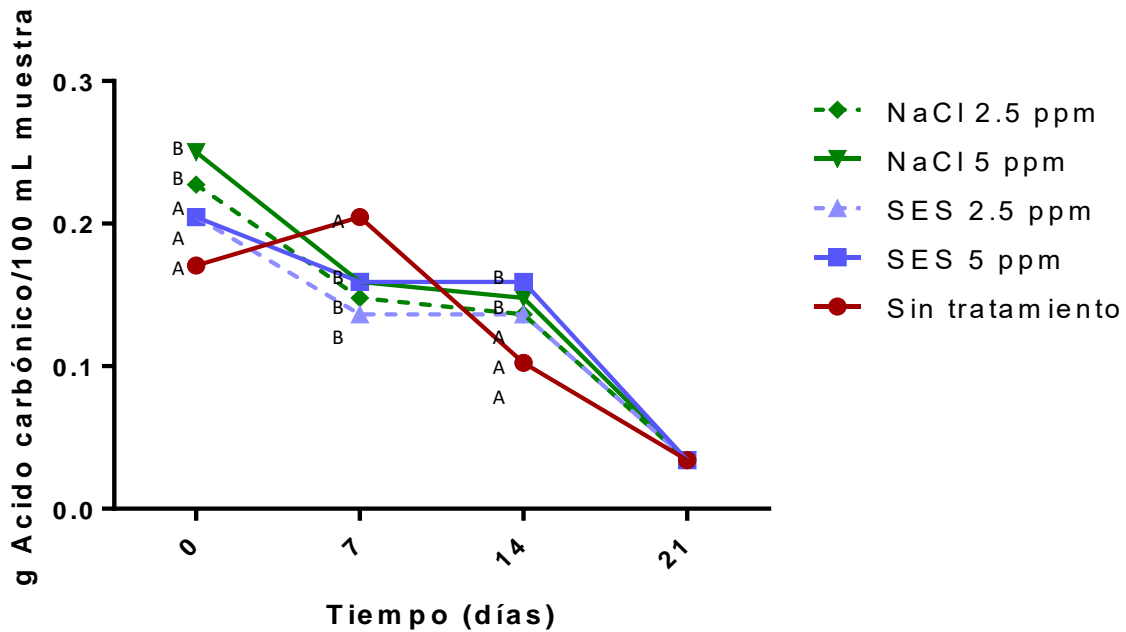


Figura 3. 21 Evaluación del contenido de ácido carbónico en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Finalmente para las yemas (Figura 3.22) se muestra que tampoco hubo variaciones de la concentración de ácido oleico en la muestra en ninguno de los tratamientos evaluadas a través del tiempo. Posiblemente existieron pérdidas del ácido oleico sin embargo esta metodología no fue sensible para detectar esa disminución tan baja del ácido.

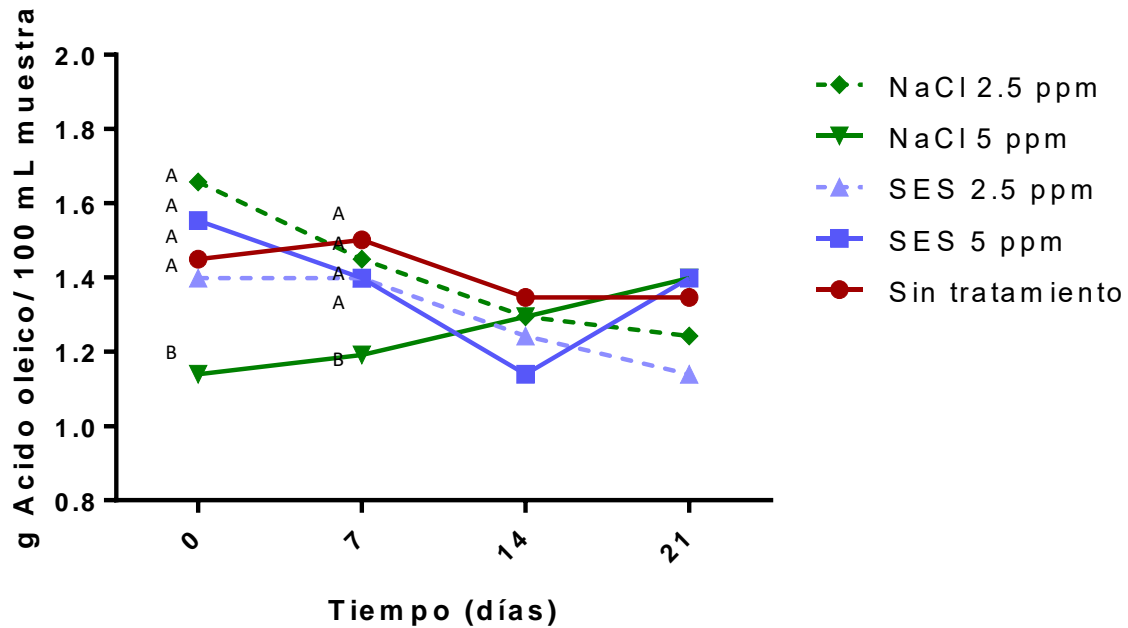


Figura 3. 22 Evaluación del contenido de ácido oleico en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.3. Evaluación de capacidad de emulsión

Como se comentó anteriormente, la capacidad de emulsión del huevo y yema está dada por la capacidad de los fosfolípidos y lipoproteínas de emulsificar grasa. La Figura 3.23 muestra el cambio de dicha propiedad a través del tiempo para el estudio de huevo entero líquido, en donde se observa que al día cero no se encontró diferencia significativa de las muestras tratadas con SES respecto a la muestra sin tratamiento, sin embargo para el día 7 de monitoreo se observa una pérdida de la propiedad en todas las muestras, al día 14 se mostró un aumento de la capacidad de emulsión y nuevamente no se encontró diferencia respecto a los tratamientos control empleados. Para el día 21 se mantuvo la tendencia del día 14. Se puede observar que las muestras tratadas con SES y NaCl con 5 ppm presentaron una ligera disminución de la propiedad en todos los días de monitoreo sin embargo, las diferencias no fueron significativamente diferentes a excepción

del día 21 de monitoreo dicha diferencia podría ser atribuida a la pérdida de proteína por almacenamiento.

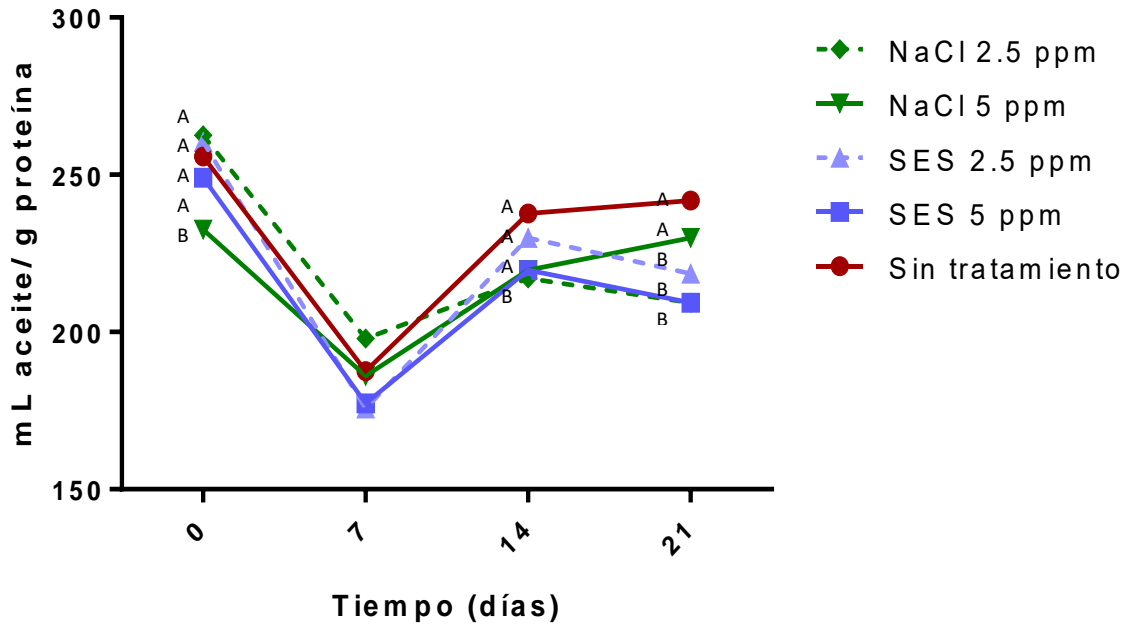


Figura 3. 23 Evaluación de la capacidad de emulsificado en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para el caso de yemas (Figura 3.24) se puede ver que en general, se tiene una tendencia a disminuir de la capacidad de emulsión. Al día 0 de monitoreo, nuevamente no se encontraron diferencias de SES respecto a los tratamientos control, por lo que la disminución de la propiedad se atribuye a la pérdida de proteínas por almacenamiento y no al efecto de la SES.

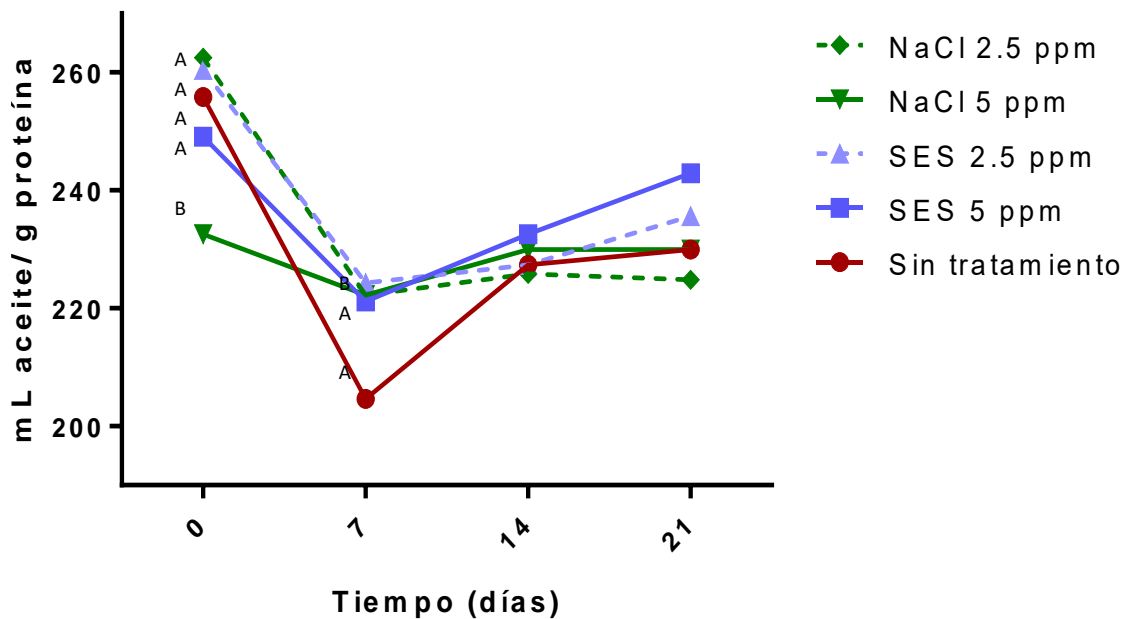


Figura 3. 24 Evaluación de la capacidad de emulsificación en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5 ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para los dos ovoproductos se observó que al día 7 de evaluación la capacidad de emulsión mostró una tendencia a disminuir no siendo así al día 14 y 21 dicha disminución es atribuida principalmente a un error de experimentación pues en ambos productos se sigue el mismo comportamiento, además de esto una disminución tan repentina se atribuiría a una pérdida de proteína y fosfolípidos en muestra, sin embargo se observa que en días posteriores de monitoreo se obtienen valores más altos. Se tomaron como correctos los resultados de ese monitoreo ya que no se tenía conocimiento de en qué medida el almacenamiento iba a disminuir la propiedad.

3.6.4. Evaluación de capacidad de espumado

En cuanto a la capacidad de espumado, proteínas como ovomucina y globulinas son las responsables de estabilizar y formar la red que es capaz de retener aire debido a la anfipaticidad de las mismas. En la Figura 3.25 se puede ver que a través del tiempo la capacidad de espumado para huevo entero no se vio afectada, así mismo la adición de SES o NaCl no modificó significativamente los resultados, a excepción del día 14 de monitoreo para SES a 5 ppm..

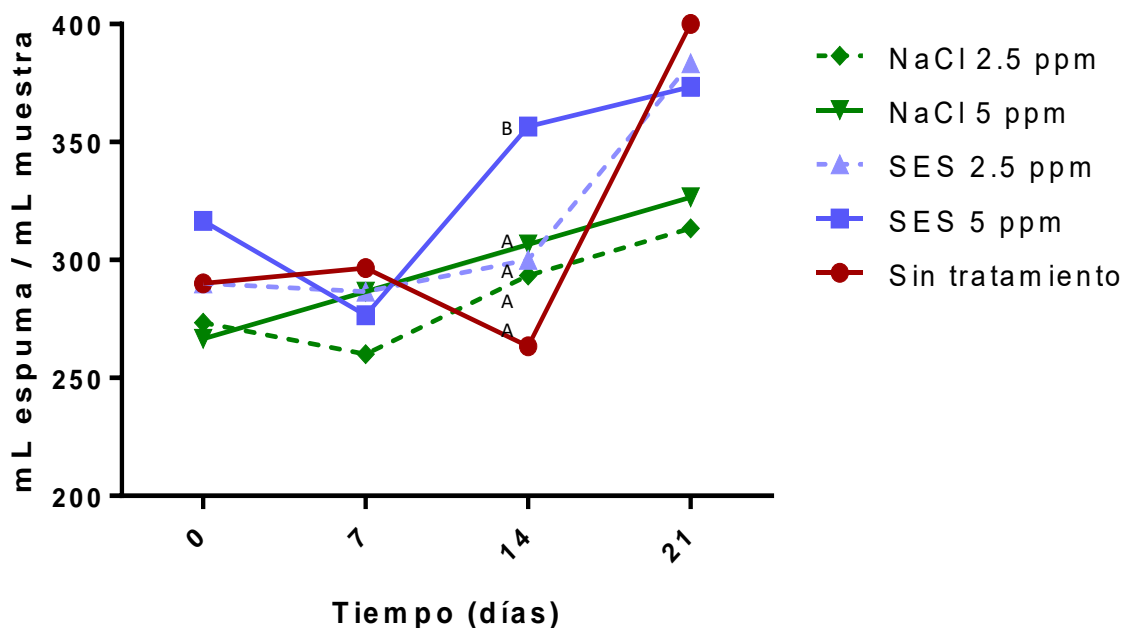


Figura 3. 25 Evaluación de la capacidad de espumado en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para las claras líquidas en la Figura 3.26 se observa que sólo al día 0 y 7 de evaluación las muestras tratadas con SES presentaron un aumentos de la capacidad de espumado.

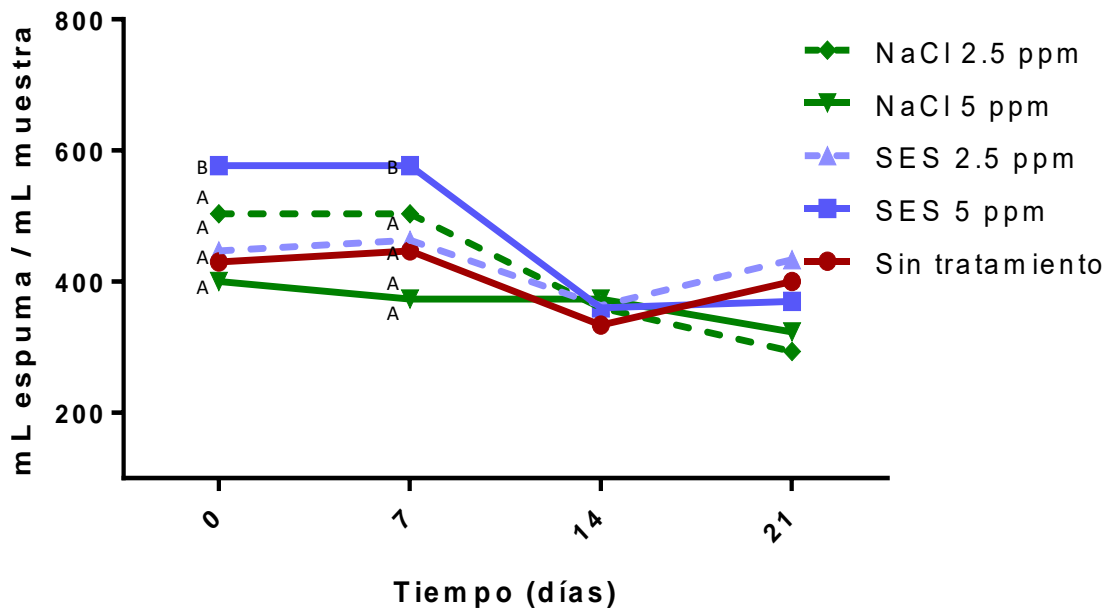


Figura 3. 26 Evaluación de la capacidad de espumado en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.5. Evaluación de color

3.6.5.1 Parámetro *L*

La Figura 3.27 muestra que el parámetro *L* (luminosidad) para huevo entero presentó una tendencia a disminuir durante el estudio a través del tiempo. Se observa que las muestras tratadas con SES no presentaron diferencias significativas respecto a los controles esto indica que la solución no afectó significativamente la luminosidad en huevo entero y que la disminución de dicho parámetro no es atribuida a la SES.

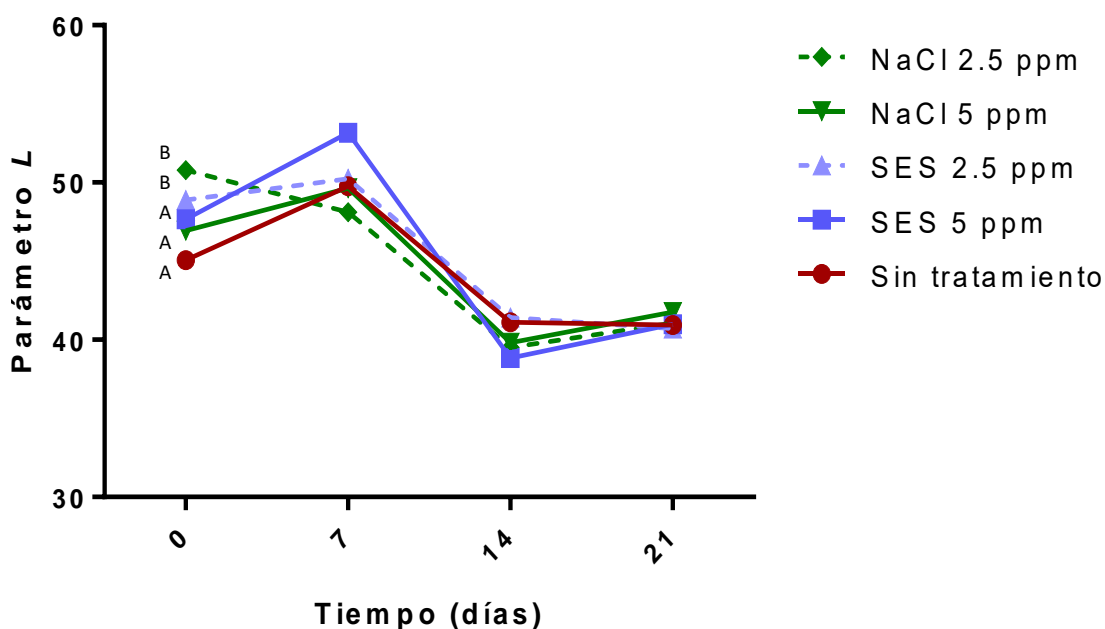


Figura 3. 27 Evaluación de color. Parámetro *L* en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para el caso de las claras, en la Figura 3.28 igualmente se observa que existió disminución de la luminosidad a través del tiempo, en éste producto dicho cambio se atribuye a que la clara, al ser un componente del huevo rico en proteínas, éstas al poseer un alto contenido de aminoácidos azufrados como cisteína, en

almacenamiento se da la formación de DHA, con posterior formación de H₂S que también se ve favorecida por el medio alcalino (Lupano, 2013) finalmente el ácido sulfhídrico al interactuar con hierro forma un compuesto llamado sulfuro férrico, de coloración oscura provocando la disminución de luminosidad. Se puede ver que la SES por su composición, no afectó la disminución de éste parámetro pues no presentó diferencia significativa respecto al control sin tratamiento ni con las muestras control de NaCl.

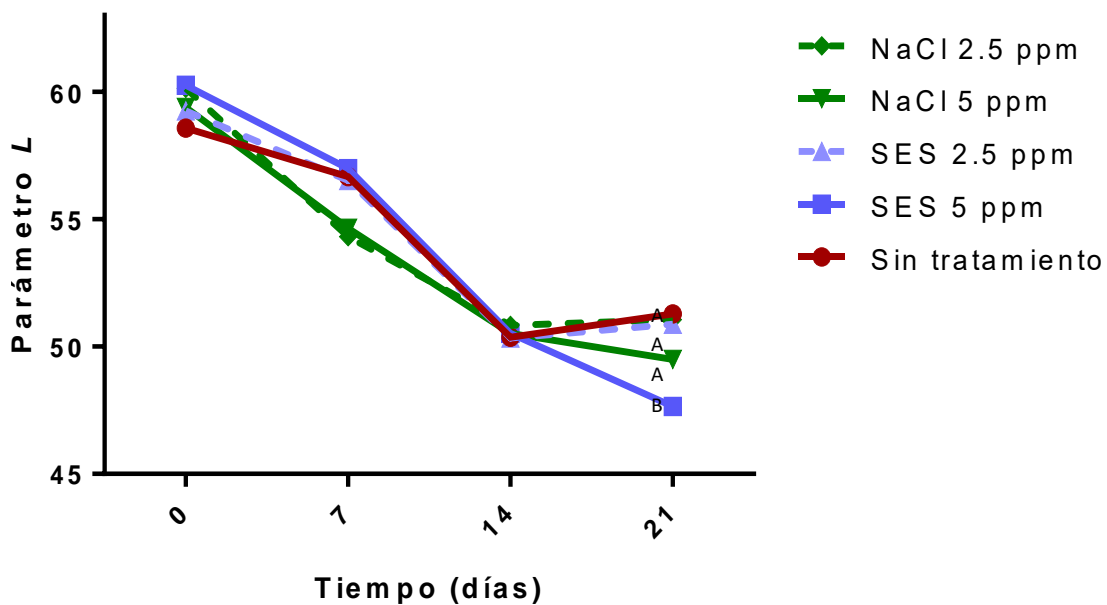


Figura 3. 28 Evaluación de color. Parámetro *L* en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En cuanto a yemas que se muestran en la Figura 3.29, se puede ver que tanto las muestras de SES así como los controles con NaCl presentaron mayor luminosidad que la muestra sin tratamiento, esta diferencia no es atribuida al efecto de la SES pues se observa que los controles con NaCl mostraron un comportamiento similar, por lo que los resultados son atribuidos al efecto de dilución de la yema.

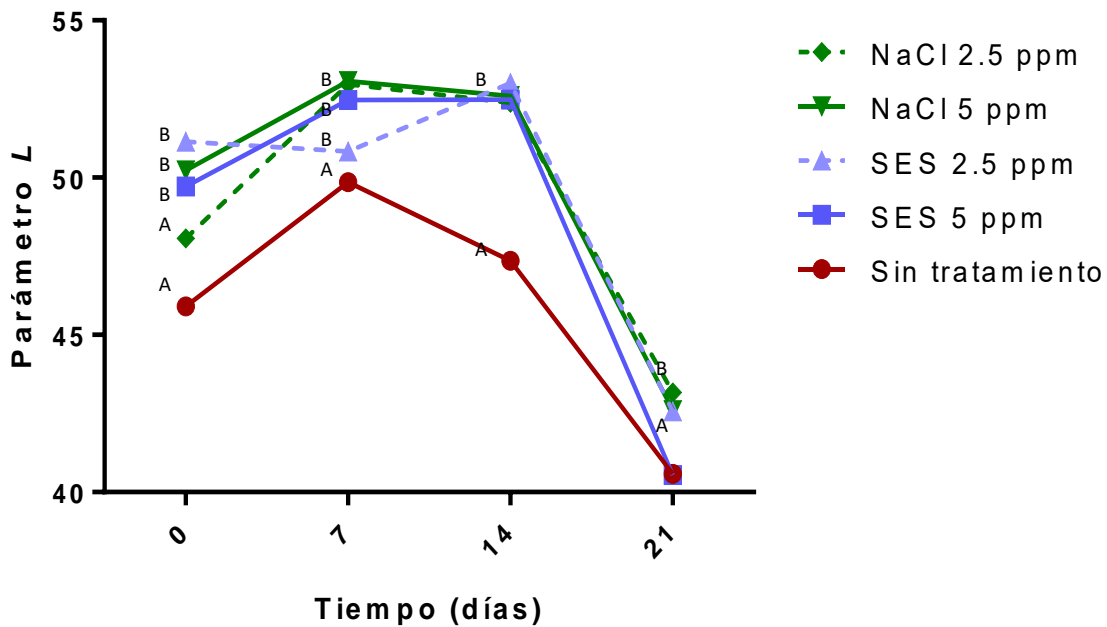


Figura 3. 29 Evaluación de color. Parámetro *L* en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.5.2. Parámetro *a*

En cuanto al parámetro *a* rojo (+) a verde (-) en la Figura 3.30 se muestra que para huevo entero en todos los días de monitoreo las muestras tratadas con SES presentaron menores valores de coloración roja respecto a la muestra sin tratamiento, se puede ver que el control de NaCl 5 ppm no muestra dicho comportamiento por lo que la disminución de coloración es atribuida a la SES. La SES al ser una sustancia superoxidante interaccionó con pigmentos del huevo provocando una pérdida en la capacidad de impartir color provocando tonalidades menos intensas.

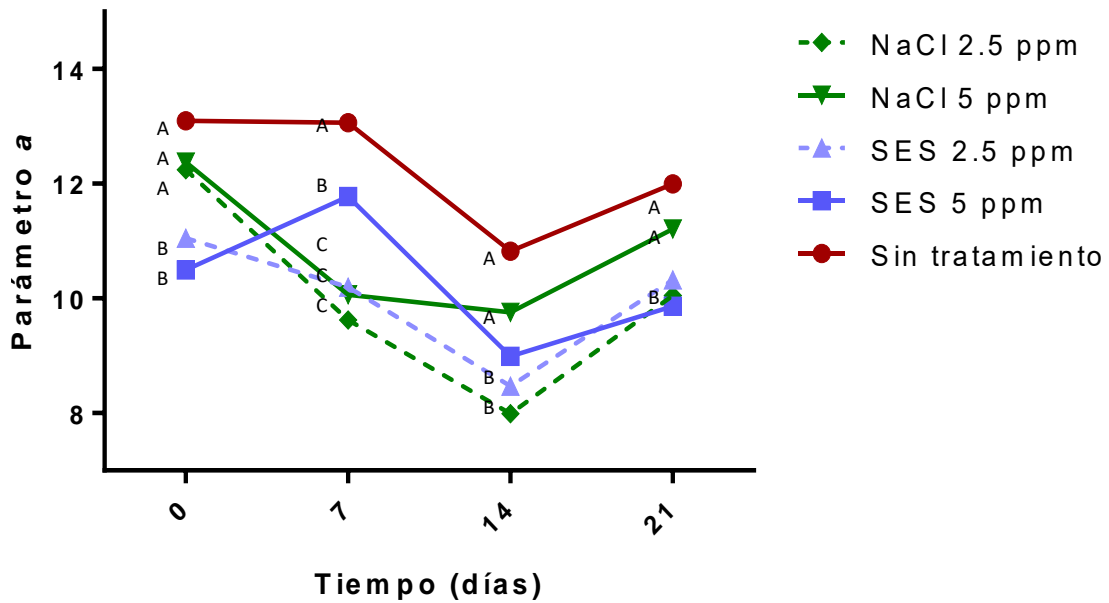


Figura 3. 30 Evaluación de color. Parámetro *a* en huevo líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para el caso de claras (Figura 3.31), desde el monitoreo 0 se observó que las muestras presentaron un valor de 0 en la escala de coloración, dicho valor se justifica ya que al ser una solución principalmente compuesta por proteínas y agua no existe alguna molécula que pudiera proporcionar la coloración, sin embargo se observa que las muestras tratadas con SES y NaCl 5 ppm mostraron una tendencia más negativa que las demás muestras.

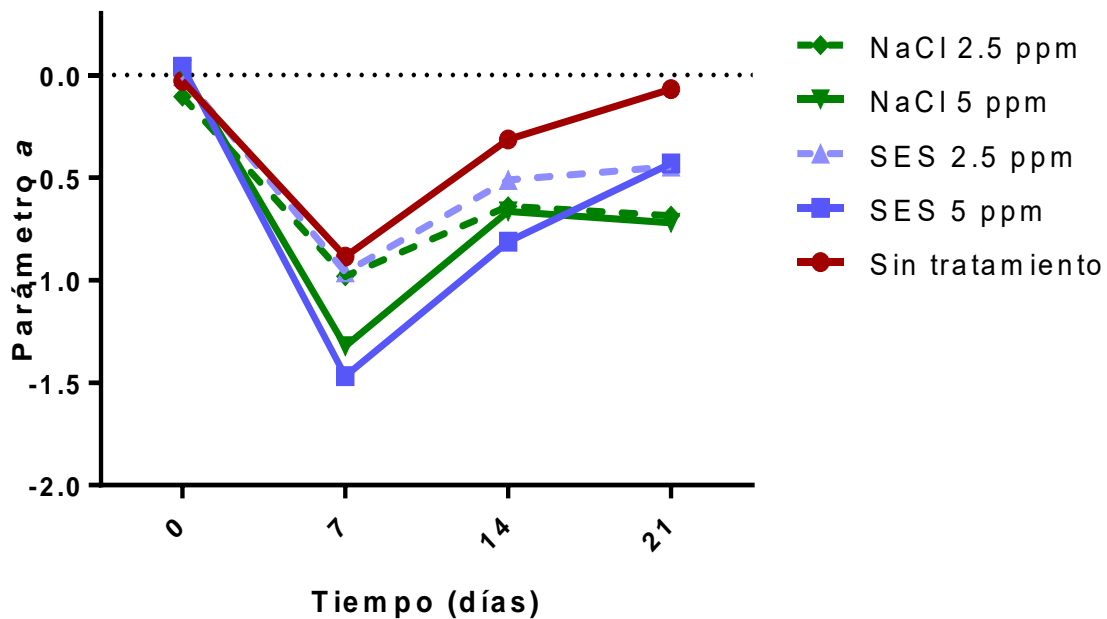


Figura 3. 31 Evaluación de color. Parámetro a en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Para las yemas puede verse en la Figura 3.32 que las muestras tratadas con SES y NaCl nuevamente presentaron menor coloración roja pues en ellas al realizar diluciones de la yema, se presenta una disminución en la intensidad de color sin embargo sólo al día 7 de monitoreo se observaron diferencias significativas respecto al control sin tratamiento.

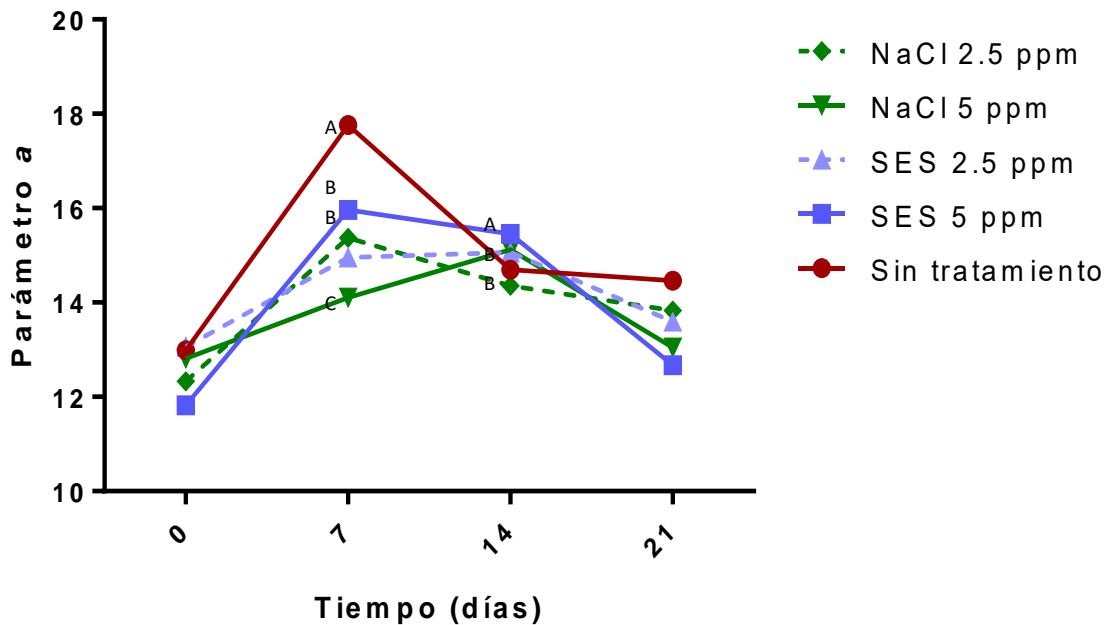


Figura 3. 32 Evaluación de color. Parámetro a en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.5.3. Parámetro b

El parámetro **b** es la escala que indica los cambios de coloración amarillo (+) a azul (-). En la Figura 3.33 se observa que para huevo entero las muestras tratadas con SES sólo mostraron diferencia respecto a la muestra control sin tratamiento al día 14 de almacenamiento. La tendencia de éste para parámetro fue disminuir respecto al tiempo de almacenamiento indicando pérdida de coloración amarilla que como ya se comentó antes, los pigmentos del huevo o sea los carotenoides en éste caso xantofilas como luteína y zeaxantina (Sayed *et al*, 2017) son susceptibles a degradación por almacenamiento, varios son los factores que influyen dicho cambio siendo la exposición al oxígeno uno de los más importantes ya que éste es un promotor de la autoxidación de moléculas insaturadas como los son los carotenoides. A pesar de lo anterior para el caso de huevo entero se observó que la SES no afectó de manera significativa la estructura de los pigmentos.

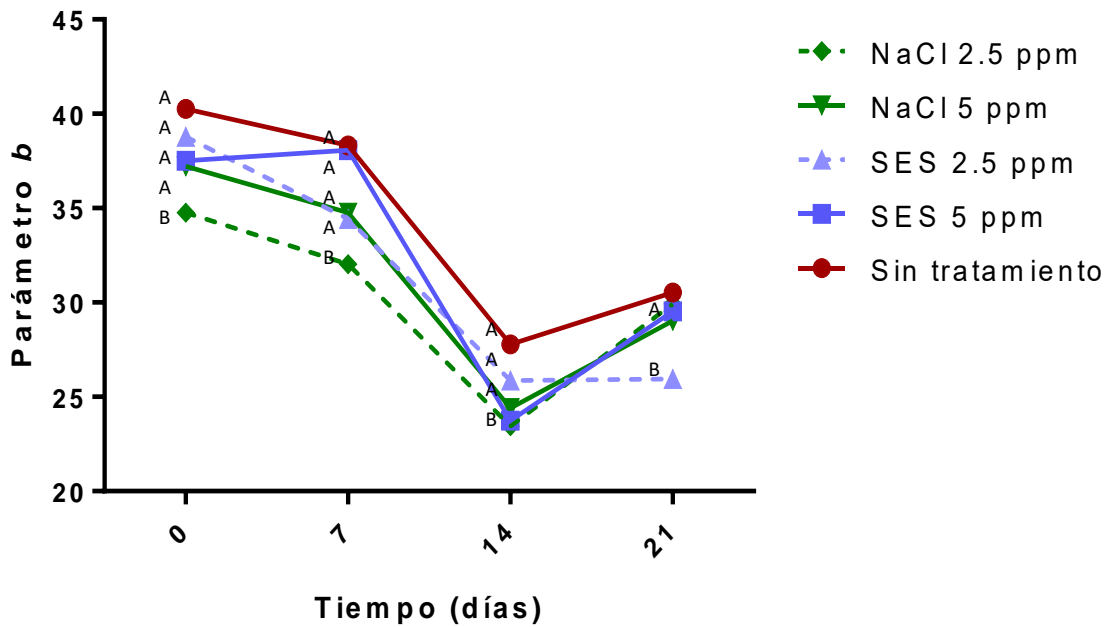


Figura 3. 33 Evaluación de color. Parámetro *b* en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

Se muestra en la Figura 3.34 que para el estudio en claras líquidas la coloración amarilla tampoco fue afectada por la adición de SES a las muestras, ya que no se presentaron diferencias significativas respecto a la muestra sin tratamiento. Este mismo comportamiento se observa para las muestras control con NaCl.

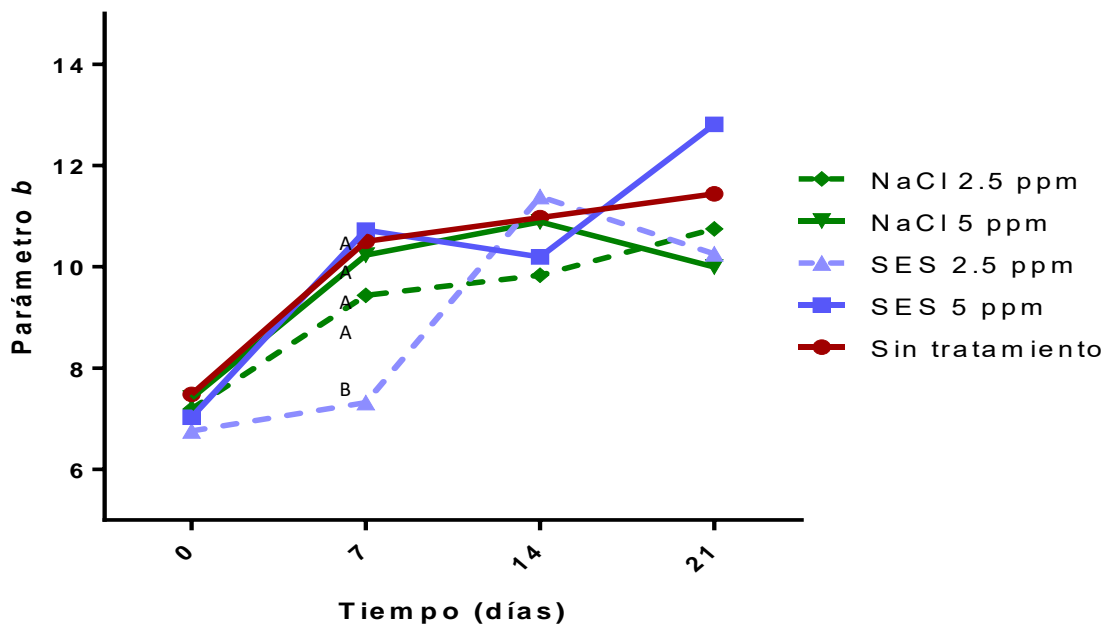


Figura 3. 34 Evaluación de color. Parámetro *b* claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En cuanto a las yemas líquidas de la Figura 3.35 nuevamente se observó que la adición de SES no modificó los cambios de coloración amarillo-azul en las muestras ya que sólo se encontró diferencia significativa de los tratamientos respecto al control en el día 0 de monitoreo.

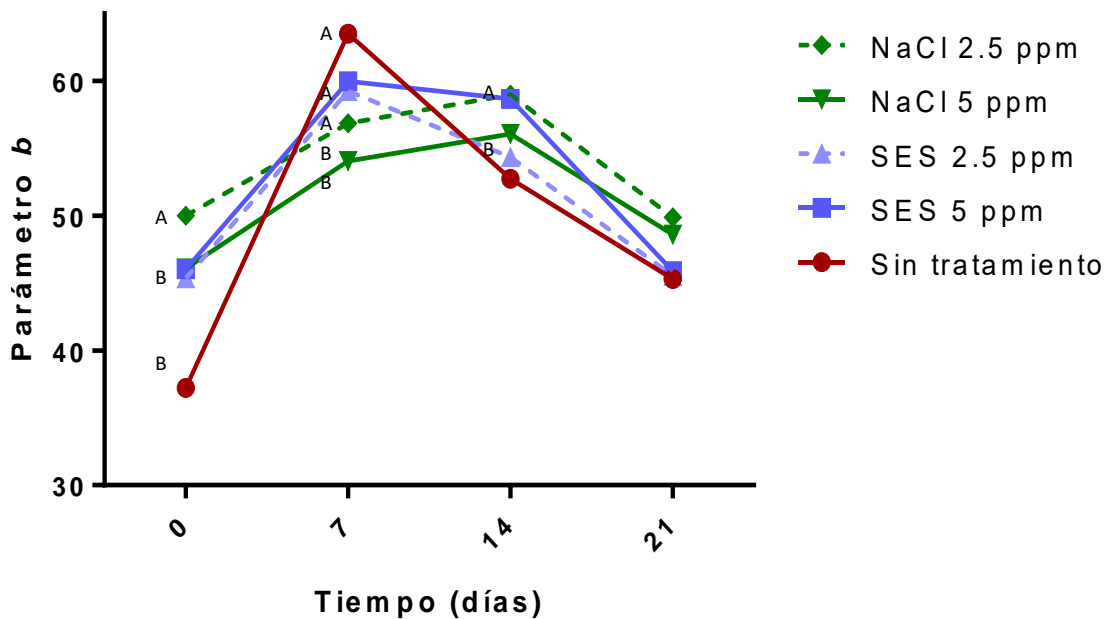


Figura 3. 35 Evaluación de color. Parámetro *b* yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

3.6.5.4. Delta E de color

En cuanto al diferencial total de color para el caso de huevo entero (Figura 3.36) se puede ver que el diferencial que presentan las muestras tratadas con SES mostraron un comportamiento similar al de los controles con NaCl, como se mencionó anteriormente, para las muestras tratadas con SES sólo se afectó negativamente la contribución del parámetro *a*, indicando una ligera disminución de color rojo por efecto de oxidación de pigmentos.

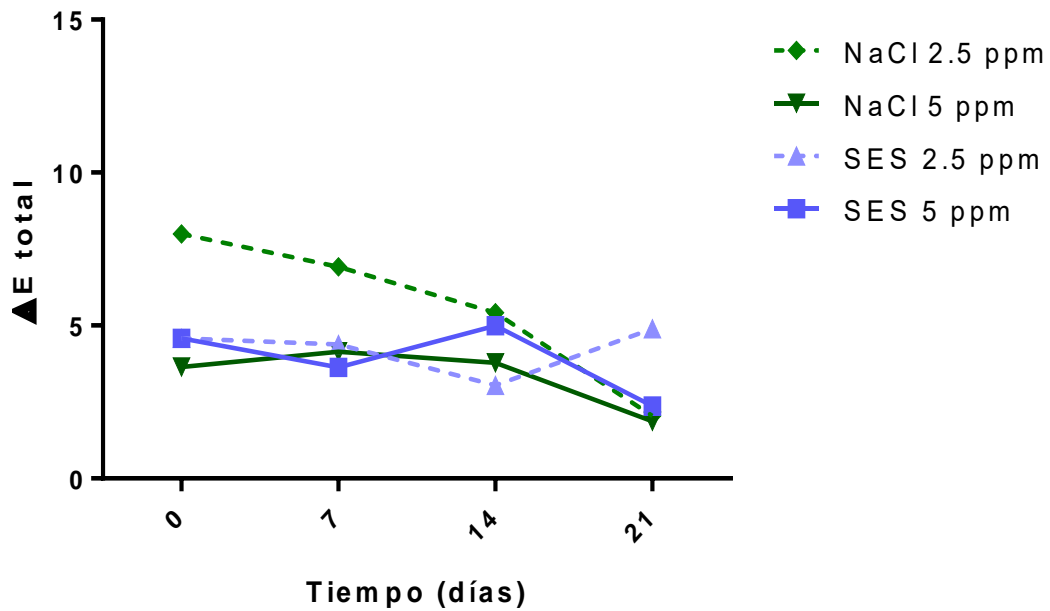


Figura 3. 36 Evaluación de color. ΔE de color en huevo entero líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.

La Figura 3.37 muestra que las claras líquidas fueron el ovoproducto que presentó menor diferencia total de coloración, este resultado se explica, ya que al no poseer pigmentos en su composición los cambios de coloración son debidos sólo al almacenamiento, así mismo se observa que la SES no influyó en la variación de color.

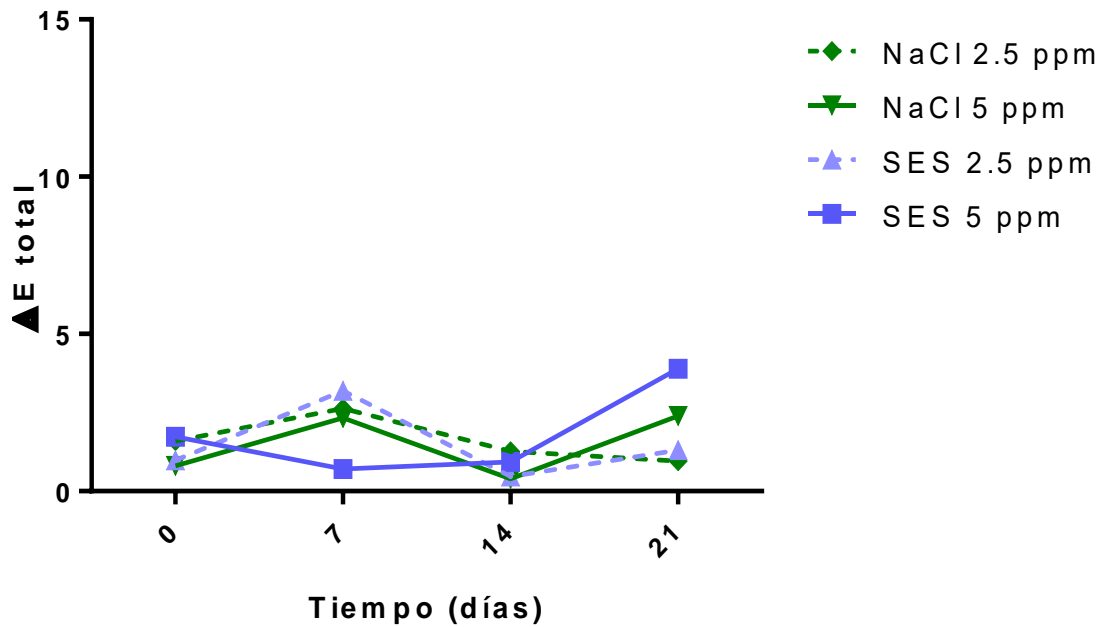


Figura 3. 37 Evaluación de color. ΔE de color en claras líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo.

Finalmente en la Figura 3.38 se muestra que en yemas se alcanza un mayor diferencial total de color al día 0 de monitoreo sin embargo éste diferencial se ve disminuido con el almacenamiento. Los principales parámetros que se vieron afectados por la adición de SES fueron luminosidad L , por efecto de dilución y el parámetro a por posible oxidación de carotenoides.

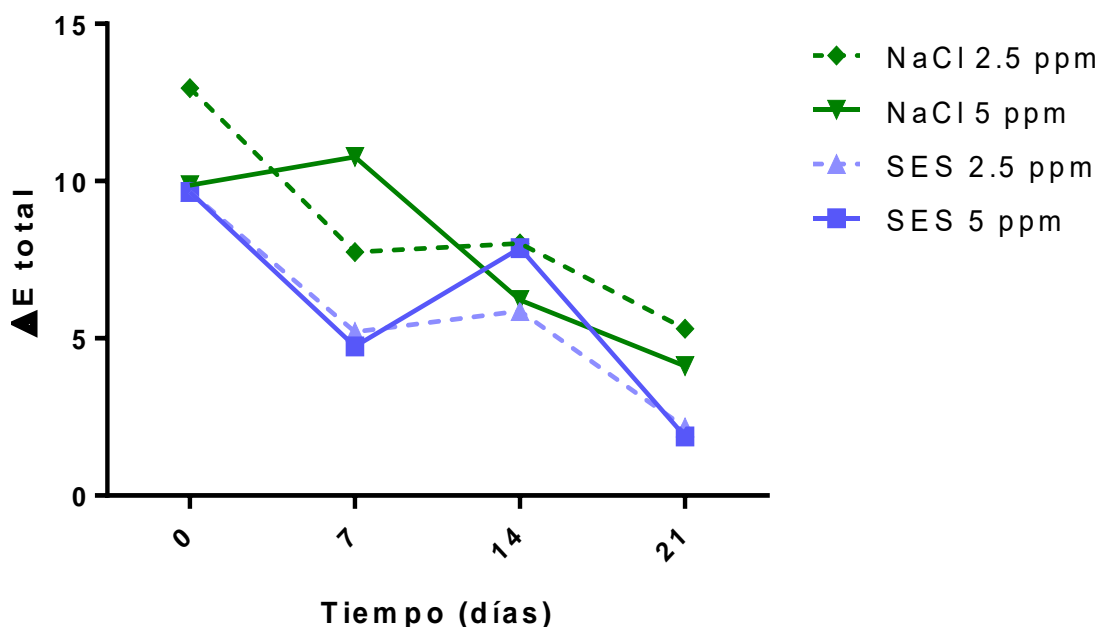


Figura 3. 38 Evaluación de color. ΔE de color en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo

3.6.6. Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS)

Los resultados de la evaluación de oxidación de lípidos para huevo entero y yemas se muestran a continuación.

En la Figura 3.39 se observa que al día 0 de monitoreo, la concentración de MDA no sobrepasó los 0.5 mg MDA/Kg de muestra, coincidiendo con estudios previos han reportado que la concentración de MDA en huevo fresco es de 0.32 a 0.42 mg/Kg de muestra (Nimalaratne *et al* 2016).

Se puede ver que los tratamientos con SES presentaron diferencias significativas sólo al día 21 de monitoreo, dichas diferencias pueden explicarse por la pérdida de malonaldehído que es capaz de reaccionar con aminoácidos libres como lisina, histidina, tirosina, arginina y metionina, lo cual también implica pérdida de valor nutricional del huevo (Babui, 2006) y disminuye la concentración de malonaldehído para su cuantificación.

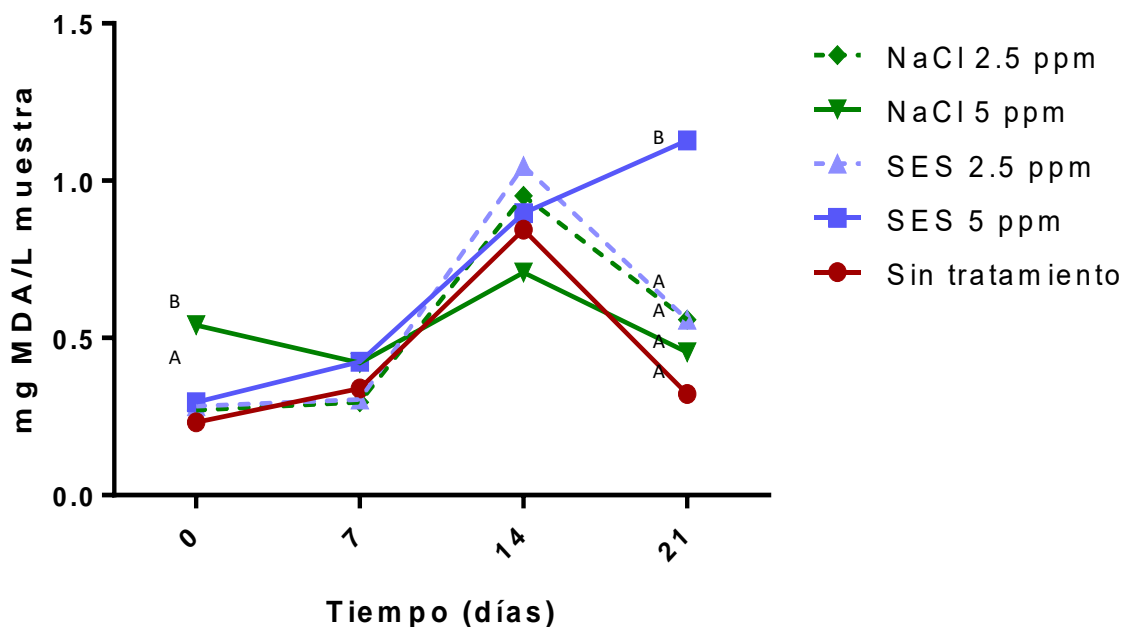


Figura 3. 39 Evaluación de la concentración de MDA en huevo líquido tratado con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

En el caso de yemas se observa en la Figura 3.40 que para el día 0 de monitoreo la concentración de MDA fue muy baja, Bernal *et al* (2003) reportan que la concentración de MDA en yema fresca es de 0.18mg/kg coincidiendo nuevamente con los resultados obtenidos en este estudio. Con el paso del tiempo se puede observar que la concentración de MDA tiende a aumentar y se aprecia claramente que las muestra tratada con SES 5 ppm fue la que generó más productos de oxidación de lípidos evidenciando el efecto superoxidante de la solución.

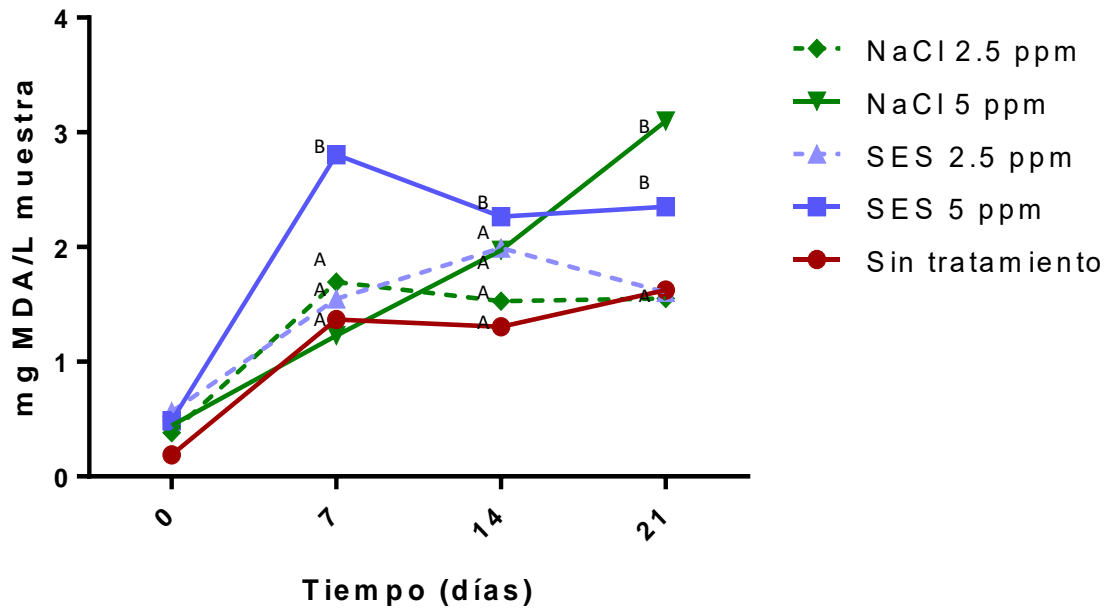


Figura 3. 40 Evaluación de la concentración de MDA en yemas líquidas tratadas con SES 2.5 ppm y 5ppm a través del tiempo. Líneas con las mismas letras no son significativamente diferentes $p < 0.05$

4. CONCLUSIONES

Estudio *in vitro*

La SES con 59.85 ppm de ácido hipocloroso elimina el 99.99% de *Escherichia coli* O157:H7a temperaturas comprendidas en el intervalo de 24°C- 80°C.

La temperatura en un intervalo 24°C a 80°C no influye en el efecto bactericida de la SES.

El efecto bactericida de la SES es directamente proporcional a la concentración de ácido hipocloroso que contenga.

Estudio microbiológico en ovoproductos

La presencia de proteínas disminuye el efecto bactericida de la SES

Los tratamientos con 5 ppm y 2.5 ppm de SES en huevo entero líquido no son significativamente diferentes.

Los tratamientos con 5 ppm y 2.5 ppm de SES en claras líquidas no son significativamente diferentes.

Se obtiene un mejor efecto bactericida en yemas con SES 5 ppm respecto a SES 2.5 ppm.

Estudio fisicoquímico en ovoproductos a través del tiempo.

El uso de SES 5 ppm y 2.5 ppm no modifica el pH en ningún ovoproducto a diferentes concentraciones, tampoco a través del tiempo.

La SES no afecta el porcentaje de acidez en ningún ovoproducto

La capacidad de emulsión en huevo entero y yemas no se afecta con la adición SES a 5 ppm y 2.5 ppm.

La capacidad de espumado no se modifica significativamente en huevo entero y claras con SES 5ppm y 2.5 ppm

Se observó mayor diferencial de color respecto a las muestras sin tratamiento en huevo entero líquido y yemas líquidas por efecto de dilución y oxidación de pigmentos.

La oxidación de lípidos en huevo entero y yemas aumenta 1.44 y 3.53 veces respectivamente empleando SES 5 ppm y 0.98 y 1.75 veces empleando SES 2.5 ppm.

Se recomienda el uso de SES en ovoproductos líquidos para disminuir la carga microbiológica de *Escherichia coli* O157:H7 ya que no afecta parámetros fisicoquímicos y funcionales a excepción de que promueve la oxidación lipídica en huevo entero y yemas.

5. REFERENCIAS

- Amiali M. (2005). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Enteritidis* in liquid egg products using Pulsed Electric Field. International Journal of Food Engineering Vol 5, article 8.
- Amiali M, Ngadi M, Smith J, *et al.*(2006). Synergistic effect of temperature and pulsed electric field. Journal of Food Engineering 79, pp 689–694.
- Belitz H.D. (2009). Food Chemistry 4th Edition Heidelberg: Springer.
- Bernal M, Casio X *et al* (2003). Estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados omega 3, frente a antioxidantes naturales. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas vol. 39, n. 4, pp 425-432.
- Badui D. S. (2006). Química de los alimentos 4ta Edición Pearson Educación.
- Ding T. Rahman S.M.E., Purev U & Oh D. (2010). Modelling of *Escherichia coli* O157:H7 growth at various storage temperatures on beef treated with electrolyzed oxidizing water. Journal of Food Engineering 97, pp 497-503
- Domínguez Pineda, F. A. & Hernández Pérez, H. A. (2012) Aspectos microbiológicos del huevo y sus derivados.(Tesis de licenciatura) Facultad de Química UNAM, CDMX, México.
- Durán H. (2010). Soluciones de Superoxidación y su evolución tecnológica. Revista Dolor, Foro Nacional de Investigación y Clínica Médica. Año 7. Vol III, pp 4-8.
- Fennema O. R. (1995). Food Chemistry Third Second Edition. Marcel Dekker, Inc.
- Fernández M, Pérez M, Dadashi S, Gómez-Guillén C, Sanz P. (2017). Impact of magnetic assisted freezing in the physicochemical and functional properties of egg components. Part 2: Egg yolk. Innovative Food Science and Emerging Technologies
- Gharbi N & Labbafi M. (2018). Effect of processing on aggregation mechanism of egg white proteins. Food Chemistry 252, pp 126-133.

- Gil A, (2010). Tratado de nutrición 2da edición Madrid. Médica Panamericana
- Gómez E, Talavera M, Soriano-Vargas E., Navarro A., Vega V., Aguilar S., Acosta J., (2017). Serotypes, virulence genes profiles and antimicrobial resistance patterns of *Escherichia coli* recovered from feces of healthy lambs in Mexico. *Small Ruminant Research* 2017, pp 41-47.
- Goñi S & Salvadori V. (2015). CIELAB Color measurement from digital images. *Journal of Food Measurement and Characterization*
- Guillán M, Sánchez J. (2017). Growth kinetics of *Escherichia coli* O157:H7 on the epicarp of fresh vegetables and fruits. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(1), pp 104-111
- Instituto de Estudios del Huevo (2009). 2da Edición Madrid, Instituto de Estudios del Huevo.
- Instituto de estudios del huevo (2018). Usos del huevo [En línea] Disponible en: <http://www.institutohuevo.com/usos-del-huevo/> [Último acceso 20-03-18]
- Ionna F, Quaglia N, Castiglia D, Goffredo E., Storelli A., De Rosa M., Normanno G., Caputi A. Dambrosio A. (2018). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and ripening of *Caciocotta* goat cheese. *Food Microbiology* 70, pp 200-205
- Keskinen L, Burke A & Bassam A. (2009). Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to *decontaminate Escherichia coli* O157:H7 from lettuce leaves. *International journal of food microbiology* 132(2-3) pp 134-40.
- Kim C, Hung Y & Brackett R. (2000). Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology* 61 pp. 199-207.
- Kiura H. (2002). Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. *Journal of Microbiological Methods* 49, pp 285–293

- Landa C, Gomzález D, Guzmán B., Snyder M., Reyes G.,Torres K & Gutierrez A. (2005). Microcyn™: a novel super-oxidized water with neutral pH and disinfectant activity. *Journal of Hospital Infection* 61, pp 291-299.
- Long S, Mengjie H, *et al.* (2018). A study of storage impact on ovalbumin structure of chicken egg. *Journal of Food Engineering* 219, pp 1.7.
- Lupano (2013) Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento, Primera Edición. Buenos aires Editorial La Plata : Universidad Nacional de La Plata.
- Margall, Núria, Domínguez, Àngela, Prats, Guillem, & Salleras, Lluís. (1997). *Escherichia coli enterohemorrágica*. *Revista Española de Salud Pública*, 71(5), 437-443.
- Murad A & Rasco B. (2015). The bactericidal activity od acidic electrolyzed oxidizing water against *Escherichia coli O157:H7*, *Salmonella Typhimurium*, and *Listeria Monocytigenes* on raw fish, chicken and beef surfaces. *Food Control* 54, pp 317-321.
- Nil P& A. Demirci (2006). Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli O157:H7* and *Listeria monocytogenes* Scott A and response surface modeling. *Journal of food Engineering* 72 pp 234-421.
- Nimalaratne *et al* (2016). Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen Eggs. *Food Chemistry* 194, pp 111-116
- Oomori, T., Oka, T., Inuta, T., Araka, Y., (2000). The efficacy of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. *Analytical Science* 16, pp 465–469
- Park E, Alexander E, Taylor G, Costa R & Kang D. (2016). The decontaminative effects of acidic electrolyzed water for *Escherichia coli O157:H7*, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on green onions and tomatoes with differing organic demands. *Food Microbiology* 26, pp 386-390.
- PROAN 2017 [En línea] Disponible en <http://www.augeanet.com/empresas/proan> [Último acceso 19-12-17].

- Rivoal K, Fablet A, Courtylton C, Bougeard S & Chemaly M., Protais J. (2013). Detection of *Listeria spp.* In liquid egg products and in the egg breaking plants environment and tracking of *Listeria monocytogenes* by PFGE. International Journal of Food Microbiology 166, pp 109-116.
- Romero E, *et al* (2011). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 5, pp 28-39.
- 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 en refrigeración. (Tesis de licenciatura) Facultad de Química UNAM, CDMX, México.
- Sánchez M, Guillán J, Fuster F, *et al.*, (2004). Sensibilidad microbiana de *Escherichia coli* en bacterias en el área sanitaria del Bierzo en el año 2003. *Actas Urológicas Españolas* 28(8), pp 588-593
- Satre G, Tortuero F, Suárez G, Vergara G, López C. (2002). Lecciones sobre el huevo. Madrid España, Editorial: Instituto de Estudios del huevo.
- Sayed M, Abdel A. (2017). Lutein and Zeaxanthin Carotenoids in Egg. Egg Innovations and Strategies for Improvements pp 199-206.
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (2018). Información de precios de huevo en centros de distribución en México, en línea. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/HuevoMes.asp>? [Último acceso 09-03-18]
- Tanaka N, Tanaka N, Fujisawa T, Daimon T., Fujiwara K, Yamamoto M. & Abe T. (2000). The use of electrolyzed Solutions for the Cleaning and Disinfecting of Dialyzers. *Artificial Organs* 24(12), pp 921-928
- Torres Rosales E. (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), Facultad de Química UNAM, CDMX, México.
- UNIÓN NACIONAL DE AVICULTORES INDICADORES ECONÓMICOS. Compendio de indicadores económicos del Sector Avícola 2018 [En línea]

Disponible

en:

<http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos> [Último acceso 17-Abril-18]

- Venkitanarayanan K, Ezeike G, *et al.* (1999). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *Journal of Food Protection* 62 pp 857-860
- Zhang C, Li B, *et al.* (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, pp 440-446.

ANEXO I

Estudio microbiológico *in vitro*

Estudio microbiológico *in vitro* a diferentes concentraciones de SES

Repetición	Concentración bacteriana (UFC/mL)					
	SSF	1 ppm SES	2.5 ppm SES	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	1.16x10 ⁸	8.70 x10 ⁷	7.00 x10 ⁷	3.90 x10 ⁷	5.00 x10 ⁶	4.30 x10 ³
B	1.39 x10 ⁸	9.80 x10 ⁷	6.70 x10 ⁷	4.00 x10 ⁷	1.44 x10 ⁶	1.40 x10 ³
C	1.26 x10 ⁸	8.40 x10 ⁷	7.90 x10 ⁷	3.60 x10 ⁷	1.00 x10 ⁶	7.30 x10 ³
Promedio	1.27 x10 ⁸	8.97 x10 ⁷	7.20 x10 ⁷	3.83 x10 ⁷	2.46 x10 ⁶	4.33 x10 ³
Desviación estándar	1.15 x10 ⁷	7.37x10 ⁶	6.24x10 ⁶	2.08x10 ⁶	2.19x10 ⁷	2.95x10 ³

Repetición	Concentración bacteriana Log (UFC/mL)					
	SSF	1 ppm SES	2.5 ppm SES	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	8.06	7.94	7.85	7.59	6.70	3.63
B	8.14	7.99	7.83	7.60	6.16	3.15
C	8.10	7.92	7.90	7.56	6.00	3.86
Promedio	8.10	7.95	7.86	7.58	6.29	3.55
Desviación estándar	0.04	0.04	0.04	0.02	0.37	0.37

Repetición	Reducción bacteriana (Porcentaje)				
	SES 1 ppm	SES2.5 ppm	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	25.00	39.65	66.38	68.75	99.98
B	29.50	51.80	71.22	97.18	99.97
C	33.33	37.30	71.42	90.90	99.96
Promedio	29.28	42.91	69.68	85.61	99.97
Desviación estándar	4.17	0.04	0.02	14.94	0.01

Estudio microbiológico *in vitro* a diferentes temperaturas

Repetición	Concentración bacteriana (UFC/mL)			
	SSF	SES 24°C	SES 60°C	SES 80°C
A	2.50 x10 ⁷	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³
B	6.90 x10 ⁶	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³
C	1.68 x10 ⁷	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³
Promedio	1.62 x10 ⁷	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³	1.00 x10 ³
Desviación estándar	9.06 x10 ⁶	0	0	0

Repetición	Concentración bacteriana Log (UFC/mL)			
	SSF	SES 24°C	SES 60°C	SES 80°C
A	7.40	3.00	3.00	3.00
B	6.84	3.00	3.00	3.00
C	7.23	3.00	3.00	3.00
Promedio	7.15	3.00	3.00	3.00
Desviación estándar	0.29	0.00	0.00	0.00

Repetición	Concentración bacteriana Log (UFC/mL)		
	SES 24°C	SES 60°C	SES 80°C
A	99.99	99.99	99.99
B	99.98	99.99	99.98
C	99.99	99.99	99.99
Promedio	99.99	99.99	99.98
Desviación estándar	0.01	0.00	0.01

ANEXO II

Estudio microbiológico en ovoproductos

Estudio microbiológico a diferentes concentraciones de SES en huevo entero líquido

Repetición	Concentración bacteriana (UFC/mL)					
	SSF	1 ppm SES	2.5 ppm SES	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	1.31 x10 ⁶	1.07 x10 ⁶	1.14 x10 ⁶	8.30 x10 ⁵	6.30 x10 ⁵	4.60 x10 ⁵
B	1.41 x10 ⁶	8.30 x10 ⁵	9.20 x10 ⁵	7.90 x10 ⁵	4.00 x10 ⁵	5.20 x10 ⁵
C	1.24 x10 ⁶	9.70 x10 ⁵	9.20 x10 ⁵	7.70 x10 ⁵	5.90 x10 ⁵	4.20 x10 ⁵
Promedio	1.32 x10 ⁶	9.57 x10 ⁵	9.93 x10 ⁵	7.79 x10 ⁵	5.40 x10 ⁵	4.67 x10 ⁵
Desviación estándar	8.54 x10 ⁴	1.21 x10 ⁵	1.27 x10 ⁵	58.47	1.23 x10 ⁵	5.03 x10 ⁴

Repetición	Concentración bacteriana Log (UFC/mL)					
	SSF	1 ppm SES	2.5 ppm SES	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	6.15	6.03	6.06	5.92	5.80	5.66
B	6.09	5.92	5.96	5.90	5.60	5.72
C	6.12	5.99	5.96	5.89	5.77	5.62
Promedio	6.12	5.97	5.99	5.90	5.72	5.50
Desviación estándar	0.03	0.06	0.05	0.02	0.10	0.05

Repetición	Reducción bacteriana (Porcentaje)				
	SES 1 ppm	SES2.5 ppm	SES 5 ppm	SES 10 ppm	SES 25 ppm
A	23.57	12.97	40.71	55.00	54.00
B	33.06	34.75	36.29	67.74	74.00
C	19.16	34.75	35.83	50.83	65.29
Promedio	25.26	27.49	37.61	57.85	64.43
Desviación estándar	7.10	12.57	2.69	8.80	10.02

Estudio microbiológico en huevo entero líquido

Repetición n	Concentración bacteriana (UFC/mL)			Log (UFC/mL)			Reducción bacteriana (porcentaje)	
	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm
1	1.70×10^4	9.00×10^3	7.00×10^3	4.23	3.95	3.83	47.05	58.82
2	1.80×10^4	8.00×10^3	1.00×10^4	4.25	3.90	4.00	55.55	44.44
3	2.00×10^4	1.10×10^4	1.30×10^4	4.30	4.04	4.11	45.00	35.00
Promedio	1.83×10^4	9.33×10^3	1.00×10^4	4.26	3.96	3.98	49.20	46.09
D.E.	1.53×10^3	1.53×10^3	3.00×10^3	0.04	0.07	0.13	5.59	11.99

Estudio microbiológico en claras líquidas

Repetición n	Concentración bacteriana (UFC/mL)			Log (UFC/mL)			Reducción bacteriana (porcentaje)	
	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm
1	1.80×10^4	1.00×10^4	8.00×10^3	4.26	4.00	3.90	44.44	55.56
2	1.70×10^4	7.00×10^3	1.10×10^4	4.23	3.85	4.04	58.82	35.29
3	1.90×10^4	8.00×10^3	8.99×10^3	4.28	3.90	3.95	57.89	52.63
Promedio	1.80×10^4	8.33×10^3	9.33×10^3	4.25	3.92	3.97	53.72	47.83
D.E.	1.01×10^3	1.53×10^3	1.52×10^3	0.02	0.08	0.07	8.05	10.95

Estudio microbiológico en yemas líquidas

Repetición n	Concentración bacteriana (UFC/mL)			Log (UFC/mL)			Reducción bacteriana (porcentaje)	
	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SSF	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm	SES 5 ppm	SES 2.5 ppm
1	1.00×10^5	1.20×10^4	3.60×10^4	5.00	4.07	4.55	88.00	64.00
2	1.51×10^5	1.30×10^4	4.10×10^4	5.17	4.11	4.61	91.39	72.84
3	4.40×10^4	7.00×10^3	2.60×10^4	4.64	3.84	4.41	84.09	40.90
Promedio	9.83×10^4	1.07×10^4	3.43×10^4	4.94	4.01	4.53	87.83	59.25
D.E.	5.35×10^4	3.21×10^3	7.64×10^3	0.27	0.14	0.10	3.65	16.49

ANEXO III

Estudio fisicoquímico en huevo entero líquido a diferentes concentraciones de SES

Evaluación de pH

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
Promedio DE	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SES	7.55	7.55	7.56	7.58	7.61
	7.55	7.54	7.58	7.58	7.58
	7.55	7.54	7.58	7.59	7.58
Promedio DE	7.55	7.54	7.57	7.58	7.59
	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
NaCl	7.59	7.58	7.60	7.58	7.65
	7.59	7.60	7.60	7.58	7.65
	7.59	7.59	7.58	7.58	7.65
Promedio DE	7.59	7.59	7.59	7.58	7.65
	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00

Evaluación de color, parámetro *L*

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	51.34	51.34	51.34	51.34	51.34
	50.10	50.10	50.10	50.10	50.10
	54.35	54.35	54.35	54.35	54.35
	56.21	56.21	56.21	56.21	56.21
	48.64	48.64	48.64	48.64	48.64
	52.13	52.13	52.13	52.13	52.13
Promedio DE	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
	SES	56.57	46.43	43.63	49.10
Promedio DE	57.47	52.70	51.38	51.90	64.40
	57.59	47.29	45.65	52.93	67.20
	57.33	46.43	44.86	49.15	63.21
	60.04	48.93	47.04	53.50	66.21
	57.80	48.36	46.51	51.32	65.67
	1.31	2.63	2.99	2.08	1.81
NaCl	53.49	47.31	48.83	55.11	49.99
	54.6	47.75	44.09	48.48	52.47
	55.77	49.25	52.65	50.82	54.31
	56.52	43.28	52.25	51.44	55.3
	52.93	46.94	52.32	54.61	48.59
	54.66	46.91	50.03	52.09	52.13

1.50	2.21	3.67	2.76	2.83
------	------	------	------	------

Evaluación de color, parámetro *a*

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85
	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91
	5.70	5.70	5.70	5.70	5.70
	5.92	5.92	5.92	5.92	5.92
	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78
	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
SES	3.67	3.06	4.66	2.81	1.59
	3.55	3.24	4.81	2.74	1.72
	3.46	2.69	4.95	2.15	1.51
	3.64	2.26	5.01	2.22	1.28
	3.84	2.25	4.93	2.77	1.22
	3.63	2.70	4.87	2.54	1.46
	0.14	0.45	0.14	0.32	0.21
NaCl	4.65	3.77	4.96	4.09	0.60
	5.01	4.73	4.69	4.15	0.43
	4.85	4.81	4.41	4.19	0.58
	5.03	4.42	4.76	4.23	0.53
	4.24	4.66	4.62	4.35	0.56
	4.76	4.48	4.69	4.20	0.54
	0.33	0.42	0.20	0.10	0.07

Evaluación de color, parámetro *b*

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	22.33	22.33	22.33	22.33	22.33
	21.89	21.89	21.89	21.89	21.89
	23.65	23.65	23.65	23.65	23.65
	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87
	21.48	21.48	21.48	21.48	21.48
	22.84	22.84	22.84	22.84	22.84
	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
SES	20.12	17.06	16.31	17.1	17.48
	20.74	19.65	19.15	17.94	17.16
	20.66	16.52	17.08	17.49	17.47
	22.84	14.57	17.98	16.59	16.06
	22.31	16.70	19.48	18.16	16.65
	21.33	16.90	18.00	17.46	16.96
	1.17	1.82	1.34	0.63	0.61
NaCl	21.41	17.08	18.54	20.02	11.73
	22.29	19.35	17.12	18.22	11.76
	23.31	19.86	19.25	18.54	12.82

	23.04	17.25	19.55	18.88	12.78
	21.24	19.12	19.19	19.90	11.30
	22.26	18.53	18.73	19.11	12.08
	0.83	1.14	0.87	0.72	0.61

Evaluación de capacidad de emulsión

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	209.30	209.30	209.30	209.30	209.30
	193.80	193.80	193.80	193.80	193.80
	201.55	201.55	201.55	201.55	201.55
	201.55	201.55	201.55	201.55	201.55
	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75
SES	201.55	193.80	201.55	201.55	170.54
	193.80	201.55	193.80	201.55	178.29
	201.55	193.80	201.55	209.30	186.05
	198.97	196.38	198.97	204.13	178.29
	4.47	4.47	4.47	4.47	7.76
NaCl	201.55	193.80	186.05	186.05	186.05
	186.05	201.55	186.05	186.05	193.80
	193.80	193.80	186.05	201.55	186.05
	193.80	196.38	186.05	191.22	188.63
	7.75	4.47	0.00	8.95	4.47

Evaluación de capacidad de espumado

Concentración (ppm)					
Tratamiento	1	2.5	5	10	25
SSF	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00
	196.67	196.67	196.67	196.67	196.67
	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77
SES	230.00	250.00	230.00	200.00	250.00
	220.00	250.00	250.00	220.00	240.00
	220.00	240.00	250.00	220.00	250.00
	223.33	246.67	243.33	213.33	246.67
	5.77	5.77	11.55	11.55	5.77
NaCl	260.00	300.00	300.00	250.00	200.00
	300.00	300.00	300.00	260.00	170.00
	270.00	300.00	300.00	260.00	170.00
	276.67	300.00	300.00	256.67	180.00
	20.82	0.00	0.00	5.77	17.32

ANEXO IV

Estudio fisicoquímico y funcional de ovoproductos líquidos a través del tiempo.

Evaluación de pH en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	7.62	7.75	7.36	7.55
	7.24	7.44	8.26	8.24
	7.70	7.56	8.16	7.33
	7.52	7.58	7.93	7.71
	0.25	0.16	0.49	0.47
	0.03	0.02	0.06	0.06
SES 5 ppm				
Promedio DE CV	7.60	7.90	7.79	7.43
	7.24	7.95	8.19	7.37
	7.70	7.56	7.63	8.10
	7.51	7.80	7.87	7.63
	0.24	0.21	0.29	0.41
	0.03	0.03	0.04	0.05
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	7.60	7.70	7.43	7.95
	7.23	7.45	8.16	7.32
	7.62	7.7	7.98	7.17
	7.48	7.62	7.86	7.48
	0.22	0.14	0.38	0.41
	0.03	0.02	0.05	0.06
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	7.59	7.95	8.24	8.15
	7.22	7.90	7.52	7.33
	7.59	7.92	7.24	7.54
	7.47	7.92	7.67	7.67
	0.21	0.03	0.52	0.43
	0.03	0.00	0.07	0.06
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	7.56	7.57	7.58	8.04
	7.24	7.14	8.17	7.52
	7.65	7.48	7.45	7.11
	7.48	7.40	7.73	7.56
	0.22	0.23	0.38	0.47
	0.03	0.03	0.05	0.06

Evaluación de pH en claras líquidas

	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	7.3	7.05	7.9	8.04
	6.87	7.06	7.87	8.06
	6.96	7.08	7.85	8.00
Promedio	7.04	7.06	7.87	8.03
DE	0.23	0.02	0.03	0.03
CV	0.03	0.00	0.00	0.00
SES 5 ppm				
	6.57	7.19	7.91	7.97
	6.66	7.06	7.89	7.96
	6.52	7.08	7.93	7.93
Promedio	6.58	7.11	7.91	7.95
DE	0.07	0.07	0.02	0.02
CV	0.01	0.01	0.00	0.00
SES 2.5 ppm				
	6.57	7.23	7.91	8.00
	6.72	7.22	7.85	8.10
	6.67	7.25	7.86	8.14
Promedio	6.65	7.23	7.87	8.08
DE	0.08	0.02	0.03	0.07
CV	0.01	0.00	0.00	0.01
NaCl 5 ppm				
	7.11	7.18	7.96	8.05
	7.19	7.20	7.81	7.91
	7.21	7.17	7.87	8.00
Promedio	7.17	7.18	7.88	7.99
DE	0.05	0.02	0.08	0.07
CV	0.01	0.00	0.01	0.01
NaCl 2.5 ppm				
	6.49	7.23	8.04	8.10
	6.48	7.15	7.83	8.06
	6.51	7.26	7.88	8.09
Promedio	6.49	7.21	7.92	8.08
DE	0.02	0.06	0.11	0.02
CV	0.00	0.01	0.01	0.00

Evaluación de pH en yemas líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	6.65	6.66	6.38	6.8
	6.66	6.5	6.51	6.75
	6.64	6.53	6.43	6.78
Promedio	6.65	6.56	6.44	6.78
DE	0.01	0.09	0.07	0.03
CV	0.00	0.01	0.01	0.00

SES 5ppm				
Promedio DE CV	6.64	6.74	6.52	6.71
	6.62	6.50	6.53	6.72
	6.62	6.49	6.45	6.81
	6.63	6.58	6.50	6.75
	0.01	0.14	0.04	0.06
	0.00	0.02	0.01	0.01
	SES 2.5 ppm			
Promedio DE CV	6.64	6.55	6.47	6.81
	6.71	6.50	6.57	6.68
	6.63	6.50	6.42	6.55
	6.66	6.52	6.49	6.68
	0.04	0.03	0.08	0.13
	0.01	0.00	0.01	0.02
	NaCl 5ppm			
Promedio DE CV	6.62	6.68	6.61	6.84
	6.64	6.68	6.46	6.72
	6.63	6.65	6.44	6.65
	6.63	6.67	6.50	6.74
	0.01	0.02	0.09	0.10
	0.00	0.00	0.01	0.01
	NaCl 2.5 ppm			
Promedio DE CV	6.63	6.75	6.51	6.66
	6.62	6.76	6.49	6.62
	6.62	6.73	6.47	6.61
	6.62	6.75	6.49	6.63
	0.01	0.02	0.02	0.03
	0.00	0.00	0.00	0.00

Evaluación de acidez en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	0.78	0.78	0.62	0.62
	0.62	0.78	0.78	0.62
	0.62	0.62	0.62	0.62
	0.67	0.72	0.67	0.62
	0.09	0.09	0.09	0.00
	0.13	0.12	0.21	0.00
	SES 5ppm			
Promedio DE CV	0.62	0.62	0.62	0.62
	0.62	0.78	0.62	0.78
	0.78	0.78	0.62	0.78
	0.67	0.72	0.62	0.72
	0.09	0.09	0.00	0.09
	0.13	0.12	0.00	0.12
	SES 2.5 ppm			
Promedio DE CV	0.78	0.78	0.62	0.62
	0.78	0.78	0.62	0.78
	0.78	0.78	0.62	0.62

Promedio	0.78	0.78	0.62	0.67
	DE	0.00	0.00	0.00
	CV	0.00	0.00	0.00
NaCl 5ppm				
	0.62	0.62	0.62	0.62
	0.78	0.62	0.62	0.78
	0.62	0.62	0.62	0.78
Promedio	0.67	0.62	0.62	0.72
	DE	0.09	0.00	0.00
	CV	0.13	0.00	0.00
NaCl 2.5 ppm				
	0.78	0.78	0.62	0.78
	0.78	0.78	0.62	0.78
	0.62	0.78	0.62	0.62
Promedio	0.72	0.78	0.62	0.72
	DE	0.09	0.00	0.00
	CV	0.12	0.00	0.00

Evaluación de acidez en claras líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)				
	0	7	14	21	
ST					
Promedio	0.17	0.20	0.10	0.03	
	0.17	0.20	0.10	0.03	
	0.17	0.20	0.10	0.03	
	0.17	0.20	0.10	0.03	
	DE	0.00	0.00	0.00	0.00
	CV	0.00	0.00	0.00	0.00
SES 5ppm					
Promedio	0.24	0.14	0.17	0.03	
	0.17	0.17	0.14	0.03	
	0.20	0.17	0.17	0.03	
	0.20	0.16	0.16	0.03	
	DE	0.03	0.02	0.02	0.00
	CV	0.17	0.12	0.12	0.00
SES 2.5 ppm					
Promedio	0.24	0.10	0.14	0.03	
	0.17	0.14	0.14	0.03	
	0.20	0.17	0.14	0.03	
	0.20	0.14	0.14	0.03	
	DE	0.03	0.03	0.00	0.00
	CV	0.17	0.25	0.00	0.00
NaCl 5ppm					
Promedio	0.24	0.17	0.14	0.03	
	0.24	0.17	0.14	0.03	
	0.27	0.14	0.17	0.03	
	0.25	0.16	0.15	0.03	
	DE	0.02	0.02	0.02	0.00
	CV	0.08	0.12	0.13	0.00
NaCl 2.5 ppm					

	0.24	0.14	0.14	0.03
	0.24	0.14	0.14	0.03
	0.20	0.17	0.14	0.03
Promedio	0.23	0.15	0.14	0.03
DE	0.02	0.02	0.00	0.00
CV	0.09	0.13	0.00	0.00

Evaluación de acidez en yemas líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	1.24	1.70	1.39	1.40
	1.54	1.24	1.24	1.24
	1.55	1.55	1.39	1.40
Promedio	1.45	1.50	1.35	1.35
DE	0.18	0.24	0.09	0.09
CV	0.12	0.16	0.07	0.07
SES 5ppm				
	1.55	1.39	1.08	1.55
	1.55	1.39	1.08	1.24
	1.55	1.39	1.24	1.40
Promedio	1.55	1.40	1.14	1.40
DE	0.00	0.00	0.09	0.16
CV	0.00	0.00	0.08	0.11
SES 2.5 ppm				
	1.24	1.55	1.24	1.09
	1.39	1.39	1.24	1.09
	1.55	1.24	1.24	1.24
Promedio	1.40	1.40	1.24	1.14
DE	0.16	0.16	0.00	0.09
CV	0.11	0.11	0.00	0.08
NaCl 5ppm				
	1.70	1.08	1.39	1.24
	1.55	1.24	1.24	1.40
	1.55	1.24	1.24	1.55
Promedio	1.61	1.19	1.29	1.40
DE	0.09	0.09	0.09	0.16
CV	0.06	0.08	0.07	0.11
NaCl 2.5 ppm				
	1.55	1.55	1.24	1.24
	1.70	1.39	1.24	1.24
	1.70	1.39	1.39	1.24
Promedio	1.66	1.45	1.29	1.24
DE	0.09	0.09	0.09	0.00
CV	0.05	0.06	0.07	0.00

Evaluación de color. Luminosidad *L* en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	54.68	50.49	41.22	42.75
	42.17	53.68	39.36	40.17
	41.42	48.37	42.17	36.65
	47.48	52.55	38.185	39.16
	44.49	48.93	40.29	41.65
	51.07	48.31	43.80	43.86
	41.78	50.95	38.02	40.40
	43.75	52.15	41.95	42.16
	43.54	47.95	43.36	43.84
	41.45	45.23	42.22	39.93
	43.76	50.75	39.34	40.31
	45.04	47.85	43.47	40.48
Promedio	45.05	49.77	41.12	40.95
DE	4.11	2.41	2.04	2.05
CV	0.09	0.05	0.05	0.05
SES 5ppm				
	44.78	54.16	42.74	39.00
	45.39	56.26	37.71	42.56
	47.62	50.13	41.23	41.40
	48.21	59.77	42.34	38.01
	52.05	53.81	40.53	42.18
	46.81	50.05	40.16	40.50
	55.72	53.53	38.43	42.74
	59.16	54.86	39.38	40.84
	39.18	52.38	41.71	42.48
	46.63	54.37	36.52	40.87
	43.33	52.23	27.61	40.14
	42.94	46.26	37.6	41.03
Promedio	47.65	53.15	38.83	40.98
DE	5.60	3.40	4.05	1.45
CV	0.12	0.06	0.10	0.04
SES 2.5 ppm				
	53.89	45.23	37.53	39.18
	54.45	51.49	41.87	39.23
	53.40	46.50	39.71	37.49
	53.66	53.91	38.39	41.26
	44.66	49.01	42.37	39.61
	48.68	52.15	43.80	43.80
	45.04	53.52	40.07	41.61
	45.51	56.94	42.14	41.77
	46.29	45.39	46.40	37.14
	48.72	46.50	41.43	41.64
	45.48	52.42	40.17	42.34
	46.73	49.84	41.34	43.38
Promedio	48.88	50.24	41.26	40.70
DE	3.89	3.78	2.50	2.16
CV	0.08	0.08	0.06	0.05

NaCl 5ppm				
	44.77	45.83	38.45	43.27
	49.01	52.36	39.83	39.92
	43.64	47.98	41.05	41.62
	46.67	48.96	37.94	43.52
	40.92	54.85	41.08	41.35
	50.00	47.26	36.76	43.93
	54.06	50.52	42.06	42.93
	47.68	52.19	41.85	40.93
	43.72	50.63	34.85	43.21
	46.81	48.12	41.09	42.56
	47.33	48.88	42.11	37.46
	48.70	48.88	40.57	40.32
Promedio	46.94	49.71	39.80	41.75
DE	3.44	2.52	2.32	1.88
CV	0.07	0.05	0.06	0.05
NaCl 2.5 ppm				
	49.11	40.86	40.11	40.65
	45.96	52.20	38.46	38.67
	53.60	46.01	39.69	37.13
	46.46	51.5	36.01	37.71
	52.20	46.92	38.66	38.22
	53.06	49.03	40.32	42.29
	52.11	48.5	39.32	39.73
	49.37	52.09	40.47	42.14
	54.11	50.16	41.36	44.74
	48.72	46.02	37.50	45.44
	53.89	47.23	40.09	42.95
	50.74	47.23	42.21	43.21
Promedio	50.78	48.15	39.52	41.07
DE	2.84	3.21	1.68	2.80
CV	0.06	0.07	0.04	0.07

Evaluación de color. Luminosidad *L* en claras líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
	ST			
	58.43	54.28	48.22	50.78
	60.13	56.4	50.93	49.61
	56.49	58.64	50.86	51.39
	58.7	56.13	49.29	51.14
	59.3	58.87	51.19	51.68
	58.07	56.87	49.97	49.07
	56.41	56.25	50.17	53.37
	59.74	55.83	52.31	50.82
	62.22	-	-	52.17
	59.31	-	-	53.96
	58	-	-	50.53
	56.06	-	-	50.82
Promedio	58.57	56.66	50.37	51.28

DE	1.76	1.50	1.25	1.40
CV	0.03	0.03	0.02	0.03
SES 5ppm				
	58.6	57.02	50.2	47.43
	56.83	58.51	49.95	46.32
	62.62	54.88	52.05	42.13
	56.37	57.35	50.96	48.14
	64.94	56.12	50.07	46.43
	63.22	56.02	50.57	46.94
	59.59	58.8	51.05	47.69
	57.58	57.16	49.25	51.13
	59.38	-	-	50.46
	59.8	-	-	48.35
	63.54	-	-	49.8
	60.47	-	-	47.03
Promedio	60.25	56.98	50.51	47.65
DE	2.78	1.30	0.85	2.34
CV	0.05	0.02	0.02	0.05
SES 2.5 ppm				
	54.65	57.78	50.08	48.53
	58.11	56.18	48.91	52.72
	57.14	58.38	51.64	49.05
	60.25	57.08	51.5	48.08
	62.44	54.87	49.23	51.69
	60.03	54.44	48.72	50.41
	57.02	55.77	51.06	48.76
	64.95	57.54	51.5	53.94
	59.22	-	-	52.84
	58.62	-	-	52.27
	59.44	-	-	51.69
	59.04	-	-	50.56
Promedio	59.24	56.51	50.33	50.88
DE	2.64	1.42	1.25	1.94
CV	0.04	0.03	0.02	0.04
NaCl 5ppm				
	58.8	53.53	51.61	51.65
	63.4	53.02	52.05	51.45
	63.06	56.86	49.1	50.95
	59.62	55.44	50.08	50.96
	61.78	54.71	52.91	47.56
	57.79	53.15	48.16	47.97
	52.22	52.87	49.04	46.41
	58.3	55.53	51.19	48.98
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	59.37	54.39	50.52	49.49
DE	3.60	1.47	1.68	2.02
CV	0.06	0.03	0.03	0.04
NaCl 2.5 ppm				

	60.33	53.92	50.9	53.35
	57.96	54.96	52.04	50.39
	59.12	56.86	52.16	51.01
	58.86	54.45	50.98	52.34
	61.63	50.98	49.49	53.57
	59.38	54.69	49.93	50.2
	60.68	53.82	49.18	47.34
	63.09	54.36	51.95	50.27
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	60.13	54.26	50.83	51.06
DE	1.66	1.63	1.19	2.03
CV	0.03	0.03	0.02	0.04

Evaluación de color. Luminosidad *L* en yemas líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
	ST			
	45.83	49.46	48.13	38.41
	45.02	48.48	51.21	37.67
	46.10	48.25	46.43	39.60
	47.65	49.24	50.51	40.28
	48.62	48.77	48.04	39.19
	45.14	51.48	44.95	41.28
	44.17	52.06	48.39	41.34
	42.75	49.62	49.24	42.85
	43.29	49.40	47.53	42.88
	48.20	51.73	44.08	41.88
	48.99	49.21	44.89	43.37
	45.06	50.62	44.94	38.21
	45.90	49.86	47.36	40.58
Promedio				
DE	2.07	1.30	2.33	1.97
CV	0.05	0.03	0.05	0.05
	SES 5ppm			
	46.65	53.28	56.45	39.05
	49.93	53.49	53.46	37.65
	49.54	52.75	51.4	40.17
	48.74	54.29	51.77	39.44
	47.74	52.41	53.33	40.64
	50.65	52.31	54.17	41.93
	51.82	52.45	53.25	40.22
	51.69	55.23	53.46	40.68
	51.92	50.18	52.54	42.69
	48.89	51.72	50.19	40.11
	49.47	51.21	50.04	42.93
	49.62	50.26	49.78	40.98
Promedio	49.72	52.47	52.49	40.54
DE	1.63	1.51	1.95	1.50

CV	0.03	0.03	0.04	0.04
SES 2.5 ppm				
	53.57	50.19	53.66	39.03
	47.09	52.13	55.03	41.68
	53.65	51.08	51.00	42.62
	51.4	51.03	55.37	37.51
	52.91	49.59	54.70	41.37
	50.73	51.96	55.73	42.09
	53.55	52.63	52.16	42.75
	49.96	49.52	50.11	42.17
	46.80	52.04	53.69	45.97
	51.48	49.18	50.42	43.96
	50.22	50.69	51.48	46.45
	52.38	49.87	52.69	45.18
Promedio	51.15	50.83	53.00	42.57
DE	2.35	1.17	1.98	2.63
CV	0.05	0.02	0.04	0.06
NaCl 5ppm				
	45.08	51.15	54.52	40.11
	54.14	47.33	50.33	39.33
	50.27	50.78	52.29	47.07
	49.71	56.09	54.74	43.17
	52.88	53.01	54.92	44.61
	51.51	55.17	52.44	34.58
	51.79	54.48	52.19	42.55
	52.53	55.2	51.47	47.35
	47.35	50.96	52.10	43.15
	50.18	51.90	53.61	45.46
	49.00	55.73	52.18	42.41
	48.36	55.03	50.37	41.43
Promedio	50.23	53.07	52.60	42.60
DE	2.55	2.67	1.56	3.54
CV	0.05	0.05	0.03	0.08
NaCl 2.5 ppm				
	47.5	50.51	52.66	43.94
	47.28	53.63	51.16	43.95
	51.11	52.50	50.29	44.64
	52.81	54.52	52.27	40.50
	46.07	53.39	54.52	44.92
	46.22	51.36	52.26	44.89
	45.59	52.9	51.32	41.84
	41.01	51.55	50.48	44.21
	51.8	55.94	51.49	41.17
	47.47	55.39	51.96	44.16
	48.17	52.09	54.61	43.63
	51.81	51.81	55.58	40.21
Promedio	48.07	52.97	52.38	43.17
DE	3.36	1.67	1.69	1.74
CV	0.07	0.03	0.03	0.04

Evaluación de color. Parámetro **a** en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	14.64	12.30	13.24	12.78
	11.86	7.24	12.02	11.06
	12.36	12.28	11.54	11.89
	12.43	11.83	9.93	10.85
	13.63	13.97	11.08	11.78
	14.11	14.16	11.5	12.27
	13.5	14.8	10.14	12.36
	13.68	14.88	10.18	12.09
	12.95	14.15	9.37	11.92
	12.48	13.19	10.89	12.68
	12.75	14.10	8.77	13.28
	12.74	13.89	11.19	11.03
Promedio	13.09	13.07	10.82	12.00
DE	0.82	2.09	1.22	0.75
CV	0.06	0.16	0.11	0.06
SES 5ppm				
	11.46	13.09	8.77	8.62
	10.73	12.41	9.79	10.19
	11.33	12.36	9.54	9.54
	12.24	11.19	9.71	10.91
	10.07	10.52	10.54	11.07
	9.14	9.63	9.78	10.89
	10.01	10.57	9.26	9.85
	10.28	10.86	9.36	10.52
	9.26	12.82	8.42	10.14
	11.41	13.12	7.26	8.89
	9.83	12.83	7.43	8.66
	10.23	11.91	7.99	9.06
Promedio	10.50	11.78	8.99	9.86
DE	0.95	1.18	1.02	0.90
CV	0.09	0.10	0.11	0.09
SES 2.5 ppm				
	11.27	10.76	8.90	10.69
	11.37	10.47	10.12	10.98
	10.99	10.55	8.92	10.46
	11.11	11.37	8.48	10.41
	10.91	9.49	8.00	10.01
	11.66	10.34	7.19	10.26
	11.43	10.28	9.89	10.48
	11.52	10.37	8.12	10.24
	9.70	9.80	9.43	11.11
	10.49	9.51	6.44	9.62
	10.58	9.23	7.71	9.81
	11.55	10.22	8.44	9.82
Promedio	11.05	10.20	8.47	10.32
DE	0.57	0.60	1.08	0.46
CV	0.05	0.06	0.13	0.04

NaCl 5ppm				
	11.17	9.53	10.4	10.74
	12.01	10.12	9.27	10.49
	11.71	9.80	9.39	10.44
	11.15	9.42	8.47	11.19
	11.67	12.30	9.85	9.48
	12.85	11.12	9.57	11.28
	13.86	11.14	10.81	11.59
	12.64	12.03	9.40	16.52
	12.80	9.44	9.26	10.24
	12.39	7.67	9.76	11.13
	12.74	8.56	10.46	10.44
	13.56	10.98	10.45	11.00
	12.38	10.10	9.76	11.21
Promedio	0.87	1.42	0.67	1.76
DE	0.07	0.14	0.07	0.16
CV				
NaCl 2.5 ppm				
	12.16	10.71	7.43	9.64
	12.63	12.20	7.19	9.72
	12.27	11.26	8.02	9.62
	12.35	11.55	7.62	9.73
	11.28	11.2	7.14	8.98
	10.63	8.42	9.28	9.27
	11.25	7.55	7.29	8.58
	10.74	7.01	9.36	9.45
	13.54	7.93	8.43	12.00
	12.82	8.79	7.48	11.77
	13.51	9.02	7.68	10.54
	13.71	9.83	8.97	11.30
Promedio	12.24	9.62	7.99	10.05
DE	1.08	1.74	0.82	1.10
CV	0.09	0.18	0.10	0.11

Evaluación de color. Parámetro **a** en claras líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
	ST			
	0.36	-1.02	-1.10	0.42
	0.17	-1.05	-1.05	-0.13
	-0.24	-1.35	-1.09	0.02
	0.36	-1.81	-1.18	0.19
	-0.35	-0.59	0.50	-1.55
	-0.26	-0.70	0.67	0.27
	-0.13	-0.38	0.24	-0.07
	-0.30	-0.19	0.50	-0.12
	-0.09	-	-	-0.10
	0.33	-	-	0.05
	-0.03	-	-	0.45
	-0.16	-	-	-0.25
Promedio	-0.03	-0.89	-0.31	-0.07

DE	0.27	0.53	0.85	0.52
CV	-9.38	-0.60	-2.72	-7.57
SES 5ppm				
	0.18	-2.76	-0.02	0.35
	0.21	-3.19	0.18	0.12
	0.00	-3.04	0.11	0.41
	0.22	-2.63	0.16	0.17
	0.17	-0.12	-1.73	-1.49
	0.19	-0.27	-1.77	-1.43
	0.30	0.00	-1.73	-1.56
	-0.18	0.26	-1.70	-1.87
	-0.25	-	-	0.02
	0.03	-	-	-0.01
	-0.03	-	-	0.02
	-0.36	-	-	0.09
Promedio	0.04	-1.47	-0.81	-0.43
DE	0.21	1.55	0.99	0.87
CV	5.26	-1.06	-1.21	-2.01
SES 2.5 ppm				
	-0.18	-1.09	0.26	-0.05
	0.04	-1.68	0.46	-2.32
	0.50	-1.68	0.57	-1.52
	0.35	-1.31	0.64	-1.34
	0.20	-0.59	-0.61	0.26
	0.08	-0.43	-1.62	0.56
	-0.06	-0.50	-2.05	0.43
	0.51	-0.42	-1.74	-0.50
	-0.56	-	-	-0.40
	-0.15	-	-	-0.03
	-0.37	-	-	-0.10
	-0.42	-	-	-0.34
Promedio	-0.01	-0.96	-0.51	-0.45
DE	0.35	0.55	1.14	0.86
CV	-70.47	-0.57	-2.24	-1.94
NaCl 5ppm				
	-0.25	-2.56	0.36	0.36
	0.20	-2.32	-0.10	-0.03
	-0.40	-1.82	0.56	-0.36
	-0.21	-2.49	0.32	-0.43
	0.43	-0.46	-2.25	-1.27
	0.19	-0.31	-1.36	-1.54
	0.18	-0.28	-1.64	-1.19
	0.08	-0.34	-1.21	-1.30
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	0.03	-1.32	-0.67	-0.72
DE	0.28	1.07	1.07	0.70
CV	10.29	-0.81	-1.62	-0.97
NaCl 2.5 ppm				

	0.21	-1.34	-0.24	-1.70
	-0.25	-1.57	0.14	-1.10
	-0.40	-1.55	0.56	-1.27
	-0.45	-1.81	0.48	-1.31
	-0.30	-0.36	-1.41	-0.09
	0.15	-0.37	-1.33	0.00
	0.03	-0.57	-1.90	0.02
	0.16	-0.28	-1.42	-0.04
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	-0.11	-0.98	-0.64	-0.69
DE	0.27	0.64	0.98	0.72
CV	-2.56	-0.66	-1.53	-1.06

Evaluación de color. Parámetro *a* en yemas líquidas.

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
	ST			
	12.58	16.63	15.5	13
	12.06	15.24	16.06	11.72
	12.52	16.28	14.43	13.41
	12.78	16.02	14.78	13.43
	13.74	18.52	15.89	15.52
	13.10	19.18	15.43	14.9
	12.70	18.49	15.61	15.59
	12.52	19.33	15.07	16.31
	12.51	18.77	16.52	15.42
	13.20	18.06	12.85	14.14
	14.95	19.26	11.31	15.10
	13.2	17.36	12.95	14.99
Promedio	12.99	17.76	14.70	14.46
DE	0.76	1.41	1.56	1.33
CV	0.06	0.08	0.11	0.09
	SES 5ppm			
	9.53	17.73	16.77	11.09
	10.76	17.51	15.10	11.76
	11.09	16.48	15.55	13.90
	10.80	17.47	15.62	12.77
	11.45	15.26	16.79	13.34
	13.65	15.33	16.57	13.48
	14.08	15.59	14.66	12.92
	13.76	16.20	16.16	13.55
	11.48	14.97	15.61	12.53
	11.79	14.80	14.49	12.33
	11.84	15.28	12.65	12.76
	11.60	14.93	15.46	11.60
Promedio	11.82	15.96	15.45	12.67
DE	1.36	1.09	1.16	0.86

CV	0.12	0.07	0.08	0.07
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	13.9	13.77	16.12	13.84
	14.07	13.85	15.99	14.12
	13.44	14.08	14.70	14.96
	13.94	14.06	15.73	13.89
	11.84	17.03	12.02	13.37
	11.41	17.46	13.88	13.85
	13.56	17.04	14.23	14.11
	11.89	15.46	12.53	13.50
	11.8	13.14	16.13	13.47
	11.70	14.61	16.17	12.54
	14.73	14.46	16.46	12.15
	14.43	14.46	16.75	13.40
	13.06	14.95	15.06	13.60
	1.23	1.45	1.58	0.73
	0.09	0.10	0.10	0.05
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	9.01	14.08	14.16	11.98
	11.57	12.64	14.70	12.32
	11.82	14.18	15.55	12.93
	11.81	15.32	14.08	12.87
	11.88	15.42	16.06	14.34
	13.5	14.96	14.09	13.60
	12.85	14.32	16.02	14.00
	13.33	10.54	15.2	15.14
	14.14	13.23	14.86	12.35
	15.40	14.70	15.93	13.01
	15.18	15.2	15.91	12.44
	13.29	14.64	14.89	11.60
	12.82	14.10	15.12	13.05
	1.76	1.40	0.77	1.04
	0.14	0.10	0.05	0.08
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	12.15	14.24	14.69	13.93
	11.89	14.88	14.64	13.90
	13.16	14.77	13.92	13.64
	13.58	15.10	14.06	13.52
	11.11	15.56	16.18	13.00
	11.16	16.67	15.38	14.59
	13.01	18.01	14.74	13.73
	13.52	14.29	12.57	14.75
	11.77	15.66	14.46	13.65
	13.09	16.51	14.26	14.35
	12.36	15.41	12.91	13.92
	11.12	13.35	14.47	12.96
	12.33	15.37	14.36	13.83
	0.93	1.25	0.97	0.55
	0.08	0.08	0.07	0.04

Evaluación de color. Parámetro **b** en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	47.47	35.92	34.89	29.07
	40.26	25.15	31.66	23.50
	36.96	37.71	29.42	29.63
	36.27	37.23	22.81	24.33
	40.04	36.37	28.71	31.28
	41.67	37.33	30.16	32.85
	40.12	38.81	24.90	34.08
	41.50	41.24	29.10	32.89
	40.32	40.35	22.17	29.41
	38.67	43.86	29.02	34.47
	39.33	41.97	20.37	38.06
	40.52	42.15	30.16	26.84
Promedio	40.26	37.81	27.78	30.53
DE	2.79	4.90	4.30	4.29
CV	0.07	0.13	0.15	0.14
SES 5ppm				
	38.88	42.72	26.35	30.50
	35.23	40.97	30.06	31.42
	38.16	40.36	29.71	29.47
	42.48	33.58	28.66	30.57
	37.02	34.42	25.58	28.77
	33.82	30.89	22.60	28.82
	37.02	35.39	20.68	28.70
	39.85	35.96	21.69	29.2
	38.36	34.13	23.02	34.84
	37.57	43.24	17.54	26.2
	39.06	42.03	18.04	30.2
	32.72	43.12	20.94	25.59
Promedio	37.51	37.61	23.74	29.52
DE	2.66	4.33	4.31	2.39
CV	0.07	0.12	0.18	0.08
SES 2.5 ppm				
	38.91	34.87	23.64	20.37
	39.17	36.62	27.88	26.84
	38.49	35.10	22.79	24.56
	38.53	39.18	21.03	30.92
	37.63	30.42	26.44	31.12
	41.20	34.02	23.26	30.87
	40.20	34.67	34.81	25.52
	39.89	34.79	22.02	28.43
	33.79	34.60	28.04	27.61
	39.94	33.25	21.70	21.64
	38.19	32.30	29.80	20.98
	39.51	31.67	28.85	22.49
Promedio	38.79	34.53	25.86	25.95
DE	1.86	2.24	4.16	3.98

CV	0.05	0.06	0.16	0.15
NaCl 5ppm				
	33.11	31.19	27.68	30.24
	37.09	34.35	22.54	28.15
	33.86	32.4	23.46	27.59
	33.13	32.3	20.06	30.56
	34.88	35.85	26.99	24.06
	39.38	38.01	24.95	32.25
	43.16	36.3	32.78	33.51
	37.10	41.51	23.67	28.64
	40.04	35.77	20.39	26.01
	35.74	33.02	22.09	29.69
	36.94	33.29	24.92	27.57
	42.26	31.54	23.29	30.21
Promedio	37.22	34.91	24.40	29.04
DE	3.38	3.00	3.50	2.61
CV	0.09	0.09	0.14	0.09
NaCl 2.5 ppm				
	31.19	30.20	19.16	30.19
	34.35	36.15	18.18	31.22
	32.40	32.53	25.15	30.52
	32.30	33.14	20.51	30.84
	35.85	32.67	19.83	26.94
	38.01	37.57	31.48	29.07
	36.30	24.43	20.36	25.90
	41.51	28.91	31.14	29.66
	35.77	27.27	24.82	34.60
	33.02	32.34	20.46	31.86
	33.29	36.90	21.90	27.66
	33.02	34.11	28.29	30.62
Promedio	34.75	32.01	23.44	29.92
DE	2.91	4.08	4.68	2.34
CV	0.08	0.13	0.20	0.08

Evaluación de color. Parámetro **b** en claras líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
	8.66	11.39	11.66	9.95
	9.10	12.71	12.83	11.12
	8.35	12.70	13.19	10.84
	8.88	11.77	12.38	11.38
	6.84	8.85	9.47	14.29
	6.86	8.40	9.55	11.81
	7.09	9.30	9.06	12.20
	6.69	8.92	9.62	12.21
	6.85	-	-	11.87
	7.39	-	-	10.80
	6.79	-	-	10.49
	6.29	-	-	10.36

Promedio	7.48	10.51	10.97	11.44
DE	0.98	1.82	1.72	1.16
CV	0.13	0.17	0.16	0.10
SES 5ppm				
	7.08	12.30	8.11	10.00
	7.59	12.31	8.70	10.14
	7.4	12.84	9.06	10.04
	6.84	13.38	9.31	10.46
	7.96	8.80	11.09	16.63
	8.22	8.49	12.04	16.54
	6.48	9.15	12.04	17.12
	6.89	8.54	11.22	17.76
	6.01	-	-	11.10
	6.68	-	-	11.36
	6.87	-	-	11.44
	6.32	-	-	11.19
Promedio	7.03	10.73	10.20	12.82
DE	0.66	2.15	1.57	3.15
CV	0.09	0.20	0.15	0.25
SES 2.5 ppm				
	7.52	7.48	9.06	10.22
	8.15	5.41	8.67	14.92
	7.68	5.93	9.22	13.55
	8.39	6.42	9.61	13.18
	5.93	8.37	13.43	10.14
	5.70	8.20	13.20	9.84
	5.23	8.19	13.57	9.37
	7.02	8.55	14.35	9.89
	6.11	-	-	7.70
	6.36	-	-	8.45
	6.56	-	-	8.31
	6.5	-	-	7.52
Promedio	6.76	7.32	11.39	10.26
DE	1.00	1.23	2.44	2.40
CV	0.15	0.17	0.21	0.23
NaCl 5ppm				
	7.28	10.53	9.69	8.49
	8.43	12.14	9.33	8.81
	7.37	12.80	9.11	8.40
	6.87	12.69	9.17	8.19
	7.76	8.16	12.51	11.49
	7.03	8.15	12.62	12.05
	7.37	8.82	12.23	11.12
	7.16	8.54	12.43	11.41
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	7.41	10.23	10.89	10.00
DE	0.49	2.07	1.68	1.66
CV	0.07	0.20	0.15	0.17

NaCl 2.5 ppm				
	7.95	9.83	7.27	12.72
	7.04	9.33	8.18	11.85
	6.99	9.71	7.86	12.21
	6.91	9.30	7.35	12.08
	6.41	9.07	11.58	9.43
	7.32	9.52	11.73	9.19
	7.29	9.25	11.84	9.07
	7.65	9.49	12.87	9.44
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Promedio	7.20	9.44	9.84	10.75
DE	0.47	0.25	2.37	1.59
CV	0.07	0.03	0.24	0.15

Evaluación de color. Parámetro **b** en huevo yemas líquidas.

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
	ST			
	39.83	65.59	50.6	43.61
	35.60	58.38	56.73	34.20
	37.60	60.62	56.04	47.31
	39.58	59.46	60.19	47.30
	39.71	66.02	51.04	48.17
	35.51	66.35	47.35	41.64
	34.93	65.61	45.61	46.05
	33.05	73.50	43.55	51.37
	32.41	64.20	54.03	48.75
	38.19	58.74	55.97	39.67
	45.45	67.41	55.50	45.16
	34.9	56.22	56.19	50.39
	37.23	63.51	52.73	45.30
Promedio	3.62	4.91	5.10	4.89
DE	0.10	0.08	0.10	0.11
CV				
	SES 5ppm			
	35.16	66.51	61.28	30.44
	51.31	64.03	56.24	35.07
	53.09	59.42	58.96	51.93
	43.10	65.31	58.53	41.13
	41.82	58.81	64.37	47.06
	50.85	58.79	51.74	48.15
	52.44	60.77	60.87	45.09
	45.45	63.48	63.83	47.25
	42.17	56.24	60.19	53.63
	43.80	52.73	54.63	50.84
	47.01	57.00	54.80	52.35
	46.02	56.56	58.40	47.48
Promedio	46.02	59.97	58.65	45.87

DE	5.29	4.16	3.80	7.09
CV	0.11	0.07	0.06	0.15
SES 2.5 ppm				
	46.22	58.53	50.99	46.74
	49.28	59.55	54.08	44.62
	48.63	59.87	46.19	50.22
	47.27	54.97	50.82	44.48
	41.64	65.10	49.68	41.94
	39.81	68.12	54.54	45.76
	55.86	68.50	54.08	50.50
	42.88	53.03	50.30	44.04
	36.48	46.05	58.87	51.52
	44.15	58.95	59.59	45.30
	48.30	59.21	61.16	36.67
	43.59	58.85	61.63	44.47
Promedio	45.34	59.23	54.33	45.52
DE	5.08	6.26	5.01	4.05
CV	0.11	0.11	0.09	0.09
NaCl 5ppm				
	42.77	54.05	48.65	39.8
	43.01	43.97	59.09	45.87
	51.25	53.28	61.11	48.15
	53.67	59.94	51.43	48.54
	42.93	57.10	58.92	52.85
	48.52	53.80	46.59	51.01
	42.83	47.67	60.19	53.90
	45.63	39.55	55.36	57.77
	46.75	52.64	54.97	45.61
	52.71	60.02	61.41	51.23
	52.05	63.48	60.72	48.86
	31.01	61.29	54.35	39.55
Promedio	46.09	53.90	56.07	48.60
DE	6.31	7.24	5.05	5.38
CV	0.14	0.13	0.09	0.11
NaCl 2.5 ppm				
	49.68	58.1	60.99	49.38
	42.77	58.65	61.21	50.28
	54.44	58.08	59.91	45.48
	54.19	60.15	61.54	47.65
	48.90	48.04	62.68	40.82
	52.99	58.12	60.14	57.67
	54.02	70.07	55.51	49.62
	52.98	56.49	51.20	56.99
	42.06	56.83	59.03	50.04
	49.83	56.38	57.14	52.13
	51.31	59.08	55.81	52.45
	46.64	42.01	62.47	46.07
Promedio	49.98	56.83	58.97	49.88
DE	4.27	6.72	3.43	4.71
CV	0.09	0.12	0.06	0.09

Evaluación de capacidad de emulsión en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	255.81	178.29	232.56	240.31
	248.06	196.90	248.06	237.21
	263.57	187.60	232.56	248.06
	255.81	187.60	237.73	241.86
	7.75	9.30	8.95	5.59
	0.03	0.05	0.04	0.02
SES 5ppm				
Promedio DE CV	243.41	178.29	232.56	186.05
	255.81	182.95	224.81	217.05
	248.06	170.54	201.55	224.81
	249.10	177.26	219.64	209.30
	6.27	6.27	16.14	20.51
	0.03	0.04	0.07	0.10
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	269.77	178.29	232.56	224.81
	248.06	178.29	224.81	209.30
	263.57	170.54	232.56	221.71
	260.47	175.71	229.97	218.60
	11.18	4.48	4.48	8.20
	0.04	0.03	0.02	0.04
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	232.56	182.95	217.05	224.81
	232.56	186.05	224.81	232.56
	232.56	189.15	217.05	232.56
	232.56	186.05	219.64	229.97
	0.00	3.10	4.48	4.48
	0.00	0.02	0.02	0.02
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	263.57	201.55	209.30	224.81
	260.47	198.45	224.81	201.55
	263.57	193.80	217.05	201.55
	262.53	197.93	217.05	209.30
	1.79	3.90	7.75	13.43
	0.01	0.02	0.04	0.06

Evaluación de capacidad de emulsión en yemas líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	255.81	198.45	224.81	232.56
	248.06	201.55	224.81	217.05
	263.57	213.95	232.56	240.31
	255.81	204.65	227.39	229.97
	7.75	8.20	4.48	11.84
	0.03	0.04	0.02	0.05

SES 5ppm				
Promedio DE CV	243.41	224.81	240.31	240.31
	255.81	213.95	232.56	248.06
	248.06	224.81	224.81	240.31
	249.10	221.19	232.56	242.89
	6.27	6.27	7.75	4.48
	0.03	0.03	0.03	0.02
	SES 2.5 ppm			
Promedio DE CV	269.77	218.60	224.81	240.31
	248.06	224.81	232.56	234.11
	263.57	229.46	224.81	232.56
	260.47	224.29	227.39	235.66
	11.18	5.44	4.48	4.10
	0.04	0.02	0.02	0.02
	NaCl 5ppm			
Promedio DE CV	232.56	224.81	232.56	232.56
	232.56	217.05	224.81	240.31
	232.56	224.81	232.56	217.05
	232.56	222.22	229.97	229.97
	0.00	4.48	4.48	11.84
	0.00	0.02	0.02	0.05
	NaCl 2.5 ppm			
Promedio DE CV	263.57	224.81	224.81	240.31
	260.47	217.05	220.16	217.05
	263.57	224.81	232.56	217.05
	262.53	222.22	225.84	224.81
	1.79	4.48	6.27	13.43
	0.01	0.02	0.03	0.06

Evaluación de capacidad de espumado en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	300.00	330.00	320.00	440.00
	250.00	250.00	250.00	370.00
	320.00	310.00	220.00	390.00
	290.00	296.67	263.33	400.00
	36.06	41.63	51.32	36.06
	0.12	0.14	2.05	0.09
	SES 5ppm			
Promedio DE CV	300.00	280.00	380.00	430.00
	350.00	300.00	350.00	330.00
	300.00	250.00	340.00	360.00
	316.67	276.67	356.67	373.33
	28.87	25.17	20.82	51.32
	0.09	0.09	0.83	0.14
	SES 2.5 ppm			
Promedio DE CV	250.00	260.00	290.00	450.00
	320.00	300.00	270.00	380.00
	300.00	300.00	340.00	320.00

Promedio DE CV	290.00	286.67	300.00	383.33
	36.06	23.09	36.06	65.06
	0.12	0.08	1.44	0.17
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	300.00	350.00	310.00	300.00
	250.00	250.00	310.00	350.00
	250.00	260.00	300.00	330.00
	266.67	286.67	306.67	326.67
	28.87	55.08	5.77	25.17
	0.11	0.19	0.23	0.08
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	250.00	280.00	310.00	370.00
	250.00	250.00	280.00	320.00
	320.00	250.00	290.00	250.00
	273.33	260.00	293.33	313.33
	40.41	17.32	15.28	60.28
	0.15	0.07	0.61	0.19

Evaluación de capacidad de espumado en claras líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	490.00	490.00	350.00	440.00
	400.00	400.00	290.00	370.00
	400.00	450.00	360.00	390.00
	430.00	446.67	333.33	400.00
	51.96	45.09	37.86	36.06
	0.12	0.10	0.11	0.09
SES 5ppm				
Promedio DE CV	580.00	600.00	370.00	430.00
	550.00	550.00	330.00	330.00
	600.00	580.00	380.00	350.00
	576.67	576.67	360.00	370.00
	25.17	25.17	26.46	52.92
	0.04	0.04	0.07	0.14
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	410.00	410.00	400.00	450.00
	520.00	520.00	310.00	420.00
	410.00	460.00	380.00	430.00
	446.67	463.33	363.33	433.33
	63.51	55.08	47.26	15.28
	0.14	0.12	0.13	0.04
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	400.00	400.00	410.00	300.00
	350.00	380.00	380.00	350.00
	450.00	340.00	330.00	320.00
	400.00	373.33	373.33	323.33
	50.00	30.55	40.41	25.17
	0.13	0.08	0.11	0.08
NaCl 2.5 ppm				

	520.00	520.00	290.00	370.00
	490.00	490.00	350.00	250.00
	500.00	500.00	440.00	260.00
Promedio	503.33	503.33	360.00	293.33
DE	15.28	15.28	75.50	66.58
CV	0.03	0.03	0.21	0.23

Evaluación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico en huevo entero líquido

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	0.23	0.23	0.67	0.26
	0.23	0.36	0.89	0.36
	0.23	0.42	0.98	0.35
	0.23	0.34	0.84	0.32
	0.00	0.10	0.16	0.06
	0.00	0.29	0.19	0.17
SES 5ppm				
Promedio DE CV	0.30	0.30	0.85	0.84
	0.30	0.49	0.84	1.26
	0.30	0.49	1.00	1.29
	0.30	0.42	0.90	1.13
	0.00	0.11	0.09	0.25
	0.00	0.26	0.10	0.22
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	0.28	0.28	0.95	0.54
	0.28	0.28	1.00	0.53
	0.28	0.35	1.18	0.60
	0.28	0.30	1.05	0.56
	0.00	0.04	0.12	0.04
	0.00	0.12	0.12	0.07
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	0.54	0.54	0.66	0.49
	0.54	0.30	0.72	0.32
	0.54	0.42	0.75	0.55
	0.54	0.42	0.71	0.45
	0.00	0.12	0.05	0.12
	0.00	0.29	0.07	0.26
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	0.27	0.27	1.00	0.60
	0.27	0.28	0.97	0.46
	0.27	0.33	0.89	0.60
	0.27	0.30	0.95	0.56
	0.00	0.03	0.06	0.08
	0.00	0.12	0.06	0.15

Evaluación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico en yemas líquidas

Tratamiento	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
ST				
Promedio DE CV	0.01	1.27	1.25	2.08
	0.21	1.39	1.47	1.43
	0.35	1.44	1.20	1.36
	0.19	1.37	1.30	1.63
	0.17	0.09	0.14	0.40
	0.89	0.06	0.11	0.25
SES 5ppm				
Promedio DE CV	0.63	2.68	2.33	2.43
	0.55	2.68	2.10	2.42
	0.27	3.06	2.37	2.20
	0.48	2.81	2.26	2.35
	0.19	0.22	0.15	0.13
	0.39	0.08	0.06	0.06
SES 2.5 ppm				
Promedio DE CV	0.28	1.67	2.14	1.70
	0.57	1.39	1.98	1.62
	0.85	1.58	1.85	1.49
	0.57	1.55	1.99	1.60
	0.28	0.14	0.14	0.10
	0.50	0.09	0.07	0.06
NaCl 5ppm				
Promedio DE CV	0.19	0.88	1.97	3.29
	0.85	1.42	2.11	3.06
	0.30	1.39	1.84	2.93
	0.45	1.23	1.97	3.10
	0.35	0.30	0.14	0.18
	0.79	0.25	0.07	0.06
NaCl 2.5 ppm				
Promedio DE CV	0.36	1.85	1.57	1.56
	0.45	1.48	1.79	1.43
	0.33	1.75	1.22	1.67
	0.38	1.69	1.53	1.55
	0.06	0.19	0.29	0.12
	0.16	0.11	0.19	0.08