

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA



“EVALUACIÓN DEL CITRATO DE SODIO Y EL TIPO DE ENVASADO EN LA RALENTIZACIÓN DEL PARDEAMIENTO DEL MANTO DE POTA (*Dosidicus gigas*) SALADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO”

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

EDUARDO ALBERTO HURTADO ONUMA

LIMA – PERÚ

2023

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

Document Information

Analyzed document	Tesis 17.docx (D160915331)
Submitted	2023-03-13 16:32:00
Submitted by	Tito Eduardo Llerena Daza
Submitter email	tellid@lamolina.edu.pe
Similarity	5%
Analysis address	tellid.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP - Completo.pdf Document TSP - Completo.pdf (D154111772) Submitted by: fervargas@lamolina.edu.pe Receiver: fervargas.unalm@analysis.arkund.com	 3
SA	PLAN DE TESIS RUTH CCASO 2022 UNAM Agosto.docx Document PLAN DE TESIS RUTH CCASO 2022 UNAM Agosto.docx (D143138291)	 2
W	URL: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Toxicologia_de_Alimentos_VegaFlorentino.pdf Fetched: 2023-03-13 16:36:00	 2
W	URL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3427.pdf Fetched: 2023-01-24 05:10:59	 1
W	URL: http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001697.pdf Fetched: 2023-03-13 16:34:00	 2
SA	TESIS TERMINADA- PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO (3).pdf Document TESIS TERMINADA- PULPA DE PIÑA ENVASADA AL VACÍO (3).pdf (D159372019)	 4
W	URL: https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Mayo_20... Fetched: 2022-01-10 19:53:07	 1
W	URL: https://pdfs.semanticscholar.org/c149/ddbc37c6e372219914327709fa305df66f0f.pdf Fetched: 2021-05-30 10:12:17	 2
SA	ALEXANDER DALLIN TIQUE AGUILAR - PLAN DE TESIS.pdf Document ALEXANDER DALLIN TIQUE AGUILAR - PLAN DE TESIS.pdf (D146485902)	 1
W	URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7003410.pdf Fetched: 2022-09-07 16:59:13	 1
W	URL: https://www.hc-sc.gc.ca/data-donnees/hecs-dgsec/graphic-graphique/alpha_gross_beta_graph_alph... Fetched: 2023-03-09 17:11:26	 4
W	URL: http://www.oannes.org.pe/upload/20160922154605350949975.pdf Fetched: 2023-03-13 16:33:00	 1
W	URL: http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/88 Fetched: 2023-03-13 16:33:00	 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA

“EVALUACIÓN DEL CITRATO DE SODIO Y EL TIPO DE ENVASADO EN LA RALENTIZACIÓN DEL PARDEAMIENTO DEL MANTO DE POTA (*Dosidicus gigas*) SALADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO”

Presentado por:

Eduardo Alberto Hurtado Onuma

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO PESQUERO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado

M. Sc. Raúl Del Carmen Porturas Olaechea
Presidente

M. Sc. David Julián Roldan Acero
Miembro

M. Sc. Juan Rodolfo Omote Sibina
Miembro

M. Sc. Tito Eduardo Llerena Daza
Asesor

Sr. Zalatiel Carranza Avalos
Co-asesor

Lima, 2023

DEDICATORIA

A mis padres Ricardo y Maruja, a mi hermana Claudia,
a mis abuelos, Eduardo y Chela, y a mi tía Katty
quienes fueron mi inspiración, impulso y motivación a
lo largo de este camino.

A ti, tía María 

AGRADECIMIENTO

- Agradezco al CITE pesquero Callao por haberme brindaron el apoyo para la realización de esta tesis; especialmente al M. Sc. Alberto Salas director del CITEpesquero y a la Ing. Melva Pazos, coordinadora de la UCDI del ITP.
- Un agradecimiento especial al Ing. Luis Chimpén Salazar por haberme transmitido sus enseñanzas antes y durante la etapa de realización de este proyecto en el área de productos curados pesqueros.
- A mi asesor M. Sc. Tito Llerena Daza por sus consejos brindados, por su paciencia y por ser el soporte científico durante el desarrollo de este proyecto desde su ejecución hasta la elaboración de este documento.
- A Miguel Albrecht-Ruiz por su confianza depositada en mí, sus consejos para no rendirme y que este proyecto salga adelante, sobretodo en el desarrollo de los experimentos y animándome siempre con el incentivo a la investigación.
- A mis amigos del CITEpesquero Callao: Roy, Jordan, Nancy, Oscar, Sebastian y Andres quienes me apoyaron siendo mis panelistas durante la ejecución de la parte experimental y agradecer también por sus consejos en la materia y el apoyo y motivación para que esta tesis salga adelante.

ÍNDICE

RESUMEN

SUMARY

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Aspectos generales de la pota (<i>Dosidicus gigas</i>).....	3
2.1.1	Clasificación Taxonómica.....	3
2.1.2	Composición Física.....	4
2.1.3	Composición Química.....	4
2.1.4	Sabor característico ácido-amargo.....	5
2.2	Proceso de Salado.....	5
2.2.1	Clasificación de Salado.....	6
2.2.2	Salado en calamares.....	8
2.2.3	Actividad de agua.....	8
2.3	Pardeamiento no enzimático.....	9
2.3.1	Reacción de Maillard.....	10
2.3.2	Pardeamiento en calamares.....	12
2.4	Tratamientos químicos para evitar el pardeamiento.....	13
2.4.1	Utilización de Citrato de sodio como agente antipardeante.....	13
2.5	Métodos para evaluar el grado de pardeamiento de Maillard.....	14
2.5.1	Evaluación sensorial.....	14
2.5.2	Evaluación instrumental del color.....	15
2.5.3	Medición de la absorbancia.....	16
2.6	Envases flexibles.....	17

2.6.1	Envasado al vacío.....	17
2.7	Vida útil.....	18
2.7.1	Pruebas aceleradas.....	19
2.7.2	Cinética de reacción de deterioro.....	19
2.7.3	Ley de Arrhenius.....	21
III.	METODOLOGÍA.....	23
3.1	Lugar de ejecución.....	23
3.2	Materiales y equipos.....	23
3.2.1	Materia prima.....	23
3.2.2	Insumos.....	23
3.2.3	Materiales de procesamiento.....	23
3.2.4	Equipos de procesamiento.....	24
3.2.5	Materiales de laboratorio.....	24
3.2.6	Materiales de evaluación sensorial.....	25
3.2.7	Reactivos químicos.....	25
3.2.8	Equipos de laboratorio.....	25
3.3	Metodología experimental.....	26
3.3.1	Metodología para la elaboración de pota salada.....	26
3.3.2	Descripción del proceso.....	27
3.4	Método de análisis.....	30
3.4.1.	Evaluación de la pota fresca.....	30
3.4.2.	Evaluación de medición del grado de pardeamiento de la pota salada.....	30
3.4.3.	Caracterización fisicoquímica de la pota salada.....	31
3.4.4	Método microbiológico.....	31

3.4.5	Determinación de la evaluación sensorial en pota salada.....	31
3.5	Diseño experimental.....	33
3.5.1	Evaluación el citrato de sodio como aditivo para retardar de la aparición del pardeamiento en el manto de la pota salada.....	33
3.5.2	Evaluación de la influencia del tipo de envasado durante el almacenamiento del manto de la pota salada.....	34
3.5.3	Determinación del periodo de vida útil a diferentes temperaturas de la pota salada para poder extrapolar el tiempo de vida a otras temperaturas por la ecuación de Arrhenius.....	35
3.5.4	Determinar la caracterización del producto final de la pota salada.....	36
3.5.5	Análisis Estadísticos.....	36
IV.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	38
4.1	Evaluación de la materia prima.....	38
4.1.1	Análisis físico-organoléptico.....	38
4.1.2	Análisis Químico.....	38
4.2	Evaluación del citrato de sodio como inhibidor de pardeamiento de pota salada...38	
4.2.1	Evaluación de la intensidad de pardeamiento no enzimático por absorbancia (Abs 420 nm).....	39
4.2.2	Cambios colorimétricos.....	42
4.2.3	Evaluación de los cambios de luminosidad (L*).....	42
4.2.4	Evaluación de los cambios de los valores de la coordenada a*.....	45
4.2.5	Evaluación de los cambios de los valores de la coordenada b*.....	48
4.2.6	Comparación entre absorbancia, color a* b* y L*.....	52
4.2.7	Evaluación sensorial.....	54
4.2.8	Comparación del análisis sensorial con los análisis de absorbancia y color.....	56
4.3	Influencia del tipo de envasado en la reducción del pardeamiento de la pota salad...59	

4.3.1	Evaluación del grado de pardeamiento por absorbancia (Abs 420 nm).....	59
4.3.2	Evaluación del color instrumental.....	61
4.3.3	Evaluación sensorial - prueba triangular.....	66
4.4	Estudio de vida útil de la pota salada.....	69
4.4.1	Estudio de vida útil según la medición de la absorbancia.....	70
4.4.2	Estudio de vida útil según la medición de color.....	73
4.5	Caracterización del producto final.....	80
4.5.1	Determinación de la composición química.....	80
4.5.2	Determinación del contenido de cloruros.....	81
4.5.3	Determinación de la actividad de agua.....	81
4.5.4	Análisis microbiológico.....	81
V.	CONCLUSIONES.....	83
VI.	RECOMENDACIONES.....	84
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	85
VIII.	ANEXOS.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica

Tabla 2: Composición física de la pota fresca

Tabla 3: Composición química de la parte comestible de la pota (g/100 g de carne)

Tabla 4: Aminoácidos esenciales en el manto de la pota (mg/g de proteína)

Tabla 5: Efecto inhibitorio del NaCl sobre el desarrollo de los diferentes microorganismos

Tabla 6: Función de calidad del orden de reacción

Tabla 7: Evaluación sensorial descriptiva de la pota salada

Tabla 8: Variables a medir en los tratamientos del manto de pota salada

Tabla 9: Variables a medir en los tipos de envasado del manto de pota salada

Tabla 10: Parámetros a evaluar al producto final durante el almacenamiento

Tabla 11: Análisis químico proximal de pota fresca (g/100g de muestra)

Tabla 12: Prueba de Tukey de contrastes

Tabla 13: Correlación de Pearson

Tabla 14: p-value pareados

Tabla 15: Prueba t-Student de los valores de absorbancia para los días 0; 14; 28 y 42

Tabla 16: Prueba t-Student de los valores la luminiscencia L^* para la pota salada durante el periodo de tratamiento

Tabla 17: Prueba t-Student de los valores la coordenada a^* para la pota salada durante el periodo de tratamiento

Tabla 18: Prueba t-Student de los valores la luminiscencia b^* para la pota salada durante el periodo de tratamiento

Tabla 19: Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 14 días de almacenamiento

Tabla 20: Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 28 días de almacenamiento

Tabla 21: Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 28 días de almacenamiento

Tabla 22: Valores K evaluados según los valores de absorbancia

Tabla 23: Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil según valores de absorbancia

Tabla 24: Obtención del tiempo de vida útil según los valores de absorbancia

Tabla 25: Valores K evaluados con los resultados del color a^*

Tabla 26: Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil evaluando mediante la coordenada a^*

Tabla 27: Valores para obtener el tiempo de vida útil según los valores de a^*

Tabla 28: Valores K evaluados con los resultados del color b^*

Tabla 29: Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil del estudio de la coordenada b^*

Tabla 30: Obtención del tiempo de vida útil según los valores de b^*

Tabla 31: Composición química proximal de la papa salada (g/100 g)

Tabla 32: Resultado de recuento microbiológico para las temperaturas de almacenamiento (UFC/g)

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la actividad de agua.

Figura 2. Representación esquemática de la reacción de Maillard y la formación de olor y color en el alimento.

Figura 3. Coordenadas cromáticas L^* , a^* y b^*

Figura 4. Patrón de cambios de concentración en diferentes órdenes de reacción.

Figura 5. Dependencia lineal de $\ln k$ respecto a $1/T$.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de pota salada

Figura 7. Corte y desollado del manto de la pota

Figura 8. Proceso del salado del manto de pota (a) y pota salada cubierta con una lámina de plástico (b)

Figura 9. Pota salada lavada y escurrida

Figura 10. Evolución de la intensidad del pardeamiento a través de la absorbancia (AU) en el manto de pota salada para los tratamientos de 0 mM (M0); 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)

Figura 11. Diagrama de cajas de los datos de absorbancia

Figura 12. Evolución de la luminosidad (L^*) en el manto de pota salada para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)

Figura 13. Diagrama de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor L^* de color

Figura 14. Evolución de los valores a^* en el manto de pota salada para los tratamientos de 0, 0.1, 0.5 y 1% de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)

Figura 15. Diagrama de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor a^* de color

Figura 16. Evaluación de los valores b^* en el manto de pota salada para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)

Figura 17. Diagrama de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor L^* de color

Figura 18. Comparación entre los valores de a^* y b^*

Figura 19. Comparación entre los valores de Absorbancia y los valores de a^* y b^*

Figura 20. Diagrama de caja del análisis sensorial

Figura 21. Correlación entre el puntaje sensorial y absorbancia

Figura 22. Correlación entre el puntaje sensorial y los valores del color L^*

Figura 23. Correlación entre los puntajes sensoriales y los valores del color a^*

Figura 24: Correlación entre el puntaje sensorial y los valores b^*

Figura 25. Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs absorbancia

Figura 26. Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores L^*

Figura 27. Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores a^*

Figura 28. Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores b^*

Figura 29. Correlación entre tiempo y Temperatura de los valores de absorbancia

Figura 30. Relación $\ln K$ en función de la inversa de la temperatura ($^{\circ}K$)

Figura 31. Evaluación del valor L^* a lo largo del estudio de vida útil

Figura 32. Comportamiento del valor a^* a lo largo del estudio de vida útil

Figura 33. Relación de $\ln K$ en función de la inversa de la temperatura (K)

Figura 34. Comportamiento del valor b^* a lo largo del estudio de vida útil

Figura 35. Relación $\ln K$ en función de la inversa de la temperatura ($^{\circ}K$)

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato 2 Análisis sensorial, evaluación Física Organoléptica de la Pota

Anexo 2 Prueba sensorial de la etapa 1

Anexo 3. Cartilla para la prueba triangular desarrollada en la etapa 2

Anexo 4. Prueba de Friedman para la evaluación sensorial de la etapa I día 14

Anexo 5. Comparación usando Wilcoxon - sensorial de la etapa I día 14

Anexo 6. Prueba de Friedman para la evaluación sensorial de la etapa I día 18

Anexo 7. Comparación usando Wilcoxon - evaluación sensorial de la etapa I día 18

Anexo 8. Prueba de Friedman para la última evaluación sensorial de la etapa I día 21

Anexo 9. Comparación usando Wilcoxon - evaluación sensorial de la etapa I día 21

Anexo 10. Varianza de Levene de a, b y absorbancia

Anexo 11. Evaluador sensorial de la etapa I

Anexo 12. Evaluadores de evaluación sensorial de la prueba triangular.

RESUMEN

Durante el tiempo de almacenamiento del manto salado de pota (*Dosidicus gigas*), este tiende a cambiar de color de blanco lechoso a amarillo - naranja, de naturaleza química denominado pardeamiento, haciendo que sus características iniciales del producto sean alteradas. En tal sentido los objetivos de este estudio fue identificar la concentración de citrato de sodio y evaluar el tipo de envasado al vacío o sin vacío para retardar la aparición del pardeamiento, y estimar el tiempo de vida útil del producto final. La primera etapa se realizó con el fin de frenar la aparición del pardeamiento utilizando citrato de sodio en las concentraciones de 0.3 mM; 1.7 mM y 3.4 mM y un control; esta evaluación se realizó durante 21 días, almacenado a 35°C y se determinó que la concentración de 1.7 mM tuvo los mejores resultados retardando los cambios de color frente a los otros tratamientos, en el cual se evaluaron los parámetros de color L^* , a^* y b^* en el espectro colorimétrico, el grado de absorbancia, así mismo, se realizó una prueba sensorial. La segunda etapa tuvo como objetivo evaluar el tipo de envasado, con vacío y sin vacío, en donde se determinó que la pota salada, empacada sin vacío frenó el cambio de color comparando con las muestras empacadas al vacío, tras evaluar el grado de absorbancia, los valores del espectro del color L^* , a^* y b^* ; y realizando una prueba triangular durante 42 días cada 14 días. Por último, se determinó, mediante la ecuación de Arrhenius, el tiempo de vida útil del manto de pota salada, tratada a 1.7 mM de citrato de sodio y empacada sin vacío, teniendo un tiempo de vida útil de 3 meses almacenado a 20°C.

Palabras clave: Pota salada, absorbancia, colorimetría, pardeamiento, reacción de Maillard, vida útil.

ABSTRACT

During the storage time of the salty squid coat (*Dosidicus gigas*), it tends to change color from milky white to yellow-orange, of a chemical nature called browning, causing its initial product characteristics to be altered. In this sense, the objectives of this study were to identify the concentration of sodium citrate and evaluate the type of vacuum or non-vacuum packaging to delay the appearance of browning and estimate the useful life of the final product. The first stage was carried out in order to stop the appearance of browning using sodium citrate at concentrations of 0.3 mM; 1.7 mM and 3.4 mM and a control; This evaluation was carried out for 21 days, stored at 35°C and it was determined that the concentration of 1.7 mM had the best results in delaying color changes compared to the other treatments, in which the color parameters L^* were evaluated, a^* and b^* in the colorimetric spectrum, the degree of absorbance, likewise, a sensory test was carried out. The second stage aimed to evaluate the type of packaging, with vacuum and without vacuum, where it was determined that the salted squid, packed without vacuum, slowed down the color change compared to the samples packed under vacuum, after evaluating the degree of absorbance. the values of the color spectrum L^* , a^* and b^* ; and performing a triangle test for 42 days every 14 days. Finally, the useful life of the salt squid mantle, treated at 1.7 mM sodium citrate and packaged without vacuum, was determined using the Arrhenius equation, having a useful life of 3 months stored at 20°C.

Keywords: Salted squid, absorbance, colorimetry, browning, Maillard reaction, shelf life.

I. INTRODUCCIÓN

La Pota (*Dosidicus gigas*), es uno de los recursos más abundantes en el mar peruano, habiéndose registrado un desembarque de 517 710 TM en el año 2021, y es el segundo recurso hidrobiológico con mayor captura después de la anchoveta (PRODUCE, 2022). Actualmente la pota es procesada para el consumo humano directo es comercializada según PRODUCE (2022), como congelado (91.81%), fresco (8.07%), conservas (0.11%) y curados (0.01%).

El salado se ha utilizado como un método de conservación de las carnes de pescado y fue desarrollado por los antiguos peruanos para mantenerlas en el medio ambiente y poder trasladar estos productos pesqueros desde la Costa a zonas Alto Andinas (Gallo, 2004). Actualmente en el proceso del salado de pescado normalmente es procesado por medio de las técnicas de salado seco, salado en pila humada, salado mixto y salado en salmuera, de acuerdo al tipo de pescado (magro o graso) o de acuerdo a la concentración final de sal del producto.

La pota salada, durante su almacenamiento tiende a cambiar su apariencia en el color, dando un cambio paulatino de blanco lechoso a amarillo cremoso y luego a tonalidades naranjas, haciendo que sus características iniciales de producto terminado sean alterados (Barriga, et al. 2004), Este fenómeno puede ser debido a un conjunto de reacciones no enzimáticas producidas por la reacción de Maillard (Geng, 2017), siendo necesario disminuir y retardar la aparición de estas reacciones a fin de alargar el tiempo de vida útil.

Siendo la aparición del pardeamiento un problema en la pota salada durante el almacenamiento, cambiando sus características iniciales de olor y color, este estudio busca retardar la aparición del cambio de color utilizando citrato de sodio como aditivo químico alimenticio para frenar la reacción de Maillard, así como también, el tipo de empaque, con vacío o sin vacío, si influye en el cambio de color en el tiempo o no.

Por último, el estudio concluirá en la determinación del tiempo de vida útil del producto final y su respectiva caracterización para conocer los componentes físicos y químicos en un producto salado. Los objetivos se plantean a continuación:

Objetivo general

Evaluar la mejor concentración del citrato de sodio y el método de envasado para reducir el pardeamiento de manto de pota salada durante el almacenamiento a través de parámetros físicos, químicos y organolépticos con la finalidad aumentar el tiempo de vida útil.

Objetivo específico

- Evaluar la concentración de citrato de sodio en diferentes concentraciones (0.1%, 0.5%, 1.0%) frente al cambio de color del manto de pota salada en pila húmeda.
- Evaluar el efecto del método de envasado (vacío o sin vacío) frente a la variación de la calidad físico-organoléptica del manto de pota salada tratada con un nivel óptimo de citrato de sodio como ralentizante de pardeamiento durante el almacenamiento.
- Determinar el tiempo de vida útil del manto de pota salada en pila húmeda evaluada mediante el método predictivo bajo condiciones específicas de temperaturas (25°; 30°; y 35°C).
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto final

Hipótesis

El uso del citrato de sodio y la técnica de envasado frenan la velocidad del pardeamiento químico de pota salada durante su almacenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales de la pota (*Dosidicus gigas*)

La pota es uno de los principales recursos hidrobiológicos en el Mar Peruano ya que su captura en el año 2019 fue registrada con 526 902 TM (PRODUCE, 2021), y es una fuente importante de proteína (Hernández, 2017). La distribución geográfica de la pota comprende el este del Pacífico Central y Sur Oriental, ya que es un animal migratorio, y se distribuye desde Baja California hasta Valparaíso – Chile, y en el Perú, las localidades de mayor pesca de pota son en Tumbes, Talara y Paita (ITP – IMARPE, 1996).

2.1.1 Clasificación Taxonómica

El calamar gigante o también llamado pota tiene como nombre científico *Dosidicus gigas*, Rojas (2009), señala que la pota presenta la siguiente clasificación taxonómica, presentada en la Tabla 1:

Tabla 1.

Clasificación taxonómica

Clasificación Taxonómica	
Phyllum	Mollusca
Clase	Cephalopoda
Subclase	Coloidea
Orden	Teuthoidea
Suborden	Oegopsidae
Familia	Ommastrephidae
Subfamilia	Ommanstrepinae
Género	Dosidicus
Especie	<i>Dosidicus gigas</i>
Nombre común	Pota, calamar gigante, jibia, squid giant

Nota: Información referente a la clasificación taxonómica del calamar gigante en base a Rojas (2009)

2.1.2 Composición Física

La pota está compuesta por manto, aleta y tentáculos, tal como se muestra en la Tabla 2. Aproximadamente el peso de un ejemplar entero está en el rango de 5 a 7 kg. El rendimiento promedio del manto desmenuzado para su posterior procesamiento está entre el rango del 45 a 49 %.

Tabla 2

Composición física de la pota fresca

Componentes	Porcentaje (%)
Cuerpo, tubo o manto	49.3
Aleta	13.4
Tentáculos	21.4
Vísceras	15.4

Nota: Información referente a los componentes y su porcentaje en peso del calamar gigante, tomado de ITP-IMARPE (1996).

2.1.3 Composición Química

La composición química proximal de la parte comestible de la pota (Tabla 3) varía dependiendo de algunos factores, como la zona de captura, pesca y ésta tiene buena calidad nutricional debido al alto contenido de proteína y tener la presencia de todos los aminoácidos esenciales (Salcedo, 2015). En la Tabla 4 se muestra el contenido de aminoácidos esenciales en el manto de la pota.

Tabla 3

Composición química de la parte comestible de la pota (g/100 g de carne)

Referencia	Humedad	Proteína	Grasa	Cenizas
ITP-IMARPE, 1996	81.1	16	1.1	1.7
Palomino, 2018	79.53	18.94	0.39	1.5
Rosas, 2007	83.78	14.3	0.93	1.13
La Cruz, 1998	80.1	16.5	1.3	1.5

Nota: Información de la composición química proximal del calamar gigante dado por ITP-IMARPE (1996), Palomino (2018), Rosas (2007) y La Cruz (1998).

Tabla 4

Aminoácidos esenciales en el manto de la pota (mg/g de proteína)

Aminoácidos	Manto
Isoleucina	56.0
Leucina	92.2
Metionina + cisteína	82.4
Lisina	92.2
Fenilalanina + Tirosina	44.3
Treonina	47.8
Triptófano	11.0
Valina	50.2
Histidina	24.5

Nota: Esta tabla muestra el contenido de aminoácidos esenciales en el manto de la pota, elaborado en base a Salcedo (2015).

2.1.4 Sabor característico ácido-amargo

El sabor ácido - amargo del músculo del calamar está directamente relacionado con los compuestos hidrosolubles, que están compuestos principalmente por elementos nitrogenados no proteicos, como el cloruro de amonio (NH_4Cl), la trimetilamina (TMA), los péptidos y los aminoácidos, que en conjunto constituyen el sabor ácido - amargo reduciendo la aceptación del consumidor en el proceso de transformación. La cantidad de NH_4Cl es proporcional al tamaño de cada individuo y actúa como un osmorregulador controlando su densidad corporal, nado y flotabilidad (Maza, 2008).

a. Eliminación del sabor ácido-amargo

Para eliminar el sabor ácido-amargo se utiliza un tampón con ácido cítrico / bicarbonato cuyo tratamiento se realiza sumergiendo el manto de la pota en una solución de ácido cítrico para disminuir el pH y reducir los compuestos amoniacales y posteriormente cambiar a una solución con bicarbonato de sodio para estabilizar el pH de la pota, cuyos resultados según estudios anteriores eliminan el 90% del amonio y reducen el mal sabor (Maza, et al. 2008).

2.2 Proceso de Salado

El salado es una técnica de procesamiento más antigua utilizada por los humanos para conservar los alimentos. Los primeros precolombinos que aparecieron en los valles de la

costa peruana utilizaron esta técnica para conservar y trasladar el pescado a las regiones altoandinas y utilizarlo como medio de comercio, donde aún es vigente en la costa norte y en la selva de la Amazonía peruana, haciendo del salado, sea una tecnología ubicua que puede almacenarse en el medio ambiente, facilitando el acceso de estos productos a lugares sin sistemas de refrigeración y lugares de difícil acceso (Gallo, 2004).

El proceso de salazón es una opción importante para la conservación del pescado cuando este se almacena a temperatura ambiente. La técnica utiliza una alta concentración de cloruro de sodio (sal) para conservar el pescado a través de una serie de procesos fisicoquímicos, próximos a la saturación (36,6%); la sal penetra en los músculos del pescado, provocando que el agua sea excretada por ósmosis (Rodríguez et al., Año 2009). Aunque la sal no tiene una relación antimicrobiana directa, tiene la capacidad de actuar como reductor de la actividad del agua (aw) en los alimentos, lo que reduce y en ocasiones interrumpe la actividad microbiana (Albarracín, 2009), como se muestra en la Tabla 5, generando diferentes efectos antibacterianos sobre los microorganismos, bajo la concentración de sal.

Tabla 5

Efecto inhibitorio del NaCl sobre el desarrollo de los diferentes microorganismos

NaCl (%)	Microorganismos
5	<i>Clostridium botulinum</i> tipo E; <i>Pseudomonas fluorescens</i> .
6	<i>Shigella</i> ; <i>Klebsiella</i>
8	<i>E. coli</i> ; <i>Bacillus cereus</i> ; <i>Clostridium botulinum</i> tipo A; <i>Clostridium perfringens</i>
10	<i>Clostridium botulinum</i> tipo B; <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
15	<i>Bacillus subtilis</i> ; <i>streptococci</i>
18	<i>Staphylococcus aureus</i>
25	Algunas especies de <i>Penicillium</i> y <i>Aspergillus</i>
26	<i>Halobacterium halobacium</i> ; <i>Bacterium prodigiosum</i> y algunas especies de <i>Spirillum</i> .

Nota: En esta tabla se muestra el efecto de la interrupción de la actividad bacteriana según Albarracín (2009).

2.2.1 Clasificación de Salado

Según la Norma Técnica Peruana 204.003 y el CODEX Alimentarius, la clasificación de los productos salados es de acuerdo a la técnica con la que se sala y la cantidad de sal que hay dentro del producto.

De acuerdo con la técnica con la cual se realiza el proceso de salado son:

a. Salado en pila seca.

El salado en pila seca consiste en aplicar capas de sal y pescado, apilándose de manera sucesiva una sobre otra, el agua generada por la osmosis se drena a través agujeros por debajo de la pila con el fin de mantener seco este sistema de salado, esta técnica de salado es empleado para ser usado en especies de bajo contenido de grasa (IMARPE, 1973).

b. Salado en pila húmeda.

El salado en pila húmeda se forma apilando capas de sal y el producto pesquero uno sobre otro; durante el proceso de salado, el agua obtenida por el intercambio osmótico no es eliminada con el fin de evitar que el producto este en contacto con el oxígeno del medio ambiente, así evitando la oxidación de lípidos durante el proceso de salado, este método es utilizado según IMARPE (1973) en especies semigrasas como el bonito, jurel, caballa, etc especies que contiene entre 2 y 5% de grasa.

c. Salado mixto.

En el salado por salmuera o pila mixta húmeda, la sal se encuentra en contacto con el producto pesquero en una solución de sal saturada desde el momento en que se coloca la pila de pescado y sal. Durante todo el proceso el producto pesquero permanece sumergido dentro de la salmuera a comparación de los otros dos métodos descritos.

El salado de pescado también se clasifica de acuerdo a la concentración de sal del producto, salado ligero, salado, y salado intenso en donde el contenido de sal en el músculo es de menor a 10%, entre 10% y 17% y superior a 17% respectivamente (Gallo, 2004). Cabe resaltar que mientras el contenido de sal sea mayor en el producto pesquero, se notará un mayor efecto sobre la preservación en el producto salado.

Por otro lado, Placido (2019) afirma que el contenido de humedad en un pescado salado es una variable que depende de la especie y del contenido graso (según la estación del año) alcanzando valores que van de 45% a 60% y un contenido de NaCl en un rango de 16% a

21% sin embargo para todos los casos de pescado salado fuerte la a_w debe ser de entre 0.75 a 0.78.

2.2.2 Salado en calamares

Barriga M. et al. (2004), menciona el método que involucra la mejor manera de salar los calamares, especialmente en la pota, mediante el salado en pila húmeda. Esta técnica fue estudiada en comparación con la técnica de salado en pila seca, dando como resultado que la mayor velocidad de penetración de la sal fue en el salado de pila húmeda, ya que en este método existe una mayor superficie de contacto entre el medio salino y la pota. También, evaluaron el método de realizar cortes y agujeros al manto de la pota antes de realizar el proceso de salado. Sin embargo, las incisiones realizadas al manto no tuvieron ningún efecto frente a la penetración de la sal.

2.2.3 Actividad de agua

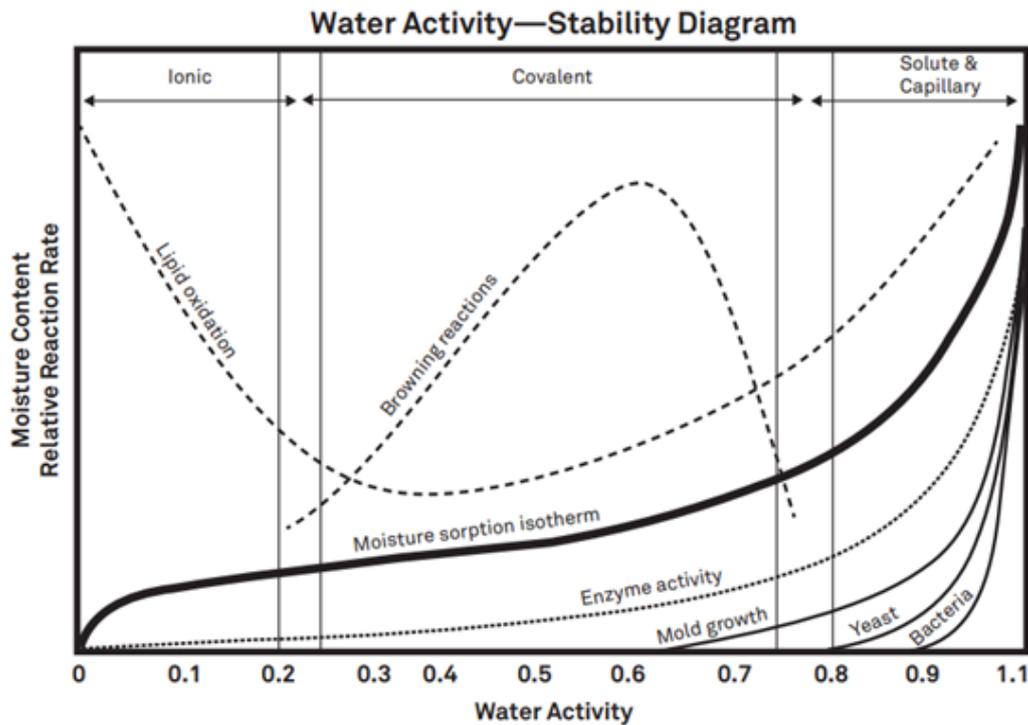
Cardona (2019) define a la actividad de agua en los alimentos (a_w) como la presión parcial de vapor de agua en equilibrio con el alimento dividido por la presión parcial de vapor de agua en condiciones estándar, (presión de vapor parcial del agua pura a la misma temperatura).

El valor indica la fuerza con la que está unida el agua, estructural o químicamente, dentro de una sustancia. Cuanto menor sea la actividad del agua de una muestra, más estrechamente unida estará el agua dentro de la muestra. El concepto de actividad del agua es de particular importancia para determinar la calidad y seguridad del producto. Predice la seguridad y la estabilidad con respecto al crecimiento microbiano, las velocidades de reacción química y bioquímica y las propiedades físicas (Labuza; 1999).

La actividad del agua es una medida del estado energético del agua en un sistema y es un indicador mucho mejor de la estabilidad del producto que el contenido de humedad. La Figura 1 muestra cómo la actividad relativa de microorganismos, lípidos y enzimas se relaciona con la actividad del agua, y que la velocidad del pardeamiento no enzimático es mayor a valores de a_w entre 0.6 y 0.7 (Cardona, 2019). Si bien otros factores, como la disponibilidad de nutrientes y la temperatura, pueden afectar las relaciones, la actividad del agua es la mejor medida de cómo el agua afecta estos procesos.

Figura 1

Diagrama de la actividad de agua.



Nota: Relación de la actividad de agua y la reacción actividad relativa de microorganismos, lípidos y enzimas, obtenida de la fuente de Labuza (1999).

Por otro lado, Placido (2019) menciona sobre la importancia de conocer el aw en el pescado salado. Este es un indicador de la calidad de la salazón y guarda relación con la cantidad de sal en el pescado curado. Los productos pesqueros salados con bajo contenido de sal (3 – 8%) o salpreso tiene un aw entre 0.85 y 0.90, los productos salados cuya concentración de sal está entre 8% y 15%, el aw varía entre 0.80 y 0.85 y en productos salados fuertes cuya concentración de sal es entre 15 – 22% el aw del producto final tiene valores entre 0.76 – 0.80. (Gallo, 2004).

2.3 Pardeamiento no enzimático

Según Alvarez (2009), existen dos tipos de pardeamiento en los alimentos, el pardeamiento enzimático y el no enzimático, en ciertas ocasiones el pardeamiento genera mejora en las características organolépticas en los alimentos ya sea el caso del pan o del asado de carnes rojas, sin embargo, en otros casos el pardeamiento deteriora las características organolépticas como en el caso del oscurecimiento en moluscos secos y salados.

El pardeamiento u oscurecimiento no enzimático es una coloración que va desde amarillo hasta café o marrón generados durante el procesamiento de alimentos a alta temperatura o durante su almacenamiento por un tiempo prolongado (Tamanna, 2015). El pardeamiento no enzimático es producido por una reacción química entre los aminoácidos y los azúcares reductores que generan diferentes sabores y la formación de polímeros oscuros llamados melanoidinas, usado a menudo en la industria alimentaria para dar a los alimentos un sabor, color y aroma deseables, sin embargo, en otros alimentos los productos de la reacción del pardeamiento no enzimático generan pérdidas del valor nutricional y alteraciones organolépticas en el producto final (Arias; 2019).

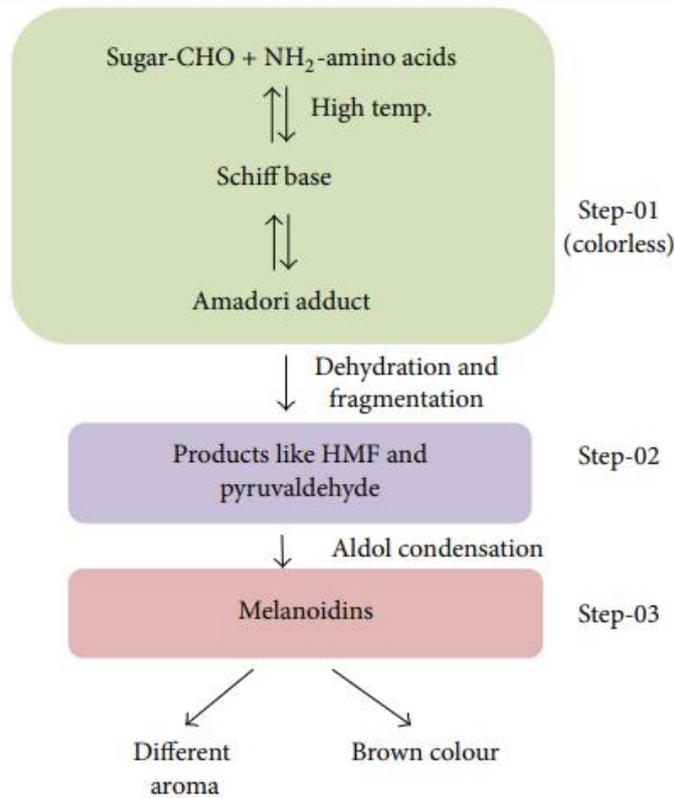
2.3.1 Reacción de Maillard

La reacción de Maillard o glicación es una reacción química no enzimática entre aminos, principalmente primarias (grupo α -amino de los aminoácidos lisina, el grupo guanidino de la arginina) y azúcares reductores (glucosa, fructosa, maltosa, lactosa). Los principales factores que afectan la reacción de Maillard son la actividad de agua, la temperatura y el tiempo, que dependen de las condiciones de procesamiento, así como el pH (Geng. 2018).

La reacción de Maillard lleva el nombre del físico y químico francés Louis Camille Maillard (1878-1936), quien la describió inicialmente como una reacción de pardeamiento no enzimática. Mientras los alimentos se procesan o cocinan a alta temperatura, se produce una reacción química entre los aminoácidos y los azúcares reductores que generan diferentes sabores y color marrón (Figura 2). Por lo tanto, se usa a menudo en la industria alimentaria para dar a los alimentos un sabor, color y aroma diferentes.

Figura 2

Representación esquemática de la reacción de Maillard y la formación de olor y color en el alimento.



Nota. Esta figura representa el flujo de las reacciones de Maillard a partir de los reactantes hasta sus productos y características. Tomado de Tamanna (2015).

Hodge (1953) describió por primera vez los pasos involucrados en la formación de productos de reacción de Maillard (MRP), también conocidos como productos finales de glicación avanzada (AGE). Todo el proceso de formación de MRP se puede dividir en tres etapas principales según la formación del color. En la primera etapa, los azúcares y los aminoácidos se condensan y, después de la condensación, se forma la transposición de Amadori y la 1-amino-1-desoxi-2-cetosa. En la segunda etapa, se produce la deshidratación y fragmentación de las moléculas de azúcar. Los aminoácidos también se degradan en esta etapa. En esta etapa intermedia se forman productos de fisión de hidroximetilfurfural (HMF), como pirruvaldehído y diacetilo. Esta etapa puede ser ligeramente amarilla o incolora. En la etapa final, se produce la condensación aldólica y finalmente se forman los compuestos nitrogenados heterocíclicos, las melanoidinas, que son muy coloreadas (Tamanna, 2015).

Al desarrollarse la reacción de Maillard, se aprecia que la digestibilidad de las proteínas disminuye, así como la cantidad de lisina disponible, obteniendo compuestos tóxicos o antinutricionales. Ya fuera el caso si las concentraciones elevadas de productos del pardeamiento de Maillard estén presentes en la dieta, puede generar diarreas o problemas intestinales, excreción elevada de aminoácidos y una baja actividad enzimática de lactasa, sacarasa y maltasa. Incluso se ha demostrado que este tipo de pigmentos son mutagénicos en la prueba de Ames, es decir que son capaces de inducir mutaciones (Valle, 2000).

2.3.2 Pardeamiento en calamares

La apariencia es uno de los parámetros más importantes en la aceptación por parte del consumidor, en el que el color es un sentido característico del manto de pota salada. Barriga (2004), realizó un estudio sobre la deshidratación osmótica del manto de pota, en donde evaluó el efecto del bisulfito de sodio (500 mg por kg de pota) en el proceso de salado sobre la velocidad de aparición del pardeamiento; luego de 48 horas de salado, el producto fue empacado y posteriormente almacenado a 9°C y 19°C para evaluar el cambio de color durante su almacenamiento. También, realizó el estudio de vida útil a través de cambios físico-organolépticos concluyendo que el producto alcanza un tiempo de vida útil de 90 días de almacenamiento a 15°C. Sin embargo, el Codex Alimentarius (2018) ha regularizado el uso de bisulfito de sodio a una dosis no mayor de 30 mg/kg, haciendo que la dosis utilizada de 500 mg/kg de pota no esté permitida.

Durante el procesamiento del calamar volador neón seco (*Ommastrephes bartrami*) y el calamar de aleta corta del Atlántico (*Illex illecebrosus*). Varios aminoácidos, como la glicina (Gly) y la arginina (Arg) en el calamar volador neón, y la taurina (Tau) y la prolina (Pro) en el calamar de aleta corta del Atlántico, son precursores activos de la reacción de pardeamiento de Maillard durante el procesamiento y almacenamiento de este producto seco. Se informó que los azúcares reductores, como la ribosa, pueden afectar el grado de pardeamiento durante el procesamiento del calamar. El contenido de ribosa está estrechamente relacionado con el grado de pardeamiento en productos de calamar hervido, liofilizado y molido del músculo del manto del calamar común japonés. El amarilleamiento (valor b en el espectro de colorimetría) de un producto de calamar común japonés aumentó durante el almacenamiento a 35 C°; este amarillamiento se correlacionó significativamente con una disminución de la ribosa (Omura et al., 2007).

2.4 Tratamientos químicos

El manto de la pota salada contiene dos enzimas proteolíticas, que dividen a la miosina en meromiosina pesada (HMM) y meromiosina ligera (LMM), que, según Barriga (2004), puede ser causante del pardeamiento durante el almacenamiento de la pota salada; en la sentido, dicho autor probó el uso de bisulfito de sodio como agente quelante para que retarde la aparición de dicho pardeamiento. Por otro lado, la adición de otros quelantes, como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o 1,10-fenantrolina, a la carne (Kuwahara, Osako, Okamoto y Konno, 2006), también reducen la aparición del pardeamiento. En los estudios realizados por Geng (2017), analizó el pardeamiento y el aumento en el contenido total de FAA de los productos secos de calamar común japonés se mitigaron significativamente mediante la adición de inhibidores de metaloproteasas, especialmente etilenglicol-bis (2-aminoetiléter) -N, N, N', N'- ácido tetraacético (EGTA) y 1,10-fenantrolina. Sin embargo, en el procesamiento industrial de alimentos, los reactivos químicos 1,10-fenantrolina, EDTA y EGTA no se consideran aditivos alimentarios apropiados.

Se sabe que algunas sales orgánicas, como el citrato de sodio, inhibe la autólisis de la carne del músculo de calamar a través de la actividad quelante (Geng, 2018), reduciendo la aparición del pardeamiento durante el secado del calamar común japonés (*Todarodes pacificus*).

Dong (2013) al evaluar las propiedades antioxidantes de los polifenoles del té sobre el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) determinó que estos polifenoles debido a su potencial redox, tenían varias formas, como donantes de hidrógeno, agentes reductores, extintores de oxígeno nacientes y quelantes de iones metálicos. El estudio realizado por Dong (2013) ha demostrado que los extractos de té actúan como inhibidores de patógenos alimentarios, retardan el pardeamiento durante el almacenamiento de la pota seca.

2.4.1 Utilización de Citrato de sodio como agente antipardeante

El citrato de sodio es un agente quelante (que retiene los iones libres que suministran electrones apareados a los iones libres) y es usado en la prevención de la oxidación de las grasas (Maza, 2016). También el efecto ralentizador que inhibe la reacción de Maillard durante el proceso de secado de calamares, actuando sobre las metaloproteasas y bloqueando la aparición del pardeamiento (Geng, 2018). El CODEX indica que el uso reglamentario de este aditivo para productos salado es de acuerdo las buenas prácticas de fabricación (BPF).

2.5 Métodos para evaluar el grado de pardeamiento de Maillard

2.5.1 Evaluación sensorial

La disciplina de la evaluación sensorial floreció rápidamente en el siglo XX junto con el crecimiento de las industrias de procesamiento de alimentos. Según el Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT), la evaluación sensorial es un método científico que se utiliza para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos según se perciben a través de los sentidos de la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto (Stone y Sidel 1993; IFT 2007). Los evaluadores sensoriales se enfrentan regularmente a problemas que requieren habilidades generalizadas derivadas de una variedad de disciplinas, como biociencias, psicología, estadística y, a menudo, deben trabajar con otros expertos de estas áreas. Además, trabajar con un ser humano como "instrumento de medición" es un desafío debido a la gran variabilidad. En la mayoría de los casos, la evaluación sensorial se utiliza para estimar la vida útil de los productos alimenticios, ya que las características sensoriales del producto se deprecian antes que la calidad microbiana (Mian, 2017). Los atributos sensoriales de los productos alimenticios son percibidos por los órganos sensoriales como ojos, lengua, nariz, oído, etc. al interactuar con los componentes de los alimentos (Kemp et al. 2009). Los mecanismos biológicos involucrados en la percepción se discuten a continuación:

a. Color

El color está relacionado directamente con la vista humana. Ya que el color es una característica primordial en la apariencia de cualquier alimento. Los métodos desarrollados para medir el color en los alimentos son sensorial y por equipos o método instrumental. Es evidente que ambos métodos son muy diferentes y de tal forma los resultados que se obtienen suelen ser diferentes. Por lo que es muy importante comprender que el color percibido de un alimento no es algo absoluto sino relativo al entorno y por lo tanto su especificación va unida a las condiciones de observación, por lo que la evaluación será posible si el evaluador observa las diferencias entre colores sólo si todas las muestras están presentes o cuenta con patrones para efectuar comparaciones. Para que un individuo tenga la percepción del color, la luz procedente una fuente lumínica y reflejada en un objeto, debe incidir en la retina a tres de impulsos nerviosos hasta llegar a la corteza cerebral donde se obtiene la información consciente del color que corresponda.

b. Olor

El aroma u olor asociado con los productos alimenticios es detectado por los receptores olfativos presentes en el epitelio nasal. Por lo tanto, para la detección de aromas u olores, las moléculas volátiles deben desplazarse a la cavidad nasal. Estos compuestos se mueven más en la nariz al inhalar o respirar o al comer a través de la parte posterior de la garganta. Un olor específico es el resultado de numerosos compuestos volátiles, pero a veces determinados compuestos volátiles pueden estar asociados con un olor específico, por ejemplo, olor sulfuroso correlaciona al olor con el huevo podrido, o el de algas marinas o al mar corresponde al pescado fresco.

c. Textura

La textura se percibe mediante una combinación de sentidos, es decir, tacto, sensación en la boca, vista y oído. Es una de las características más imperativas de una comida. La textura es un requisito previo para la aceptación de numerosos productos alimenticios, por ejemplo la textura de la carne y suavidad del pan. También incluye la consistencia, el grosor, la fragilidad, la masticabilidad y el tamaño y la forma de las partículas en los alimentos.

d. Apariencia

La apariencia es la primera característica percibida por los sentidos humanos y juega un papel importante en la identificación y selección final de los alimentos. Esta es la percepción visual de los alimentos compuesta de color, forma, tamaño, brillo, opacidad y transparencia. La apariencia de una comida ha demostrado tener un impacto en la estimulación del apetito o la depresión resultando en placer o depresión total. El aspecto de un alimento o bebida afecta el deseo y la aceptación, antes de que el producto toque los labios. Esto se debe a que comemos con los ojos antes de oler o saborear.

2.5.2 Evaluación instrumental del color

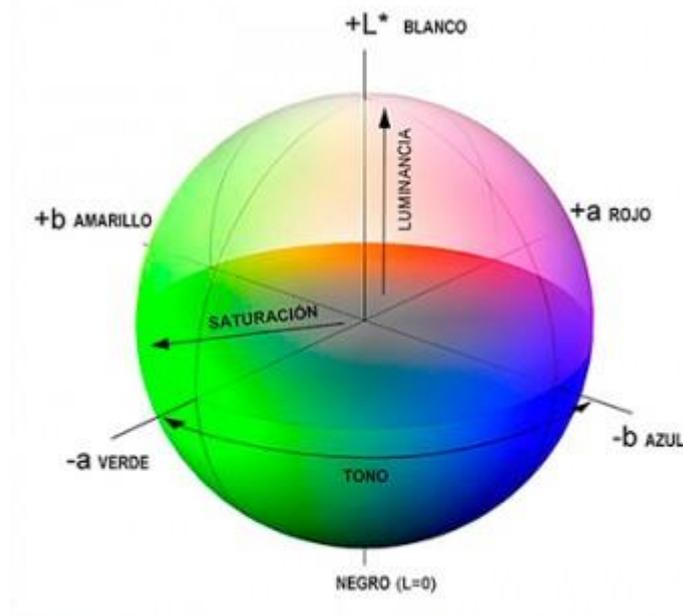
Cuando la luz procedente de una fuente lumínica es reflejada en un objeto y es recibida por un instrumento detector fotoeléctrico tendremos una medida instrumental del color, que transforma el color y cuantifica la radiación luminosa en números.

Los instrumentos aísla la zona de medida, evitando factores externos como los brillos y sombras, mediante el uso de un ángulo de medida apropiado. El instrumento para medir el color es el colorímetro triestímulo o espectrocolorímetro, donde el resultado es un conjunto de datos triestímulo para toda la superficie medida en la muestra. Las medidas se basan en

un observador patrón (CIE) que caracteriza el sistema visual, iluminantes patrón –también definidos con precisión– y estándares de referencia. Así, las coordenadas cromáticas de una muestra se podrán definir en término de sus valores triestímulo del sistema elegido, normalmente CIELAB, que puede ser entendido como un espacio de apariencia de color. Estas coordenadas cromáticas son L^* , a^* y b^* y están relacionadas con la percepción fisiológica del color: L^* luminosidad con valores de 0 a 100, a^* eje de oposición entre verde (-) y rojo (+) y b^* eje de oposición entre azul (-) y amarillo(+) tal como se representa en la Figura 3.

Figura 3

Coordenadas cromáticas L^* , a^* y b^*



Nota. La figura muestra las coordenadas cromáticas L^* de 0 a 100, a^* de (-) a (+) y b^* de (-) a (+); Información obtenida de CIELab 1976.

2.5.3 Medición de la absorbancia

El método de absorbancia se basa en la disminución de la potencia de un haz de radiación electromagnética al interactuar con una sustancia. Si se considera que se dispone de una fuente de radiación que hace llegar a la muestra un haz de radiación, de longitud de onda previamente seleccionada, cuya potencia es P_0 , la muestra de espesor b absorbe una parte de esa radiación incidente, de forma que la potencia del haz disminuye después de atravesar la muestra siendo su nueva potencia P . El cociente entre la potencia de la radiación que sale de la muestra y la de la que incidió sobre ella, se define como transmitancia:

$$T=P/P_0.$$

La transmitancia también puede expresarse en tanto por ciento, multiplicando el cociente anterior por 100. Es más frecuente utilizar el concepto de absorbancia, o densidad óptica, que se define como el logaritmo de la transmitancia cambiado de signo:

$$A = \log (P_0/P) = - \log T$$

De acuerdo con estas expresiones, si la muestra no absorbe radiación, P y P₀ coinciden, por lo tanto A=0, y se transmite toda la radiación T=1 (100% de transmitancia). Si, en otro caso, se transmite solo un 1% de radiación (T=0.01), P=P₀/100, la absorción de radiación que ha tenido lugar corresponde a A=2.

2.6 Envases flexibles

Los envases flexibles son cuerpos tridimensionales hechos de materiales complejos que pueden ser doblados, enrollados y fácilmente pueden cambiar de forma. A este tipo de envases se les denomina “laminados flexibles”. Los envases flexibles cumplen varias funciones tales como contener, proteger, ser procesables / maquinable, amigables con el medio ambiente, presentar al producto y generar ahorro (MINCETUR, 2009).

Los envases recomendados para pescados deben ser coextrusiones y laminaciones de alta barrera al oxígeno; por ejemplo, poliéster (PET)/Cloruro de polivinilideno (PVDC) / Polietileno de baja densidad (PEBD). El cloruro de polivinilideno (PVDC) es también sustituido por Etil vinil alcohol (EVOH). Usualmente los envases son termoformados y se utilizan bandejas de resina plástica expandidas, como el Poliestireno expandido (EPS).

En las carnes procesadas como las carnes curadas, la barrera de oxígeno debe ser la suficiente para garantizar la vida útil deseada, se utiliza de manera muy extendida el envasado al vacío o con atmosfera modificada y con láminas de alta barrera al oxígeno. Los pescados como el salmón y otros son envasados con coextruidos de polietileno de baja densidad (PEBD) + polietileno de baja densidad lineal (PEBDL) / Poliamida (PA) como barrera, aptos para envasado al vacío o bien en bolsas o pouches coextruidos y laminado para envasados en atmosfera modificada (Illanes, 2004).

2.6.1 Envasado al vacío

El envasado al vacío es un sistema de sellado, removiendo el aire contenido en el paquete. Si el proceso se realiza de manera eficaz el contenido de oxígeno residual resulta por debajo

del 1%, obteniendo una atmosfera libre de oxígeno, alargando su vida útil. Durante el proceso, el material de envasado se pliega en torno al alimento como resultado del descenso de la presión interna frente a la atmosférica. Dicho material debe presentar una permeabilidad muy baja a los gases, incluido el vapor de agua (García, 2006).

En los pescados, el sellado al vacío se emplea para conservar productos curados, como en productos, salados, seco – salados o ahumados. El pescado envasado al vacío mantiene sus características organolépticas, pues al extraer el aire casi en su totalidad, se reduce el riesgo de la proliferación de bacterias aerobias (Gobantes, Gómez y Choubert. 2001). Sin embargo, uno de los inconvenientes al realizar el envasado al vacío, es que durante el tiempo de almacenamiento, el empaque al vacío produce un cambio de color (pardeamiento) en el producto, generando un rechazo frente al consumidor y disminuyendo el tiempo de vida útil del producto al cambiar sus características físicas iniciales de fabricación, así mismo este tipo en envasado causa la aparición del exudado dentro del empaque, liquido formado por la carne empacada a través del tiempo (López, et, al. 2018).

2.7 Vida útil

Hoy en día, los consumidores exigen cada vez más alimentos de alta calidad, y tienen las expectativas correspondientes de que la calidad de sus alimentos se mantendrá en un nivel alto durante el período entre la compra y el consumo. La vida útil es un atributo importante de todos los alimentos, incluidas las materias primas, los ingredientes y los productos manufacturados, y se define como el tiempo durante el cual el producto alimenticio permanecerá seguro, asegurándose la conservación de las características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas, cumpliendo con cualquier declaración de etiqueta de datos nutricionales y ser aceptable para el consumidor (Hough, 2005).

Para determinar la vida útil, el evaluador debe comprender la ciencia y la tecnología básicas de los alimentos, incluido el procesamiento de alimentos, el análisis de alimentos, el envasado de alimentos y las técnicas estadísticas. Los estudios de vida útil deben realizarse solo cuando los alimentos estén correctamente procesados, empaquetados y almacenados, listos para la compra y el consumo. El final de la vida útil se puede determinar a partir de diferentes puntos: la legislación alimentaria pertinente; pautas dadas por las autoridades u organismos encargados de hacer cumplir la ley; guías proporcionadas por organismos profesionales independientes como IFT; las mejores prácticas industriales actuales; evaluación de punto final autoimpuesta; e información de mercado (Phimolsiripol, 2016).

2.7.1 Pruebas aceleradas

El producto es almacenado bajo una variedad de condiciones ambientales generalmente a temperatura diferentes. Las condiciones de esta prueba se seleccionan para cubrir el rango esperado encontrado y se puede lograr en un período de tiempo relativamente corto. También proporciona datos cinéticos y las condiciones de prueba no deben alterar la ruta normal anticipada que afecta la vida útil.

Las industrias alimentarias necesitan un tiempo relativamente corto para obtener la información necesaria para determinar la vida útil de sus productos. Por razones prácticas, cuando el tiempo real de almacenamiento es prolongado, la industria suele utilizar técnicas de prueba aceleradas que acortan considerablemente el proceso de obtención de los datos experimentales necesarios. La simulación de vida útil acelerada se referirá a cualquier método que sea capaz de evaluar la estabilidad del producto, basándose en datos que se obtienen en un período significativamente más corto que la vida útil real del producto (Steele, 2004). Con el objetivo de acortar el tiempo requerido para estimar una vida útil, los conceptos de simulación de vida útil acelerada incluyen el supuesto de almacenar alimentos a una temperatura más alta, dando un efecto adverso sobre su comportamiento en almacenamiento y por lo tanto la vida útil puede convertirse en aparente en un tiempo más corto.

2.7.2 Cinética de reacción de deterioro

La técnica más simple para probar la vida útil es el enfoque de la cinética de reacción de deterioro. Para predecir la vida útil, los datos cinéticos se utilizan para evaluar cómo se comporta el proceso de deterioro en función del tiempo. Es el concepto de cuantificación de la calidad de los productos alimenticios basado en el cambio de reacción (Labuza y Riboh, 1982; Corradini y Peleg, 2007). La ecuación de la cinética de deterioro se puede expresar como:

$$r_A = -\frac{d[A]}{dt} = kA^n$$

Donde k es la constante de la velocidad de la reacción, t es el tiempo que dura la reacción y n es el orden de reacción. Se monitorea el cambio en la concentración de la variable de calidad $[A]$ que es un componente de interés. Los factores de calidad $[A]$ suelen ser parámetros químicos, físicos, microbiológicos o sensoriales cuantificables, como la pérdida de un nutriente o una característica del sabor o la formación de un sabor desagradable. El

tiempo para alcanzar el valor del índice de calidad (A_{t_s}) en una condición especificada (es decir, la vida útil) A_{t_s} es inversamente proporcional a la constante de velocidad en estas condiciones.

$$t_s = \frac{f_q(A_{t_s})}{k}$$

Tabla 6

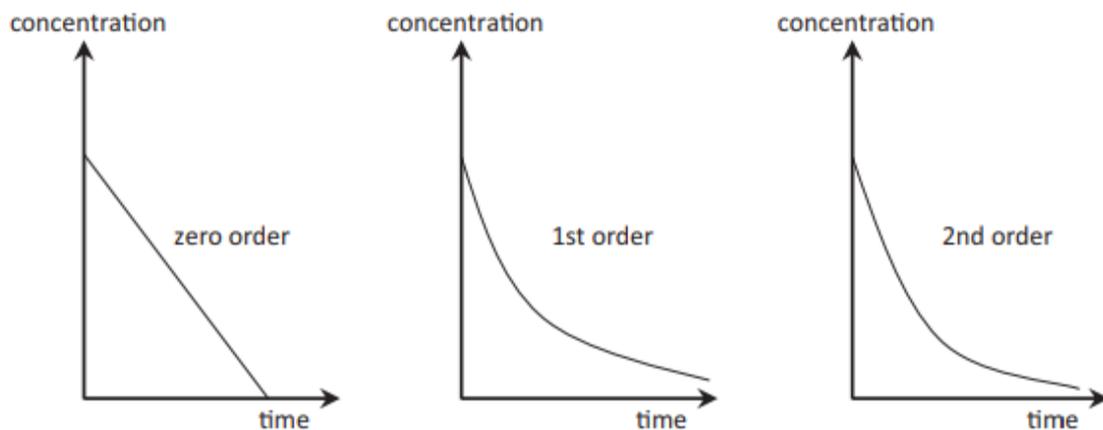
Función de calidad del orden de reacción

Orden de la reacción	Función de calidad
0	$A_t - A_0$ ó A_t/A_0
1	$\ln(A_t - A_0)$ ó $\ln(A_t/A_0)$
2	$\frac{1}{A_t} - \frac{1}{A_0}$
n (n ≠ 1)	$(\frac{1}{n} - 1) \times (A_t^{1-n} - A_0^{1-n})$

Nota: Se muestra las diferentes ordenes de la reacción de la cinética de deterioro y la función matemática correspondiente. Tomado de Phimolsiripol (2016).

Figura 4

Patrón de cambios de concentración en diferentes órdenes de reacción.



Nota: Relación del tiempo y la concentración según el grado de la orden de reacción, extraído de Phimolsiripol (2016).

Las formas de la función de calidad del alimento para una reacción aparente de orden cero, primero, segundo o n-ésimo se presentan en la Tabla 6 y la Figura 4, que muestran los diferentes patrones de los órdenes de reacción. Para reacciones de orden cero, la velocidad

de reacción es independiente de la concentración de un reactivo. Las reacciones de primer orden dependen de un solo reactivo y el valor del exponente es uno. Para reacciones de segundo orden, la velocidad de reacción puede ser proporcional a una concentración al cuadrado o al producto de dos concentraciones (Labuza y Riboh, 1982). La mayoría de las reacciones que son responsables de la pérdida de vida útil basadas en un índice fisicoquímico, químico o microbiano característico incluyen las siguientes: orden cero (Calidad general de alimentos congelados, pardeamiento de Maillard) y primer orden (Pérdida de vitaminas, pérdida oxidativa del color, crecimiento microbiano).

2.7.3 Ley de Arrhenius

La Ley de Arrhenius conocida como la ecuación de Arrhenius es un modelo clásico que relaciona la velocidad de una reacción química con los cambios de temperatura. Este modelo se aplica ampliamente en varias pruebas de procesamiento y almacenamiento según se ve afectado por la temperatura (Corradini y Peleg, 2007; Phimolsiripol et al., 2008, 2011). El modelo está representado por:

$$K = K_0 e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

Donde K_0 es la constante pre-exponencial ó factor de Arrhenius, E_a es la energía de activación, R es la constante de los gases ideales (1.9872 cal mol⁻¹ K⁻¹ o 8.3144 J mol⁻¹ K⁻¹) y T es la temperatura absoluta (K).

La ecuación de Arrhenius se puede poner en forma estándar de pendiente-intersección tomando el logaritmo natural de la siguiente manera:

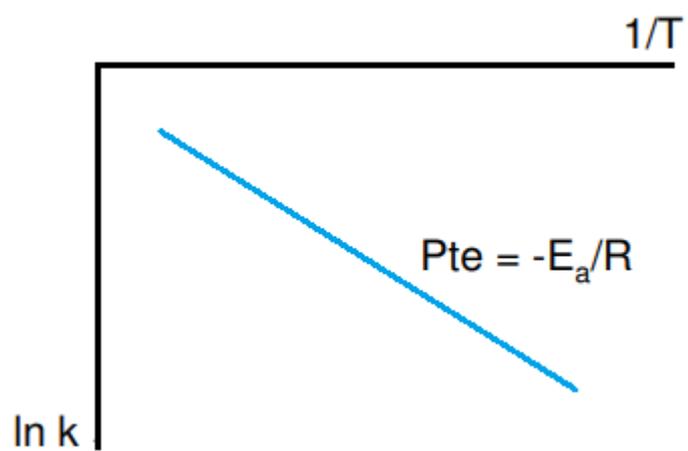
$$\ln k = \ln K_0 - \left(\frac{E_a}{R}\right) \times \left(\frac{1}{T}\right)$$

$$Y = b + a \cdot X$$

Los pasos del modelo de Arrhenius para la determinación de la vida útil son los siguientes: Encontrar el orden de reacción siguiendo el concepto de reacción cinética; seguir con la relación de Arrhenius; después trazar la relación de Arrhenius; luego ajustar la curva mediante regresión lineal; finalmente la pendiente de la gráfica entre $\ln k$ versus $1/T$ es E_a/R como muestra la Figura 5.

Figura 5

Dependencia lineal de $\ln k$ respecto a $1/T$.



Nota: La figura muestra la relación entre $\ln K$ y la inversa de la Temperatura y donde la pendiente es la Energía de activación entre R .

III. METODOLOGÍA

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales se realizaron en las instalaciones de la Planta de Curados y Fermentados del CITE Pesquero Callao y los análisis correspondientes fueron realizados en el Laboratorio de Fisicoquímica de la Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica (DIDITT). Ambos organismos pertenecientes al Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), entre los meses de enero y agosto del año 2021.

3.2 Material y equipos

3.2.1 Materia prima

La pota fresca fue adquirida en el Terminal Pesquero de Ventanilla. La captura artesanal fue realizada por los pescadores del desembarcadero artesanal del Callao. El traslado de la materia prima del Terminal Pesquero de Ventanilla hasta el CITE Callao pesquero fue realizado en un contenedor isotérmico (cooler) de 90 litros de capacidad y preservada con agua refrigerada (proporción 1:1:2) para mantener la cadena de frío.

3.2.2 Insumos

Los insumos utilizados para realizar el proceso de salado y el inhibidor del pardeamiento no enzimático fueron los siguientes:

- Cloruro de sodio (NaCl) granulación N° 10/30
- Citrato de sodio (grado alimenticio)

3.2.3 Materiales de procesamiento

- Cooler (Cooleman de 90 L)
- Recipiente de plástico para salado (capacidad 10 L)
- Tabla de corte de plástico (35 cm x 20 cm)
- Mesa de fileteo de acero
- Cuchillo de acero con mango de plástico

- Baldes de plástico (capacidad 20 L)
- Bolsas de nylon y polietileno de 80 micras de espesor resistentes al vacío
- Bolsas de polipropileno 40 micras de espesor para envasado sin vacío

3.2.4 Equipos de procesamiento

- Selladora al vacío (Henkelman, modelo B201003102)
- Selladora de pie (Impulse Sealer, modelo PFS-600)

3.2.5 Materiales de laboratorio

- Pipetas
- Probetas
- Buretas
- Fiola
- Erlenmeyer
- Tubos de ensayo
- Sistema Soxhlet
- Balones
- Balones de destilación
- Vaso precipitado
- Condensadores
- Embudo Buchner
- Campanas desecadoras
- Frasco gotero
- Célula Conway
- Bagueta
- Piseta
- Crisol de porcelana y mortero
- Pinza de metal para manejar crisoles
- Cuchara y espátula
- Algodón
- Papel filtro

3.2.6 Materiales de evaluación sensorial

- Bandejas
- Platos
- Cuchillos
- Tenedores
- Vaso

3.2.7 Reactivos químicos

- Agua destilada
- Nitrato de plata 1N
- Ácido tricloroacético
- Nitrato de potasio 1N
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico 0.2N
- Sulfato de sodio anhídrido
- Éter etílico
- Bicarbonato de potasio saturado
- Identificador fenolftaleína
- Glicerina
- Hidróxido de potasio 0.01N

3.2.8 Equipos de laboratorio

- Estufa (Binder)
- Mufla (Barnstead Thermolyne modelo F48020-8)
- Titulador de cloruros (Mettler Toledo modelo Titration Easy Plus)
- Equipo de medición de actividad de agua (Aqua Lab modelo PAW Kit)
- pH-metro medidor cárnico portátil (Hanna modelo HI 99161)
- Equipo de digestión (GERHARDT modelo KJELDHATHERM)
- Balanza digital de precisión 0.01 g (Radwag modelo WLC 1/A2/C/2)
- Colorímetro (Nippon Denshoku, Japón, modelo ZE-2000)
- Espectrofotómetro (UV/VIS PERKIN ELMER modelo LAMBDA-950 a 538 nm.)
- Homogeneizador (NISSEI modelo AM-9)

- Procesador de alimentos (RETSCH modelo GM-200)
- Equipo de destilación (GERHARDT)

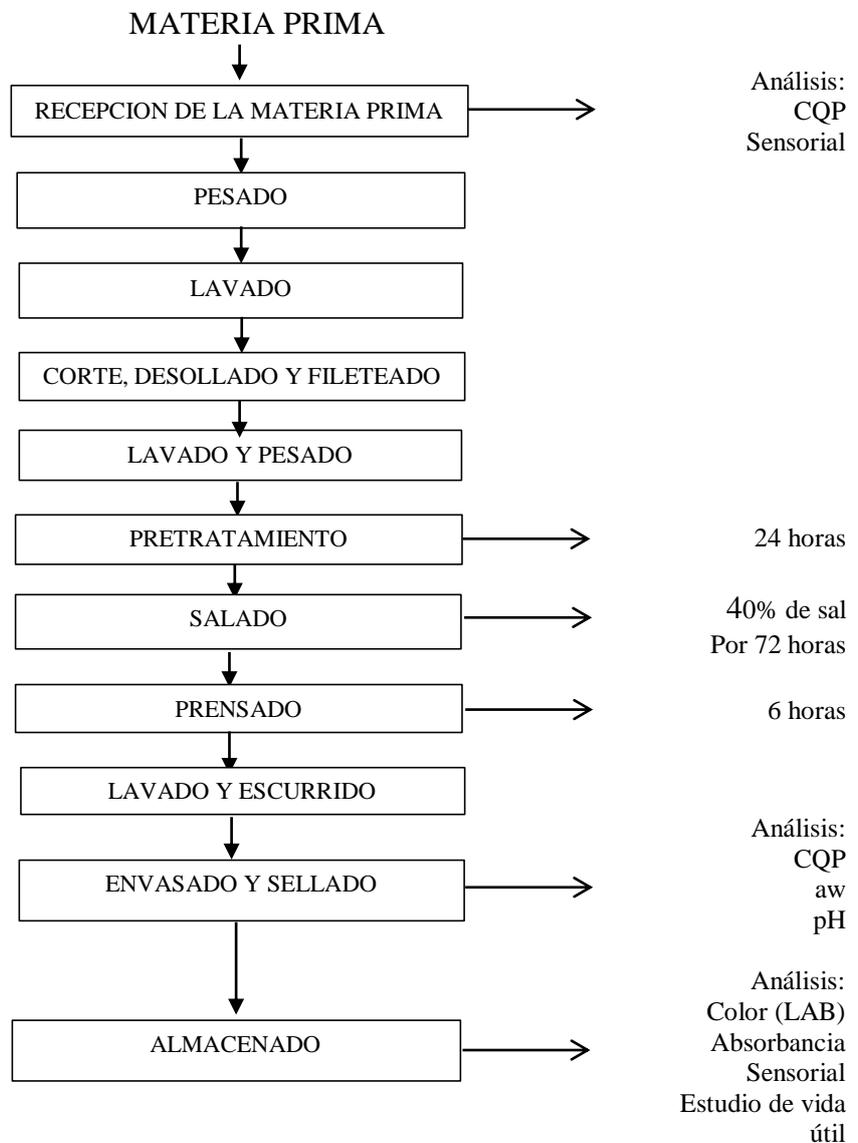
3.3 Metodología experimental

3.3.1 Metodología para la elaboración de pota salada

En la Figura 6, se presentan el diagrama de flujo del proceso y los análisis realizados en la elaboración de pota salada en pila húmeda. Se siguió la metodología propuesta por el ITP (2004). El proceso seguido se describe a continuación:

Figura 6

Diagrama de flujo del proceso de pota salada



Nota: En esta figura se muestra el flujograma de proceso de elaboración del manto de pota salada, obtenido de ITP (2004).

3.3.2 Descripción del proceso de salazón

a. Recepción de materia prima

La pota se trasladó desde el terminal pesquero de Ventanilla hasta el CITE pesquero Callao. La materia prima fue colocada en contenedores isotérmicos con una mezcla de pota, agua y hielo bajo la proporción 1: 1: 2. La pota fue recibida en el área de recepción de la planta de procesos N° 1 del CITE-Pesquero Callao a 2°C para asegurar el mantenimiento de la cadena de frío. Se constató la ausencia de contaminantes como residuos plásticos y restos de combustible. Se realizó el análisis de frescura para determinar el grado de calidad del manto de la pota.

b. Pesado

Una vez llegada la materia prima al CITE Pesquero, se pesó para registrar los datos de ingreso con el fin de determinar los rendimientos del proceso.

c. Lavado

La pota fue lavada con agua y hielo en proporción 3:1, con la finalidad de eliminar la sangre, mucosidad superficial, y otras impurezas adheridas a esta.

d. Corte, desollado y laminado.

El manto de la pota fue cortado por la mitad transversalmente (Figura 7) y luego se limpió eliminando la pluma y vísceras. Después se realizó el desollado, quitando la piel interna y externa sumo cuidado para evitar desprendimiento de la carne. Luego se realizó el laminado en filetes de 10 cm x 10 cm.

Figura 7

Corte y desollado del manto de la pota



Nota: Se muestra cómo se desarrolla el corte y desollado del manto de la pota.

e. Lavado y pesado

Después del cortado los filetes fueron lavados para eliminar restos de sangre y pesados en salmuera al 3.5 % de sal.

f. Tratamiento

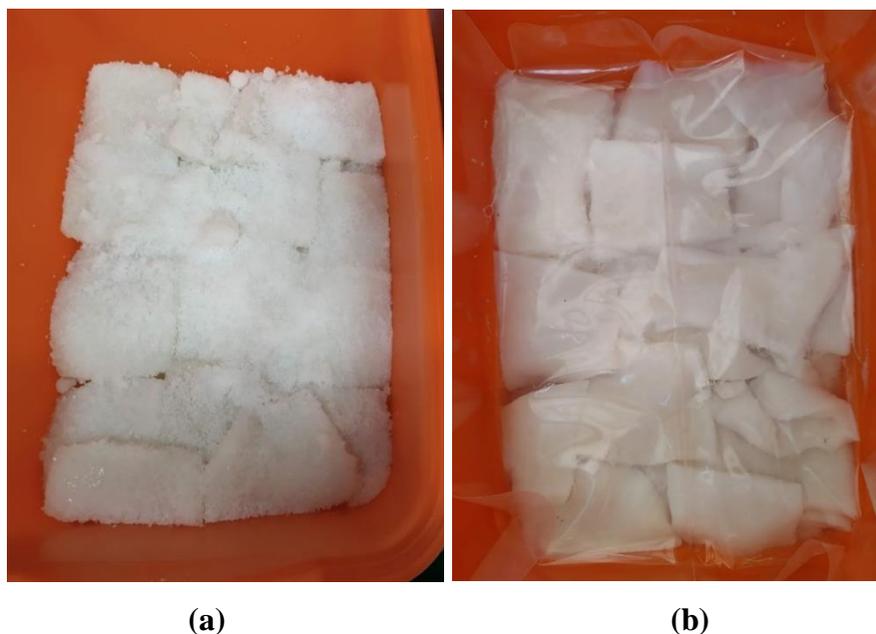
Los filetes de pota pasaron tratados con soluciones de citrato de sodio denominadas C1 (0.1%), C2 (0.5%), C3 (1%) y un control C0 (0%). Los filetes fueron sumergidos en las soluciones en una relación de pota: solución, 1:1. Las soluciones con los filetes de pota se mantuvieron refrigeradas a 2°C durante 24 horas siguiendo la técnica recomendada por Maza et al. (2007).

g. Salado

El salado se realizó por el método de pila húmeda recomendado por Barriga (2004) con 40% de sal respecto al peso de los filetes, apilando camas de sal, pota y sal sucesivamente en recipientes de 10 litros. Se coloca una lámina de plástico sobre los filetes salados para evitar la contaminación de agentes externos (Ver Figura 8). El tiempo de salado duró 3 días.

Figura 8

Proceso del salado del manto de pota (a) y pota salada cubierta con una lámina de plástico (b)



Nota: En la figura (a) se muestra el proceso de adición de la sal en camas de manto de pota y sal y en la figura (b) se muestra el proceso de salado cubierto con una lámina de plástico.

h. Prensado

Para realizar el proceso de prensado se aplicó 5 kg de peso a la pota salada durante los 3 días que duró el proceso, colocando una tabla de plástico de fileteo y botellas 5 litros Pet para agua.

i. Lavado y escurrido

Una vez terminado el proceso de curado los filetes fueron lavados en su propia salmuera natural, el lavado se realizó con el fin de eliminar cualquier tipo de sal adherida al filete y quitar impurezas. Luego se eliminó toda cantidad de agua del filete mediante un escurrido en una canastilla (Figura 9), zarandeando por 10 segundos.

Figura 9

Pota salada lavada y escurrida



Nota: En la figura se muestra el proceso de escurrido del manto de pota salado después de haber realizado el lavado en salmuera.

j. Envasado, sellado y codificado

La pota fue envasada inmediatamente después de ser escurrida. Se embolsó los filetes de pota con un peso aproximado de 80 gramos para luego ser sellados.

En la primera etapa de evaluación del efecto del citrato de sodio en el pardeamiento la pota salada fueron selladas sin vacío y para la segunda etapa de la investigación la pota salada fueron divididas en dos grupos para ser envasadas y selladas con la técnica de vacío y sin vacío.

h. Almacenado

Para las etapas del experimento durante la evaluación del efecto del citrato de sodio frente al pardeamiento y posteriormente durante la evaluación del efecto del tipo de envasado, la pota salada fue almacenada en una estufa a temperatura controlada de 30°C.

Para el estudio de vida útil una vez seleccionado el tratamiento de citrato de sodio y haber elegido el tipo de envasado, la pota salada fue almacenada a temperaturas controladas, a 25°; 30°; y 35°C para su posterior evaluación.

3.4 Método de Análisis

3.4.1. Evaluación de la pota fresca

a. Control físico-organoléptico

Este control se realizó a la materia prima (manto de pota) obtenida del Terminal Pesquero de Ventanilla. Se procedió a realizar la evaluación organolépticamente con la tabla de control Índice de calidad para la pota almacenada en hielo según Ordoñez et al. (2004) y utilizada por el CITE pesquero durante la recepción de la materia prima “Formato 2 Análisis sensorial, evaluación Física Organoléptica de la Pota” (Anexo 1).

b. Análisis químico proximal

Se determinó la composición química proximal (CQP) a la pota fresca

- Proteína (Método AOAC, 1995): Método Kjeldahl
- Humedad (Método AOAC, 1995): Desecación por estufa
- Grasa (Método AOAC, 1995): Método Soxhlet
- Ceniza (Método AOAC, 1995): Incineración en mufla a 550°C
- Carbohidratos: por diferencia

3.4.2. Evaluación de medición del grado de pardeamiento de la pota salada

- Determinación del grado de pardeamiento de Maillard por método de Absorbancia con longitud de onda de 420 nm (Morales & Jimenes-Pérez 2001). Los valores obtenidos fueron medidos en unidad de absorbancia (AU). Se preparó un extracto por el método de Tsai, Kong, & Pan (1991) que consiste en homogenizar 5 g de pota (tratada) con 10 ml de agua desionizada, luego añadir ácido tricloroacético y ser centrifugado por 10 min, para posteriormente ser filtrado. De ese extracto se realizó

la medición en el espectrofotómetro y se determinó el grado de absorbancia. De acuerdo con este procedimiento se realizó las curvas de grado de absorbancia vs tiempo y se comparó la relación con el pardeamiento determinado con los análisis de color y sensoriales.

- Colorimetría con fuente de luz D 65/10, se evaluó la intensidad de los valores a^* que corresponde a los colores de verde a rojo, b^* a del color azul a amarillo, y L^* que indica la luminosidad. (Barriga, et al. 2004)

3.4.3. Caracterización fisicoquímica de la pota salada

La determinación de las características fisicoquímico se realizó durante la etapa IV del experimento mediante los siguientes análisis:

- Composición química proximal (Método AOAC, 1995)
- Actividad de agua utilizando el higrómetro digital AquaLab PAWKIT Water Activity Meter.
- Determinación de cloruros (METTLER TOLEDO Titulador EasyPlus – Método de Mohr (Nielsen. 2010).

3.4.4 Método microbiológico

El ensayo microbiológico fue realizado según la Norma RD N°057-2016 SANIPES (2016)

- Bacterias halófilas. Método (AOAC método oficial 990.12)

3.4.5 Determinación de la evaluación sensorial en pota salada

a. Prueba descriptiva

La evaluación sensorial fue desarrollada durante la primera etapa para evaluar el cambio de color de la pota salada durante su almacenamiento. La evaluación sensorial descriptiva de la pota salada según Barriga, et al. (2004) califica los niveles de calidad de la pota salada según su color, aroma, textura, y cantidad de exudado del producto salado como indica la Tabla 7, las evaluaciones de los niveles de calidad irán cambiando a lo largo del tiempo de almacenamiento, los cuales fueron calificados por panelistas semi entrenados, quienes serán entrenados con los atributos a evaluar en diferentes magnitudes: intensidad de color banco-amarillo-naranja, olor de pota fresca – abombada, textura y drenado de agua. En el Anexo 2, se muestra la hoja de evaluación del análisis sensorial.

Tabla 7*Evaluación sensorial descriptiva de la pota salada*

Calidad	Descripción
Muy buena (MB)	<ul style="list-style-type: none"> • Color blanco • Olor característico de la especie • Textura muy elástica • Sin exudado
Bueno (B)	<ul style="list-style-type: none"> • Color crema muy claro • Olor característico de la especie • Textura muy elástica • Poco exudado
Regula (R)	<ul style="list-style-type: none"> • Color anaranjado muy tenue • Olor poco intenso a queso • Textura poca elástica • Presencia de pequeña cantidad de exudado
Malo (M)	<ul style="list-style-type: none"> • Color anaranjado • Olor intenso / abombado • Textura poca elástica • Excesivo exudado

Nota: la tabla muestra la descripción de la calidad de la pota salada durante el tiempo de almacenamiento, información tomada de Barriga et, al. (2004).

b. Prueba Triangular

La prueba triangular se realizó para determinar la diferencia entre las muestras evaluadas según el tipo de envase de la pota salada. Donde se evaluó el color, textura olor y se determinó si hubo diferencia entre las muestras evaluadas.

Según Espinoza (2007), en la prueba triangular se presenta 3 muestras simultáneamente, dos de ellas son iguales y la tercera es diferente y el panelista debe identificar la diferente. Durante la evaluación se presentará tres platos, dos platos con pota salada que fueron empacadas al vacío y un plato con una muestra que fue empaca sin vacío, todas serán codificadas, todas las muestras serán desempacadas, cuya codificación solo sabrá quien

dirija este análisis, tal como se muestra en el anexo 2, en esta prueba se requerirá de aleatoriedad en la presentación al momento de presentar las muestras.

El análisis sensorial se realizó con 45 panelistas seminternados, quienes evaluarán el producto, identificando cuál de las muestras fueron diferentes a fin de demostrar las diferencias por causa del tipo de envase, para lo cual, tuvieron que diferenciar entre el color, textura, olor y presencia de exudado en producto envasado.

3.5 Diseño experimental

La investigación fue de tipo cuantitativa por la recolección de datos numéricos y estadísticos, la recolección de datos durante la determinación del incremento del pardeamiento fue registrado en tablas.

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación, el estudio se llevó a cabo en cuatro etapas principales:

Etapa I: Frenado de la aparición del pardeamiento usando citrato de sodio.

Etapa II: Determinación del efecto del pardeamiento en la pota salada envasada al vacío y sin vacío.

Etapa III: Determinación de la vida útil del producto final a 3 condiciones controladas de temperaturas.

Etapa IV: Caracterización del producto final.

Para cada experimento se realizaron los análisis físicos, químicos. Se recopiló los datos obtenidos y se llevó el registro en tablas y gráficas. Para realizar la evaluación de análisis sensoriales se midieron a través de formatos para poder recolectar la opinión de panelistas, trabajadores del CITE pesquero Callao y de la Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica (DIDITT) de ITP; finalmente el procesamiento de la información obtenida de cada diseño experimental fue estudiado mediante los análisis estadísticos.

3.5.1 Evaluación el citrato de sodio como aditivo para retardar de la aparición del pardeamiento en el manto de la pota salada

Para la siguiente etapa se evaluó la concentración de citrato de sodio en donde la pota se dividió en 4 grupos y fueron sumergidos en recipientes de concentraciones en mili moles

(mM) de citrato de sodio 0.0 mM (0%); 0.3mM (0.1%); 1.7mM (0.5%) y 3.4mM (1%), tal como muestra la Tabla 8, refrigerados a 2°C durante 24 horas previas al proceso de salazón. La variable independiente es la concentración en mM de citrato de sodio, y las variables dependientes es el tiempo en que aparece el pardeamiento en la pota salada durante su almacenamiento, la cual se determinó mediante el grado de absorbancia, la medición del color por colorimetría y evaluación sensorial.

Tabla 8

Variables por medir en los tratamientos del manto de pota salada

Tratamientos	Citrato de sodio (mM)	Variable respuesta
MO (Control)	0	
M1	0.3	- Color
M2	1.7	- Evaluación sensorial
M3	3.4	- Grado de Absorbancia

Nota: La tabla muestra la codificación de los tratamientos, la concentración del citrato de sodio en mM y la variable respuesta durante el tiempo de evaluación.

Los indicadores de color fueron medidos por la intensidad de los colores amarillo–anaranjado por medio de un colorímetro, midiendo los valores positivos de “+a*” que corresponde al color amarillo y “+b*” al color rojo, y “L*” indica la luminosidad; el grado de la reacción de Maillard fue evaluado mediante la prueba de absorbancia a una longitud de onda de 420 nm evaluando la intensidad del pardeamiento y el sensorial, para medir el grado de rechazo de la pota salada frente a los cambios organolépticos del color, textura, olor, según lo descrito en la Tabla 7 del punto a. Prueba descriptiva en el apartado 3.4.4 Análisis Sensorial. Estos tres indicadores fueron evaluados dos veces por semana durante 21 días.

En esta etapa experimental, fue envasada sin vacío como prueba control para evaluar el efecto del citrato de sodio y las muestras fueron almacenadas en condiciones estándar a 30°C en estufas a temperatura controlada.

3.5.2 Evaluación de la influencia del tipo de envasado durante el almacenamiento del manto de la pota salada

Para evaluar la influencia del tipo de envasado al vacío o sin vacío frente al pardeamiento de la pota salada, se estudió con el tratamiento de citrato de sodio que dió los mejores resultados durante la primera etapa; La Tabla 9 muestra, la variable independiente que es el

tipo de empaque (al vacío o sin vacío) y la variable respuesta, tiempo de almacenamiento determinado por la aparición del pardeamiento.

Tabla 9

Variables a medir en los tipos de envasado del manto de pota salada

Tratamientos	Tipo de envasado	Variable respuesta
E1	Con vacío	- Tiempo de cambio de color de la pota salada
E2	Sin vacío	- Aceptación sensorial

Nota: En la tabla se muestra la codificación de los tratamientos y el tipo de envasado, con la variable respuesta durante el tiempo de evaluación.

Se evaluó a una temperatura de 30°C en condiciones estándar para determinar cuál de los tipos de envasado estabiliza al producto, frente al cambio de color; para ello, se realizó mediciones cada 14 días durante 42 días donde se evaluó el cambio de color por medio del colorímetro y el análisis sensorial. El análisis sensorial se desarrolló por el método triangular para que los panelistas determinen la diferencia entre ambos productos, según el Anexo 3, y así los evaluadores deberán identificar si hay alguna diferencia o no entre los productos.

3.5.3 Determinación del periodo de vida útil a diferentes temperaturas de la pota salada para poder extrapolar el tiempo de vida a otras temperaturas por la ecuación de Arrhenius

El tiempo de vida útil se estimó por el método indirecto mediante pruebas aceleradas incrementando la temperatura. Mediante estas pruebas, se logró evaluar la estabilidad y se estimó la durabilidad del producto a partir de datos experimentales (Núñez, et al. 2017).

Se desarrolló a 3 temperaturas controladas (25°C, 30°C y 35°C) en estufas diferentes, donde la pota salada fue almacenada realizando análisis físicos y sensoriales en periodos semanales para determinar el tiempo de vida útil del producto a través de la ecuación de Arrhenius. Los parámetros para evaluar fueron el color por medio del colorímetro cada 7 días, y el análisis sensorial descriptiva de la pota salada (Barriga, et al. 2004).

La vida útil se comenzó a contar en el momento del salado y fue desarrollado durante el almacenamiento de la pota salada. La muestra a evaluar fue la que obtuvo los mejores resultados frente al tratamiento de citrato de sodio y tipo de empaque. Una vez envasado se almacenó en estufas con tres temperaturas controladas 25°C, 30°C y 35°C, planteado por

Kilcast, D. & Subramaniam. (2000). Se midió el color con el equipo de colorímetro y el grado de pardeamiento de Maillard mediante la absorbancia a una longitud de onda 420 nm.

La variable respuesta a fue el cambio de color por colorimetría y el grado de pardeamiento de Maillard medido la absorbancia con una longitud de onda de 420 nm durante 10 semanas, como se representa en la Tabla 10, con los resultados se determinó las curvas a través de la ecuación de Arrhenius como modelo de regresión lineal entre la constante cinética (k) y la inversa de la temperatura (T^{-1}) logrando determinar el tiempo de vida útil en anaquel.

Tabla 10

Parámetros por evaluar al producto final durante el almacenamiento

Parámetros	Factor tiempo observado (Semana)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Medición de la Absorbancia con una longitud de onda de 420 nm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medición del espacio de color usando coordenadas L*a*b*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Nota: La tabla muestra los parámetros a evaluar durante el tiempo de estudio de vida útil durante 10 semanas.

3.5.4 Determinar la caracterización del producto final de la pota salada

Una vez obtenido el producto final, luego de seleccionar el tipo de tratamiento con citrato de sodio y el tipo de envasado, se determinó las características químicas las cuales fueron determinar la composición química proximal, numero nitrógeno base volátil total y la calidad microbiológica según la Norma Peruana para productos pesqueros curados.

3.5.5 Análisis Estadísticos

Todos los experimentos se realizaron por triplicado, calculando de promedios, desviación estándar y varianza de las variables respuesta en estudio. Para el caso de los resultados en la primera etapa de la evaluación del citrato de sodio, el análisis estadístico de los resultados de color y absorbancia se llevará a cabo mediante análisis de la varianza ANOVA bifactorial y si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple, mediante la prueba de Tukey o prueba de la menor diferencia significativa (MDS) a nivel de significación ≤ 0.05 . Para la segunda etapa,

evaluación del tipo de sellado, el análisis estadístico fue por medio de una prueba t de Student para comparar si existe diferencia entre ambos tratamientos, y para evaluar la diferencia entre los resultados de la prueba triangular, se evaluó por medio de la Chi cuadrado a nivel de significación ≤ 0.05 (Montgomery. 2011). El software utilizado fue el R-commander.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de la materia prima

4.1.1 Análisis físico-organoléptico

El resultado del análisis sensorial de la pota fresca fue valorado según el formato de evaluación de materia prima que se muestra en el Anexo 1, cuyos resultados presentaron buenas condiciones de frescura. La calificación obtenida fue aprobada y pasa como materia prima óptima para el procesamiento de productos curados.

4.1.2 Análisis químico proximal

El manto de pota fresca tuvo la siguiente composición química proximal tal como muestra la Tabla 11, en donde se observa los resultados obtenidos en el presente estudio y se compara con los resultados de Rosas (2007) y Palomino (2018), en donde los resultados en proteína concuerdan en humedad y grasa, con los autores ya mencionados y hay diferencia en los valores de proteína, debido a la variabilidad estacionaria en diferentes tiempos en que se realizaron los estudios.

Tabla 11

Análisis químico proximal de pota fresca (g/100g de muestra)

Componente	Presente estudio	Rosas, 2007	Palomino, 2018
Humedad	81.95 ± 0.02	83.78	79.53
Proteína (N x 6.25)	15.85 ± 0.05	14.3	18.94
Grasa cruda	0.91 ± 0.08	0.93	0.39
Ceniza	1.05 ± 0.14	1.13	1.5
Carbohidrato	0.24	-	-

Nota: Se muestra los resultados de la composición química proximal de la pota fresca obtenidos en el presente estudio, comparando con los resultados obtenidos por Rosas (2007) y Palomino (2018).

4.2 Evaluación del citrato de sodio como inhibidor de pardeamiento de pota salada

La primera etapa de la investigación fue evaluar la concentración de citrato de sodio en la pota salada, en las siguientes concentraciones de 0.3 mM (0.1%); 1.7 mM (0.5%); 3.4 mM

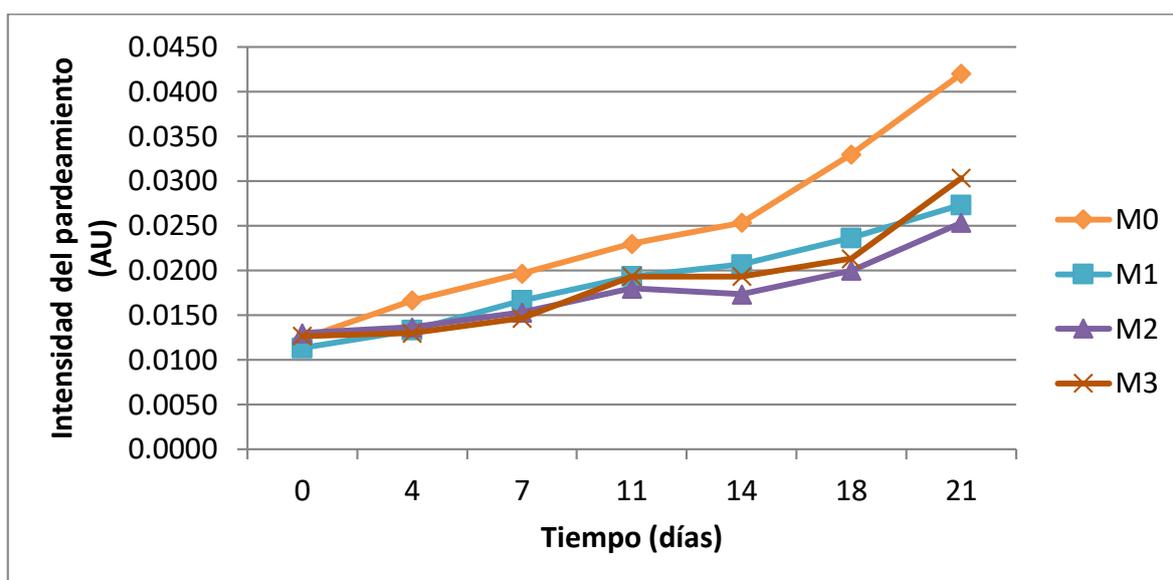
(1%) y un control 0.0 mM (0%); las muestras tratadas fueron envasadas en bolsas de PP y almacenadas a 30°C durante 21 días. Los resultados fueron evaluados a través de absorbancia, colorimetría y evaluación sensorial.

4.2.1 Evaluación de la intensidad de pardeamiento no enzimático por absorbancia (Abs 420 nm)

La Figura 10 ilustra la evolución de la intensidad de pardeamiento medida a través de la absorbancia para los diversos tratamientos de citrato de sodio en el manto de pota salada, en función al tiempo. Se puede observar que existe un aumento ($p < 0.05$) del pardeamiento en el tiempo de almacenamiento para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio, pasando de valores iniciales ($t = 0$ días) 11.33×10^{-3} , 13×10^{-3} , 13×10^{-3} , 12.67×10^{-3} AU a valores finales ($t = 21$ días) 42×10^{-3} , 33×10^{-3} , 19.33×10^{-3} , 25.33×10^{-3} AU respectivamente, siendo significativo las diferencias entre los cambios para el control y el tratamiento de 0.3 mM. En cambio, los tratamientos de 1.7 y 3.4 mM presentaron cambios leves en el aumento de la intensidad del pardeamiento.

Figura 10

Evolución de la intensidad del pardeamiento a través de la absorbancia (AU) en el manto de pota salada para los tratamientos de 0 mM (M0); 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días).



Nota: Se muestra los resultados obtenidos de la intensidad del pardeamiento de la pota salada almacenada a lo largo de 21 días.

a. Prueba de normalidad de absorbancia

Se realizó el análisis de normalidad para los datos de absorbancia cuyos resultados se describen a continuación:

- Ho: los datos presentan distribución normal.
- H1: los datos no presentan distribución normal.
- Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test p-value = 0.0004299

Como el p-value = 0.0004299 es menor a 0.05, se rechaza el Ho, entonces los datos no presentan distribución normal.

b. Prueba de homogeneidad de varianzas de absorbancia

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas a los datos de absorbancia obteniendo los siguientes resultados:

- Ho: los datos presentan homogeneidad de varianzas.
- H1: los datos no presentan homogeneidad de varianzas.
- Prueba de Levene's Test for Homogeneity of Variance; p-value = 0.006928

Como el p-value = 0.006928 es menor a 0.05, se rechaza el Ho, entonces los datos no presentan homogeneidad de varianzas.

c. Comparación de medianas de las muestras de absorbancia

Al realizar la comparación de medianas a los resultados de la absorbancia se obtuvo lo siguiente:

- Ho: los promedios de absorbancia de las muestras son similares.
- H1: los promedios de absorbancia de las muestras son distintas.
- Prueba Kruskal-Wallis; p-value = 0.06484

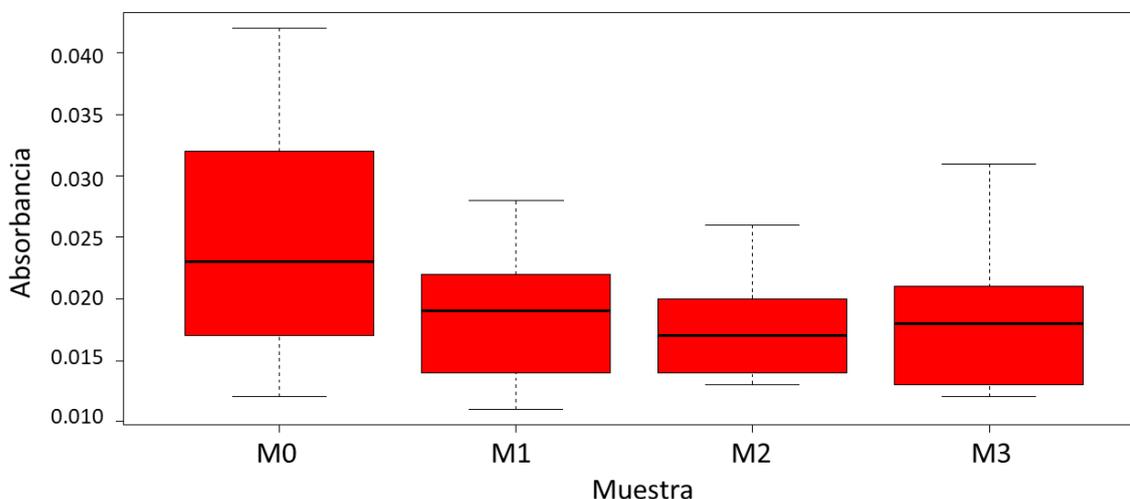
Como el p-value = 0.06484 es mayor a 0.05, se acepta el Ho, entonces los promedios de absorbancia de las muestras son similares.

d. Gráfico de cajas de las muestras de absorbancia

En el diagrama de cajas de la Figura 11 se muestra la distribución de los datos obtenidos en la evaluación de absorbancia a lo largo las 7 evaluaciones realizadas.

Figura 11

Diagrama de cajas de los datos de absorbancia



Nota: La figura muestra la distribución de los datos obtenidos de las muestras durante los 21 días de evaluación.

De los resultados obtenidos en la evaluación del grado de absorbancia durante el almacenamiento de pota salada, los valores iniciales fueron en el día cero 11×10^{-3} AU y los valores a 21 días de almacenamiento fueron de 42×10^{-3} AU y 19×10^{-3} AU para el tratamiento control y para el tratamiento con 1.7 mM de citrato de sodio respectivamente, estos resultados obtenidos se asemejan por lo estudiado por Geng (2018) al analizar el grado de absorbancia en el pardeamiento de Maillard, durante el secado en aire caliente del calamar común japonés, obteniendo valores bajos en la carne de calamar crudo y aumentó después del secado al aire, de 24.6×10^{-3} AU a 72.3×10^{-3} AU lo que representó un aumento drástico de la reacción de Maillard durante el secado; además la intensidad del pardeamiento fue reducido mediante la adición de citrato de sodio 48.4×10^{-3} AU, mitigando fuertemente la reacción de Maillard, por lo tanto Geng (2018) concluye que el citrato de sodio ralentiza la proteólisis implicada en el aumento de aminoácidos libres, siendo útil para controlar el pardeamiento de Maillard del calamar durante el secado al aire.

Por otro lado, Yamashita (2019) para prevenir el pardeamiento durante el secado del calamar común japonés, investigó el efecto del tratamiento con una solución saturada de citrato de sodio, el aumento de la intensidad de pardeamiento de la carne de calamar durante el secado fue de 21×10^{-3} AU a 165.1×10^{-3} AU y el grado de pardeamiento de la carne de calamar sumergida en la solución de citrato de sodio antes del secado fue de 61.4×10^{-3} AU siendo significativamente menor que el de la carne seca sin tratar, concluyendo que la cantidad total

de aminoácidos libres en la carne con citrato de sodio fue menor que en la muestra control; Yamashita (2019) sugiere que el citrato de sodio previene la generación de aminoácidos libres, que están involucrados en la reacción de Maillard, y da como resultado un menor grado de decoloración marrón del calamar seco.

4.2.2 Cambios colorimétricos

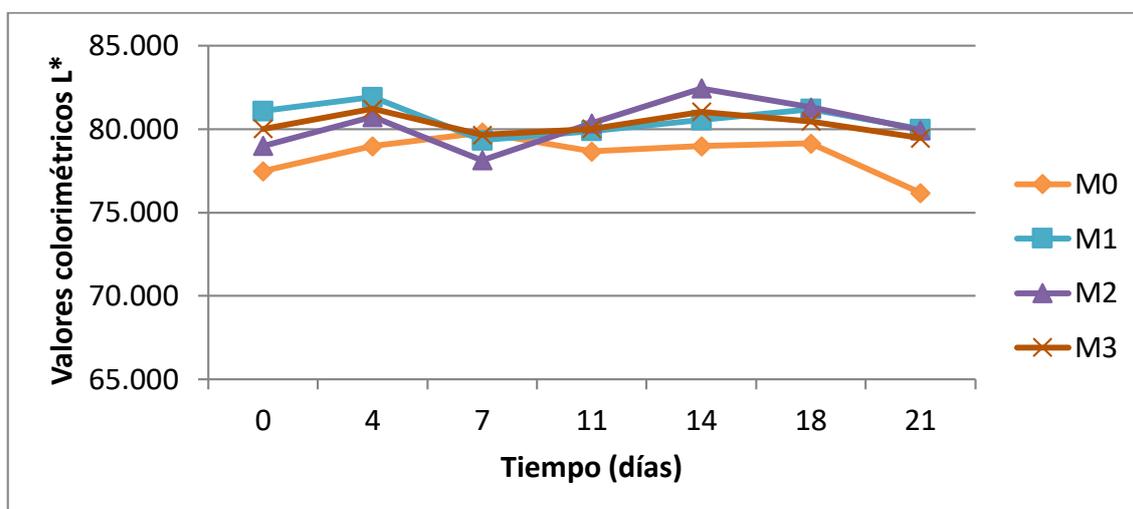
Los cambios en el color de la pota salada durante su almacenamiento a 30°C durante 21 días fueron monitoreados usando los valores L*, a* y b* del CIE triestímulo espacio de color.

4.2.3 Evaluación de los cambios de luminosidad (L*)

La Figura 12 muestra la variación de la luminosidad (L*) para los diversos tratamientos de citrato de sodio en el manto de pota salada, en función a tiempo de almacenamiento. Se puede observar una caída en los valores de L* para los tratamientos a medida que se incrementa el tiempo, pasando de valores iniciales (t = 0 días) 77.487; 81.083; 78.99 y 80.023 a valores finales (t = 21 días) 76.177; 80.007; 79.943 y 79.46 para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio respectivamente, estos valores no mostraron tendencia significativa, siendo esta variable no significativa frente al estudio del pardeamiento no enzimático.

Figura 12

Evolución de la luminosidad (L) en el manto de pota salada para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)*



Nota: La figura muestra los resultados obtenidos de los valores colorimétricos L* de la pota salada almacenada a lo largo de 21 días.

a. Prueba de normalidad de parámetro L*

Se realizó el análisis de normalidad para los datos del valor L* cuyos resultados se obtienen a continuación:

- Ho: los datos presentan distribución normal.
- H1: los datos no presentan distribución normal.
- Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test p-value = 0.2312

Como el p-value = 0.2312 es mayor a 0.05, se acepta el Ho, entonces los datos si presentan distribución normal.

b. Prueba de homogeneidad de varianzas del valor L*

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas a los datos de L* obteniendo los siguientes resultados:

- Ho: los datos presentan homogeneidad de varianzas.
- H1: los datos no presentan homogeneidad de varianzas.
- Prueba de Levene's Test for Homogeneity of Variance; p-value = 0.04325

Como el p-value = 0.04325 es menor a 0.05, se rechaza el Ho, entonces los datos no presentan homogeneidad de varianzas.

c. Comparación de medias de las muestras del valor L*

Al realizar la comparación de medianas a los resultados del valor L* se obtuvo lo siguiente:

- Ho: los promedios del parámetro L* de las muestras son similares.
- H1: los promedios del parámetro L* de las muestras son distintas.
- Prueba ANOVA de un factor, p-value = 0.0000000126

Como el p-value = 0.0000000126 es menor a 0.05, se rechaza el Ho, entonces los promedios del parámetro L* de las muestras son distintas.

d. Comparación de dos a dos de las muestras del valor L*

Después de demostrar que las medias son distintas, se realizó la prueba de contraste de Tukey para determinar cuáles son las medias diferentes (Tabla 12).

- Ho: los promedios del parámetro L son similares.
- H1. Los promedios del parámetro L son distintos.

Si, p-value es menor a 0.05, se rechaza el Ho.

Tabla 12

Prueba de Tukey de contrastes

Tratamiento	p-value
M1 - M0	<0.0001
M2 - M0	<0.0001
M3 - M0	<0.0001
M2 - M1	0.814
M3 - M1	0.801
M3 - M2	1

Fuente. Comparación de las medias al realizar la prueba de contraste de Tukey.

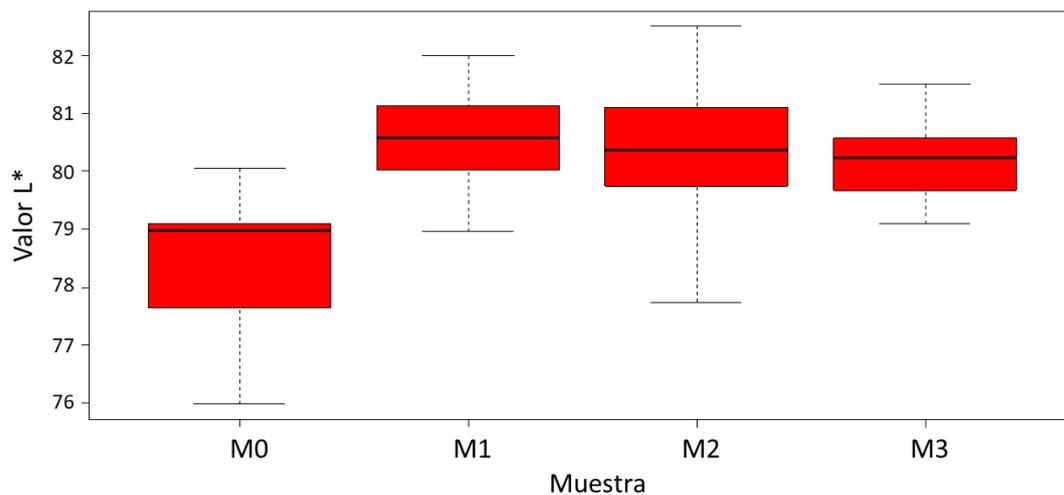
En tal sentido los promedios del parámetro L de los grupos M2 y M1 son similares e igualmente el de los grupos M3 y M1, y también el de los grupos M3 y M2.

e. Gráfico de cajas de las muestras del valor L*

En el diagrama de cajas de los datos obtenidos tras la evaluación del vaor L* del color se puede apreciar como es a distribución en la Figura 13 a lo largo las 7 evaluaciones realizadas.

Figura 13

Diagrama de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor L de color*



Nota: La figura muestra la distribución de los datos obtenidos del valor L* de las muestras durante los 21 días de evaluación.

Los valores de L^* que obtuvo Barriga (2004) al almacenar pota salada a 9°C , los valores de L^* variaron de 70.11 a 71.00 durante 60 días y al almacenar la pota salada a 19°C el cambio de valores de L^* fue de 70.11 a 67.60. Correlacionando con la evaluación sensorial, la calificación de muy bueno correspondió a un rango de valores L^* de 64 a 71, calificación de bueno entre los valores de 64 a 71, calificación de regular a los valores de 64 y 68 y la calificación de malo entre los valores de 57 y 64.

Los valores L^* , en el estudio realizado por Geng (2018), se redujeron ligeramente después del secado al aire del calamar común japonés, independientemente de la presencia o ausencia de aditivo. En la muestra control, el valor L^* mostró una disminución notable de 62,5 a 50,6, lo que podría atribuirse a la presencia de productos de reacción de Maillard. Y para la muestra con 3.4 mM de citrato de sodio, mostró un valor L^* de 59,3. Mostrando un efecto preventivo sobre la disminución del valor L^* .

A diferencia de otros autores, los valores L^* obtenidos no muestran una tendencia definida, que más adelante se profundizará en el inciso de estudio de vida útil.

4.2.4 Evaluación de los cambios de los valores de la coordenada a^*

En la Figura 14 se observa como a^* tiende a aumentar con el tiempo de almacenamiento de la pota salada, para los diferentes tratamientos, partiendo de valores iniciales ($T = 0$ días) - 3.74, -3.133, -3.52, -3.137 hasta alcanzar valores finales ($t = 21$ días) de 0.34, -0.273, -1.433, -0.963 para los tratamientos control, 0.3 mM; 1.7 mM y 3.4 mM de citrato de sodio respectivamente. Estos cambios fueron significativos entre los tratamientos. Como puede observarse el aumento de citrato de sodio hasta el 1.7 mM provoca una disminución en los valores de a^* y el 3.4 mM de citrato aumenta ligeramente los valores de a^* .

Según Barriga (2004), en el estudio realizado de la pota salada, los valores a^* que obtuvo para la pota salada inicialmente fue de -2.55 y después de 60 días almacenado a 9°C fue de -0.5 y para la pota salada almacenada a 19°C durante 60 días el valor de a^* fue de 1.02; concluyendo que la reacción del pardeamiento no enzimático es inversamente proporcional a la temperatura de almacenamiento y que temperaturas bajas retardan el cambio de color en la pota salada.

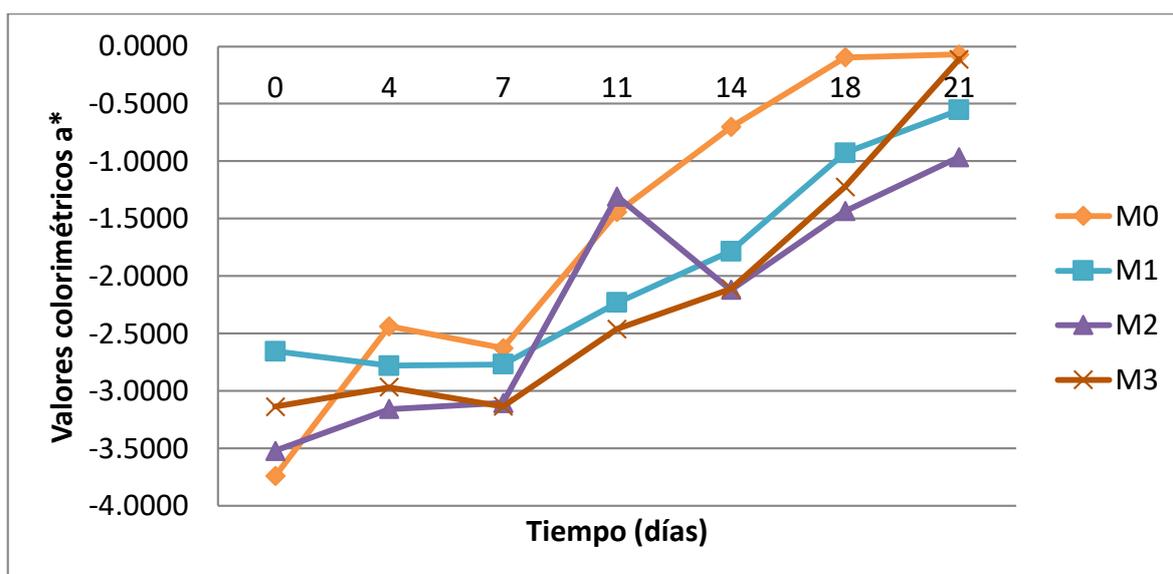
Geng (2014) al realizar la evaluación entre el secado al aire de la carne cruda y hervida del calamar común japonés, obtiene que los valores de a^* varían durante el tiempo de secado (11 horas) para la carne cruda de -0.9 a 8.0 y de -3.3 a 1.4 para la carne hervida, habiendo

una diferencia significativa entre el aumento de valores a^* entre ambos tratamientos, donde la carne hervida se decolora menos durante el secado comparada con la muestra de carne cruda.

En el estudio donde Geng (2018) analiza la interacción del citrato de sodio como aditivo para reducir el pardeamiento no enzimático en el secado aire del calamar común japonés obtiene valores de a^* de la muestra seca sin aditivo alcanzó 15.3 después del secado, y la muestra con 3.4 mM de citrato de sodio, al alcanzó el valor de 7.2; lo que sugiere que la presencia de aditivo podría prevenir el aumento de los valores de a^* durante el secado por aire.

Figura 14

Evaluación de los valores a^ en el manto de pota salada para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)*



Nota: La figura muestra los resultados obtenidos de los valores colorimétricos a^* de la pota salada almacenada a lo largo de 21 días.

a. Prueba de normalidad de parámetro del color valor a^*

Se realizó el análisis de normalidad para los datos del valor a^* cuyos resultados se obtienen a continuación:

- H_0 : los datos presentan distribución normal.
- H_1 : los datos no presentan distribución normal.

- Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test p-value = 0.03732

Como el p-value = 0.03732 es menor a 0.05, se rechaza el H_0 , entonces los datos no presentan distribución normal.

b. Prueba de homogeneidad de varianzas de valor a^*

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianza a los datos del valor a^* obteniendo los siguientes resultados:

- H_0 : los datos presentan homogeneidad de varianzas.
- H_1 : los datos no presentan homogeneidad de varianzas.
- Prueba de Levene's Test for Homogeneity of Variance; p-value = 0.04469

Como el p-value = 0.04469 es menor a 0.05, se rechaza el H_0 , entonces los datos no presentan homogeneidad de varianzas.

c. Comparación de medianas de las muestras de valor a^*

Se realizó la comparación de medias a través de la Prueba Kruskal-Wallis porque los datos no presentan normalidad ni homogeneidad de varianza.

- H_0 : los promedios del parámetro a de las muestras son similares.
- H_1 : los promedios del parámetro a de las muestras son distintas.
- Prueba Kruskal-Wallis, p-value = 0.1324

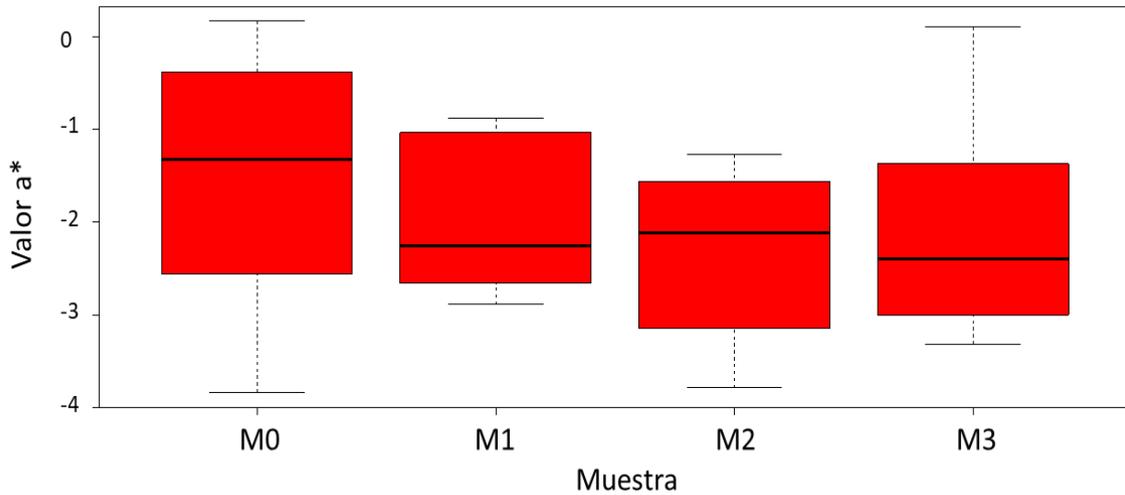
Como el p-value = 0.1324 es mayor a 0.05, se acepta el H_0 , entonces los promedios del parámetro a^* de las muestras son similares.

d. Gráfico de cajas de las muestras de valor a^*

En el diagrama de cajas de los datos obtenidos tras la evaluación del valor a^* del color se puede apreciar como es la distribución en la Figura 15 a lo largo las 7 evaluaciones realizadas.

Figura 15

Diagramada de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor a de color*



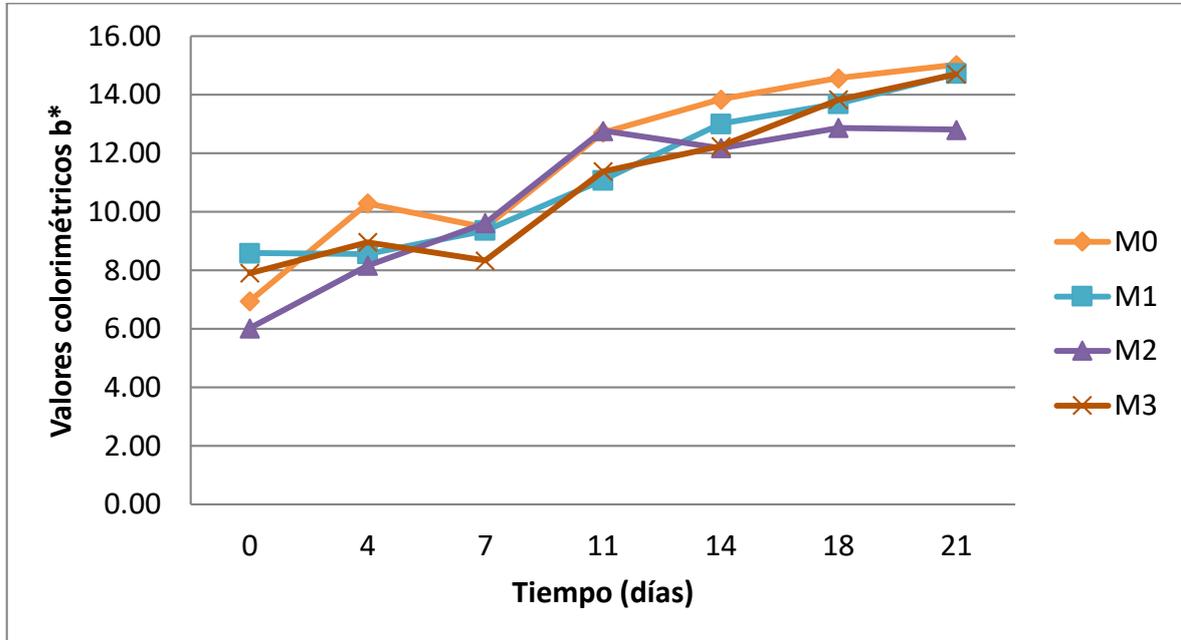
Nota: La figura muestra la distribución de los datos obtenidos del valor a* de las muestras durante los 21 días de evaluación.

4.2.5 Evaluación de los cambios de los valores de la coordenada b*

La Figura 16 muestra el cambio de los valores de b* a través de los 21 días de almacenamiento a 30°C. Se observa que los valores disminuyen de acuerdo a la concentración de citrato de sodio aumenta hasta 1.7 mM y disminuye al ser 3.4 mM. Los valores iniciales en el día 0 son 6.95, 8.587, 6.023, 7.903 y los valores finales al día 21 son 15.697, 14.72, 12.807, 14.71 el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio respectivamente, los valores de b* del tratamiento de 1.7 mM de citrato de sodio (M2) fueron los menores significativamente comprando con los demás tratamientos.

Figura 16

Evaluación de los valores b^ en el manto de pota salada para el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio en función al tiempo de almacenamiento (días)*



Nota: La figura muestra los resultados obtenidos de los valores colorimétricos b^* de la pota salada almacenada a lo largo de 21 días.

Geng 2014 obtuvo valores de b^* en la carne cruda y en la carne hervida después del tiempo de secado de 4.7 a 28.5 y de 2.3 a 14.5 respectivamente, se observó una considerable decoloración marrón de la carne cruda de las tres especies de calamar durante el secado al aire, y especialmente en el calamar común japonés. Los valores b^* de la carne cruda de calamar común japonés aumentaron más rápido que las otras muestras de calamar. La carne hervida de las tres especies se decolora menos durante el secado al aire, con un aumento mucho menor en los valores b^* en comparación con las muestras de carne cruda de manto. El valor b^* (azul en negativo y amarillo en positivo) es el indicador más importante del pardeamiento (Geng et al., 2014).

En el secado al aire donde se utilizó citrato de sodio para reducir el pardeamiento en el calamar común japonés (Geng, 2018) los valores b^* de la muestra de control fue de 8.1 antes del secado y 28.9 después del secado al aire, lo que indica un pardeamiento drástico durante el secado. Sin embargo, el oscurecimiento se redujo en las muestras a las cuales adicionó diversas sales orgánicas e inhibidores de proteasas metálicas. El efecto preventivo se

incrementó de manera dependiente de la concentración. Especialmente, las muestras con concentraciones de 1.7 mM de citrato de sodio (20.9) y 3.4 mM de citrato de sodio (21.2) mostraron mayores efectos inhibidores sobre los aumentos del valor b^* . Mientras tanto, la muestra con 1% de EGTA mostró el valor b^* más bajo (20.2). Estos resultados demostraron que las sales orgánicas pueden prevenir el pardeamiento de la carne de calamar durante el secado al aire.

Por otro lado, Fukushima (2020) para inhibir el pardeamiento durante el almacenamiento del calamar gigante seco, sometió a un pretratamiento térmico por 20 minutos a 50, 60, 70, 80 y 90°C antes del secado. Obtuvo que los valores de b^* del calamar de Humboldt estaba en 6 al inicio del almacenamiento, para la muestra del calamar seco sin calentar aumentó a 21 a los 32 día de almacenamiento. En los tratamientos térmicos, el valor b^* aumentó a 20 a 50 ° C, 21 a 60 ° C y 16 a 70, 80 y 90 ° C para el día 32 de almacenamiento, esto indica que hubo claras diferencias en los valores b^* y la apariencia entre los tratamientos de 60 y 70 ° C, lo que sugiere que el pardeamiento podría reducirse significativamente con 20 min de calentamiento a 70 ° C o más.

a. Prueba de normalidad de parámetro b^*

Se realizó el análisis de normalidad para los datos de los valores b^* cuyos resultados se obtienen a continuación:

- H_0 : los datos presentan distribución normal.
- H_1 : los datos no presentan distribución normal.
- Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test p-value = 0.0004207

Como el p-value = 0.0004207 es menor a 0.05, se rechaza el H_0 , entonces los datos no presentan distribución normal.

b. Prueba de homogeneidad de varianzas de absorbancia

Se realizó la prueba de homogeneidad de varianza a los datos de valor b^* obteniendo los siguientes resultados:

- H_0 : los datos presentan homogeneidad de varianzas.
- H_1 : los datos no presentan homogeneidad de varianzas.
- Prueba de Levene's Test for Homogeneity of Variance; p-value = 0.9359

Como el $p\text{-value} = 0.9359$ es mayor a 0.05 , se acepta el H_0 , entonces los datos presentan homogeneidad de varianzas.

c. Comparación de medianas de las muestras de b^*

Al realizar la comparación de medianas a los resultados del valor b^* se obtuvo lo siguiente:

- H_0 : los promedios del parámetro b de las muestras son similares.
- H_1 : los promedios del parámetro b de las muestras son distintas.
- Prueba Kruskal-Wallis, $p\text{-value} = 0.3541$

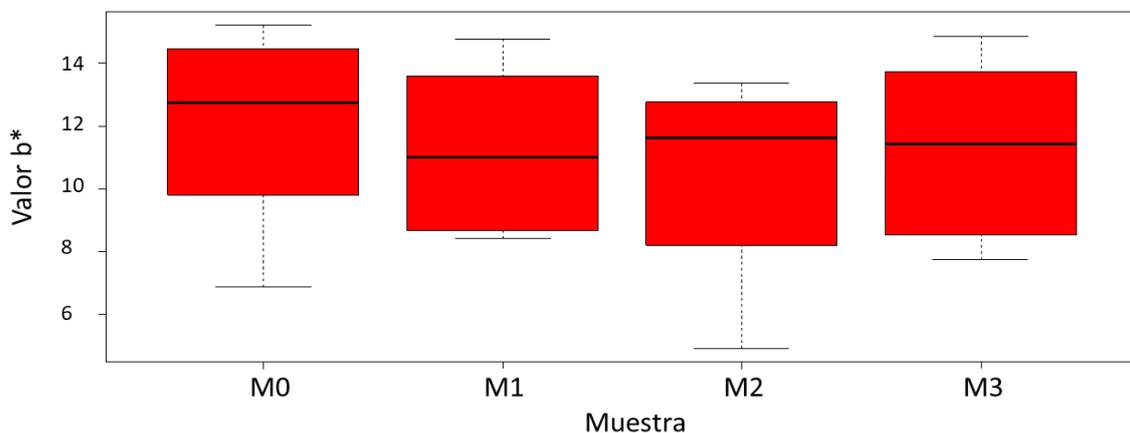
Como el $p\text{-value} = 0.3541$ es mayor a 0.05 , se acepta el H_0 , entonces los promedios del parámetro b^* de las muestras son similares.

d. Gráfico de cajas de las muestras de b^*

En el diagrama de cajas de los datos obtenidos tras la medición del valor b^* en el colorímetro, se encontró los siguientes datos en donde se muestra en largo las 7 evaluaciones realizadas.

Figura 17

Diagrama de cajas de los valores obtenidos en la evaluación del valor L^ de color*



Nota: La figura muestra la distribución de los datos obtenidos del valor b^* de las muestras durante los 21 días de evaluación.

4.2.6 Comparación entre absorbancia, color a^* b^* y L^*

a. Prueba de Pearson

Se realizó la prueba Pearson entre los datos de los valores a^* ; b^* y L^* en donde se encontró alta correlación entre a^* y b^* y una muy baja correlación entre los datos L^* comparándolos con a^* y b^* tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13

Correlación de Pearson

	a^*	b^*	L^*
a^*	1.0000	0.9452	-0.1111
b^*	0.9452	1.0000	-0.0192
L^*	-0.1111	-0.0192	1.0000

Nota: Correlación de la prueba de Pearson entre los valores de a^* , b^* y L^* .

Al comparar el p-valor pareados entre a^* ; b^* y L^* se muestra en la Tabla 14 en donde se observa que existe una alta variabilidad entre los valores de L^* comparándolos con a^* y b^* . y existe una relación al comparar a^* y b^* .

Tabla 14

p-value pareados

	a^*	b^*	L^*
a^*		<0.0001	0.3143
b^*	<0.0001		0.8635
L^*	0.3143	0.8635	

Nota: Comparación del p-valor pareados entre a^* , b^* y L^*

Viendo estos resultados descartamos los valores de L^* para la evaluación de los siguientes análisis ya que tiene una correlación muy baja comprando con los valores de a^* y b^* ; y existe evidencia significativa para poder afirmar que no existe correlación entre L^* y a^* y entre los valores de L^* y b^* .

Los valores de L^* que obtuvo Barriga (2004) al almacenar pota salada a 9°C, los valores de L^* variaron de 70.11 a 71.00 durante 60 días y al almacenar la pota salada a 19°C el cambio de valores de L^* fue de 70.11 a 67.60. Correlacionando con la evaluación sensorial, la calificación de muy bueno correspondió a un rango de valore L^* de 64 a 71, calificación de bueno entre los valores de 64 a 71, calificación de regular a los valores de 64 y 68 y la calificación de malo entre los valores de 57 y 64.

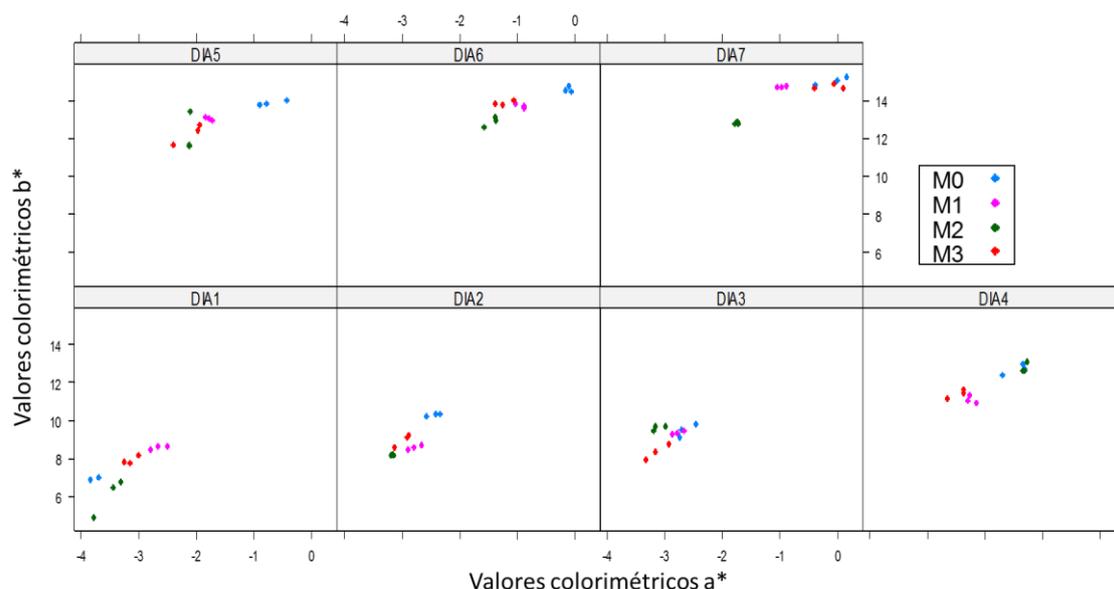
Los valores L^* , en el estudio realizado por Geng (2018), se redujeron ligeramente después del secado al aire del calamar común japonés, independientemente de la presencia o ausencia de aditivo. En la muestra control, el valor L^* mostró una disminución notable de 62,5 a 50,6, lo que podría atribuirse a la presencia de productos de reacción de Maillard. Y para la muestra con 1% de citrato de sodio, mostró un valor L^* de 59,3. Mostrando un efecto preventivo sobre la disminución del valor L^* .

b. Comparación entre los valores a^* y b^*

Una vez determinada la correlación que tiene ambos valores se comparó los valores a través del tiempo (los 7 días evaluados) y lo que se encontró fue que los valores de la M2 (0.5% de citrato de sodio) presenta menor cambios en el tiempo llegando al día 7 como la muestra con los valores más bajos entre a^* y b^* (Figura 18).

Figura 18

Comparación entre los valores de a^ y b^**

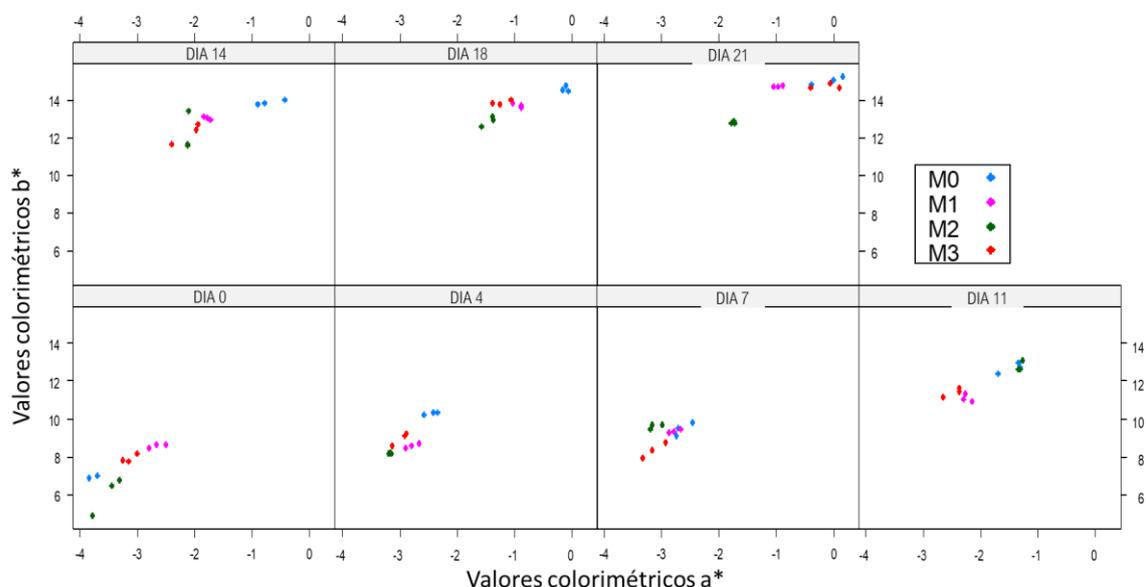


Nota: En la figura se ve la correlación de las muestras entre los valores de a^* y b^* comparándolos a lo largo de los 21 días de evaluación.

En esta comparación se determinó que los valores al comparar absorbancia y valor a^* la M0 presenta mayor cambio a lo largo de los días evaluados en cambio el que presenta menor cambio es la M2 siendo esta muestra la que freno el pardeamiento esta etapa inicial (Figura 19).

Figura 19

Comparación entre los valores de Absorbancia y los valores de a^ y b^**



Nota: En la figura se ve la correlación de las muestras entre los valores de a^* y b^* comparándolos con los valores de la intensidad del grado de absorbancia a lo largo de los 21 días de evaluación

4.2.7 Evaluación sensorial

Durante el tiempo de almacenamiento el análisis sensorial fue evaluado 2 veces por semana durante 21 días con 15 panelistas semientrenados, trabajadores del CITE pesquero Callao y de la Dirección de Investigación, (laboratorios de la DIDITT) concedores del procesamiento de recursos hidrobiológicos. Las muestras evaluadas estuvieron almacenadas en una estufa a 30°C y el objetivo de la evaluación fue evaluar el cambio de los atributos organolépticos en el color, olor, textura y exudado de la pota salada el control (M0) y los tratamientos de 0.3 mM (M1); 1.7 mM (M2) y 3.4 mM (M3) de citrato de sodio.

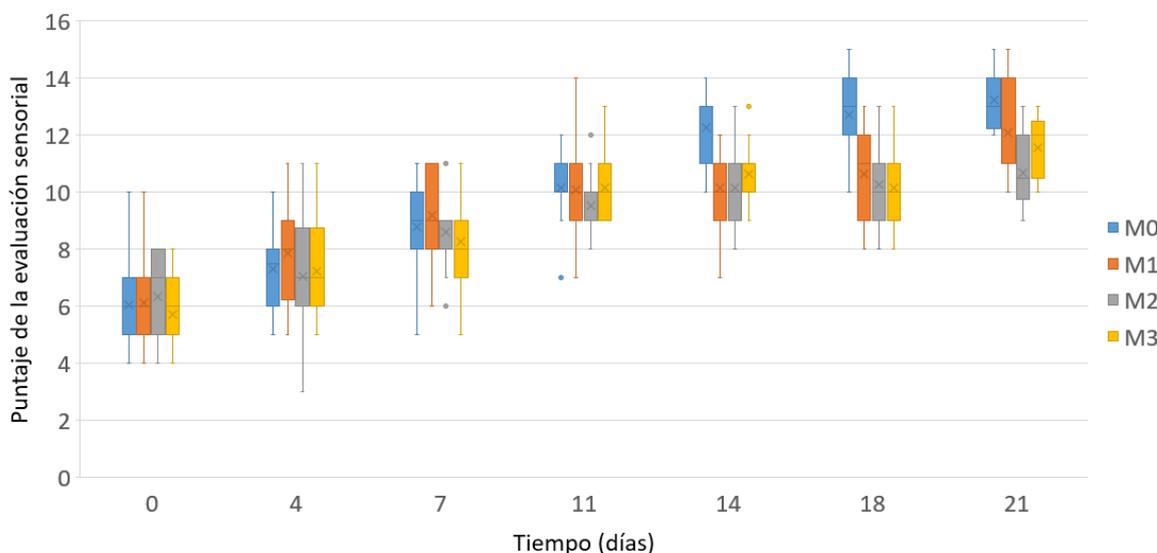
La elaboración del análisis sensorial siguió el sistema de calificación presentado por Barriga (2004) en donde califica la calidad de la pota en 4 características, los cuales son: color, olor, textura y presencia de exudado, calificando en muy bueno, bueno, regular, muy malo, de esta calificación se modificó y se le dio la numeración del 1 a 4 de la siguiente manera muy bueno calificación de 1; bueno calificación de 2; regular, calificación de 3 y calificación de muy malo el valor de 4.

El desarrollo de la prueba sensorial se ejecutó los días 0; 4; 7; 11; 14; 18; 21. Los resultados de las 4 características de cada panelista fueron sumados y están reflejados en el diagrama

de cajas mostrado en la Figura 20, donde se observa que el tratamiento de 1.7 mM de citrato de sodio obtuvo la menor puntuación en las últimas evaluaciones. Sin embargo, el tratamiento de 3.4 mM de citrato de sodio obtuvo niveles semejantes, y según la prueba estadística de Friedman existe diferencia significativa entre todos los tratamientos durante la evaluación del día 21 y al comparar de dos a dos con la prueba de Wilcoxon no existe diferencia significativa entre los tratamientos 1.7 mM y 3.4 mM.

Figura 20

Diagrama de caja del análisis sensorial



Nota: En esta figura se muestra la distribución de los resultados obtenidos durante la evaluación sensorial a lo largo de 21 días a las muestras de pota salada tratada con diferentes concentraciones de citrato de sodio.

Para poder elegir el mejor tratamiento de concentración de citrato de sodio, según la prueba sensorial se puede elegir entre 1.7 mM y 3.4 mM de citrato de sodio, y con los datos obtenidos de los análisis de color y absorbancia quienes los mejores resultados arrojados fueron por el tratamiento de 1.7 mM de citrato de sodio, se elige este tratamiento para analizar la siguiente etapa del estudio del tipo de empaque de la pota.

Con respecto a los resultados obtenidos por Barriga et, al. (2004), menciona que las muestras saladas de pota por el método de pila húmeda conservaron sus características iniciales de textura, olor característico y color blanco durante los primeros 23 días, conservados a 9°C, siendo calificados sensorialmente como Muy Bueno (MB). A partir del día 23 hasta el día 90 las características de la pota se mantuvieron en la clasificación de Bueno (B) ya que a 9°C la reacción de Maillard.

Con respecto al almacenamiento a 19 °C, Barriga (2004) afirma que, comparando con las muestras almacenadas a 9 °C, el color crema característico de la pota salada, cambió a un color amarillo - anaranjado, según describieron los panelistas, a los 13 días, para todas las muestras almacenadas a 19°C las cuales fueron calificadas como Buenas. A los 32 días de almacenamiento las muestras registraron un color anaranjado calificándolas como Regular y presentando ligeras gotas de exudado. Por último a partir del día 60, las muestras de pota salada almacenada a 19°C presentaron una coloración naranja intensa, olor desagradable y presencia de exudado excesivo calificándolas con una calificación de Mala.

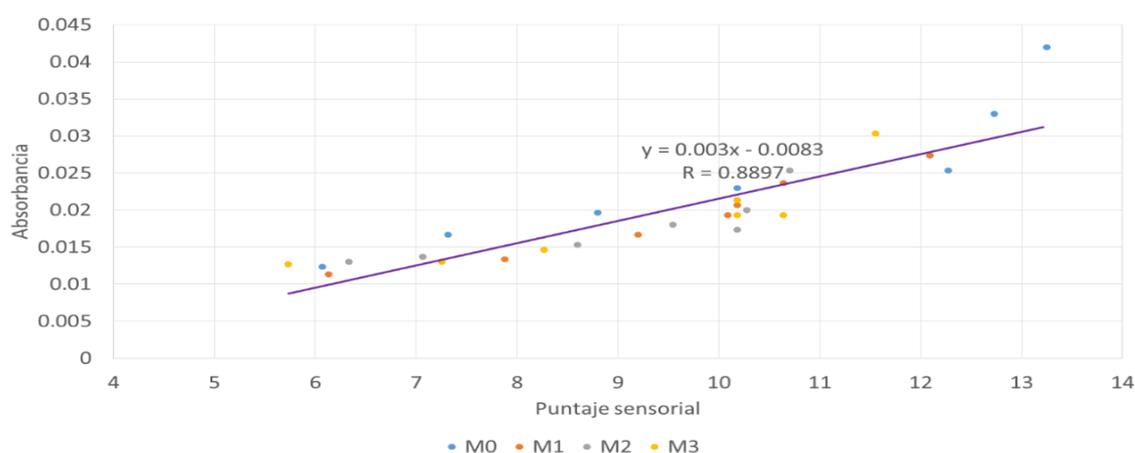
4.2.8 Comparación del análisis sensorial con los análisis de absorbancia y color

a. Correlación entre el grado de absorbancia de la intensidad de pardeamiento y la evaluación sensorial

El análisis sensorial se correlacionó con los resultados de absorbancia y color. En la Figura 21 se muestra la correlación de puntaje sensorial versus absorbancia con un R^2 de 90.3%. Para que exista una alta correlación entre ambas variables y de la ecuación se puede obtener el punto crítico que cuando el valor del puntaje sensorial es igual a 12 el producto, ya es rechazado por el panelista, (3 puntos en promedio de los 4 atributos de acuerdo a las características evaluadas o cuando el producto tiene una calificación Regular), según Barriga (2004); por lo tanto el punto crítico de absorbancia es de 0.0273, este valor va a servir para predecir el tiempo de vida útil con respecto a la absorbancia.

Figura 21

Correlación entre el puntaje sensorial y absorbancia



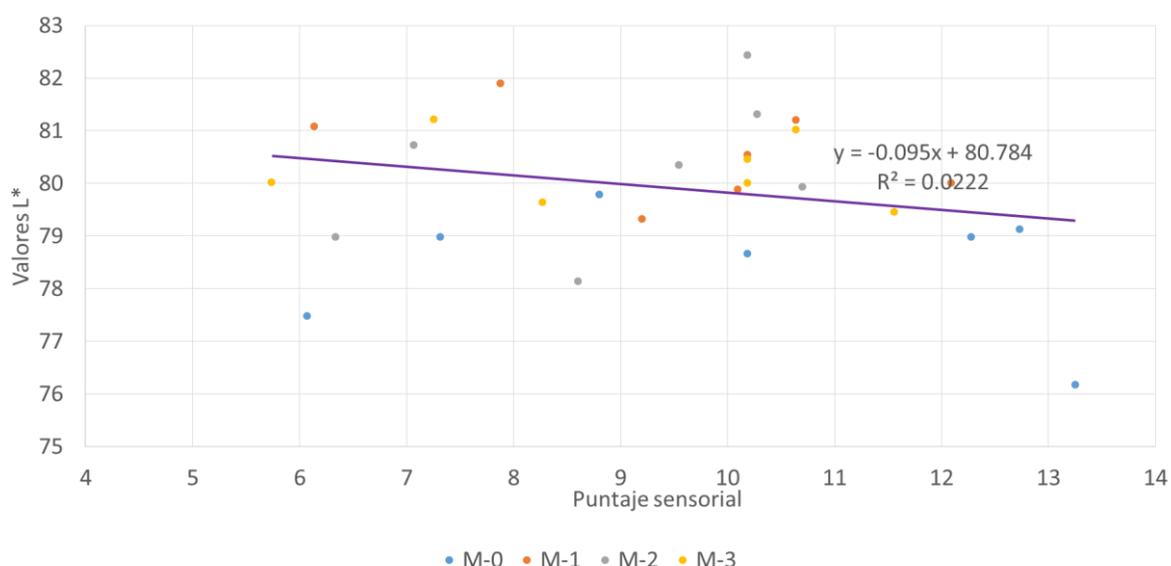
Nota: En esta figura se muestra la correlación entre el puntaje sensorial obtenido del análisis sensorial con el grado de la intensidad de absorbancia durante el pardeamiento de la pota salada.

b. Correlación entre la luminosidad L* de la intensidad de pardeamiento y la evaluación sensorial

La correlación del puntaje sensorial y el parámetro de color L* la luminosidad entre ambas variables es débil con un R^2 igual a 0.0222 (Figura 22) por tal motivo el puntaje sensorial es indiferente a los valores de L* por tal motivo los valores de L* no serán tomados en cuenta en las siguientes evaluaciones. Barriga (2004), obtuvo valores de 64 a 71 para calificación de Muy Bueno, sin embargo, para los resultados registrados en este experimento, los valores registrados fueron mayores a 71 y no siguieron una tendencia, ya que la ecuación dada solo explica el 22% entre la interacción entre el puntaje sensorial y la luminosidad L*.

Figura 22

*Correlación entre el puntaje sensorial y los valores del color L**



Nota: En esta figura se muestra la correlación entre el puntaje sensorial obtenido del análisis sensorial con la intensidad de los valores del color L* durante el pardeamiento de la pota salada.

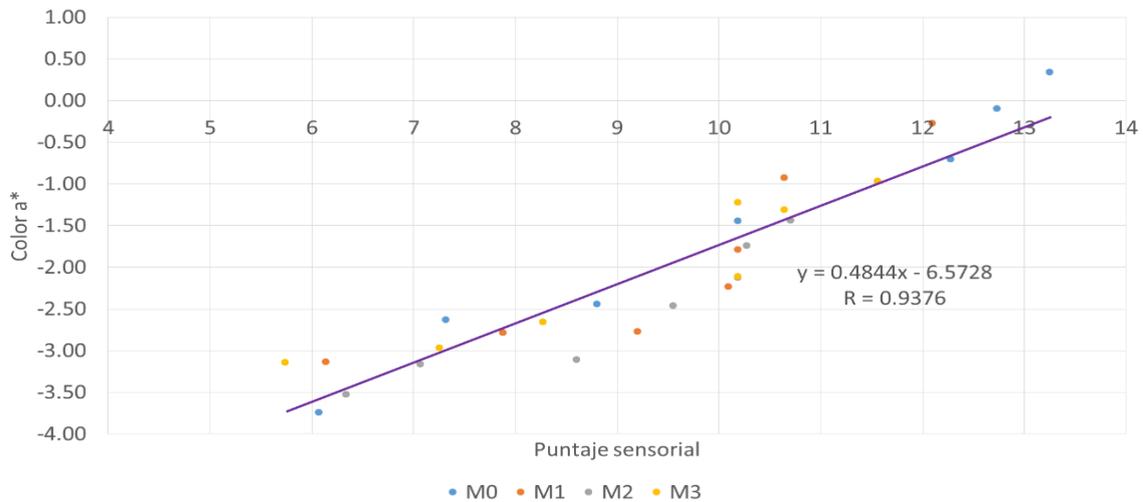
c. Correlación entre la coordenada a* de la intensidad de pardeamiento y la evaluación sensorial

Al relacionar los valores del puntaje sensorial y los valores de la coordenada cromática a* presentó una correlación fuerte y directa con un resultado de R^2 de 0.8701 (Figura 23), por tal motivo podemos interpretar que los valores de a* son representados por el puntaje sensorial en un 87% y que el punto crítico de a* es -0.76, cuando obtiene una calificación de 12 puntos y el producto ya es rechazado por los panelistas.

De acuerdo a Barriga (2004), los resultados obtenidos en la evaluación sensorial cuando la pota salada tiene una calificación de Regular o una calificación de 12 puntos (3 puntos * 4 atributos igual 12) los valores de a^* son entre -2.2 a 2, por lo tanto, el punto crítico calculado por la ecuación (-0.76) está dentro del rango estimado.

Figura 23

*Correlación entre los puntajes sensoriales y los valores del color a^**



Nota: En esta figura se muestra la correlación entre el puntaje sensorial obtenido del análisis sensorial con la intensidad de los valores a^* del color durante el pardeamiento de la pota salada.

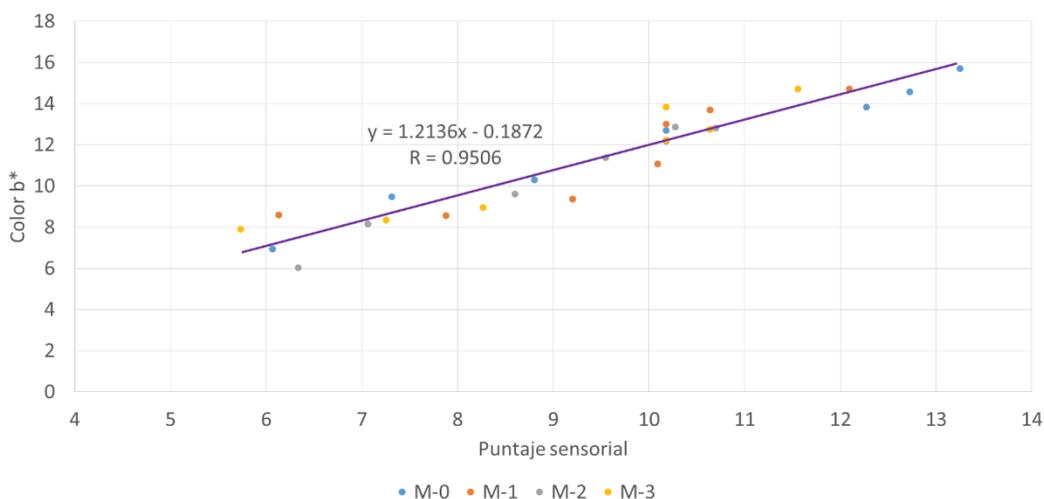
d. Correlación entre la coordenada b^* de la intensidad de pardeamiento y la evaluación sensorial

La relación entre el puntaje sensorial y los valores de la coordenada cromática b^* (Figura 24) es fuerte y directa al tener un R^2 igual a 0.9037, así que la ecuación explica en un 90% la relación entre la evaluación sensorial y el valor b^* por lo tanto, el punto crítico de b^* cuando el producto ya no es aceptado por los panelistas es de 14.3785, este punto será útil al momento de calcular la vida útil del manto de pota salada.

Barriga (2004), al comparar las lecturas de b^* con el análisis sensorial, la calificación de regular (12 empleado en este estudio), está en el rango de 11 a 18 y el valor obtenido en el punto crítico es de 14.38 estando este valor dentro del rango propuesto anteriormente.

Figura 24

*Correlación entre el puntaje sensorial y los valores b**



Nota: En esta figura se muestra la correlación entre el puntaje sensorial obtenido del análisis sensorial con la intensidad de los valores del color b* durante el pardeamiento de la pota salada.

Concluyendo en la etapa 1 tras la evaluación del citrato de sodio como inhibidor de pardeamiento de pota salada, se elige como mejor tratamiento 1.7 mM de citrato de sodio ya que obtuvo menores valores en absorbancia, color y medición sensorial

4.3 Influencia del tipo de envasado en la reducción del pardeamiento de la pota salada

En la segunda etapa se estudió el tipo de sellado, con vacío o sin vacío, la pota salada fue tratada con 1.7 mM de citrato de sodio previamente para retardar el pardeamiento, obtenido como resultado en la primera etapa. Los resultados que se evaluaron fueron obtenidos en la evaluación por grado de absorbancia y medición de color en los valores de luminiscencia L* y las coordenadas a* y b*, también se realizó la prueba sensorial triangular para identificar la prueba diferente.

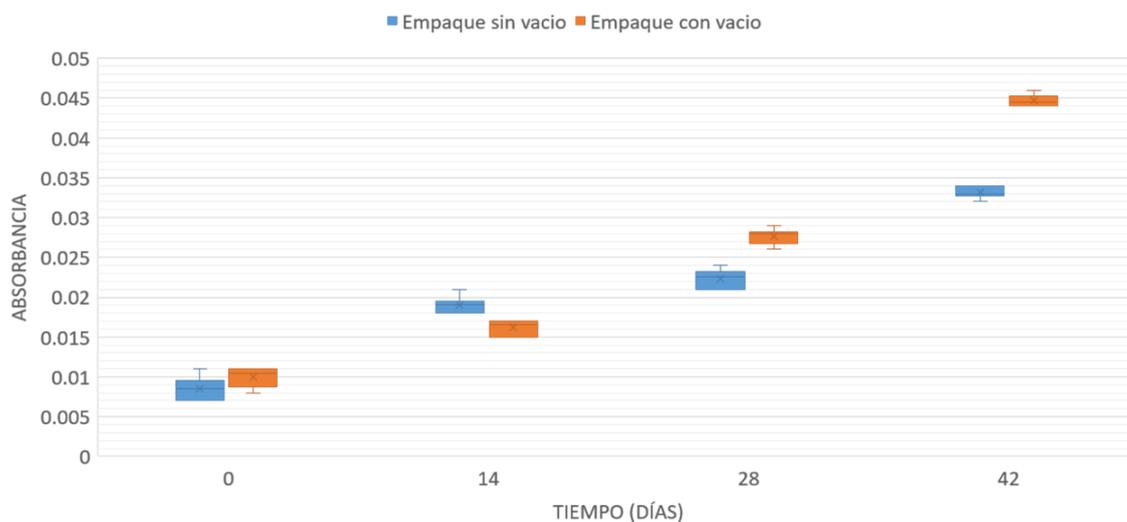
4.3.1 Evaluación del grado de pardeamiento por absorbancia (Abs 420 nm)

Se realizó las evaluaciones de absorbancia para medir el grado de pardeamiento de Maillard los días 0, 14, 28 y 42 dando como resultado en el diagrama de caja presentado en la Figura 25, donde se aprecia que los resultados en los días 0 son similares, en la evaluación del día 14 el tratamiento sin vacío refleja una mayor absorbancia (0.019 AU) que el tratamiento con vacío (0.016 AU); a partir de la evaluación realizada en el día 28 los valores del tratamiento

sin vacío son menores al tratamiento con vacío y para el día 42 el tratamiento sin vacío fue muy por debajo que el tratamiento con vacío con valores de 0.033 AU y 0.042 AU respectivamente.

Figura 25

Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs absorbancia



Nota: En la figura se muestra la variación de los resultados del grado de absorbancia para las muestras empacadas al vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

Al realizar prueba de t de Student para al comparar ambos tratamientos durante cada evaluación, se observa que para el día 0 no hay diferencia significativa entre ambas muestras frente a los resultados de absorbancia, sin embargo, a partir de la segunda evaluación en adelante (días 14, 28 y 42) al comparar los tipos de empaque, existe diferencia significativa entre ambos tratamientos tal como muestra la Tabla 15. En efecto, según los resultados estadísticos, se puede afirmar que existe diferencias al medir el grado de pardeamiento por medio de la absorbancia entre ambos empaques y que el empaque sin vacío ralentiza el pardeamiento.

Según López, et al. (2018), menciona que la carne envasada al vacío produce un cambio de color siendo este un atributo negativo que puede el consumidor no aceptar el producto. Así mismo, Ordoñez (2016), precisa que el pardeamiento no enzimático es causado por una serie de reacciones químicas por parte de azúcares y compuestos nitrogenados, sin la necesidad de que se presente en medios aeróbicos o anaeróbicos.

Tabla 15:*Prueba t-Student de los valores de absorbancia para los días 0; 14; 28 y 42*

Tiempo	Prueba t	df	p-valor	Sig	Prom con vacío	Prom sin vacío
Día 0	1.861	9.6879	0.093	ns	0.01	0.0085
Día 14	-4.715	9.8854	0.0008	**	0.0162	0.019
Día 28	8.2078	9.7568	1.09x10 ⁻⁵	***	0.0277	0.0223
Día 42	25.365	9.9347	2.32x10 ⁻⁶	***	0.0447	0.0332

Nota: En la tabla se muestra los resultados estadísticos comparando los valores obtenidos de la intensidad de absorbancia de las muestras empacadas con vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

4.3.2 Evaluación del color instrumental

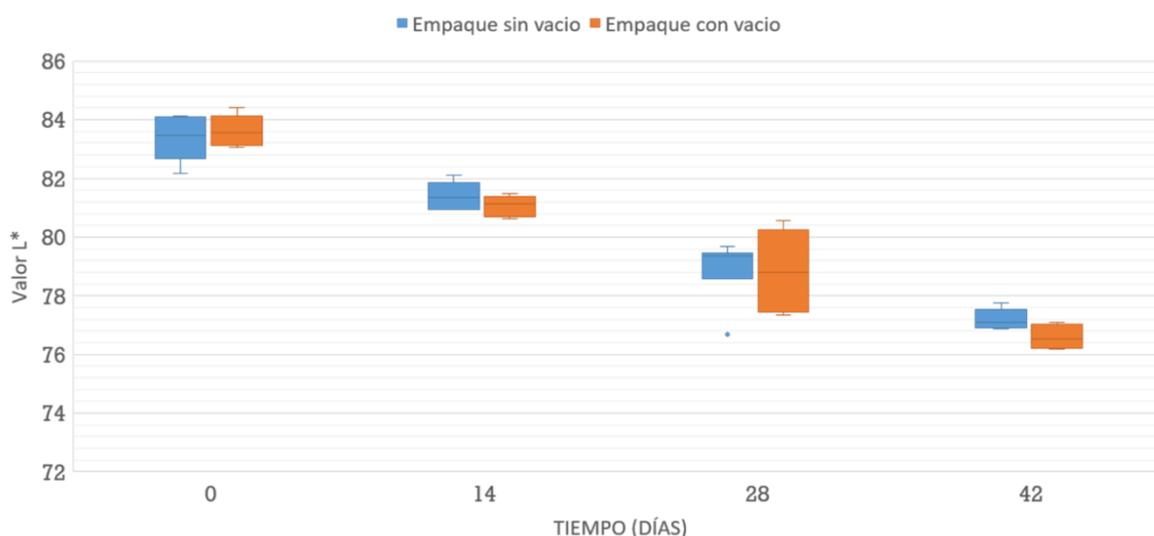
La evaluación del color se realizó se realizó con colorímetro dando como resultados por triestímulo los valores de L *, a * y b *.

a. Evaluación instrumental de la luminiscencia L*

En la evaluación de los valores de luminiscencia L*, los valores para ambos tratamientos decrecen de acuerdo el tiempo de almacenamiento durante las evaluaciones en los días 0, 14 y 28 (Figura 26), sin embargo, en los resultados obtenidos en el día 42 se nota que el empaque sin vacío (77.12) es ligeramente mayor al del tratamiento con empaque con vacío (76.59).

Figura 26.

Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores L*



Nota: En la figura se muestra la variación de los resultados de la intensidad del valor del color L* para las muestras empacadas al vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

En la Tabla 16 se puede observar que la prueba t de Student para la evaluación de luminiscencia L*, concluyendo que no existe diferencia significativa al realizar la prueba de t de Student al comparar ambos tratamientos de tipo de empaque en las evaluaciones de los días 0, 14 y 28; pero al realizar la comparación al día 42, existe diferencia significativa entre ambos tratamientos.

De acuerdo al estudio realizado por Barriga (2004), los valores de luminiscencia disminuyen durante el tiempo de almacenamiento, y según Gen et al. (2018), los valores L* no tienen mayor significancia durante el estudio del pardeamiento no enzimático, por lo tanto los resultados obtenidos, tienen una tendencia a disminuir y no hubo diferencia significativa al comparar ambos tratamientos hasta la evaluación del día 42 en donde el tratamiento del envasado sin vacío obtuvo valores mayores comparando al tratamiento del envasado con vacío.

Tabla 16

Prueba t-Student de los valores la luminiscencia L para la pota salada durante el periodo de tratamiento*

Tiempo	Prueba t	df	p-valor	Sig	Prom con vacío	Prom sin vacío
Día 0	0.6535	8.9543	0.5298	Ns	83.63	83.3667
Día 14	-1.4074	9.171	0.1923	Ns	81.07	81.41
Día 28	-0.1186	9.16	0.9082	Ns	78.858	78.95
Día 42	-2.7594	9.9347	0.0203	*	76.598	77.1198

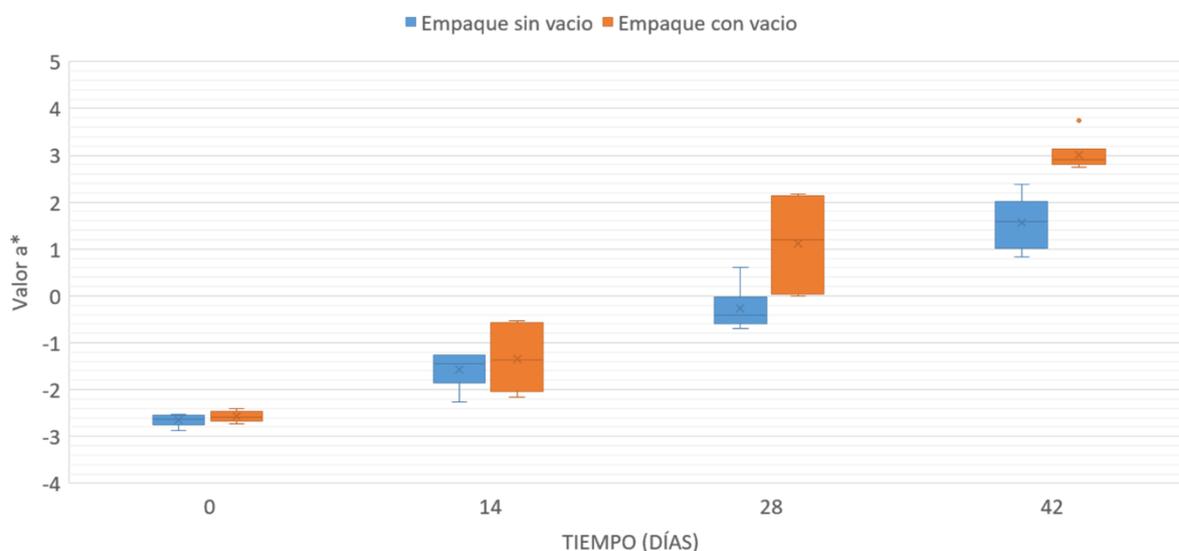
Nota: En la tabla se muestra los resultados estadísticos comparando la intensidad de los valores del color L* de las muestras empacadas con vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

b. Evaluación instrumental de la coordenada a*

En la lectura de los valores en a coordenada a* se puede apreciar que durante las evaluaciones de los días 0 y 14 los resultados en ambos tratamientos son similares y que a partir de la evaluación del día 28 y en la evaluación del día 42, tal como muestra el diagrama de cajas de la Figura 27, se observa que los valores del empaçado sin vacío son menores a los del tratamiento del empaçado con vacío.

Figura 27

*Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores a**



Nota: En la figura se muestra la variación de los resultados de la intensidad del valor del color a* para las muestras empacadas al vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

Para realizar la comparación de la coordenada a* mediante la prueba t de Student se puede observar que durante las evaluaciones de los días 0 y 14 no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos. Por otro lado, la diferencia significativa se presenta a partir de la evaluación del día 28 y se intensifica esta diferencia en la evaluación del día 42 como muestra la Tabla 17, en vista a que estadísticamente hay una diferencia entre ambos tratamientos, se puede afirmar que el sellado sin vacío retarda el cambio de color frente a los valores de la coordenada a*.

El pardeamiento no enzimático en carnes envasadas al vacío es mayor durante su almacenamiento según López et, al. (2018), por otro lado, la reacción de Maillard entre el azúcar reductor y el aminoácido condujo a la decoloración parda del calamar común japonés durante el secado al aire (Geng et al., 2015), donde el valor a* aumenta gradualmente durante el almacenamiento.

Tabla 17. Prueba t-Student de los valores la coordenada a* para la pota salada durante el periodo de tratamiento

Tiempo	Prueba t	df	p-valor	Sig	Prom con vacío	Prom sin vacío
Día 0	1.0818	9.8952	0.305	Ns	-2.575	-2.653
Día 14	0.7074	7.7868	0.499	Ns	-1.337	-1.565
Día 28	2.943	6.8258	0.022	*	1.122	-0.277
Día 42	5.1886	8.4543	0.0007	**	3.008	1.562

Nota: En la tabla se muestra los resultados estadísticos comparando la intensidad de los valores del color a* de las muestras empacadas con vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

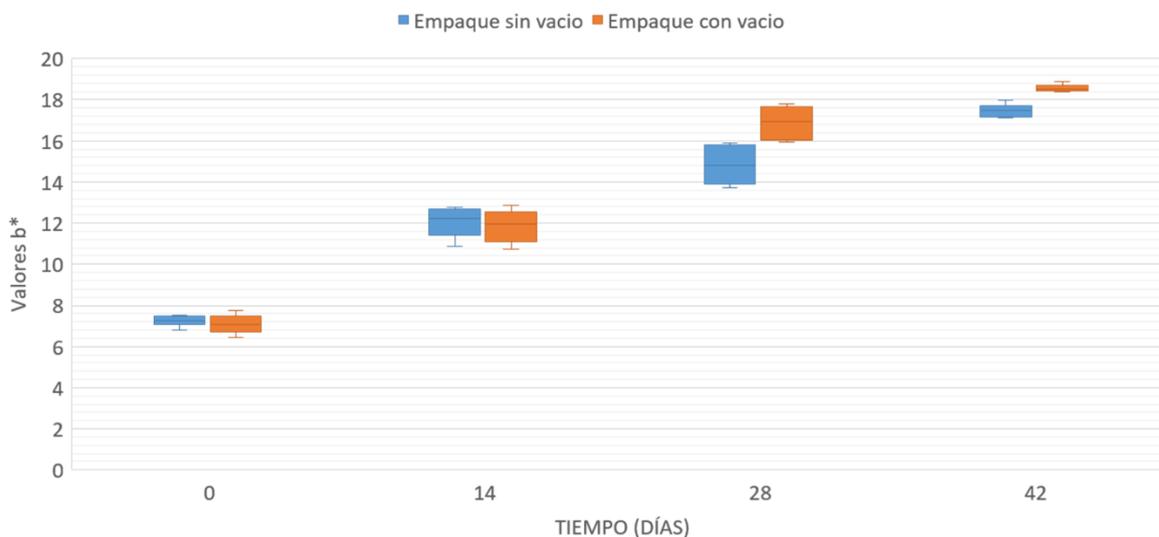
c. Evaluación instrumental de la coordenada b*

Al analizar los valores de la coordenada b* se identificó que el comportamiento fue similar entre los tratamientos de empacado sin vacío y con vacío durante las evaluaciones de los días 0 y 14 y que a partir de la evaluación del día 28 el tratamiento sin vacío redujo la variación del color en los valores b* con respecto al tratamiento vacío, y para la evaluación

del día 42 se nota la diferencia entre los resultados entre ambos tratamientos según muestra el diagrama de caja de Figura 28.

Figura 28

*Diagrama de caja – tiempo de almacenamiento vs valores b^**



Nota: En la figura se muestra la variación de los resultados de la intensidad del valor del color a^* para las muestras empacadas al vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

Al comparar ambos tratamientos mediante el análisis de t de Student, durante el tiempo de almacenamiento, se observa que durante las primeras evaluaciones en los días 0 y 14 no existe diferencia significativa entre los resultados de la coordenada b^* para los tratamientos de tipo de empaque, no obstante, a partir de la evaluación del día 28 y en la evaluación del día 42, existe diferencia significativa entre ambos tratamientos (Tabla 18). Por lo tanto, se puede afirmar que el empaque sin vacío retarda la reacción del pardeamiento no enzimático en la pota salada a diferencia del empaque al vacío.

Qiu (2020) realizó una comparación del camarón seco frente a los tipos de empaque con vacío y sin vacío, donde evaluó el valor b^* y los resultados fueron que el tratamiento en donde los camarones secos fueron empacados al vacío, obtuvieron menores valores de b^* a lo que el pardeamiento en este caso fue menor ya que los camarones presentan en su exoesqueleto polifenoles y su pardeamiento es enzimático como los vegetales, Ordoñez et, al. (2016).

Tabla 18**Prueba t-Student de los valores la luminiscencia b* para la pota salada durante el periodo de tratamiento**

Tiempo b	Prueba t	df	p-valor	Sig	Prom con vacío	Prom sin vacío
Día 0	-0.673	7.83	0.52	ns	7.097	7.248
Día 14	-0.437	9.936	0.6717	ns	11.858	12.055
Día 28	3.7046	9.7588	0.0042	*	16.882	14.837
Día 42	7.4262	8.1623	6.7 x 10 ⁻⁵	***	18.555	17.472

Nota: En la tabla se muestra los resultados estadísticos comparando la intensidad de los valores del color b* de las muestras empacadas con vacío y sin vacío siendo evaluadas en los días 0, 14, 28 y 42 de almacenamiento.

4.3.3 Evaluación sensorial - prueba triangular

Se evaluó la pota salada en pruebas triangulares para que los panelistas puedan reconocer si entre las muestras evaluadas hay una diferente, la evaluación se realizó abriendo los empaques y se presentó a los panelistas los filetes de pota salada. Se les daba dos de una misma muestra (dos filetes empacados al vacío o dos empacados sin vacío) y una tercera que cumplía la otra condición (sin vacío o con vacío).

a. Estudio a los primeros 14 días de almacenado a 30°C

Al presentar tres grupos donde dos son iguales y uno es diferente los panelistas deben identificar la muestra diferente respondiendo a la pregunta ¿Cuál de las tres muestras es diferente? En la prueba triangular se realizó con 40 panelistas, 15 de ellos lograron identificar la muestra diferente, Como lo explica la Tabla 19, el valor de χ^2 es de 0.2575. Considerando que el valor crítico de χ^2 para 1 grado de libertad es de 3.84, decimos que los panelistas no lograron discriminar la muestra diferente, de tal forma, los dos productos no son diferentes, a un nivel de significancia del 95%.

Reyna-Liria. 2008, al realizar una prueba triangular con 30 panelistas, encontró que 17 de ellos identificaron la muestra diferente. Así que al realizar la prueba de Chi cuadrado obtuvo un valor de 7.275, mayor al valor crítico de 3.84 para 1 grado de libertad, llegando a la

conclusión que los panelistas lograron identificar la muestra diferente, por lo tanto, los dos productos son diferentes.

Tabla 19

Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 14 días de almacenamiento

Denominación	Valor	Descripción
N	40	Número de ensayos
O1	15 (37.5%)	Observado de elecciones correctas
O2	25 (62.5%)	Observado de elecciones incorrectas
E1	13.33	Esperado de elecciones correctas 0.33
E2	26.67	Esperado de elecciones incorrectas 0.33
CHI CUADRADO	0.2575	χ^2 estimado
Grados de libertad	1	$2 - 1 = 1$
χ^2 para 1 gl y 5% de sig	3.84	χ^2 crítico

Nota: En la tabla se muestra el análisis de la Evaluación χ^2 para la prueba triangular las muestras de pota salada empacadas con vacío y sin vacío a los 14 días de almacenamiento.

b. Estudio a los 28 días de almacenado a 30°C

En la segunda prueba triangular realizada a la pota salada almacenada durante 30 días, se contó con 40 panelistas, a quienes se les dio 3 muestras donde dos muestras eran del mismo tratamiento una muestra era diferente, quienes 35 panelistas lograron identificar la muestra diferente de acuerdo a la tonalidad del color, mencionando que la muestra empacada al vacío tenía una coloración de color amarilla y que la pota envasada sin vacío tenía una color crema más claro, cuando se aplicó la prueba estadística, según la Tabla 20, la χ^2 dio un resultado de 52.779. Al buscar los valores críticos de χ^2 , el valor crítico para un grado de libertad es de 3.84, por lo tanto, se concluye que para un nivel de significancia de 0.05, los panelistas lograron discriminar la muestra con mayor tonalidad de color amarillo (pota envasada al vacío), por lo tanto, se concluye que los dos productos son diferentes.

Tabla 20*Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 28 días de almacenamiento*

Denominación	Valor	Descripción
N	40	Número de ensayos
O1	35 (87.5%)	Observado de elecciones correctas
O2	5 (12.5%)	Observado de elecciones incorrectas
E1	13.33	Esperado de elecciones correctas 0.33
E2	26.67	Esperado de elecciones incorrectas 0.33
CHI CUADRADO	52.779	χ^2 estimado
Grados de libertad	1	2-1 = 1
χ^2 para 1 gl y 5% de sig	3.84	χ^2 crítico

Nota: En la tabla se muestra el análisis de la Evaluación χ^2 para la prueba triangular las muestras de pota salada empacadas con vacío y sin vacío a los 28 días de almacenamiento.

c. Estudio a los 42 días de almacenamiento a 30°C

En la tercera prueba triangular realizada al manto de pota salada tratada con 0.5% de citrato de sodio y almacenada durante 42 días a 30°C, se contó con 36 panelistas, quienes 35 identificaron la pota diferente de acuerdo a la tonalidad del color, según la Tabla 21. Al realizar el análisis de la χ^2 dio como resultado el valor de 70.0595. Al buscar los valores críticos de χ^2 , el valor crítico para un grado de libertad es de 3.84, por lo tanto, asumimos que para un alfa de 5%, los panelistas lograron discriminar la muestra con mayor tonalidad de color amarillo - rojizo, por lo tanto, se concluye los dos productos son diferentes a los 42 días de almacenamiento.

De acuerdo con López. (2018), que menciona que el vacío aumenta el pardeamiento no enzimático durante el almacenamiento de carnes; los resultados obtenidos en el laboratorio donde las muestras envasadas sin vacío dieron mejores resultados que las muestras envasadas al vacío, se puede afirmar que el tipo de empaque si afecta en la reacción de Maillard, haciendo que el vacío acelere esta reacción, estos resultados corroboran con lo mencionado por Ordoñez. (2016), que la carne envasada al vacío evita la acción microbiana y enzimática, al eliminar el oxígeno del empaque, sin embargo, existen otros agentes quienes

causan cambios en las características de los productos como el pardeamiento no enzimático ocasionando la acumulación de melanoidinas y sustancias aromáticas. Y que la presencia de oxígeno en los empaques retrasa la aparición del pardeamiento no enzimático en los productos de la pesca (García et, al. 2006).

Tabla 21

Evaluación χ^2 para la prueba triangular a los 42 días de almacenamiento

Denominación	Valor	Descripción
N	36	Número de ensayos
O1	35 (97%)	Observado de elecciones correctas
O2	1 (3%)	Observado de elecciones incorrectas
E1	12	Esperado de elecciones correctas 0.33
E2	28	Esperado de elecciones incorrectas 0.67
CHI CUADRADO	70.0595	χ^2 estimado
Grados de libertad	1	2-1 = 1
χ^2 para 1 gl y 5% de sig	3.84	χ^2 crítico

Nota: En la tabla se muestra el análisis de la Evaluación χ^2 para la prueba triangular las muestras de pota salada empacadas con vacío y sin vacío a los 42 días de almacenamiento.

4.4 Estudio de vida útil de la pota salada

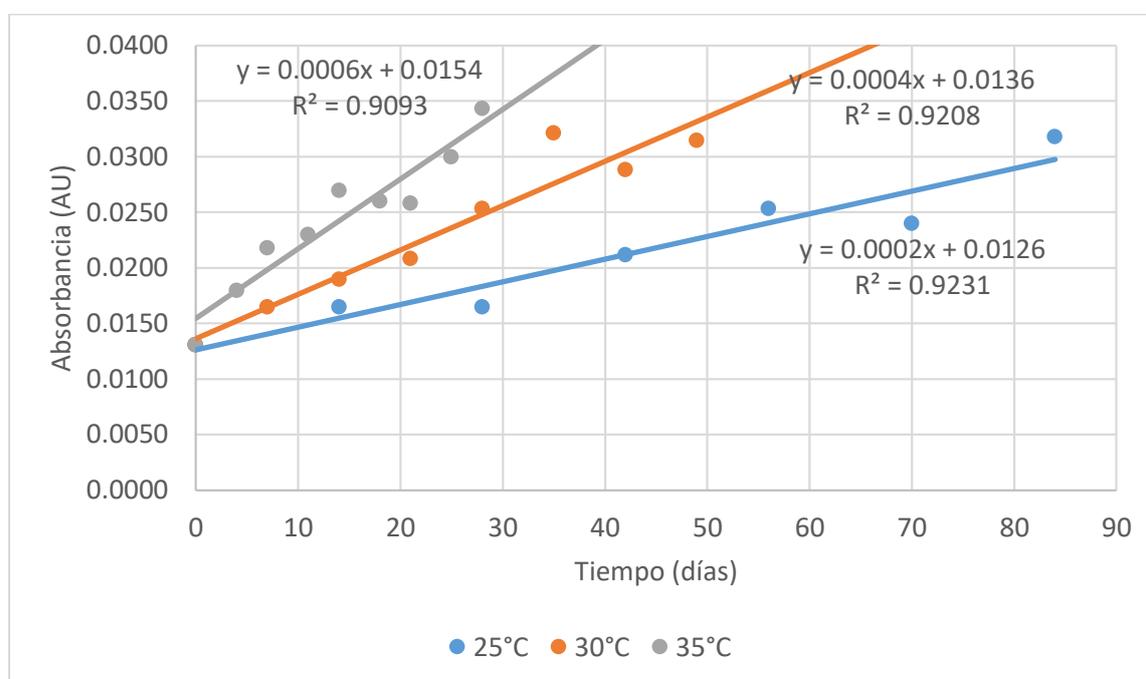
Para realizar el estudio de vida útil de la pota salada se eligió los tratamientos de 0.5% de citrato de sodio y el empackado sin vacío, ya que esos tratamientos dieron los mejores resultados para frenar la aparición del pardeamiento en dicho producto. Para la determinación de la vida útil se realizó el método de Arrhenius colocando las muestras en tres estufas a temperaturas controladas de 25°, 30° y 35°C respectivamente planteado por Kilcast y Subramaniam (2000)., el tiempo de almacenamiento en las estufas fue dado hasta que el producto cambie el color y presente puntuaciones de rechazo comparadas con la evaluación sensorial de la etapa 1 con respecto a la absorbancia, y valores de las coordenadas del color a* y b*.

4.4.1 Estudio de vida útil según la medición de la absorbancia

Las mediciones de absorbancia en la pota salada durante el estudio de vida útil durante el tiempo de almacenamiento, frente a las temperaturas de 35°; 30° y 25°C se muestra la Figura 29. El punto crítico de la pota salada para la medición del grado de absorbancia es 0.0273 AU, de acuerdo con lo obtenido en el análisis sensorial en la Etapa 1 de la investigación. Para la pota salada almacenada a 35°C llega al punto crítico en el día 22; a 30°C supera el punto crítico el día 35 y cuando la pota es almacenada a 25°C el punto crítico alcanza en el día 73.

Figura 29

Correlación entre tiempo y Temperatura de los valores de absorbancia



Nota: La figura muestra la correlación entre el tiempo de almacenamiento durante 90 días de evaluación frente a la intensidad del grado de absorbancia de la pota salada durante el estudio de vida útil almacenada a temperaturas de 25°, 30° y 35° C.

De acuerdo con lo que menciona Labuza (1999), para la determinación del orden de la reacción se asumen los valores de 0; 1 o más; los cuales, los datos obtenidos experimentalmente mostrados en la Figura 30, se comprobó previamente que la ecuación se ajusta al orden 0 para cada temperatura ya que el R^2 obtenido presenta valores mayores y que dan mayor relación entre la ecuación y los puntos obtenidos en la absorbancia.

Las pendientes calculadas serán utilizadas para la elaboración de la ecuación de Arrhenius como muestra la en la Figura 30 con el $\ln K$ en función a la inversa del tiempo de acuerdo con la metodología de Kilcast y Subramaniam (2000).

Tabla 22

Valores K evaluados según los valores de absorbancia

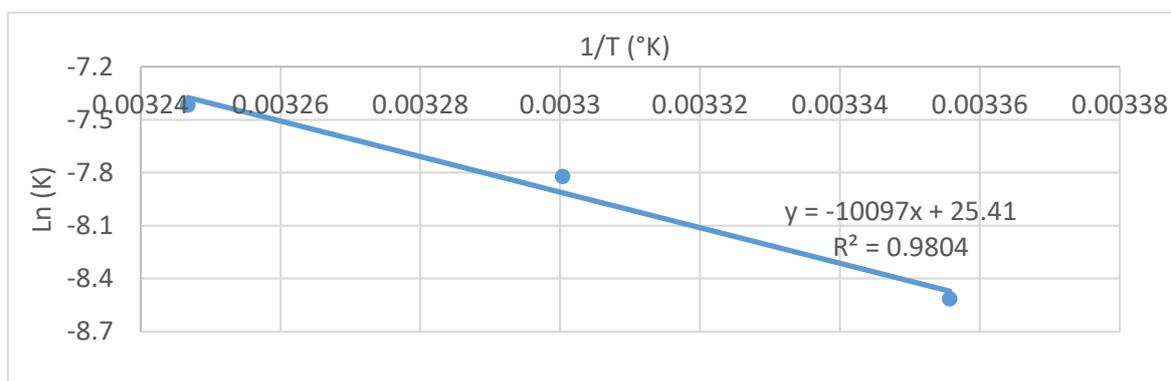
T (°C)	T (°K)	K	1/T(°K)	ln K
25	298	0.0002	0.003355705	-8.517193191
30	303	0.0004	0.00330033	-7.824046011
35	308	0.0006	0.003246753	-7.418580903

Nota: En la tabla se observa como se obtiene la inversa de la temperatura (K°) y el $\ln K$ para que con estos datos obtener su relación entre ambos valores.

Para determinar los parámetros de la ecuación de Arrhenius se relacionó el $\ln K$ con la inversa de la temperatura, la correlación obtenida entre la relación de $\ln (n)$ y la inversa de la temperatura en grados kelvin (1/T) dados en la tabla 22 es alta dado que el R^2 es igual a 0.9804, siendo representados estos datos en un 98.04% por la ecuación (Figura 30).

Figura 30

Relación $\ln K$ en función de la inversa de la temperatura (°K)



Nota: Obtención de la pendiente entre la relación del $\ln K$ y la inversa de la temperatura (K°).

Una vez obtenido la ecuación $y = -8433 X + 19.856$, la pendiente representa a la relación entre E_a y R tal como muestra la Tabla 23, por lo tanto, E_a igual a 10097; el termino independiente de la ecuación (19.856) es el $\ln(K_o)$, siendo el factor de frecuencia (K_o) igual a 1.08498×10^{11} , con estos datos pasamos a estimar el tiempo de vida útil.

Tabla 23*Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil según valores de absorbancia*

Item	Valor
E_a/R	10097
$\ln(k_o)$	25.41
R (J/mol. K)	8.314
K_o	1.08498×10^{11}
E_a	83946.458

Nota: Valores obtenidos que nos ayudaran a estimar el tiempo de vida útil de la pota salada, al evaluar el grado de absorbancia.

Obtenido los valores de E_a y K_o se pasó a estimar K_{20} para una temperatura de 20°C, en transformado a grados kelvin igual a 293°K.

$$K_{20} = (1.08498 \times 10^{11}) \times e^{-\left(\frac{125574.656}{8.314 \times 293}\right)} = 11.7303 \times 10^{-5}$$

Para obtener la vida útil, al ser la ecuación de orden 0 la ecuación velocidad de la reacción es $A = A_0 \pm K_{20} \times t$ donde A es el punto crítico de absorbancia = 0.0277 AU obtenido en la etapa 1 por análisis sensorial, el punto inicial de absorbancia es $A_o = 0.013$ y teniendo el valor de K_{20} se puede obtener el tiempo de vida útil (en días) mostrado en Tabla 24. Concluyendo que, calculando el tiempo de vida útil con los datos de absorbancia, son 121 días. Barriga. (2004), obtuvo que el tiempo de vida útil para la pota salada almacenada a 15°C es de 90 día y para una temperatura de 25°C el tiempo de vida útil es de 45 días, lo que en el presente estudio se logra aumentar la vida útil a 20°C hasta 121 días.

Tabla 24.*Obtención del tiempo de vida útil según los valores de absorbancia*

Item	Valor
A	0.0277
A_o	0.013
K_{20}	11.7303×10^{-5}
Vida útil (días)	121.9065919

Nota. Valores en la cual nos ayudan a obtener el tiempo de vida útil de la pota salada evaluando el grado de absorbancia.

4.4.2 Estudio de vida útil según la medición de color

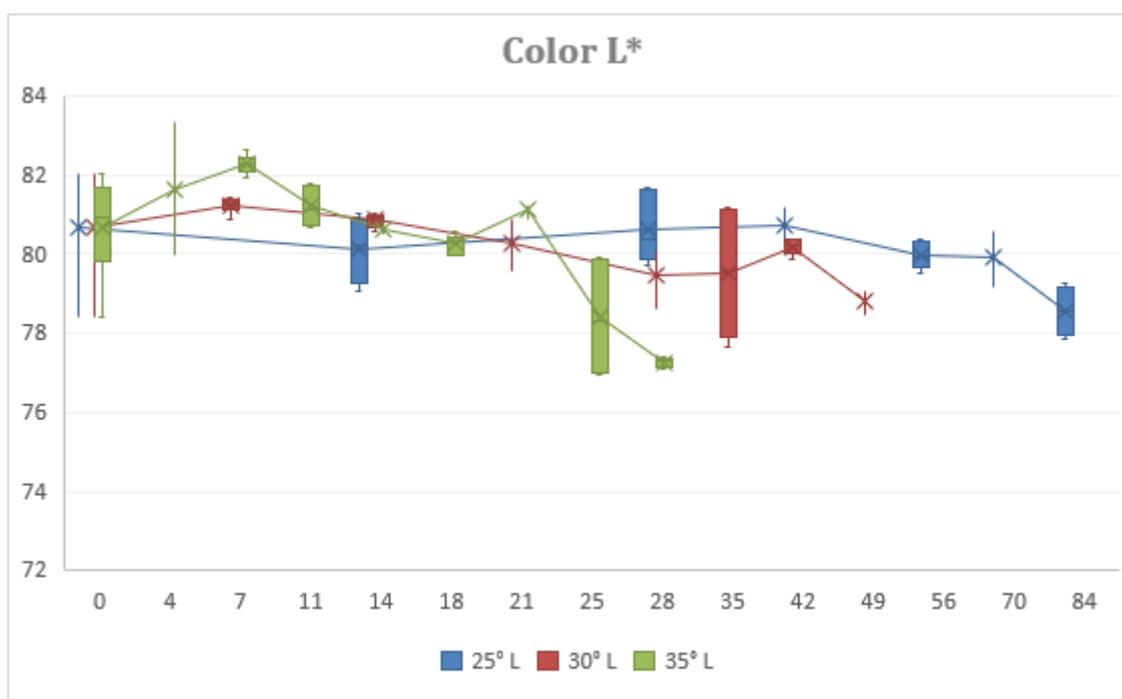
El método empleado fue medir los valores L^* , a^* y b^* del manto de pota salada tratada con 0.5% de citrato de sodio y sellada sin vacío; almacenado en tres estufas con temperaturas de 25°, 30° y 35°C.

Al analizar las lecturas dadas por el colorímetro de los valores L^* no se encontró una relación (Figura 31), por lo que se descartó y solo se evaluaron los valores a^* y b^* .

Según Barriga, (2004) los valores de luminiscencia no son recomendables para el estudio del pardeamiento de la pota salada; de igual manera, Geng, (2015), indica que los valores de luminiscencia no se relacionan con el oscurecimiento de la reacción de Maillard, y recomienda que los valores de b^* , al igual que Barriga (2004), son los más adecuados.

Figura 31

Evaluación del valor L^ a lo largo del estudio de vida útil*



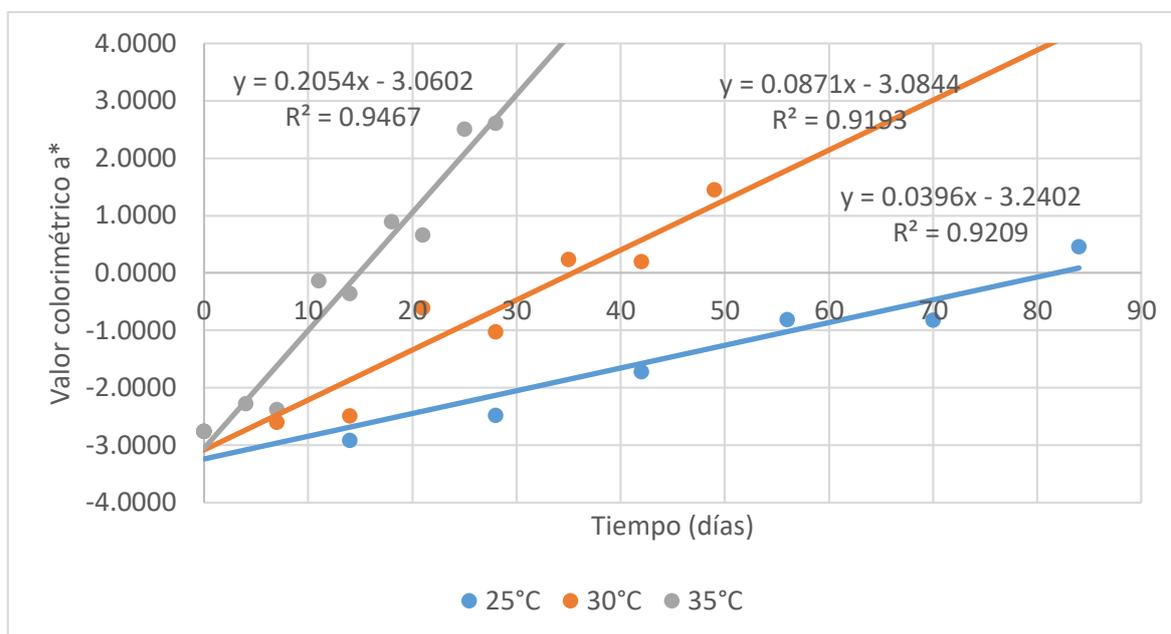
Nota: La figura muestra como varía los resultados obtenidos del color L^* del cambio de color de la pota salada a lo largo del tiempo de estudio de vida útil, a temperaturas diferentes de 25°, 30° y 35°C.

a. Estudio de vida útil según la medición del parámetro a^*

La lectura del colorímetro de los valores a^* se aprecia en la Figura 32 y se forman las ecuaciones de las temperaturas de 25°C, 30°C y 35°C con respecto al tiempo de almacenamiento de acuerdo a lo propuesto por Kilcast y Subramaniam (2000).

Figura 32

Comportamiento del valor a a lo largo del estudio de vida útil*



Nota: La figura muestra la correlación entre el tiempo de almacenamiento durante 90 días de evaluación frente al cambio del valor colorimétrico a^* de la pota salada durante el estudio de vida útil almacenada a temperaturas de 25°, 30° y 35° C.

Según estos resultados, las curvas de la cinética de la reacción son de orden “0”. Según Labuza (1999), para desarrollar el método de Arrhenius, se elabora el modelo de regresión lineal, para ello se convirtió las temperaturas de grados Celsius a grados Kelvin y se tomó las pendientes de cada curva de temperatura tomando los valores de K respectivamente, tal como muestra la Tabla 25 siguiendo lo propuesto por Kilcast y Subramaniam (2000).

Tabla 25: Valores K evaluados con los resultados del color a^*

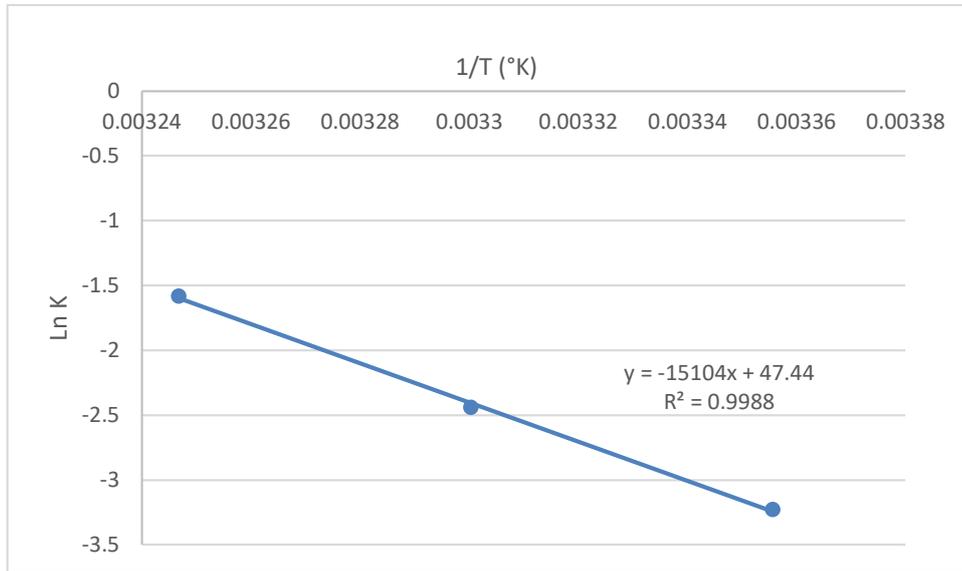
T (°C)	T (K)	K	1/T(°K)	Ln K
25	298	0.0396	0.0033557	-3.22892616
30	303	0.0871	0.00330033	-2.4406984
35	308	0.2054	0.00324675	-1.58279598

Nota: En la tabla se observa como se obtiene la inversa de la temperatura (K°) y el ln K para que con estos datos obtener su relación entre ambos valores.

Para aplicar la ecuación de Arrhenius se relacionó el ln K con la inversa de la temperatura. La correlación obtenida es alta dado que el R^2 es igual a 0.9999 dando una confianza de 99.99% (Figura 33).

Figura 33

Relación de ln K en función de la inversa de la temperatura (K)



Nota: Obtención de la pendiente entre la relación del ln K y la inversa de la temperatura (K°).

Una vez obtenido la ecuación $y = -15104x + 47.44$, la pendiente (15104) es igual a la relación de la energía de activación (E_a) entre la constante R de los gases ideales tal como muestra la Tabla 26, por lo tanto, E_a igual a 125574.656; el término independiente de la ecuación (47.44) es el $\ln(K_o)$, siendo el factor de frecuencia (K_o) igual a $4.008E+20$, con estos datos pasamos a estimar el tiempo de vida útil.

Tabla 26

*Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil evaluando mediante la coordenada a^**

Item	Valor
E_a/R	15104
$\ln(K_o)$	47.44
$R(\text{J/mol. K})$	8.314
K_o	4.008×10^{20}
E_a	125574.656

Nota: Valores obtenidos que nos ayudaran a estimar el tiempo de vida útil de la pota salada, al evaluar el cambio de color a^* .

De acuerdo con Kilcast y Subramaniam (2000), indica que la velocidad de la reacción de deterioro es capaz de ser descrita usando la ecuación de Arrhenius. En tal sentido, para estimar K_{20} , se utilizará 20°C siendo equivalente a 293°K y los valores obtenidos E_a y K_o de la Tabla 26. Dando como resultado $K_{20} = 16.41618 \times 10^{-3}$

$$K = K_0 e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

$$K_{20} = (4.008 \times 10^{20}) \times e^{-\left(\frac{125574.656}{8.314 \times 293}\right)} = 16.41618 \times 10^{-3}$$

Para obtener la vida útil, al ser la ecuación de orden 0 la ecuación es $A = A_0 \pm K_{20} \times t$ donde A es el punto crítico de $a^* = -0.76$ obtenido en la etapa 1 por análisis sensorial, el punto inicial es $A_o = -2.756$ y con el valor de K_{20} se puede obtener el tiempo en días mostrado en Tabla 27. Se puede concluir que, calculando el tiempo de vida útil para la pota salada es de 121 días almacenado a 20°C. Barriga (2004), determinó el tiempo de vida útil para la pota salada almacenada a 15°C fue de 90 días y para la pota almacenada a 45°C fue de 45 días, lo cual según Labuza (1999) menciona que regularmente la velocidad de reacción aumenta conforme la temperatura aumenta, y de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se logró incrementar el tiempo de vida útil de la pota a una temperatura 20°C de almacenamiento (analizando el valor a^*) a 121 días.

Tabla 27

*Valores para obtener el tiempo de vida útil según los valores de a^**

Item	Valor
A	-0.76
A_o	-2.759
K_{20}	16.41618×10^{-3}
Vida útil (días)	121.8

Nota: Valores en la cual nos ayudan a obtener el tiempo de vida útil de la pota salada evaluando el el cambio de color a^* .

b. Estudio de vida útil según la medición del parámetro b^*

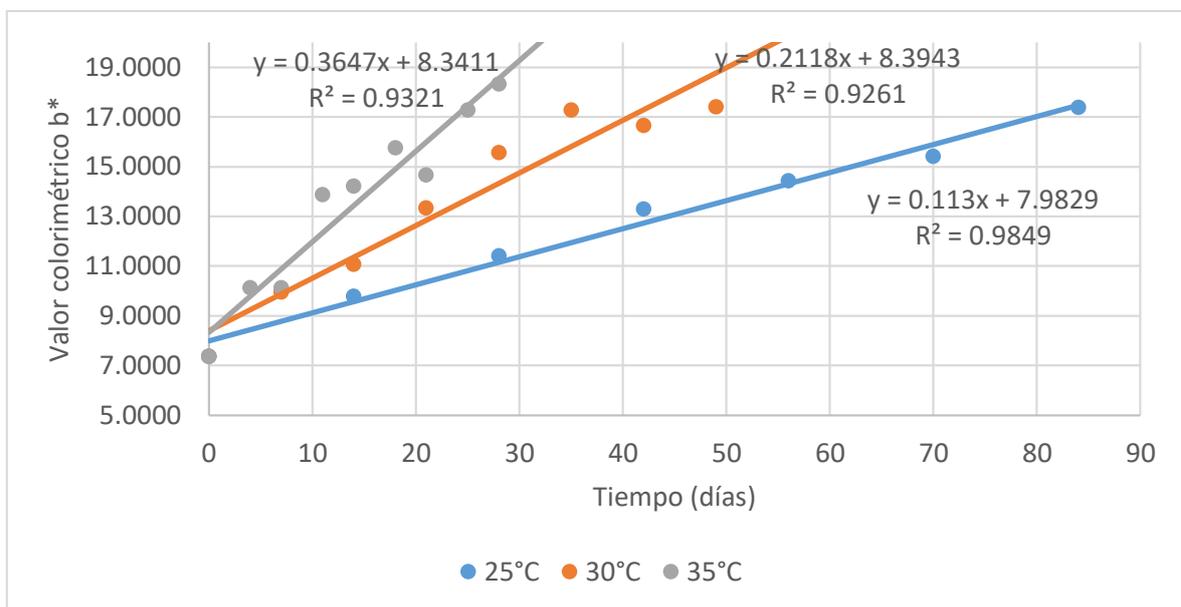
La lectura del colorímetro de los valores b^* se aprecia en la Figura 34 y se forman las ecuaciones de las temperaturas de 25°C, 30°C y 35°C con respecto al tiempo de almacenamiento. Según resultados el orden de la reacción es 0, tal como indica Labuza (1999) en la interpretación del orden de la ecuación. Los valores de R^2 fueron los mayores

evaluados previamente y comparando con los otros valores de color (L^* y a^*), la coordenada b^* fue la variable que registro una relación R^2 mayor.

En estudios realizados sobre el pardeamiento en calamares y pota diferentes autores (Fukushima, 2020. Geng, 2018; 2015., y Barriga, 2004.) coinciden que la coordenada de b^* dada por el colorímetro es el valor que más se adecúa al cambio de color producido por la reacción de Maillard.

Figura 34

Comportamiento del valor b^ a lo largo del estudio de vida útil*



Nota: La figura muestra la correlación entre el tiempo de almacenamiento durante 90 días de evaluación frente al cambio del valor colorimétrico b^* de la pota salada durante el estudio de vida útil almacenada a temperaturas de 25°, 30° y 35° C.

Según estos resultados, se aplicó la ecuación de Arrhenius, según el modelo de regresión lineal simple, donde se tiene las ecuaciones de cada temperatura de almacenamiento. Posteriormente se convirtió las temperaturas de grados Celsius a grados Kelvin y se tomó las pendientes de cada curva de temperatura como los valores de K respectivamente, tal como muestra la Tabla 28 de acuerdo a lo planteado por Kilcast y Subramaniam (2000).

Tabla 28

Valores K evaluados con los resultados del color b^*

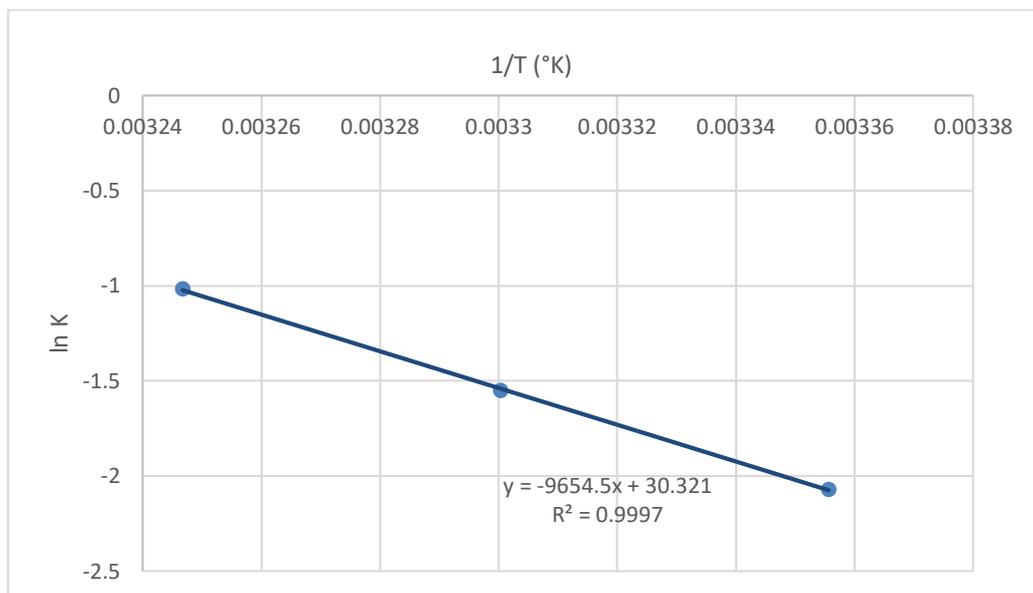
T ($^{\circ}\text{C}$)	T (K)	K	$1/T$ (K)	$\text{Ln } K$
25	298	0.113	0.0033557	-2.18036746
30	303	0.2118	0.00330033	-1.55211285
35	308	0.364708	0.00324675	-1.00865825

Nota: En la tabla se observa cómo se obtiene la inversa de la temperatura (K°) y el $\text{Ln } K$ para que con estos datos obtener su relación entre ambos valores.

Para realizar la ecuación de Arrhenius se relacionó el $\text{Ln } K$ con la inversa de la temperatura. La correlación obtenida es alta dado que el R^2 es igual a 0.9997, siendo representados estos datos en un 99.97% por la ecuación (Figura 35).

Figura 35

Relación $\text{Ln } K$ en función de la inversa de la temperatura ($^{\circ}\text{K}$)



Nota: Obtención de la pendiente entre la relación del $\text{Ln } K$ y la inversa de la temperatura (K°).

Una vez obtenido la ecuación $y = -9654.5 X + 30.321$, la pendiente representa a la relación entre E_a y R tal como muestra la Tabla 29, por lo tanto, E_a igual a 89442.012; el término independiente de la ecuación (30.321) es el $\text{Ln}(K_o)$, siendo el factor de frecuencia (K_o) igual a 5.4402×10^{14} ; con estos datos pasamos a estimar el tiempo de vida útil según lo indicado por Kilcast y Subramaniam (2000).

Tabla 29*Energía de activación y factor de frecuencia de vida útil del estudio de la coordenada b**

Item	Valor
E_a/R	10758
$\ln(k_0)$	33.321
R (J/mol. K)	8.314
K_0	5.4402×10^{14}
E_a	89442.012

Nota: Valores obtenidos que nos ayudaran a estimar el tiempo de vida útil de la pota salada, al evaluar el cambio de color b*.

Obtenido los valores de E_a y K_0 se pasó a estimar K_{20} para una temperatura de 20°C, en transformado a grados kelvin igual a 293°K.

$$K_{20} = (5.4402 \times 10^{14}) \times e^{-\left(\frac{125574.656}{8.314 \times 293}\right)} = 6.162279 \times 10^{-2}$$

Para obtener la vida útil, al ser la ecuación de orden 0 la ecuación es $A = A_0 \pm K_{20} \times t$ donde punto crítico (A) de b* es 14.576 obtenido en la etapa 1 por análisis sensorial, el punto inicial de b* es $A_0 = 7.1$ y teniendo el valor de K_{20} se puede obtener el tiempo de vida útil (en días) mostrado en Tabla 30. Se puede concluir que calculando el tiempo de vida con los datos de color b* el tiempo en anaquel es 121 días.

De acuerdo con lo estimado por Barriga. (2004), y el tiempo de vida útil estimado de 90 días para la pota salada almacenada a 15°C, y 45 días para la pota salada almacenada a 25°C, los resultados obtenidos evaluando b* el tiempo de vida útil estimado fue de 121 días.

Tabla 30*Obtención del tiempo de vida útil según los valores de b**

Item	Valor
A	14.576
A_0	7.1
K_{20}	6.162279×10^{-2}
Vida útil (días)	121.318757

Nota: Valores en la cual nos ayudan a obtener el tiempo de vida útil de la pota salada evaluando el el cambio de color b*.

4.5 Caracterización del producto final

4.5.1 Determinación de la composición química proximal

Después de realizar el proceso de salado, se llevó a cabo el análisis de composición proximal de la pota salada, cuyos resultados se muestran la Tabla 31.

Tabla 31

Composición química proximal de la pota salada (g/100 g)

Componente	Presente estudio
Humedad	62.1 ± 0.014
Cenizas	22.07 ± 0.081
Proteína cruda (N x 6.25)	13.9 ± 0.131
Grasa cruda	2.2 ± 0.101
Carbohidratos (por diferencia)	0.3

Nota. En la tabla se muestra la caracterización química proximal de la pota salada.

El contenido de humedad bajó tras el salado a 62%, debido al proceso de osmosis, proceso en el cual la sal ingresa a la carne del pescado forzando al desprendimiento del agua que es parte de la carne, formando una salmuera natural en los recipientes de salado (Wong, et al. 1994).

El contenido de ceniza fue de 22% esto se debe a la cantidad de sal que tiene el producto salado, reafirmando lo mencionado por Wong (1994), que la sal en un producto salado representa la mayor parte de las cenizas registradas en los ensayos realizado.

El contenido proteico de la pota salada es de 14%, este contenido disminuyó con respecto a la pota fresca (16%) debido a disolución de la proteína soluble de la pota durante el proceso de salado (Barriga, 2004). Así mismo, por el aumento en la concentración de aminoácidos libres generado por la desnaturalización de la proteína miofibrilares (Geng, 2018),

La cantidad de grasa en la pota salada es de 2. %, al ser la pota una especie magra, la cantidad de grasa es baja (1%) cuando es fresca. Al someterse a un proceso de deshidratación por el método de salado, estos valores aumentan ya que en ningún momento se pierde este componente (Wong; 2014).

El contenido de carbohidratos calculados por el método de diferencia, 100 menos humedad, cenizas proteínas y grasa fue de 0.3%, en este grupo se encuentran los azúcares (Geng, 2015) que inician la reacción del pardeamiento de Maillard.

4.5.2 Determinación del contenido de cloruros

La concentración de cloruro de sodio del producto final fue $22.36 \pm 0.111\%$ que incluye sal y otros cloruros, ya que el método en el Mohor, el catión Ag^+ reacciona con el anión Cl^- , hasta consumir cuantitativamente todo el anión Cl^- de la muestra en donde concluye la titulación (Chávez, 2014), en tal sentido, la reacción no solo reacciona con cloruro de sodio, sino también, incluye cloruro de potasio, cloruro de amonio entre otros quienes están en menores concentraciones.

Según la clasificación dada por Gallo (2004) de los tipos de salado, la pota salada obtenida por pila húmeda se encuentra en el tipo de salado fuerte ya que su concentración es de 22.36% y para su consumo se debe realizar un desalado el cual, Wong (1994), sugiere que sea un proceso de 4 horas en proporción de filete: agua 1:4 con recambios cada 2 horas.

4.5.3 Determinación de la actividad de agua

La pota salada tuvo una actividad de agua de 0.78, y durante el tiempo de almacenamiento, el aw se mantuvo entre 0.78 y 0.79. Este valor es próximo a los valores de actividad de agua en una solución de agua y cloruro de sodio saturado que es 0.76. Según Cardona (2019), valores de actividad de agua entre 0.6 y 0.7 hace que las reacciones del pardeamiento en los alimentos aumenten y disminuya el pardeamiento cuando la actividad de agua tenga valores entre 0.9 y 1.

El valor esperado en aw para productos salados fuertes es menor a 0.79 (Wong, 1994) cuyo objetivo es estabilizar el producto y frenar el crecimiento bacteriano y pueda ser conservado en lugares frescos y ventilados, con un tiempo de vida útil de 3 meses, así mismo, si la conservación es en refrigeración el tiempo de vida útil se puede prolongar considerablemente.

4.5.4 Análisis microbiológico

Los resultados microbiológicos se muestran en la Tabla 32, se puede observar que, durante el almacenamiento a las tres temperaturas, el recuento microbiológico de bacterias halófilas no superó los valores permitidos por norma RD N°057-2016 SANIPES (2016) para productos salados 10^4 UFC/g.

Según Wong (1994) en el estudio realizado en la “saladita” los valores encontrados de unidades formadoras de colonias fueron menor de 10^{-5} UFC.

Tabla 32

Resultado de recuento microbiológico para las temperaturas de almacenamiento (UFC/g)

Manto de pota salada, temperatura de almacenamiento 25°C	
Tiempo (días)	Halófilas (UFC)
0	< 1000
84	< 1000
Manto de pota salada, temperatura de almacenamiento 30°C	
Tiempo (días)	Halófilas (UFC)
0	< 1000
49	< 1000
Manto de pota salada, temperatura de almacenamiento 35°C	
Tiempo (días)	Halófilas (UFC)
0	< 1000
21	< 1000

Nota. En esta tabla se encuentra los resultados obtenidos luego de realizar los exámenes microbiológicos para determinar las unidades formadoras de colonias para las bacterias halófilas.

V. CONCLUSIONES

- La adición de citrato de sodio en una concentración 1.7 mM es adecuado para reducir el pardeamiento de manto de pota salada durante el almacenamiento.
- De acuerdo a la evaluación sensorial y correlacionando con la medición de color y absorbancia el método de empacar sin vacío retarda el pardeamiento de la pota salada tratada con citrato de sodio durante el almacenamiento.
- Las temperaturas de 25°C, 30°C y 35°C almacenada hasta los 42 días influyen sobre la velocidad de pardeamiento de pota salada. Los valores K, obtenido para las coordenadas cromáticas a* y b* resultaron en $K_{25^{\circ}\text{C}} = 0.0396$ y 0.1130 , $K_{30^{\circ}\text{C}} = 0.0871$ y 0.2118 , $K_{35^{\circ}\text{C}} = 0.2054$ y 0.3647 .
- La coordenada cromática a* y b* resulta ser un buen índice para evaluar la calidad de la pota salada durante el periodo almacenamiento a 20°C. Los valores de K_0 para la cinética de reacción de las coordenadas cromáticas resultaron 4.008×10^{20} y 5.4402×10^{14} respectivamente.
- La aplicación de la ecuación de Arrhenius resulta el modelo adecuado para predecir la vida útil de la pota salada almacenada a 20°C. Los valores obtenidos para los parámetros cinéticos de la reacción de pardeamiento en función de las coordenadas cromáticas a* y b* resultan $K_{20} = 0.0164$ y 0.0616 , $E_a = 125575$ y 89442 KJ/mol respectivamente.
- La aplicación de 1.7 mM de citrato de sodio en el manto de pota salada y envasada sin vacío permitió obtener un tiempo de vida útil de 120 días, disminuyendo conforme se incrementa la temperatura de almacenamiento.
- La pota salada contiene 62.1% de humedad, 22.07% de ceniza, 13.9% de proteína y 2.2% de grasa. Con un a_w de 0.77 impide superar los valores de recuento microbiológico de bacterias halófilas permitidos por la norma de la autoridad Sanitaria para productos salados.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar los estudios de presencia de aminoácidos y el calcular el conteo de azúcares en el manto de papa salada para determinar los productos de la reacción de Maillard.
- Realizar un estudio para el escalamiento del producto investigado y realizar el análisis sensorial orientado a las preferencias del consumidor.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, H. (2009). Salado y descongelado simultáneo en salmuera para la obtención de jamón curado de cerdo de raza ibérica (tesis de doctorado). <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6025/tesisUPV3080.pdf>
- Albrecht – Ruiz, M. (s.f.). Preguntas frecuentes sobre la calidad de la pota (*Dosidicus gigas*). Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. <http://www.oannes.org.pe/upload/20160922154605350949975.pdf>
- AOAC (Official Methods of analysis). 1995. 16th ed. the Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA.
- Barriga, M.; Salas, A.; Chimpen, L. (2004). Estudio del salado de Pota (*Dosidiscus gigas*) y cambio de color durante su almacenamiento a 9°C y 19°C. <http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/88>
- Chávez, K.; Bonilla, D. (2014). La formación de precipitados bajo el efecto de la acidez en el método de Mohr. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000400006
- CODEX ALIMENTARIUS. (2018). Normas internacionales de los alimentos. Norma general para los aditivos alimentarios. http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf
- CODEX ALIMENTARIUS. (2018). Norma para pescado salado y pescado seco salado de la familia gadidae CXS 167-1989. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh_proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%252FBSTAN%252F167-1989%252FCXS_167s.pdf
- Condori, L. (2019). Determinación de parámetros tecnológicos para el pelado químico de filetes de pota (*Dosidicus Gigas*) congelada con baño alcalino de hidróxido de sodio (tesis de pregrado) <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8396>

- Córdova, J. (2016). Efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt (tesis de maestría). <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4946>
- Dong, L; Zhu, J; Li, X; Li, J. (2013). Efecto de los polifenoles del té sobre las características físicas y químicas del calamar sazonado (*Dosidicus gigas*) durante el almacenamiento. *Food Control* 31 (2): 586-592. doi. 10.1016/j.foodcont.2012.10.014
- DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea, España). 2005. Reglamento (CE) n° 2074/2005 de la comisión de 5 de diciembre de 2005. 2074. España. 22 dic. 33 p.
- Espinoza, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria. 116 p.
- Gallo, M. (2004). Procesamiento de productos pesqueros salados en el Perú. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. <file:///E:/PESCA%20ANCHOVETAN/SALADO%20DE%20PESCADO.html>
- García, E.; Gago, L.; Fernández, J. (2006). Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. M-42.918-2006. Madrid, España. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001697.pdf>
- Geng, J.; Takahashi, K.; Kaido, T.; Kasukawa, M.; Okazaki, E.; Osako K. (2018). The effect of organic salts on the browning of dried squid products processed by air-drying. *Food Chemistry*, 269: 212-219. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.06.129
- Geng, J.; Takahashi, K.; Kaido, T.; Kasukawa, M.; Okazaki, E.; Osako K. (2019). Relationship among pH, generation of free amino acids, and Maillard browning of dried Japanese common squid *Todarodes pacificus* meat. *Food Chemistry*, 283 (324-330). doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.056
- Geng, J.; Kaido, T.; Kasukawa, M.; Takahashi, K.; Okazaki, E.; Osakoa K. (2017). The influence of proteases on the browning of dried squid products processed by air-drying. *Food Research International*, 97 (231-239). doi: 10.1016/j.foodres.2017.04.018
- Geng, J.; Kaido, T.; Kasukawa, M.; Zhong, Ch.; Sun, L.; Okazaki, E.; Osakoa, K. (2015). Mechanism study of high browning degree of mantle muscle meat from Japanese common squid *Todarodes pacificus* during air-drying. *Food Research International*, 97 (231-239). doi. 10.1016/j.foodchem.2014.12.029

- Gobantes, I.; Gómez, R.; Choubert, G. (2001). Envasado de alimentos. Aspectos técnicos del envasado al vacío y bajo atmósfera protectora. Alimentación, equipos y tecnología, 1, pág. 75-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89576>
- Hough, G.; Fiszman, S. (2005). Estimación de vida útil sensorial de alimentos. Primera. (1ra ed.). Madrid, España. I. S. B. N. 84-96023-33-8.
- Hurtado, M. (2014). Elaboración de pasta untable a partir de recortes de Pota (*Dosidicus Gigas*) en base ¼ club (tesis de pregrado) <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1919>
- Illanes, J. (2004). Envases flexibles plásticos: Uso y aplicación en la industria alimentaria. (Tesis de Licenciado, Universidad Austral de Chile). <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fai.29e/pdf/fai.29e.pdf>
- ITP & IMARPE. (1996). Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Callao, Perú: Editorial Stella.
- Kilcast, D. & Subramaniam, P. (Eds.). 2000. The stability and shelf-life of food (pp.1-22). CRC press. England.
- LAB-FERRER – AQUALAB. (s.f.). Pardeamiento no enzimático. Fichas técnicas http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/9Awypardnoenz_14225.pdf
- Labuza, T.P., Riboh, D., 1982. Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. Food Technol. 36, 66–74.
- Labuza, T. P. 1999. Determination of the Shelf Life of Foods. Department of Food Science and Nutrition. University of Minnesota. St. Paul, MN, 55108.
- López, R; Torres, T; Antolin, G. (2018). Tecnología de envasado y conservación de alimentos. Boletín FIA, Universidad San Martín de Porres. <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos>
- Maza, S.; Solari, A.; Albrecht-Ruiz, M. (2007). Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. Boletín de Investigación, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, 8: 23-29. <http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/27>
- Maza, S.; Aldoradin, E.; Pariona, C.; Arpi, E.; Rosales, M. (2016). Efecto del desollado y desangrado de anchoveta (*Engraulis ringens*) en solución de citrato sódico. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 201; 27(3): 427-439. doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12010

- MINCETUR. (2009). Guía de envases y embalajes. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>
- Montgomery C. (2011). Diseño y análisis de experimentos (2da ed.). Ciudad de México, México: Editorial Limusa.
- Nielsen, SZ. (2010). Food Analysis Laboratory Manual. 2 Ed. Indiana, Estados Unidos, Springer. 171 p.
- Nuñez, M.; Hernández, R.; Rodríguez, I.; Rodríguez, J.; Torres, Y. (2017). Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. I. Procedimiento general. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 27(1). ISSN 1816-7721, pp. 58-64
- Omura, Y., Yamazawa, M., Yamashita, Y., Okazaki, E., & Watabe, S. (2007). Relationship between postmortem changes and browning of boiled, dried, and seasoned product made from Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) mantle muscle. *Journal of Food Science*, 72(1), 44–49. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00217.x>
- Ordoñez, J (2016). Envasado de alimentos de origen animal en atmósferas modificadas. Real Academia de Ciencias Veterinarias de España. *Salud Publica y Medio Ambiente*, pp. 16 - 21
- Ordóñez, L.; Placido, M. (2004). Aplicación del método del índice de calidad en pota (*Dosidicus gigas*). *Boletín de Investigación, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*, 6: 75-80. <http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/91>
- Palomino, K. (2018). Elaboración de aros empanizados a partir de manto de pota (*Dosidicus gigas*) con inclusión de granos andinos (tesis de pregrado) <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3728>
- Placido, M. (2019). La importancia de la actividad del agua en la conservación de alimentos marinos. <https://es.slideshare.net/manuelplacido/qu-es-la-actividad-del-agua>.
- Phimolsiripol, Y., & Suppakul, P. (2016). Techniques in Shelf Life Evaluation of Food Products. Reference Module in Food Science. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03293-5
- PRODUCE. (2021). Anuario estadístico pesquero y acuícola 2019. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anales/item/949-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2019>

- Qui, X., Wu, Y., Chen, Sh.. (2020). Oxidative Stability and Browning Development of Semi-dried Shrimp (*Acetes chinensis*) with Different Salt Contents and Packaging Methods Stored at Refrigerated Temperature. *Food Science and Technology Research*, 26 (2), 239_245, 2020. doi: 10.3136/fstr.26.239.
- Rodríguez, D; Barrero, M; Kodaira, M. (2009). Evaluación física y química de filetes de bagre (*Pseudoplatystoma sp.*) salados en salmuera empacados al vacío y almacenados en refrigeración. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 59(2):206-213. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000200014
- Salcedo, F. (2015). Elaboración de hojuela dulce a partir del manto molido de pota (*Dosidicus gigas*) con quinua (*Chenodium quinoa*) (tesis de pregrado) <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/936/T007284.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, J.; Lam, R. (1973) Tecnología del salado y secado artificial de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*). Informe N° 43. Instituto del Mar del Perú. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/271/1/INF%2043.pdf>
- Tamanna, N., & Mahmood, N. (2015). Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. *International Journal of Food Science*, 2015, 1–6. doi:10.1155/2015/526762
- Tsai, C. H., Kong, M. S., & Pan, B. S. (1991). Water activity and temperature effects on nonenzymic browning of amino acids in dried squid and simulated model system. *Journal of Food Science*, 56(3), 665-670. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05352.x>
- Valle, P; Lucas B. (2000). Toxicología de alimentos. Instituto Nacional de la Salud Pública. https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Toxicologia_de_Alimentos_VegaFlorentino.pdf
- Wong, L.; Gallo M.; Paucar, A.; Castro R. (1994). Saladita Pescado Fresco Salado. *Boletín de Investigación, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*, <http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/114>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formato 2 Análisis sensorial, evaluación Física Organoléptica de la Pota

	ITP Planta 1 Procedimiento de Aceptación y Recepción de Materias Primas	EVALUACIÓN FÍSICA ORGANOLÉPTICA DE POTA						Código Versión Fecha N°	
ESPECIE:	POTA	FECHA DE RECEPCIÓN:				25-Mar			
PRESENTACIÓN:	FRESCA REFRIGERADA	CANTIDAD:							
EMBARCACIÓN:		HORA DE RECEPCIÓN:				8:45 a. m.			
PROCEDENCIA:	PUCUSANA	PROVEEDOR:							
P.P. PRIMARIO:	ITP - OTE pesquero Callao	VEHICULO DE TRANSPORTE:							
EVALUACIÓN TRANSPORTE									
TRANSPORTE ISOTÉRMICO		CONSERVACIÓN				LIMPIEZA MEDIO DE TRANSPORTE			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
SI	NO	CON HELO	SIN HELO	OTROS	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO			
EVALUACIÓN SENSORIAL									
BUENO 0-1	REGULAR 2	NO APTO 3	PLAN DE MUESTREO			QL: 2.5%	n: 118 Fish & Fisheries Products Hazards & Control Guidance - FDA		
*Tabla Boletín Investigación del ITP Vol 4, pág. 43									
MUESTREO N°	PIEZAS	1	2	3	4	5	6	X	OBSERVACIONES
TEMPERATURA INTERIOR	°C	4	4	4	4	4	4	4	
APARENCIA (COLOR)	SUPERFICIE MUY BRILLANTE, GRIS OSCURO EN EL DORSO, Y CLARA EN LA PARTE VENTRAL	1	1	1	1	1	1	1	
	DORSO GRIS CLARO, VIENTRE BLANQUECINO, HUMEDA, LISA								
	SUPERFICIE SIN BRILLO, MUY VISCOSO								
TEXTURA	SUPERFICIE OPACA, COLOR BLANCO ROSADO, PIEL DESPRENDIENDO FÁCIL								
	FLEXIBLES, TURGENTES, VENTOSAS CON ANILLOS	1	1	1	1	1	1	1	
	ALGO FLACIDOS, DESPRENDIMIENTO DE ANILLOS DE LAS VENTOSAS, POCO A SUCCION								
OLOR	FLACIDOS, VENTOSAS SIN ANILLOS TOTAL PERDIDA DE SUCCION								
	ELÁSTICO FLEXIBLE	1	1	1	1	1	1	1	
	LIGERAMENTE BLANDO, RESISTE A LA PRESIÓN DACTILAR, SIN DEJAR HUELLAS								
COLOR	MUY BLANDO, HUELLAS A LA PRESIÓN DACTILAR								
	FRESCO A MAR, ALGAS	1	1	1	1	1	1	1	
	NEUTRO AL IGERO ÁCIDO								
COLOR	ÁCIDO A LIGERAMENTE ABOMIBADO								
	AMONIACAL, A PÚTRIDO								
	BLANCO, TRANSLUCIDO, BRILLANTE	1	1	1	1	1	1	1	
COLOR	OPACO A AMARILLENTO								
	PIGMENTADO DE ROSADO								
PUNTAJE PROMEDIO		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 0 auto;">X</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 0 auto;"> </div>								
ACEPTAR	RECHAZAR								
BUENO 0-1	REGULAR 2	NO APTO 3							

Anexo 2 Prueba sensorial de la etapa 1

ANALISIS SENSORIAL DE POTA SALADA

Nombres y Apellidos: _____ Fecha: _____

Se le presentará 4 muestras con diferentes códigos, analice cada muestra y responda las características que usted percibe en cada una, comparando siempre con 2 muestras control, una es pota salada fresca y otra es pota salada de procesada hace un año.

CODIGO DE MUESTRA: _____																	
<p>El color de la muestra es:</p> <table border="1"><tr><td>1</td><td>Color Blanco</td></tr><tr><td>2</td><td>Color crema claro</td></tr><tr><td>3</td><td>Color asalmonado muy tenue</td></tr><tr><td>4</td><td>Color asalmonado</td></tr></table>	1	Color Blanco	2	Color crema claro	3	Color asalmonado muy tenue	4	Color asalmonado	<p>La textura que presenta la muestra es:</p> <table border="1"><tr><td>1</td><td>Muy elástico</td></tr><tr><td>2</td><td>Elástico</td></tr><tr><td>3</td><td>Ligeramente elástico</td></tr><tr><td>4</td><td>No elástico</td></tr></table>	1	Muy elástico	2	Elástico	3	Ligeramente elástico	4	No elástico
1	Color Blanco																
2	Color crema claro																
3	Color asalmonado muy tenue																
4	Color asalmonado																
1	Muy elástico																
2	Elástico																
3	Ligeramente elástico																
4	No elástico																
<p>El olor de la muestra es:</p> <table border="1"><tr><td>1</td><td>Olor característico a la especie (pota)</td></tr><tr><td>2</td><td>Olor poco intenso a queso</td></tr><tr><td>3</td><td>Olor intenso a queso</td></tr><tr><td>4</td><td>Olor abombado</td></tr></table>	1	Olor característico a la especie (pota)	2	Olor poco intenso a queso	3	Olor intenso a queso	4	Olor abombado	<p>La presencia de exudado en la muestra sellada:</p> <table border="1"><tr><td>1</td><td>Sin exudado</td></tr><tr><td>2</td><td>Poco exudado (gotas)</td></tr><tr><td>3</td><td>Presencia de pequeña cantidad de exudado</td></tr><tr><td>4</td><td>Presencia visible de exudado</td></tr></table>	1	Sin exudado	2	Poco exudado (gotas)	3	Presencia de pequeña cantidad de exudado	4	Presencia visible de exudado
1	Olor característico a la especie (pota)																
2	Olor poco intenso a queso																
3	Olor intenso a queso																
4	Olor abombado																
1	Sin exudado																
2	Poco exudado (gotas)																
3	Presencia de pequeña cantidad de exudado																
4	Presencia visible de exudado																

Observaciones:

Anexo 3. Cartilla para la prueba triangular desarrollada en la etapa 2

ANALISIS SENSORIAL DE POTA SALADA – PRUEBA TRIANGULAR

Nombres y Apellidos: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Observe las muestras de izquierda a derecha. Dos muestras son semejantes y una muestra es diferente. Seleccione la muestra diferente **de acuerdo a la tonalidad del color** e identifíquela marcando con un aspa “X” en la casilla correspondiente.

Si usted desea colocar la razón de por la cual usted eligió una muestra por sus características, puede hacerlo en las observaciones.

Muestra	Indique la muestra diferente	Observaciones

Anexo 4. Prueba de Friedman para la evaluación sensorial de la etapa I día 14

```
Medians:  
M0 M1 M2 M3  
13 10 10 11
```

```
Friedman rank sum test
```

```
data: .Responses  
Friedman chi-squared = 15.853, df = 3, p-value = 0.001216
```

Anexo 5. Comparación usando Wilcoxon - sensorial de la etapa I día 14

```
Wilcoxon signed rank test with continuity correction  
data: PUNTAJE and TRATAMIENTO  
  
M0      M1      M2  
M1 0.005448 -      -  
M2 0.008729 1      -  
M3 0.01264  0.5687 0.5094
```

Anexo 6. Prueba de Friedman para la evaluación sensorial de la etapa I día 18

```
Medians:
M0 M1 M2 M3
13 11 10 10

          Friedman rank sum test

data: .Responses
Friedman chi-squared = 22.947, df = 3, p-value = 0.00004143
```

Anexo 7. Comparación usando Wilcoxon - evaluación sensorial de la etapa I día 18

```
          Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: PUNTAJE AND TRATAMIENTO

      M0      M1      M2
M1 0.00355 -      -
M2 0.005448 0.3046 -
M3 0.0035  0.08897 0.8211
```

Anexo 8. Prueba de Friedman para la última evaluación sensorial de la etapa I día 21

```
Medians:
X0 X1 X2 X3
3.0 2.5 2.0 2.5

          Friedman rank sum test

data: .Responses
Friedman chi-squared = 9.6867, df = 3, p-value = 0.02143 ???
```

```
Medians:
M0 M1 M2 M3
12 11 10 12

          Friedman rank sum test

data: .Responses
Friedman chi-squared = 9.1084, df = 3, p-value = 0.02788
```

Anexo 9. Comparación usando Wilcoxon - evaluación sensorial de la etapa I día 21

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Puntaje and Tratamiento

	M0	M1	M2
M1	0.669	-	-
M2	0.02178	0.02182	-
M3	0.1052	0.5469	0.1997

Anexo 10. Varianza de Levene de a, b y absorbancia

```
> leveneTest(a ~ Muestra, data=Dataset, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
  Df F value Pr(>F)
group 3  1.0406 0.4255
      8

> Tapply(b ~ Muestra, var, na.action=na.omit, data=Dataset) # variances by group
      0      1      2      3
0.045300000 0.001300000 0.004033333 0.017100000

> leveneTest(b ~ Muestra, data=Dataset, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
  Df F value Pr(>F)
group 3  0.9244 0.4719
      8

> Tapply(Absorbancia ~ Muestra, var, na.action=na.omit, data=Dataset) # variances by group
      0      1      2      3
0.0000000000000 0.0000003333333 0.0000003333333 0.0000013333333

> leveneTest(Absorbancia ~ Muestra, data=Dataset, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
  Df F value Pr(>F)
group 3  0.4444 0.7278
      8
```

Anexo 11. Evaluador sensorial de la etapa I



Anexo 12. Evaluadores de evaluación sensorial de la prueba triangular.



