

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
DE ALIMENTOS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“LAS RADIACIONES NO IONIZANTES Y SU INFLUENCIA EN EL
DESARROLLO DE SABOR RECALENTADO (WARMED OVER FLAVOR)
EN FILETES DE PECHUGAS DE POLLO (*Gallus gallus domesticus*)
COCIDAS”

AUTOR: Genaro Christian Pesantes Arriola

DOCENTE COLABORADOR: Carlos Enrique Chinchay Barragán

ESTUDIANTE DE APOYO: Milagros Gisela Ofelia Sevilla Loayza

PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 1 de agosto 2022 al 31 de julio del 2023

Resolución de aprobación N° 579-2022-R

Callao, 2023

Two handwritten signatures in blue ink are located at the bottom left of the page. The first signature is on the left, and the second is on the right.

Severin

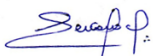
Christoph

DEDICATORIA

“A Jehová, que por su bondad inmerecida permite que cada día pueda ir construyendo una relación personal con él, me instruye con cariño y me dirige por sus rectos caminos.”

“A mi esposa Jacqueline a mis hijos Fabiana, Giago y Flavio que son mi principal motivación en todos mis emprendimientos”.

“A mis padres Raúl y María, quienes a pesar del pasar de los años siguen brindándome su apoyo incondicional para mi formación y desarrollo profesional”.



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas y entidades que han colaborado directa o indirectamente en la realización del presente trabajo de investigación, en particular:

A la Universidad Nacional del Callao por el apoyo financiero brindado y la oportunidad que nos da a docentes, trabajadores y estudiantes de adquirir, fortalecer y mantener la competencia técnica que se requiere para la ejecución de trabajos de investigación.

Al Sr. Germán Horacio Mendiola Chávez Gerente General de Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C. por permitirme emplear las instalaciones, instrumentos, equipos y consumibles de su Laboratorio para la ejecución de los ensayos requeridos para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mi equipo de trabajo conformado por el Mg. Carlos Enrique Chinchay Barragán, Sr. Luis Ricardo Chumpitaz Laura y la Sra. Milagros Gisela Ofelia Sevilla por su paciencia y apoyo incondicional a lo largo de las diferentes etapas de la ejecución de la investigación.

Finalmente, a mis colegas el Ing. Víctor Alexis Higinio Rubio, Mg. Braulio Bustamante Oyague e Ing, Percy Raúl Ordoñez Huamán por compartir sus conocimientos y valiosas experiencias que fueron de mucha utilidad para el desarrollo de la investigación



ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1.Descripción de la realidad problemática	13
1.2.Formulación del problema.	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.1 Problema Específicos.....	14
1.3.Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4.Limitantes de la investigación.....	15
1.4.1. Limitante Teórica	15
1.4.2. Limitante Temporal	16
1.4.3. Delimitante Espacial	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1.Antecedentes:.....	17
2.1.1. Antecedentes Internacional	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	19

2.2. Marco	22
2.2.1. Teórico.....	22
Variable 1: Radiaciones no ionizantes	22
2.2.2. Marco Conceptual	23
Variable 1: Tipo y tiempo de exposición a las radiaciones no ionizantes	23
Variable 2: Sabor recalentado (warmed over flavor, WOF)	25
Dimensión Grado de satisfacción del Sabor	25
2.3. Definición de términos básicos	26
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	27
3.1. Hipótesis	27
Hipótesis General.....	27
Hipótesis específicas	27
3.2. Definición conceptual de las variables.....	27
3.3. Operacionalización de variables.....	28
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	30
4.1. Tipo y diseño de la investigación	30
4.1.1. Tipo	30
4.2 Método de investigación.....	33
4.3. Población y muestra	33

4.3.1. Población.....	33
4.3.2. Muestra	34
4.4. Lugar de estudio y período desarrollado.....	34
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	34
4.6. Análisis y procesamiento de datos	36
V. RESULTADOS.....	37
5.1. Resultados descriptivos	37
5.2. Resultados inferenciales	42
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	44
6.1.1. Prueba de hipótesis general de investigación	44
6.1.2. Prueba de hipótesis específicas de investigación	44
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	46
6.3. Responsabilidad ética.....	47
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES.....	49
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
X. ANEXOS.....	54
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	54
ANEXO 2 : FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL	55
ANEXO 3 : BASE DE DATOS DEL GRADO DE SATISFACCIÓN	56

Seung-P.

Chungho

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas.

Se empleó un diseño factorial de dos factores de efectos fijos y 6 réplicas para cada tratamiento; los factores ensayados fueron el tipo de radiación no ionizante con dos niveles (infrarroja y ultravioleta) y el tiempo de exposición con cinco niveles (5, 10, 15, 20 y 25 minutos), mientras que la variable respuesta fue el desarrollo de sabor recalentado; la cual fue evaluada por un panel de 6 jueces entrenados quienes hicieron uso de una escala hedónica de 9 puntos para evaluar el sabor de los filetes. Para ello se obtuvieron filetes de pechuga de pollo de un peso aproximado de 150 g, se sazonaron con sal, pimienta, aceite de oliva y se envasaron al vacío para su posterior cocción a una temperatura de 60°C (140°F) por un tiempo de 60 minutos, luego de los cuales se llevaron a enfriar y, una vez que estos alcanzaron una temperatura de 4°C, fueron expuestos a la radiación no ionizante.

Los resultados reportaron que las reacciones que confieren a las pechugas de pollo el sabor recalentado a los dos días de almacenamiento a condiciones de refrigeración (1 - 4°C) siguen una cinética de primer orden (R^2 0.9967 y 0.9997 para la luz infrarroja y ultravioleta, respectivamente) y que es la radiación ultravioleta la que presenta un mayor efecto catalítico sobre este tipo de reacciones de oxidación ($p = 0.05$).

Palabras clave: radiaciones no ionizantes, sabor a recalentado, oxidación.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of exposure to non-ionizing radiation on the development of warmed over flavor in cooked chicken breast fillets.

A factorial design of two factors of fixed effects and 6 replications for each treatment was used; The factors tested were the type of non-ionizing radiation with two levels (infrared and ultraviolet) and the exposure time with five levels (5, 10, 15, 20 and 25 minutes), while the response variable was the development of reheated flavor; which was evaluated by a panel of 6 trained judges who used a 9-point hedonic scale to evaluate the flavor of the fillets. For this purpose, chicken breast fillets weighing approximately 100 g were obtained, seasoned with salt, pepper, olive oil and vacuum packed for subsequent cooking at a temperature of 60°C (140°F) for a time of 60 minutes, after which they were cooled and, once they reached a temperature of 4°C, they were exposed to non-ionizing radiation.

The results reported that the reactions that confer reheated flavor to chicken breasts after two days of storage under refrigerated conditions (1 - 4°C) follow first-order kinetics (R^2 0.9967 and 0.9997 for infrared and ultraviolet light, respectively) and that it is ultraviolet radiation that has a greater catalytic effect on this type of oxidation reactions ($p = 0.05$).

Keywords: non-ionizing radiation, reheated taste, oxidation

INTRODUCCIÓN

El sabor a recalentado (*warmed over flavor*, WOF) ha sido reconocido durante mucho tiempo como una de las principales causas del deterioro de la calidad en productos cárnicos congelados cocidos, refrigerados y precocinados (Tims & Watts, 1958). El sabor a recalentado generalmente se asocia con carnes recalentadas que se han refrigerado durante 48 horas o menos; WOF puede desarrollarse en carnes congeladas precocidas en unos pocos días o semanas. El sabor a recalentado incluye olores y sabores comúnmente descritos como rancios, parecidos al cartón, a pintura o rancios (Vega y Brewer, 1994; Love, 1988).

El sabor a recalentado comienza con la oxidación de las grasas de la carne (Willemot et al., 1985; Pearson et al., 1977), por ello, entre las diferentes causas identificadas que desencadenan la formación de compuestos que confieren el sabor a recalentado se encuentran el tipo de ácido graso presente en el alimento, la presencia de cationes divalentes, la presencia de enzimas oxidantes, el calor y la luz. La luz, especialmente ciertas longitudes de onda, puede agregar suficiente energía para ayudar a que la reacción de oxidación se ponga en marcha; al parecer la luz fotoactiva los pigmentos de la carne y eleva el oxígeno a un estado de alta energía aumentando su capacidad para participar en la oxidación (Jadhav et al., 1996).

Algunos tipos de luz, como la fluorescente azul-púrpura (y la ultravioleta), son mucho peores que otros tipos de luz (halógena de tungsteno rojo-naranja o infrarroja); el nivel de energía del primero es ideal para promover la reacción de oxidación. El espectro de luz se vuelve importante para el problema del sabor recalentado porque los productos cárnicos, incluso los artículos precocinados y congelados, pueden exhibirse en tiendas minoristas durante horas o días.

Es así que esta investigación pretende determinar el efecto del tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición en el desarrollo sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas. En este sentido, la hipótesis planteada es que el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición si influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidos almacenados a temperaturas de refrigeración (1 -4°C).

A fin de comprobar lo propuesto, esta investigación se divide en 10 capítulos. En el Capítulo I se presenta el problema la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, el objetivo general y los específicos, así como la justificación y delimitantes de la investigación. En el Capítulo II se presentan los antecedentes de la investigación (internacional y nacional), las bases teóricas, el marco conceptual y se definen los términos básicos. En el Capítulo III, se presentan la hipótesis general y específicas, se definen conceptualmente las variables y se muestra su operacionalización. En el Capítulo IV, se detalla el diseño metodológico, método de investigación, el valor cuantitativo de la población y muestra. Además, se detalla el lugar de estudio y periodo desarrollado, culminándose con la información de técnicas e instrumentos empleados en la recolección de datos, procedimiento estadístico y forma de análisis de datos. En el Capítulo V se presentan los resultados descriptivos e inferenciales. En el capítulo VI, se realiza la contrastación de las hipótesis y se discuten los resultados con los de otros estudios similares. En los capítulos VII y VIII, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio y, finalmente, en los capítulos IX y X, se listan las referencias bibliográficas y los anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad en el sector restaurantes y los centros de alimentación colectiva se enfrentan día a día a la necesidad de desarrollar técnicas de preparación que les permitan tener una rápida respuesta ante la alta demanda de alimentos preparados; pero para asegurar el éxito de la operación necesitan además encontrar un equilibrio entre el sabor de sus platos recién elaborados con los elaborados a partir de materias primas pre-procesadas. Es decir, deben concentrar sus esfuerzos en neutralizar todos esos factores que provocan la pérdida de sabor de sus piezas cárnicas, e incluso, el desarrollo de tonos desagradables como el sabor a recalentado (*warmed over flavor*, WOF).

Como ya se indicó en la introducción el sabor recalentado se inicia con la oxidación de las grasas presentes en una pieza cárnica. Según Willemot et al. (1985) y Pearson et al. (1977), los ácidos grasos poliinsaturados ubicados principalmente en la membrana celular como fosfolípidos, son propensos a perder átomos de hidrógeno adicionales en puntos del carbono adyacentes a los puntos de insaturación. La extracción de hidrógeno de estos puntos forma radicales libres de lípidos (grasas) que son extremadamente reactivos y tienden a absorber oxígeno (oxidarse) muy rápidamente. Una vez que la molécula de grasa absorbe oxígeno, generalmente se descompone en moléculas más pequeñas, como pentanal, hexanal y 2,4-decadienal, que tienen los malos olores y sabores que reconocemos como recalentados (Vega y Brewer, 1994). Estas sustancias son extremadamente volátiles y perceptibles en concentraciones muy bajas (partes por billón) (Vega y Brewer, 1994). Estas pequeñas moléculas son liposolubles y pueden dividirse en la fase de grasa derretida donde se retienen hasta que la grasa se vuelve a calentar (Mottram & Edwards, 1983). Las carnes que contienen más grasas poliinsaturadas tienen más probabilidades de oxidarse y desarrollar sabor a recalentado. Así, debido a su contenido relativo

de AGPI, el pescado es más susceptible que las aves de corral, estas a su vez más susceptibles que el cerdo, la ternera y el cordero (Cross et al., 1987). Sin embargo, el presente trabajo de investigación se va a centrar en el estudio del pollo al sabor recalentado, pues según el INEI (2020), el pollo es la proteína cárnica de mayor consumo en nuestro país con 49 kg al año por persona, mientras que los productos hidrobiológicos alcanzan un consumo de 17.3 kg.

1.2. Formulación del problema.

Por ello surge la problemática de describir cómo influye la radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas, lo cual nos permite formular el siguiente problema general de investigación.

1.2.1. Problema general

P_G: ¿De qué manera el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas?

1.2.1 Problema Específicos

P₁: ¿Cómo influye el tipo de radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas?

P₂: ¿Cómo influye el tiempo de exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

O_G: Determinar el efecto del tipo de radiación no ionizante y del tiempo de exposición en el desarrollo sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas

1.3.2. Objetivos específicos

O₁: Evaluar la influencia del tipo de radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas

O₂: Evaluar la influencia del tiempo de exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes de pechugas de pollo cocidas

1.4. Limitantes de la investigación.

1.4.1. Limitante Teórica

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se considerarán únicamente la radiación ultravioleta e infrarroja como radiación no ionizante debido a que la literatura científica las ha asociado con el desarrollo de compuestos derivados de la oxidación de las grasas que confieren el sabor recalentado (*warmed over flavor*) en carnes de aves y de otras especies.

1.4.2. Limitante Temporal

El proyecto evaluará data generada entre los meses de agosto del 2022 a julio del 2023. Por tal razón el análisis de la información responderá a la casuística que se produzca durante ese período de tiempo.

1.4.3. Delimitante Espacial

La presente investigación se desarrollará en los laboratorios de Microbiología y Físico-Sensorial de la empresa Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C. y la muestra será tomada de la Avícola y Carnicería el Corralito del Mercado San José ubicada en la 1540 de la avenida Libertad Urbanización Maranga 2^{da} Etapa - San Miguel.



II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

2.1.1. Antecedentes Internacional

Su-Yeon kim et al (2016) *Prediction of warmed-over flavour development in cooked chicken by colorimetric sensor array*. Food Chemistry, volumen 211, 440-447. El **objetivo** de este estudio fue desarrollar un método simple y rápido basado en una matriz de sensores colorimétricos (CSA) para evaluar el sabor a recalentado (WOF) en pollo cocido. La **metodología** propuesta por los investigadores fue la de clasificar todas las muestras según el tiempo de almacenamiento mediante CSA junto con análisis de componentes principales (PCA) o análisis de conglomerados jerárquicos (HCA). Los datos de CSA se utilizaron para establecer modelos de predicción con sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), pentanal, hexanal o heptanal asociado con WOF por regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR). Los **resultados** que obtuvieron fueron que para el modelo TBARS, el coeficiente de determinación (r_p^2) fue de 0.9997 en el rango de predicción de 0.28–0.69 mg/kg. En cada uno de los modelos para pentanal, hexanal y heptanal, todos los r_p^2 fueron superiores a 0.960 en el rango de 0.58 a 2.10 mg/kg, 5.50 a 11.69 mg/kg y 0.09 a 0.16 mg/kg, respectivamente. Estos resultados les permitió **concluir** que el CSA pudo predecir el desarrollo de WOF y distinguir entre cada tiempo de almacenamiento.

Mingwu Zang et al (2019) *Changes in flavour compound profiles of precooked pork after reheating (warmed-over flavour) using gas chromatography–olfactometry–mass spectrometry with chromatographic feature extraction*. Institute of Food Science Technology, Vol. 55, 978-987. El **objetivo** de este trabajo de investigación fue evaluar los principales componentes del WOF y los cambios en los perfiles de compuestos de sabor de la carne de cerdo precocida después del recalentamiento. La metodología empleada fue el análisis

cuantitativo mediante cromatografía de gases, olfatometría, espectrometría de masas con extracción de características cromatográficas. Como **resultados** se identificaron un total de 49 compuestos volátiles, incluidos 22 compuestos aromáticos derivados principalmente de la oxidación de lípidos. Además, se obtuvieron quince compuestos volátiles clave que representan los componentes principales de los cambios en los perfiles de compuestos de sabor, de los cuales 1-octen-3-ol, (Z)-2-octenal y (E,E)-2,4-decadienal hicieron la mayor contribución a los componentes principales y valor de actividad de olor alcanzado (OAV) > 1.0 después del recalentamiento. Los autores **concluyeron** que son tres los compuestos volátiles dominantes y los posibles indicadores de evaluación de WOF.

Lungu et al (2020) *Consumer exposure to warmed-over flavour and their attitudes towards the use of natural antioxidants as preservatives in meat and meat products*. British Food Journal, Vol. 122 (9), 2927-2937. El **objetivo** de este estudio fue evaluar la exposición de los consumidores al sabor recalentado, sus hábitos alimentarios con respecto a las carnes almacenadas precocinadas, el conocimiento de los antioxidantes y las actitudes hacia el uso de antioxidantes naturales como conservantes en la carne y los productos cárnicos. La **metodología** que siguieron los investigadores fue el de aplicar 238 cuestionarios de diseño Check-All-That-Apply (CATA) para recopilar información de la comunidad de la Universidad de Fort Hare en la provincia del Cabo Oriental de Sudáfrica. Los **resultados** mostraron que el 88.66% de los consumidores habían experimentado el sabor recalentado antes; a partir de los términos que se dieron para caracterizar el sabor recalentado, el 36.97 % de los consumidores describieron el sabor recalentado que experimentaron como “rancio”, mientras que el 21.43 % y 2.86 % describieron el WOF como similar al cartón y a recién pintado, respectivamente. El 38.66 % restante no estaba seguro de cómo describir el sabor a recalentado. En lo referente a sus conocimientos de los antioxidantes y sus actitudes hacia su inclusión en la conservación de la carne, los resultados mostraron que el 60.08% de los consumidores no sabían qué son los antioxidantes. De los encuestados que sabían sobre antioxidantes, el 73.68%

de ellos indicó que tenía una idea sobre los antioxidantes naturales y sintéticos. Más de la mitad (66.32 %) de los encuestados que conocían las dos clases diferentes de antioxidantes conocían los efectos tóxicos para la salud de los antioxidantes sintéticos. Cuando se les preguntó acerca de su opinión sobre el uso de antioxidantes naturales, la mayoría de los encuestados (75.63 %), incluidos aquellos que no sabían sobre antioxidantes, indicaron que apoyarían un mayor uso de antioxidantes naturales. Los resultados permitieron **concluir** que el sabor recalentado se ha reconocido durante mucho tiempo como un desafío en la industria cárnica y sigue siendo un problema hasta la fecha, siendo esta una característica no aceptable para los consumidores. Para garantizar la sostenibilidad y competitividad de la industria de la carne y el procesamiento de la carne en el desarrollo de carnes y productos cárnicos precocinados listos para el consumo saludables, que satisfagan las demandas de los consumidores, es obligatorio que la industria de la carne continúe explorando formas más antioxidantes naturales. Además, se ha evidenciado que los consumidores todavía necesitan ser educados sobre los efectos de los antioxidantes sintéticos y los beneficios potenciales para la salud de los antioxidantes naturales en la conservación de la carne. La aplicación de antioxidantes naturales en la carne y los productos cárnicos no dependerá únicamente de las decisiones de los consumidores, sino que también depende de la combinación de resultados de investigación sobre la eficacia de diferentes antioxidantes naturales potenciales en diferentes niveles de inclusión y la aceptación del consumidor del sabor final del producto que ha sido preservado con antioxidantes naturales.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Hasta la fecha no se han publicado investigaciones referentes al sabor recalentado (*warmed over flavor*) en filetes cocidos de carnes de pollo, ni en otras aves o especies de carnes comestibles aprobadas para consumo humano. Sin embargo, si se han empleado con otros fines como se muestra a continuación:

Cruz et al (2011) *Evaluación de las Radiaciones No Ionizantes de Hornos Microondas en la UNMSM*. Electrónica - UNMSM, (28), 10–16. El **objetivo** de este estudio fue verificar y evaluar los límites máximos de emisión y exposición del campo electromagnético - CEM generado por los hornos microondas, de acuerdo a lo establecido por la Comisión Electrotécnica Internacional - IEC y a los niveles de referencia fijado en las Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes - ICNIRP. Esta tarea fue desarrollada en una muestra de 30 hornos microondas de uso doméstico de diferentes fabricantes, ubicadas en diversas facultades de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, el 2011. **La metodología** empleada luego del estudio de la bibliografía referida a los efectos del CEM en la salud relacionada con la radiación de los hornos microondas, fue realizar mediciones de los campos eléctricos y magnéticos con valor de frecuencia en 60 Hz y de los campos eléctricos de radio frecuencia en 2.4 GHz emitidos por los hornos microondas, cuyos **resultados** fueron contrastados con los estándares nacionales e internacionales. Los valores medidos, obtenidos de todos los casos experimentados demostraron que no sobrepasan los límites de emisión y exposición normados en el ámbito internacional. Finalmente, los autores **concluyeron** que durante la cocción y calentamiento de los alimentos en los hornos microondas, los niveles de exposición a radiaciones no ionizantes son muy bajas y sin ningún efecto dañino para la salud.

Chagua, I., Quispe, M. y Ortega, O. (2022). *Diseño y construcción de prototipo de máquina clasificadora de quinua por color usando sensores infrarrojos*. Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 24 (1), 45-52. **El objetivo** del estudio fue diseñar y construir un prototipo de máquina que clasifique los granos de quinua según el color deseado. Las partes principales de la máquina incluyen el diseño de la estructura mecánica que comprende tres zonas: alimentación, transporte y proceso y almacenamiento. Las piezas fueron construidas con materiales de acero y algunas piezas con filamento PLA fabricadas con impresora 3D; sistema de control electrónico, utilizando un microcontrolador para la adaptación de la señal de sensor IR y controlar los

electroactuadores para la selección de quinuas homogéneas según los parámetros de colores permitidos; y control de funcionamiento mecánico, utilizando dos motores, una para la dosificación de los granos de quinua y otra para el movimiento de la faja transportadora. Para conseguir el mejor rendimiento se realizaron ajustes respecto a la velocidad y cantidad de quinuas, estableciendo a 24 hileras con una elevación de 22 grados respecto al eje horizontal, habiéndose conseguido la meta de 5 kg por hora y obtenido la homogeneidad de los granos de quinua con alta eficiencia y de mejor calidad para su comercialización

Silva, M., Castro, W. y Oblitas, J. (2010) *Influencia de la turbidez en el efecto antimicrobiano de la luz ultravioleta y de los pulsos luminosos de luz blanca en néctar de naranja (Citrus sinensis)*. Revista Scientia Agropecuaria 1(2010) 139 – 145. Este trabajo de investigación tuvo por **objetivo** determinar la influencia del nivel de turbidez en el efecto antimicrobiano de la luz ultravioleta y luz blanca en néctar de naranja. Dicha investigación fue realizada en una cámara de tratamiento de luz UVC con paredes de espejo y una lámpara de luz ultravioleta de 15 watts. El néctar, sometido a un proceso de pasteurización (90 °C, 10 minutos), se inoculó con levadura liofilizada (*Saccharomyces cerevisiae*), cepa MIT L51, hasta concentraciones de 1.0; 0.1 y 0.01 % (p/p) y se determinó la turbidez de las diluciones, reportando valores de turbidez de 10564, 1304 y 813 UTN respectivamente. Las muestras fueron expuestas a tres diferentes dosis, 0.57; 1.14 y 1.71 J/cm², tomando una muestra testigo denominada “0” minutos, para efectos de análisis inicial de microorganismos. Posteriormente a la aplicación del tratamiento se realizó el recuento en placas, en medio agar Sabouraud. Obtenidos los datos en la lectura de las colonias resultantes se determinó la tasa de supervivencia en cada tratamiento y el valor de la constante de reducción decimal “D” en J/cm². Los **resultados** mostraron que la turbidez, debido a los sólidos disueltos, influencia adversamente la actividad antimicrobiana de la luz UVC. Finalmente, los autores **concluyeron** que la actividad antimicrobiana expresada en términos de la constante de reducción decimal “D”, bajo las condiciones de tratamiento en el néctar de

naranja, depende directamente de la turbidez e indirectamente de la energía total transmitida.

2.2. Marco

2.2.1. Teórico

Variable 1: Radiaciones no ionizantes

Se considera radiación no ionizante toda radiación electromagnética con una energía fotónica inferior a 10 eV, el valor mínimo necesario para arrancar electrones de las moléculas en el material biológico. La energía de 10eV corresponde a una frecuencia de $2,4 \times 10^{15}$ Hz, es decir, en la región del ultravioleta corto. A la frecuencia de los hornos de microondas ($2,45 \times 10^9$ Hz) el fotón tiene una energía un millón de veces menor, sin posibilidad de provocar ionización en alimentos, animales o personas expuestas (Thomaz, 1996).

Según la OIT (1998), la radiación no ionizante (RNI) engloba toda la radiación y los campos del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Es decir, la RNI es incapaz de impartir suficiente energía a una molécula o un átomo para alterar su estructura quitándole uno o más electrones. La división entre la RNI y la radiación ionizante suele establecerse en una longitud de onda de 100 nanómetros aproximadamente. Al igual que cualquier forma de energía, la energía RNI tiene el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos, y las consecuencias pueden ser irrelevantes, perjudiciales en diferentes grados o beneficiosas. Según Novaes *et al* (2012), estas radiaciones, con distinto poder de penetración, son e utilizan para generar calor por diferentes mecanismos y forman la base de los sistemas de calefacción como infrarrojos, luz ultravioleta, microondas y calentamiento óhmico.

Variable 2: Sabor recalentado (warmed over flavor, WOF)

El término sabor recalentado (WOF) se utiliza para definir el rápido aumento de la oxidación en los productos cárnicos cocidos, que se caracteriza por el sabor rancio desarrollado durante el almacenamiento en refrigeración (Mielche & Bertelsen, 1994). Según Frischkorn (2019), Estos sabores son el resultado de una serie de reacciones químicas que comienzan con el deterioro de tipos específicos de grasas conocidas como ácidos grasos poliinsaturados o PUFA, los cuales en particular, se encuentran en las membranas de las células, Cuando se cocina una pieza cárnica, el calor comienza a descomponer las células que forman el músculo, cada membrana celular se deforma, como una barra de mantequilla que se derrite, y las proteínas dentro de las células comienzan a perder su forma o desnaturalizarse y aflojan su sujeción a las moléculas de hierro. El hierro libre circula por las células y cataliza una reacción química entre los PUFA y el oxígeno. Esa reacción, a su vez, crea radicales libres que inician una reacción en cadena que transforma los PUFA normalmente inofensivos en subproductos con los sabores y aromas del sabor calentado.

2.2.2. Marco Conceptual

Variable 1: Tipo y tiempo de exposición a las radiaciones no ionizantes

Dimensión 1: Luz ultravioleta (UV)

Según la OIT (1008), al igual que la luz, que es visible, la radiación ultravioleta (RUV) es una forma de radiación óptica de longitudes de onda más cortas y fotones (partículas de radiación) más energéticos que los de la luz visible. La mayoría de las fuentes de luz emiten también algo de RUV. La RUV está presente en la luz del sol y también es emitida por un gran número de fuentes ultravioleta utilizadas en la industria, la ciencia y la medicina. Los alimentos pueden verse expuestos a la RUV a lo largo de la cadena alimentaria.

En algunos casos, con niveles bajos de luz pueden verse fuentes muy intensas de ultravioleta próximo (“luz negra”), pero normalmente la RUV es invisible y solo se detecta por el resplandor de materiales que producen fluorescencia al ser iluminados con RUV. Del mismo modo que la luz se divide en colores que pueden verse en un arco iris, la RUV se subdivide en componentes comúnmente denominados UVA, UVB y UVC. La UVC (RUV de muy corta longitud de onda) de la luz solar es absorbida por la atmósfera y no llega a la superficie terrestre. La UVC solo se obtiene de fuentes artificiales, tales como lámparas germicidas, que emiten la mayor parte de su energía a una sola longitud de onda (254 nm) que es muy eficaz para matar bacterias y virus sobre una superficie o en el aire.

La UVB es la RUV biológicamente más perjudicial para la piel y los ojos, y aunque la mayor parte de esta energía (que es un componente de la luz solar) es absorbida por la atmósfera, produce quemaduras solares y otros efectos biológicos. La RUV de larga longitud de onda, la UVA, se encuentra normalmente en la mayoría de las lámparas y es también la RUV más intensa que llega a la Tierra. Aunque la UVA puede penetrar profundamente en el tejido, no es tan perjudicial biológicamente como la UVB, ya que la energía individual de los fotones es menor que en la UVB o la UVC (OIT, 1998).

Dimensión 2: Luz infrarroja (I)

La radiación infrarroja es la parte del espectro de radiación no ionizante comprendida entre las microondas y la luz visible. Es parte natural del entorno humano y por lo tanto los alimentos están expuestos a ella en pequeñas cantidades a lo largo de toda la cadena alimentaria, por ejemplo, durante su almacenamiento en una cámara de refrigeración o congelación o durante su exhibición en anaqueles, en algunos casos, expuestos al sol.

La radiación infrarroja tiene numerosas aplicaciones en la industria alimentaria y es utilizada en procesos de asado, tostado y cocción porque

produce una cierta vibración en los enlaces intra e intermoleculares de los componentes de los alimentos lo que se traduce en incremento de temperatura. Al igual que otras formas de transferencia de calor, la luz infrarroja se puede utilizar para prolongar la vida útil comercial de los alimentos, destruyendo enzimas y microorganismos y reduciendo la actividad del agua. La capacidad para la penetración de esta radiación es pequeña y por lo tanto su efecto se limita a la superficie, mientras que el resto de los alimentos se calienta por conducción o convección. esta condición conduce a la evaporación del agua de la capa exterior y al sobrecalentamiento que promueve la aparición de costra por coagulación, degradación y pirólisis parcial de proteínas. Así, el sobrecalentamiento de las capas exteriores favorece el desarrollo de la Reacción de Maillard y la caramelización de azúcares y dextrina, con la aparición del color marrón. Este proceso también puede causar la oxidación de ácidos grasos a aldehídos, lactonas, cetonas, alcoholes y ésteres. Desde un punto de vista nutricional, el efecto se manifiesta en el contenido de aminoácidos y vitaminas como la tiamina y la vitamina C, pero la reducción de su contenido depende de las condiciones y naturaleza del alimento (Novaes *et al*, 2012).

Variable 2: Sabor recalentado (warmed over flavor, WOF)

Dimensión Grado de satisfacción del Sabor

Anzaldúa (1994) menciona que el atributo sabor es muy complejo debido a que combina tres propiedades de los alimentos como lo son el olor, el aroma y el gusto. Es decir, está definido por la interacción de estas tres características y, por ende, su cuantificación es mucho más compleja que la de cada propiedad por separado. Wittig de Penna (2001), añade además que en el proceso de percepción del sabor no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor.

Una de las formas más usuales de evaluar el sabor es a través de las pruebas de grado de satisfacción con escala hedónica. La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos, aunque debido a su complejidad es posible emplear variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos; en donde los valores de esta escala oscilan desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y cuentan con un valor medio neutro, a fin de facilitar al juez la localización de un punto de indiferencia (Ramírez, 2012).

2.3. Definición de términos básicos

Según el diccionario de la Real Academia Española (2021)

- Aroma: perfume, olor muy agradable.
- Cata: porción de algo que se prueba
- Infrarrojo: dicho de la radiación del espectro electromagnético de mayor longitud de onda que el rojo y de alto poder calorífico.
- Olor: impresión que los efluvios producen en el olfato.
- Radiación: energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.
- Recalentado: tomar más calor del que conviene para su uso.
- Ultravioleta: dicho de una radiación que se encuentra entre el extremo violeta del espectro visible y los rayos X, y provoca reacciones químicas de gran repercusión biológica.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Hipótesis General

El tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición si influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

Hipótesis específicas

El tipo de radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

El tiempo de exposición a la radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

3.2. Definición conceptual de las variables

- Variable Independiente: Tipo y tiempo de exposición a la radiación no ionizante

Según la OIT (1998), las radiaciones no ionizantes son un tipo de radiación de baja energía que no tiene suficiente energía como para eliminar un electrón (partícula negativa) de un átomo o molécula. La radiación no ionizante

incluye la luz visible, infrarroja y ultravioleta; las microondas; las ondas de radio y la energía de radiofrecuencia de los teléfonos móviles.

- Variable dependiente: Sabor recalentado (warmed over flavor, WOF)

El término sabor recalentado (WOF) se utiliza para definir el rápido aumento de la oxidación en los productos cárnicos cocidos, que se caracteriza por el sabor rancio desarrollado durante el almacenamiento en refrigeración (Mielche & Bertelsen, 1994). Según Frischkorn (2019), Estos sabores son el resultado de una serie de reacciones químicas que comienzan con el deterioro de tipos específicos de grasas conocidas como ácidos grasos poliinsaturados o PUFA, los cuales en particular, se encuentran en las membranas de las células, Cuando se cocina una pieza cárnica, el calor comienza a descomponer las células que forman el músculo, cada membrana celular se deforma, como una barra de mantequilla que se derrite, y las proteínas dentro de las células comienzan a perder su forma o desnaturalizarse y aflojan su sujeción a las moléculas de hierro. El hierro libre circula por las células y cataliza una reacción química entre los PUFA y el oxígeno. Esa reacción, a su vez, crea radicales libres que inician una reacción en cadena que transforma los PUFA normalmente inofensivos en subproductos con los sabores y aromas del sabor calentado.

3.3. Operacionalización de variables

En la tabla 1 se muestra la matriz de operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice	Método	Método y técnica
Variable Independiente: Tipo y tiempo de exposición a la radiación no ionizante	Luz infrarroja Luz ultravioleta	Tiempo de exposición Tiempo de exposición	Minutos	Lectura directa del cronómetro calibrado	Deductivo-Experimental
Variable dependiente: Sabor recalentado (WOF)	Sabor a recalentado	Puntaje numérico	9 = Me gusta muchísimo 8 = Me gusta mucho 7 = Me gusta bastante 6 = Me gusta ligeramente 5 = Ni me gusta ni me disgusta 4 = Me disgusta ligeramente 3 = Me disgusta bastante 2 = Me disgusta Mucho 1 = Me disgusta muchísimo	Prueba Sensorial de grado de Satisfacción	Deductivo-Experimental

Fuente: Los autores (2023)

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Tipo y diseño de la investigación

4.1.1. Tipo

Según Hernández y Mendoza (2018), a presente investigación se enmarcó dentro de los siguientes tipos:

- a) Según su finalidad: apunta a descubrir conocimientos que tengan una aplicación inmediata a la realidad.
- b) Según su diseño: es experimental, su intención es modificar a lo largo de la investigación, las condiciones de vida del objeto de estudio.
- c) Según su enfoque: es de tipo Cuantitativa, se basa en la medición numérica. Los resultados de esta investigación serán procesados estadísticamente.
- d) Según su alcance: es correlacional porque la intención de esta investigación es relacionar dos o más conceptos para medir similitudes y diferencias.
- e) Según su fuente de datos: es de tipo prolectiva, porque en el presente estudio la información se obtendrá según los criterios del investigador y para los objetivos determinados de la investigación.
- f) Según su marco temporal: es de tipo diacrónica, dinámica o longitudinal ya que analizará los diversos procesos o datos focalizándose en los cambios observados a través del tiempo. Los períodos considerados pueden ser más o menos largos, dependiendo del tipo de estudio (ámbito social, biológico, etc.).
- g) Según su direccionalidad: es prospectiva, dado que el fenómeno a estudiarse tiene la causa en el presente y efecto en el futuro.

La presente investigación fue de enfoque experimental dado que se manipularon dos variables bajo estudio (tipo de radiaciones ionizantes y tiempo de exposición), para evaluar su efecto en el desarrollo de un sabor a recalentado

en filetes de pechugas cocidas al vacío almacenadas a temperaturas de refrigeración (1 – 4°C) a las 48 horas después de su exposición. El flujograma de operaciones para la preparación, cocción, exposición a la radiación infrarroja y evaluación sensorial del sabor de los filetes de pechuga de pollo (Figura 1) se describe a continuación:

Se recibieron las pechugas de pollo frescas y se procedió a retirar la piel, para luego a obtener de ellas cuatro cortes media mariposa, los mismos que se sazonarán con sal, pimienta, aceite de oliva y envasarán al vacío.

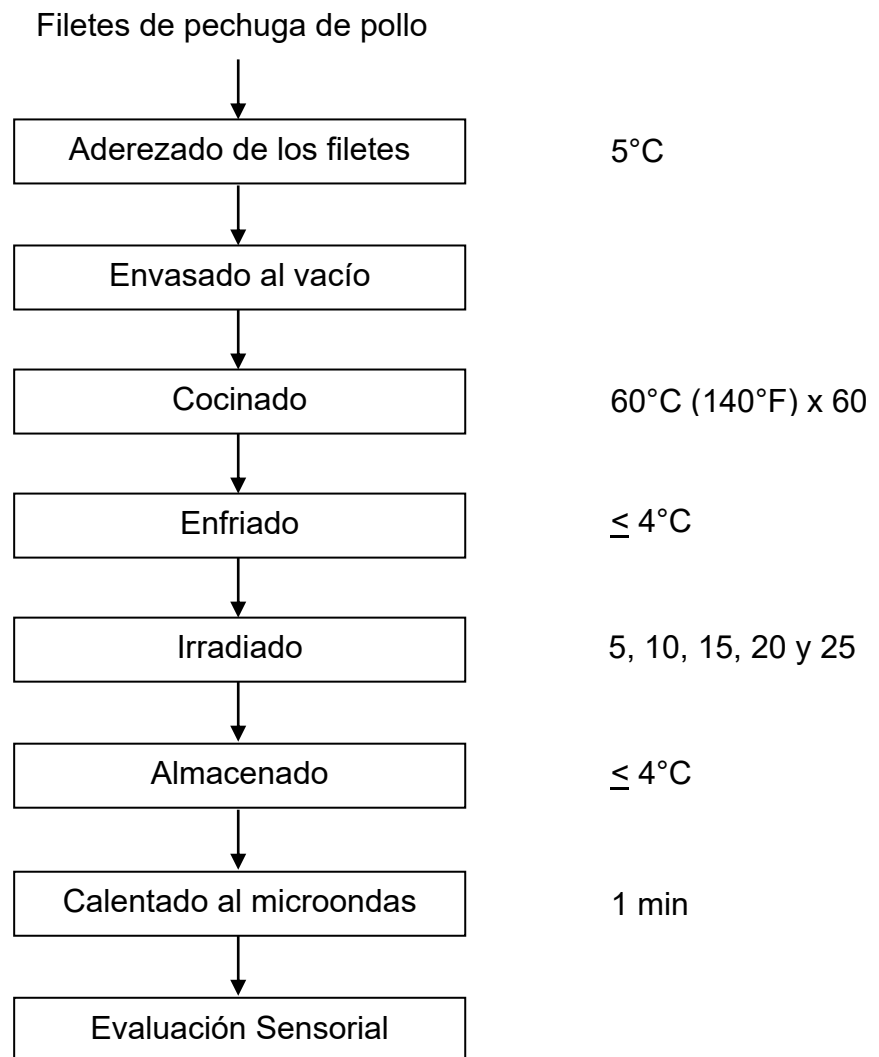
Para la cocción de las muestras se empleó el método *sous vide* a una temperatura de 60°C (140°F) por un tiempo de 60 minutos. Una vez retiradas del equipo *sous vide*, las pechugas se enfriaron rápidamente en baños de hielo hasta que alcanzaron una temperatura de 21°C e inmediatamente después fueron llevadas a la refrigeradora para su posterior enfriado hasta que alcanzaron una temperatura menor o igual 4°C.

Una vez que las muestras de filetes de pechuga alcanzaron una temperatura de 4°C, fueron expuestas a luz infrarroja procedente de una lámpara infrarroja Beurer IL35 de 150 W o a la luz ultravioleta procedente de un fluorescente de 75W durante 5, 10, 15, 20 y 25 minutos, luego de los cuales continuaron en refrigeración hasta alcanzar las 48 horas.

La evaluación sensorial se realizó después de obtener los resultados microbiológicos y de tener la seguridad de la inocuidad de las muestras. Para la ejecución de las pruebas sensoriales se trabajó con un panel entrenado compuesto por 6 personas, los mismos que degustaron las muestras y evaluaron el grado de satisfacción o rechazo que el sabor de éstas les produce, empleando una escala hedónica de 9 puntos (Ver Anexo 1).

Figura 1

Flujograma de operaciones para la preparación, cocción, exposición a la radiación infrarroja y evaluación sensorial del sabor de los filetes de pechuga de pollo



Fuente y elaboración: Los autores

4.2 Método de investigación

Según lo recomendado por Montgomery (2014), el método de investigación empleado fue el diseño factorial de dos factores de efectos fijos y 6 réplicas para cada tratamiento según se muestra en la tabla 2, pues se compararon tres fuentes de variabilidad: el tipo de radiación no ionizante, el tiempo de exposición a la misma y el error aleatorio.

Tabla 2

Diseño factorial de dos factores

Tipo de radiación no ionizante	Tiempo de exposición a la radiación no ionizante (minutos)					
	0	5	10	15	20	25
Luz Ultravioleta	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}
Luz Infrarroja	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}	Y_{26}

Fuente: Los autores (2023)

En este caso, la variable de respuesta fue el grado de satisfacción del atributo sabor, el mismo que después de dos días de almacenamiento fue desmejorándose producto de la oxidación de los lípidos presentes en los filetes de pechuga y el desarrollo de compuestos que confieren el sabor a recalentado (WOF) en las muestras. Los factores considerados fueron el tipo de radiación no ionizante (2 niveles) y el tiempo de exposición (5 niveles). Por otra parte, se consideró la interacción entre el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición a la misma (entre factores).

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población estuvo comprendida por los 102 filetes de pechuga que se obtuvieron a partir de los 15 kg de pechuga que se adquirieron en la Avícola y

Carnicería el Corralito del Mercado San José ubicada en la 1540 de la avenida Libertad Urbanización Maranga 2^{da} Etapa - San Miguel.

4.3.2. Muestra

Para el cálculo de la muestra se empleó la ecuación propuesta por Hernández y Mendoza (2018) para poblaciones finitas:

$$n = \frac{(N) (Z^2) (p) (q)}{d^2 (N - 1) + (Z^2) (p) (q)}$$

$$n = \frac{(102) (1.96^2) (0.05) (0.95)}{(0.05^2) (102 - 1) + (1.96^2) (0.05) (0.95)} = 82 \text{ filetes}$$

4.4. Lugar de estudio y período desarrollado

La presente investigación se desarrolló, desde el 1 de agosto del año 2022 hasta el 4 de julio del año 2023, en los laboratorios de Microbiología y Físico-Sensorial de la empresa Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., organismo evaluador de la conformidad identificado con registro N° LE-098, que cuenta con la acreditación y el reconocimiento oficial del Instituto Nacional de Calidad de acuerdo con la NTP-ISO/EIC 17025:2017.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para la recolección de la información se emplearon los siguientes instrumentos y técnicas:

- Cronómetro: para el control del tiempo de exposición a las radiaciones no ionizantes (ultravioleta e infrarroja), la toma de la data se realiza por lectura directa.
- Detección de *Salmonella spp.*: según ISO 6579-1:2017 /Amd 1:2020 (Excepto 9.3.3; 9.4.3 y Anexo D). Microbiología de la cadena alimentaria -- Método horizontal para la detección, enumeración y serotipificación de *Salmonella* -- Parte 1: Detección de *Salmonella spp.*/Enmienda 1: Rango más amplio de temperaturas de incubación, enmienda al estado del Anexo D y corrección de la composición de MSVR y SC.
- Enumeración de coliformes: Según ISO 4831:2006. Excepto ítem 9.1. Microbiología de alimentos y alimentos para animales -- Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes -- Técnica del número más probable.
- Enumeración Presuntiva de *Escherichia coli*: Según ISO 7251:2005. Microbiología de alimentos y alimentos para animales -- Método horizontal para la detección y enumeración de presuntos *Escherichia coli* -- Técnica del número más probable.
- Prueba de grado de satisfacción con escala hedónica: Según lo propuesto por Anzaldúa (1994), la recolección de la data se realiza empleando la ficha de evaluación sensorial que se muestra en el Anexo 2.
- Recuento de Aerobios Mesófilos: Según ISO 4833-1:2013 / Amd. 1: 2022. Microbiología de la cadena alimentaria -- Método horizontal para el recuento de microorganismos -- Parte 1: Recuento de colonias a 30 grados C mediante la técnica de vertido en placa./Enmienda 1: Aclaración del alcance.
- Recuento de *Staphylococcus aureus*: Según ISO 6888-1:1999/Amd 1:2003/ Amd 2:2018. Microbiología de alimentos y alimentos para animales-Método horizontal para la enumeración de estafilococos coagulasa positivos (*Staphylococcus aureus* y otras especies) Parte 1: Técnica utilizando medio de agar Baird Parker. Enmienda 1: Inclusión de

datos de precisión/ Enmienda 2: Inclusión de una prueba de confirmación alternativa utilizando el método de punción RPFA.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Con los valores de tiempo y los valores de grado de satisfacción del atributo sabor para cada tipo de radiación no ionizante aplicada se construyeron las gráficas de evolución de la formación de compuestos que confieren sabor a recalentado (WOF) para una cinética de orden cero y de primer orden y se determinaron sus respectivos coeficientes de correlación R^2 . Esto permitió identificar adecuadamente el orden de la reacción. Para determinar si existe influencia entre el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición en el desarrollo del WOF, las calificaciones de los jueces fueron sometidos a un análisis de varianza.

Por otro lado, los recuentos microbiológicos obtenidos para los diferentes parámetros o indicadores de calidad sanitaria fueron comparados con los límites microbiológicos "m", que separan la calidad aceptable de la rechazable, establecidos en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA.



V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Tabla 3

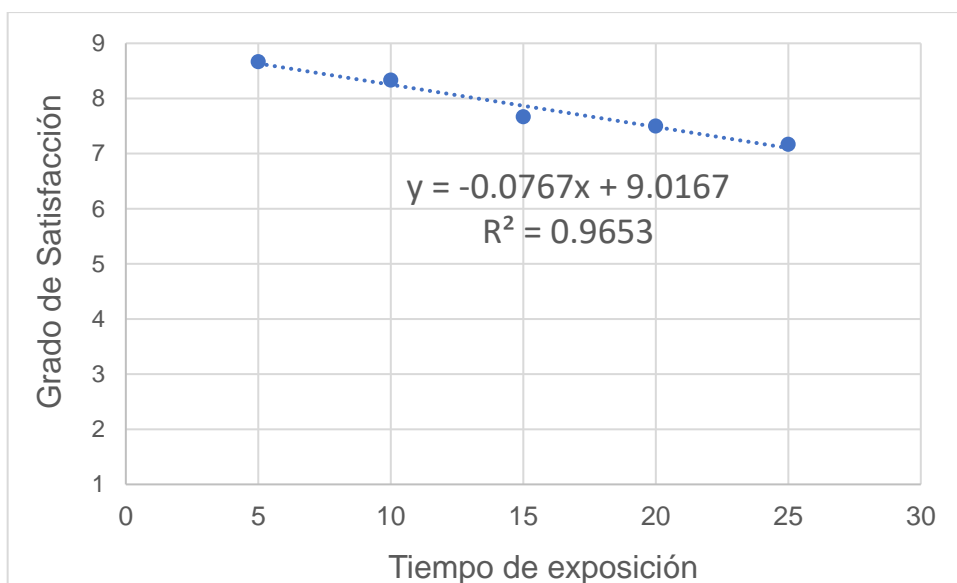
Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante infrarroja

Juez	Tiempo de exposición (minutos)				
	5	10	15	20	25
1	8	8	7	7	7
2	9	9	8	8	8
3	9	8	8	7	7
4	8	8	7	7	7
5	9	9	8	8	7
6	9	8	8	8	7
Promedio	8,67	8,33	7,67	7,50	7,17
s ²	0,52	0,52	0,52	0,55	0,41

Fuente: Los autores (2023)

Figura 2

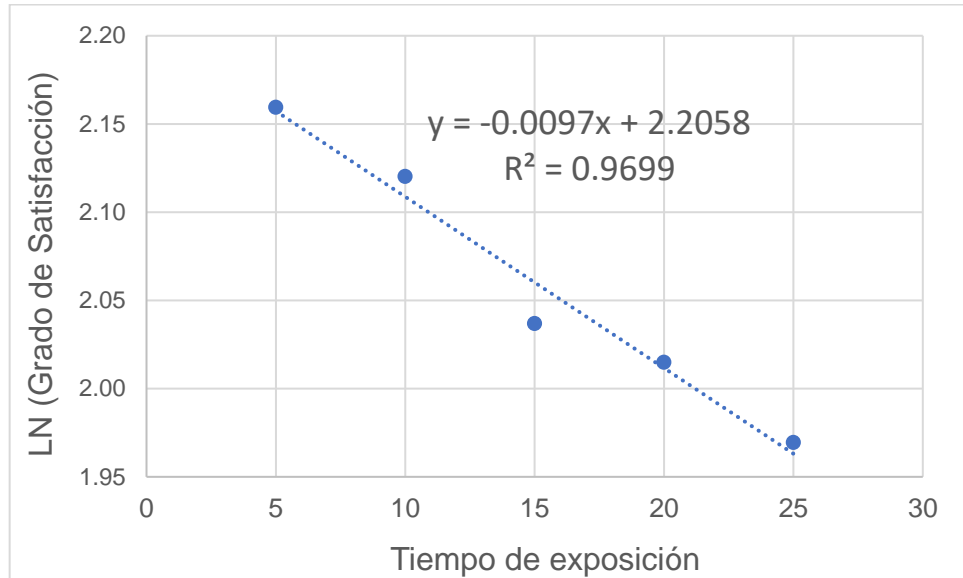
Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante infrarroja (gráfica de orden cero)



Fuente y elaboración: Los autores

Figura 3

Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante infrarroja (gráfica de primer orden)



Fuente y elaboración: Los autores

De acuerdo con la tabla 3 y figuras 2 y 3, el nivel de grado de satisfacción del atributo sabor disminuye con un comportamiento cinético de primer orden (mayor valor del coeficiente de correlación R^2), por efecto de la exposición de los filetes de pechuga de pollo a la radiación infrarroja. Esto debido, a que la luz infrarroja cataliza el proceso de oxidación de las grasas presentes y en la etapa final de este proceso tiene lugar la interacción de los radicales libre y la formación de productos secundarios de oxidación que confieren el sabor a recalentado.

Tabla 4

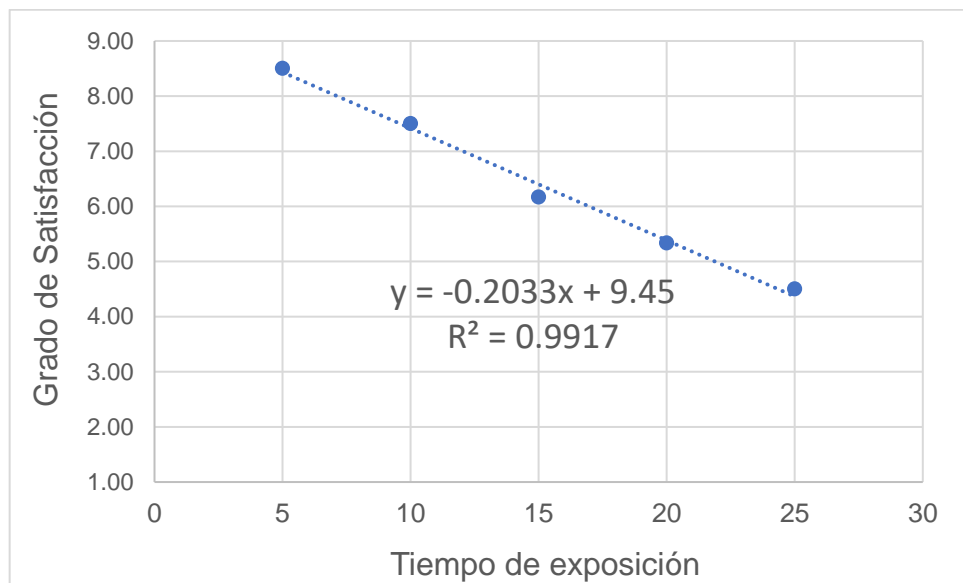
Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante ultravioleta

Juez	Tiempo de exposición (minutos)				
	5	10	15	20	25
1	9	8	7	6	5
2	8	7	6	5	4
3	9	8	7	6	5
4	8	7	5	5	4
5	9	8	6	5	4
6	8	7	6	5	5
Promedio	8,50	7,50	6,17	5,33	4,50
s ²	0,55	0,55	0,75	0,52	0,55

Fuente: Los autores (2023)

Figura 4

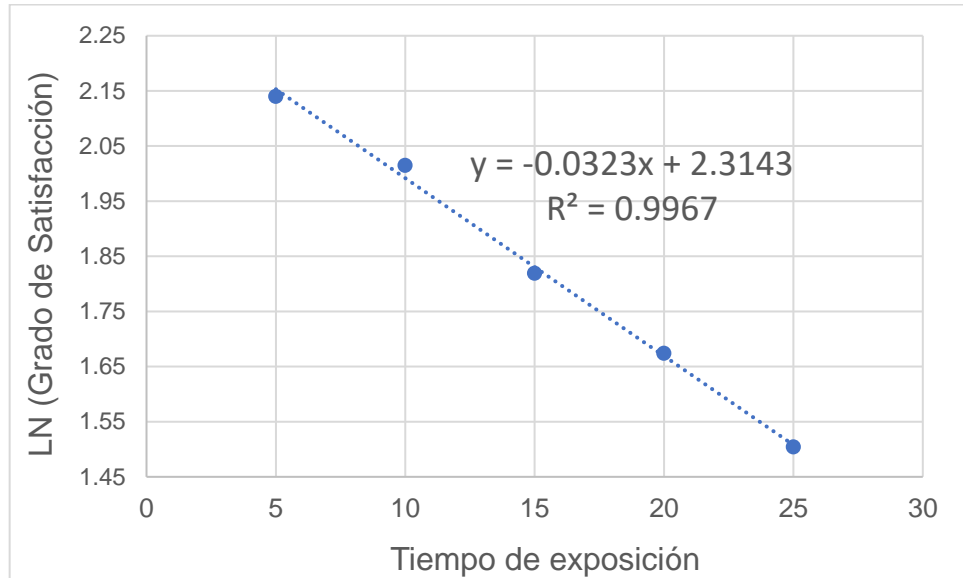
Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante ultravioleta (gráfica de orden cero)



Fuente y elaboración: Los autores

Figura 5

Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo expuestos a la radiación no ionizante ultravioleta (gráfica de primer orden)



Fuente y elaboración: Los autores

De acuerdo con la tabla 4 y figuras 4 y 5, el nivel de grado de satisfacción del atributo sabor disminuye con un comportamiento cinético de primer orden (mayor valor del coeficiente de correlación R^2), por efecto de la exposición de los filetes de pechuga de pollo a la radiación ultravioleta. Esto debido, a que la luz ultravioleta cataliza el proceso de oxidación de las grasas presentes y en la etapa final de este proceso tiene lugar la interacción de los radicales libre y la formación de productos secundarios de oxidación que confieren el sabor a recalentado.

Tabla 5

Calidad microbiológica de los filetes de pechuga envasados al vacío y sometidos a un proceso de cocción sous vide

Agente microbiano	Unidades	Resultado	Limite según NTS N° 071-MINSA/DIGESA
Recuento de microorganismos aerobios	UFC/g	<10 ^(e)	10 ⁴
Enumeración de Coliformes	NMP/g	0	10
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	<10 ^(e)	10
Enumeración de <i>Escherichia coli</i>	NMP/g	0	< 3
<i>Salmonella spp.</i>	<i>Salmonella spp./</i> 25 g	Ausencia	Ausencia

Fuente y elaboración: Los autores

En el cuadro 5 se muestran los resultados de los ensayos microbiológicos realizados a los filetes de pechuga envasados al vacío sometidos a un proceso de cocción *sous vide* a 60°C durante un tiempo de 60 minutos; como se observa en todos los agentes microbianos se obtuvieron recuentos menores a los límites establecidos en la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano NTS N° 071-MINSA/DIGESA.

5.2. Resultados inferenciales

Tabla 6

Análisis de Varianza de dos factores con varias muestras por grupo

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	F _{tab}
Factor A (tipo de radiación)	32,27	1	32,27	107,56	4,03
Factor B (Tiempo de exposición)	59,60	4	14,90	49,67	2,56
Interacción	12,07	4	3,02	10,06	2,56
Error	15,00	50	0,30		
Total	118,93	59			

Fuente y elaboración: Los autores

Tabla 7

Efecto del factor tipo de radiación ionizante en el desarrollo de WOF en pechugas de pollo cocidas al vacío almacenadas a temperaturas de refrigeración

	Tipo de radiación no ionizante	
	Luz Infrarroja	Luz ultravioleta
Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo	7,87 ^a	6,40 ^b

Fuente y elaboración: Los autores

Tabla 8

Efecto del factor tiempo de exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo de WOF en pechugas de pollo cocidas al vacío almacenadas a temperaturas de refrigeración

Grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga de pollo irradiados con:	Tiempo de exposición a la radiación no ionizante				
	5	10	15	20	25
Luz infrarroja	8,67 ^a	8,33 ^a	7,67 ^b	7,50 ^{bc}	7,17 ^c
Luz ultravioleta	8,50 ^a	7,50 ^b	6,17 ^c	5,33 ^d	4,50 ^e

Fuente y elaboración: Los autores

De las tablas 6, 7 y 8 se observa que, del procesamiento estadístico de las calificaciones del sabor de los filetes de pechuga de pollo irradiados con luz infrarroja y ultravioleta, es posible inferir que existe diferencia significativa entre el tipo de radiación, los tiempos de exposición y la interacción de ambos factores. Siendo la radiación ultravioleta la que cataliza con más intensidad la oxidación de los lípidos, con la consecuente formación de productos secundarios de oxidación que confieren el sabor a recalentado. En lo referente al tiempo de exposición, se observa que existen diferencias significativas entre los diferentes tiempos de exposición empleados y que esta diferencia es más pronunciada a partir de los 20 minutos de exposición, en el cual el nivel de grado de satisfacción del sabor de las muestras alcanzó una calificación de *Ni me gusta ni me disgusta*.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Prueba de hipótesis general de investigación

H₀: El tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición no influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

H_a: El tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición si influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

En el estudio se logra aportar evidencia estadística a favor de la hipótesis general. La tabla 6 muestra que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición si influyen en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo (p-valor = $4,6536 \times 10^{-14}$ para el tipo de radiación y p-valor = $8,0441 \times 10^{-17}$ para el tiempo de exposición). En consecuencia, la hipótesis alterna ha sido confirmada.

6.1.2. Prueba de hipótesis específicas de investigación

Hipótesis específica 1

H₀: El tipo de radiación no ionizante no influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

H_a: El tipo de radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

En el estudio se logra aportar evidencia estadística a favor de la hipótesis específica 1. La tabla 7 muestra que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el tipo de radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo (p-valor = $4,6536 \times 10^{-14}$). Adicionalmente, los resultados de la prueba de comparación de medias de tukey que se muestran en la tabla 7 establecen diferencias significativas entre el efecto catalítico de la luz infrarroja y ultravioleta. En consecuencia, la hipótesis alterna ha sido confirmada.

Hipótesis específica 2

H₀: El tiempo de exposición a la radiación no ionizante no influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas

H_a: El tiempo de exposición a la radiación no ionizante no influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.

En el estudio se logra aportar evidencia estadística a favor de la hipótesis específica 2. La tabla 8 muestra que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el tiempo de exposición a la radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) de los filetes de pechugas de pollo (p-valor = $8,0441 \times 10^{-17}$). Adicionalmente, los resultados de la prueba de comparación de medias de tukey que se muestran en la tabla 7 establecen diferencias

significativas entre el tiempo de exposición a la radiación no ionizante, siendo esta más notoria en el caso de la luz ultravioleta. En consecuencia, la hipótesis alterna ha sido confirmada.

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares

Los resultados obtenidos en la presente investigación son congruentes a los reportados por:

Vásquez (2015), quien reportó que valores de TBARS de 0,38 μ moles de MDA Equivalente/L en la leche tratada con una combinación de temperatura de $85^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y luz ultravioleta durante 20 minutos; de 0,29 μ moles de MDA Equivalente/L fue mayor en la leche tratada con una combinación de temperatura de $85^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y luz ultravioleta en condiciones de vacío durante 20 minutos y 0,14 μ moles de MDA Equivalente/L en leche sin tratamiento.

Contreras *et al* (2006), quienes reportaron que a medida que aumenta el tiempo de exposición del aceite de girasol a la luz UV, la cantidad del hexanal en el sistema lipídico aumenta, aún en aquellas muestras de aceite que contenían fotoprotectores naturales como la vitamina E y sintéticos como el butil hidroxil anisol (BHA).

Por otro lado, en lo referente al orden de reacción, los resultados coinciden con los reportados por Basilio (2015) y Rubio (2005), quienes determinaron que la rancidez oxidativa en chifles de plátano y en aceite de quinoa sigue una reacción de primer orden.

Finalmente, el tiempo de exposición a la radiación ultravioleta en la cual la formación de productos secundarios de oxidación mantiene el grado de satisfacción del sabor de los filetes de pechuga coincide con el tiempo de

exposición de hasta 20 minutos reportado por Niño et al (2021) para la desinfección de agua.

6.3. Responsabilidad ética

Para realizar el trabajo de investigación se aplicó el principio ético de autonomía, el cual establece que en el ámbito de la investigación la prioridad es tomar decisión en base a resultados reportados de investigaciones anteriores, protegiendo la integridad de los sujetos que participaron en el presente estudio y minimizando el impacto en el medio ambiente. El enfoque de la investigación es original, es por ello que se colocaron las citas bibliográficas correspondientes, respetando las normas establecidas por la comunidad científica.



VII. CONCLUSIONES

La evidencia estadística muestra que la prueba de análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, con $p\text{-valor} = 4,6536 \times 10^{-14}$ y $p\text{-valor} = 8,0441 \times 10^{-17}$ es significativa para los factores tipo de radiación no ionizante y tiempo de exposición a la radiación no ionizante, respectivamente; por lo tanto se concluye que el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición a la misma si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en los filetes de pechugas de pollo almacenados a temperaturas de refrigeración (1 – 4°C).

La evidencia estadística muestra que la prueba de análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, con un $p\text{-valor} = 4,6536 \times 10^{-14}$, es significativa para el factor tipo de radiación no ionizante; por lo tanto, se concluye que el tipo de radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en los filetes de pechugas de pollo; siendo el efecto catalítico de la luz ultravioleta significativamente mayor que el de la luz infrarroja.

La evidencia estadística muestra que la prueba de análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo, con un $p\text{-valor} = 8,0441 \times 10^{-17}$, es significativa para el factor tiempo de exposición a la radiación no ionizante; por lo tanto, se concluye que el tiempo de exposición a la radiación no ionizante si influye en el desarrollo de sabor recalentado (*warmed over flavor*) en los filetes de pechugas de pollo; siendo, para el caso de la luz ultravioleta, 20 minutos el tiempo en el cual el grado de satisfacción del sabor alcanza un puntaje de “Ni me gusta ni me disgusta”.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar el mismo estudio, pero evaluando directamente la rancidez oxidativa a través del número del ácido tiobarbitúrico ya que éste permite evaluar con claridad y precisión el nivel de rancidez oxidativa aún en etapas muy avanzadas de este proceso.

Evaluar el efecto de las radiaciones no ionizantes en la oxidación de los lípidos presentes en carnes de otras especies animales de mayor consumo como cerdo y bovino.

Evaluar el efecto de otras técnicas de cocción de carnes y de las radiaciones no ionizantes en la oxidación de los lípidos y en la formación de compuesto que confieren el sabor a recalentado (*warmed over flavor*).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia.
- Basilio, J. (2015). *Predicción de la vida útil de chifles de plátanos (Musa paradisiaca) mediante modelos matemáticos* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Campbell, D y Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu Ediciones.
- Chagua, I., Quispe, M. y Ortega, O. (2022). Diseño y construcción de prototipo de máquina clasificadora de quinua por color usando sensores infrarrojos. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, Vol. 24 (1), 45-52. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.272>
- Cross, H.R., Leu, R., & Miller, M.F. (1987). *Scope Of Warmed-Over Flavor And its mportance to the Meat Industry*, CRC Press.
- Contreras C., N., Martínez, J. R., & Stashenko, E. E. (2006). Determinación de la actividad antioxidante in vitro de los aceites volátiles de cuatro plantas de uso tradicional mediante la medición de la peroxidación lipídica de aceite. *Scientia Et Technica*, 1(30). <https://doi.org/10.22517/23447214.6571>
- Cruz, O., Núñez, V., Medina, T., Alvarado, A., Sanchez, P., Ayala, A. y Bautista, K. (2011). Evaluación de las Radiaciones No Ionizantes de Hornos Microondas en la UNMSM. *Electrónica - UNMSM*, (28), 10–16. Recuperado el 02 de julio de 2023, de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/electron/article/view/3026>.
- Instituto Nacional de Estadística (2020). *Encuesta Nacional de Hogares 2020*. Recuperado el 31 de julio de 2022, de <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-de-hogares-enaho-2020-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>

- Frischkorn, K. (2019). Conozca el sabor recalentado, el fenómeno que convierte las sobras en funky. Recuperado el 31 de julio de 2022, de <https://dle.rae.es/cultura?m=form> <https://www.seriousseats.com/what-is-warmed-over-flavor-leftover-chicken-meat>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7ma ed.). Editorial McGraw Hill.
- Jadhav, S.J., Nimbalkar, S., Kulkarni, A.D., & Madhavi, D.L. (1995). *Lipid Oxidation in Biological and Food Systems*. CRC Press
- Lungu, N.S., Afolayan, A.J., Thomas, R.S. and Idamokoro, E.M. (2020). Consumer exposure to warmed-over flavour and their attitudes towards the use of natural antioxidants as preservatives in meat and meat products [Exposición del consumidor al sabor recalentado y sus actitudes hacia el uso de los recursos naturales antioxidantes como conservantes en carne y productos cárnicos]. *British Food Journal*, Vol. 122 (9), 2927-2937. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2019-0837>
- Mielche, M.M.& Bertelsen, G. (1994). Approaches to the prevention of warmed over flavour. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 5 (10), 322-327, [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90183-X](https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90183-X)
- Mingwu Zang, Lan Wang, Zheqi Zhang, Kaihua Zhang, Dan Li, Xiaoman Li, Shouwei Wang, Hongzhang Chen (2019) Changes in flavour compound profiles of precooked pork after reheating (warmed-over flavour) using gas chromatography–olfactometry–mass spectrometry with chromatographic feature extraction [Cambios en los perfiles de los compuestos de sabor de la carne de cerdo precocinada después del recalentamiento (sabor recalentado) mediante cromatografía de gases, olfatometría, espectrometría de masas con extracción de características cromatográficas]. *Institute of Food Science Technology*, Vol. 55, 978-987, <https://doi.org/10.1111/ijfs.14306>
- Montgomery, D. (2014). *Diseño y análisis de experimentos*. Editorial Limusa.
- Mörlein, D. (2019). Sensory evaluation of meat and meat products: fundamentals and applications. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* **333** 012007. DOI:10.1088/1755-1315/333/1/012007

- Mottram, D.S., & Edwards, R.A. (1983). The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 34, 517-522, <https://doi.org/10.1002/JSFA.2740340513>
- Novaes, S., Conte, C., Franco, M., & Mano, S. (2012). Influência das novas tecnologias de conservação sobre os alimentos de origem animal. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 10(19), 21.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Editado por la Subdirección General de Publicaciones del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España.
- Pearson, A.M., Love, J.D. and Shorland, F.B. (1977) "Warmed-Over" Flavor in Meat, Poultry, and Fish. *Advances in Food Research*, 23, 1-74. [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60326-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60326-2)
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revisión de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 12(1), 83-101.
- Real Academia Española (s.f.). Cultura. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 31 de julio de 2022, de <https://dle.rae.es/cultura?m=form>
- Rubio, Y. (2005). *Extracción de aceite de quinoa (Chenopodium quinoa willd) y su caracterización de dos ecotipos provenientes del secano costero de la región VI de Chile* [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile].
- Silva, M., Castro, W., y Oblitas, J. (2010). Influencia de la turbidez en el efecto antimicrobiano de la luz ultravioleta y de los pulsos luminosos de luz blanca en néctar de naranja (*Citrus sinensis*). *Scientia Agropecuaria*, 1(2), 139-145.
- Su-Yeon Kim, Jinglei Li, Na-Ri Lim, Bo-Sik Kang, Hyun-Jin Park (2016). Prediction of warmed-over flavour development in cooked chicken by colorimetric sensor array [Predicción del desarrollo de sabor recalentado en pollo cocido mediante una matriz de sensores colorimétricos]. *Food Chemistry*, Vol. 211, 440-447, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.084>
- Tims, M.J. and Watts, B.M. 1958. Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technology*. Vol. 12 (5), 240-243. https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=201602018704170100

- Thomaz, J. (1996). Efeitos biológicos das radiações não-ionizantes: Normas de segurança para a exposição a campos de rádio-freqüências e microondas. *Revista da Sociedade Brasileira de Telecomunicações*. Vol. 11 (5), 81-88. DOI: 10.14209/jcis.1996.9.
- Vásquez, P. (2015). *Efecto de la combinación de luz ultravioleta y temperatura en el procesamiento de leche y derivados* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires].
- Vega, J.D. and Brewer, M.S. 1994. Detectable odor thresholds of selected lipid oxidation compounds at various temperatures in a gelatin model system. *Journal Food Lipids*, Vol. 1 (3), 229-245. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.1994.tb00249.x>
- Willemot, C., Poste, L.M., Salvador, J., Wood, D.F., & Butler, G. (1985). Lipid degradation in pork during warmed-over flavour development. *Canadian Institute of Food Science and Technology journal*, 18, 316-322. [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(85\)71965-7](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(85)71965-7)
- Wittig de Penna, E. (2001). Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos.

X. ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera el tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición influyen en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el efecto del tipo de radiación no ionizante y del tiempo de exposición en el desarrollo sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El tipo de radiación no ionizante y el tiempo de exposición si influyen en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) de los filetes de pechugas de pollo cocidas.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Tipo y tiempo de exposición a la radiación no ionizante</p>	<p>Luz infrarroja</p> <p>Luz ultravioleta</p>	<p>Tiempo de exposición (minutos)</p> <p>Tiempo de exposición (minutos)</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada, Cuantitativa, correlacional, experimental</p> <p>Población: está comprendida por los 102 filetes de pechuga que se obtuvieron a partir de los 15 kg de pechuga que se adquirieron en la Avícola Carnicería el Corralito del Mercado San José - San Miguel.</p>
<p>Problema Específicos</p> <p>¿Cómo influye el tipo de radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas?</p> <p>¿Cómo influye el tiempo de exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar la influencia del tipo de radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas</p> <p>Evaluar la influencia del tiempo de exposición a la radiación no ionizante en el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) en filetes de pechugas de pollo cocidas</p>	<p>Hipótesis Especificas</p> <p>El tipo de exposición de los filetes de pechugas de pollo cocidas a la luz ultravioleta si incrementará el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>) se incrementará.</p> <p>El tiempo de exposición de los filetes de pechugas de pollo cocidas a la luz infrarroja si incrementará el desarrollo de sabor recalentado (<i>warmed over flavor</i>).</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Sabor recalentado (WOF)</p>	<p>Sabor</p>	<p>Puntaje numérico</p>	<p>Muestra: de tipo Probabilística, conformada por 82 filetes</p> <p>Lugar de trabajo: Laboratorio de Microbiología y Físico-Sensorial de CAHM SAC.</p>

ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Producto: Filetes de Pechuga

Fecha:

Marque con una X en el lugar que indique mejor su opinión acerca de cada muestra

ESCALA	395	509	559	437	107	991
Me gusta muchísimo						
Me gusta mucho						
Me gusta bastante						
Me gusta ligeramente						
Ni me gusta ni me disgusta						
Me disgusta ligeramente						
Me disgusta bastante						
Me disgusta mucho						
Me disgusta muchísimo						

Comentarios:

.....

.....

.....

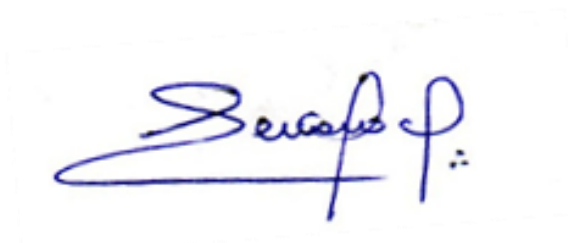
La presente ficha fue propuesta por Anzaldúa (1994)

ANEXO 3: BASE DE DATOS DEL GRADO DE SATISFACCIÓN DEL ATRIBUTO SABOR

Tipo de radiación	Tiempo de exposición (minutos)									
	5		10		15		20		25	
no ionizante	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
Luz infrarroja	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7
	9	9	8	8	8	8	7	8	7	7
Luz ultravioleta	9	8	8	7	7	5	6	5	5	4
	8	9	7	8	6	6	5	5	4	4
	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5

Fuente y elaboración: Los autores

MUCHAS GRACIAS

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Severino P.', enclosed in a light blue rectangular box.

FIRMA DEL PROFESOR RESPONSABLE

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eduardo P.', enclosed in a light blue rectangular box.

FIRMA DE PROFESOR DE APOYO

Two small handwritten signatures, one in blue ink and one in black ink, positioned side-by-side at the bottom left of the page.