

Evaluación fisicoquímica y sensorial de mollejas de pollo (*Gallus gallus*) al sillao enlatadas

Physicochemical and sensorial evaluation of chicken gizzards (*Gallus gallus*) in soy sauce canned

Avaliação físico-química e sensorial de moela de frango (*Gallus gallus*) ao molho de soja enlatado

ANGÉLICA YSABEL MIRANDA-JARA¹, ALCIBIADES HELÍ MIRANDA-CHÁVEZ²,
ROBERTO CARLOS CHUQUILÍN-GOICOCHEA³

Historial del Artículo

Recibido para evaluación: 16 de Septiembre 2018.

Aprobado para publicación: 19 de Junio 2019.

- 1 Instituto Superior Tecnológico Privado CYBERTEC, Departamento de Ingeniería. M.Sc. en Investigación y Docencia Universitaria. Lima, Perú.
- 2 Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. Dr. en Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú.
- 3 Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias. M. Sc. en Ingeniería Ambiental. Acobamba, Perú.

Correspondencia: angelisabel80@hotmail.com

Cómo citar este artículo: ANGÉLICA YSABEL MIRANDA-JARA, ALCIBIADES HELÍ MIRANDA-CHÁVEZ, ROBERTO CARLOS CHUQUILÍN-GOICOCHEA. (2019). Evaluación fisicoquímica y sensorial de mollejas de pollo (*Gallus gallus*) al sillao enlatadas. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 18(1). 35-45, DOI: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1409>

RESUMEN

Las "mollejas de pollo al sillao" es un plato peruano tradicional, originario de la ciudad de Trujillo (Perú), muy apreciado por su agradable sabor. Con el diseño de este producto en conserva se pueden aprovechar las proteínas, el hierro y otros micronutrientes que contiene. En este estudio se evaluó el efecto del tamaño de pieza y de la concentración de vinagre, usando un diseño factorial completo 3x2. La materia prima y los tratamientos estudiados fueron caracterizados fisicoquímicamente. La evaluación sensorial de sabor, color y textura se hizo mediante la prueba de ranking, de 1 a 5 puntos. La condición seleccionada para el diseño del producto fue tamaño de pieza de $\frac{1}{4}$ unidad y 100 mL/kg de vinagre, mostrando características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas, para su comercialización. El producto final presentó: proteína (13,45%), grasa (10,40%), humedad (67,49), cenizas (1,82) y pH (5,14); además tuvo puntajes de sabor (4,23), color (4,53) y textura (4,27). El tiempo de proceso de esterilización fue de 35 min y letalidad 9,882 min, en un envase tipo fiesta.

ABSTRACT

The "mollejas de pollo al sillao" is a traditional Peruvian dish, originally from the city of Trujillo (Peru), highly appreciated for its pleasant flavor. With the design of this product you can take advantage of the proteins, iron and other nutrients it contains. In this study the effect of the vinegar concentration and the size of the piece was evaluated by using a complete 3x2 factorial design. The raw material and treatments studied were characterized physicochemically. The sensory evaluation of color, taste and texture was made through the ranking test. The selected condition for the design of the product was 100 mL/kg of vinegar and pieces of $\frac{1}{4}$ unit, showing optimal physicochemical and sensory characteristics for its commercialization. The final product contained: protein (13,45%), fat (10,40%), humidity (67,49), ashes (1,82) and pH (5,14); it also had scores of flavor (4,23), color (4,53) and texture (4,27). The sterilization process time was 35 min and lethality 9,882 min, in a party type container.

RESUMO

O "mollejas de pollo al sillao" é um prato tradicional peruano, originalmente da cidade de Trujillo (Peru), muito apreciado pelo seu sabor agradável. Com o design deste produto, se pode aproveitar as proteínas, ferro e outros nutrientes que contém. Neste estudo, o efeito da concentração de vinagre e do tamanho da peça foi avaliado, utilizando um planejamento fatorial completo 3x2. As matérias-primas e os tratamentos estudados foram caracterizados físico-quimicamente. A avaliação sensorial de cor, sabor e textura foi feita através do teste de ranking. A condição selecionada para o desenho do produto foi de 100 mL/kg de vinagre e pedaços de $\frac{1}{4}$ unidade, apresentando características físico-químicas e sensoriais ótimas para a sua comercialização. O produto final apresentou: proteína (13,45%), gordura (10,40%), umidade (67,49), cinzas (1,82) e pH (5,14); além teve pontuações de: sabor (4,23), cor (4,53) e textura (4,27). O tempo do processo de esterilização foi de 35 min e a letalidade de 9,882 min, em um recipiente do tipo festa.

PALABRAS CLAVE:

Vinagre, Esterilización, Letalidad, Proteína, Conserva enlatada.

KEYWORDS:

Vinegar, Sterilization, Lethality, Protein, Preserved canned.

PALAVRAS-CHAVE:

Vinagre, Esterilização, Letalidade, Proteína, Conservas enlatadas.

INTRODUCCIÓN

Aunque la alimentación es una actividad de necesidad primaria para el ser humano, en la actualidad dicha actividad primaria está supeditada a varios factores, tales como: hábitos, estilo de vida, método de preparación de alimentos, localización geográfica, condiciones climáticas y la diversidad de flora y fauna. Estos factores integrados a la comprensión básica de nutrición y seguridad alimentaria han impulsado al desarrollo de alimentos que permitan aprovechar de los productos pecuarios, al máximo, no sólo la carcasa sino algunos subproductos ricos en nutrientes importantes. Y si a esto se le añade el toque de sabor de algunos platos tradicionales que mejoran el gusto y excitan al paladar más exigente, se puede amortiguar el impacto de las barreras en la actual falta de voluntad de los consumidores de probar nuevos productos [1,2]. Sin embargo, existen diferencias importantes entre varios tipos de carne (por ejemplo, carne roja, aves de corral y pescado) que pueden conducir a patrones diferenciales en la forma en que el consumo de tipos específicos de carne se asocia con la personalidad y los factores sociodemográficos [3]. Por ello, la cultura alimentaria está precisamente relacionada con la materia prima que más se produce en una zona geográfica y las particulares formas como se preparan para el consumo, resaltando las características del arte culinario regional, dado que, la cultura alimentaria es una parte integral de la historia del país, en particular el conocimiento sobre la comida, permite una mejor comprensión de las personas, la cultura y tradición [4].

La avicultura ha crecido significativa y progresivamente en el Perú, principalmente en la producción de pollos, explicado por el incremento en la demanda de estos productos a nivel nacional y para exportación (las exportaciones se incrementaron en el 2016 en 78,8% respecto de 2015) y los precios bajos comparados con otras fuentes proteicas de origen animal [5]. La molleja cruda de pollo que representa el 1,5% del peso vivo de un pollo de 2 kg contiene proteínas (17,66%) y cantidades importantes de vitaminas en mg/100 g: A (19), B₁ (0,03), B₂ (0,23), B₃ (3,68), B₆ (0,11) y B₁₂ (1,21); minerales en mg/100 g: hierro (2,49), calcio (11), fósforo (148), potasio (237), magnesio (15), zinc (2,72) entre otros [6], según la tabla de composición de alimentos de Centroamérica.

Una de las razones principales de la impopularidad de la molleja es su textura única, que es característicamente resistente y gomosa, por ello, la ternura de

la molleja es una consideración muy importante en su empleo como alimento gourmet [7].

En la ciudad de Trujillo, Perú, fue creado, en los años 90, un plato de exquisito sabor denominado "mollejas al sillao", empleando técnicas propias de la gastronomía peruana reconocida a nivel mundial. La cocción usada en la preparación de dicho plato influye en la reducción de la fuerza de cizallamiento requerida para cortarse en paralelo con la fibra muscular de la molleja [8].

La anemia es un problema de salud global [9], en nuestro país, la anemia infantil es uno de los principales problemas de salud pública que afecta la población, sobre todo a los sectores más vulnerables como las gestantes, los niños menores de dos años y las mujeres en edad fértil [10, 11]. La desnutrición infantil se ha reducido en los últimos años, sin embargo, aún afecta al 13,1% de menores de 5 años en el 2016 [12]. El producto final de esta investigación puede ser incluido en el programa de alimentación nacional Qali Warma para combatir la desnutrición y anemia ya que el mercado no sólo se limitaría a programas alimentarios sino a un público que gusta del buen sabor y nutrición.

Para la elaboración de mollejas de pollo al sillao, se utilizan sustancias curantes para provocarles cambios positivos, tales como el mejoramiento de la capacidad de conservación, aroma, color y sabor. Además, contribuyen con un mayor rendimiento en peso, por su poder humectante o capacidad fijadora de agua. Las hierbas y las especias añadidas en las mollejas al sillao consisten en fitoquímicos que se utilizan no solo con fines médicos sino también como aromatizantes y colorantes desde tiempos inmemoriales [13].

Las mollejas al sillao fueron envasadas en latas tipo fiesta, para lograr las funciones específicas de protección, preservación, manipulación y comunicación [14].

El tratamiento térmico empleado para estabilizar las mollejas al sillao enlatadas fue esterilización cuyas temperaturas más usadas oscilan entre 105 y 135°C [15].

El objetivo principal del ultra procesamiento industrial es, por lo tanto, crear productos listos para usar o calentar. Los atributos comunes de los productos ultra procesados son la hiperpalatabilidad, los envases sofisticados y atractivos, las declaraciones de propiedades saludables, la alta rentabilidad [16]. En razón a la enorme potencialidad alimentaria y la realidad imperante

es necesario realizar una serie de estudios experimentales para establecer las condiciones de proceso que permitan lograr un enlatado adecuado de este plato tradicional y popular peruano “mollejitas al sillao”.

MÉTODO

Diseño experimental

El experimento se desarrolló en dos etapas principales. Primero, se utilizó un diseño factorial cuyas variables independientes (factores) fueron la concentración de vinagre (20, 60 y 100 mL/kg) denominada (C) y el tamaño de pieza (1/2 y 1/4) denominada (T), con las que se obtuvieron 6 tratamientos. Mediante este diseño factorial se estudiaron los efectos principales y las interacciones en las características físico-químicas para determinar los niveles adecuados de ambas variables, que mejoren las características físico-químicas del producto final.

En la segunda etapa se tomaron estos 6 tratamientos para evaluar la aceptación sensorial mediante un diseño de bloques completos al azar

Preparación de las muestras de molleja de pollo

Se utilizaron las mollejas de pollo (*Gallus gallus*) en estado fresco, procedentes de la Avícola El Rocío S. A. de la Provincia de Trujillo, Región La Libertad. Para 1 kg de mollejas de pollo preparadas se utilizó: pimiento (160 g), cebolla china (100 g), especias (2,2 g), vinagre (en proporción de 20 mL, 60 mL y 100 mL), sillao (100 mL), ají escabeche seco (40 g), ají panca seco (30 g), aceite vegetal (200 mL), sal (3 g), ajo (10 g), glutamato monosódico (3 g), procedentes de la empresa Nor Aves S. A de Trujillo.

Elaboración de mollejas de pollo al sillao enlatadas

Para la elaboración del producto, se estableció un diagrama de flujo (Figura 1), cuyas etapas se describen a continuación:

Recepción. Se realizó en envases plásticos de polietileno y se hizo una evaluación visual de la materia prima.

Selección. Las mollejas de pollo fueron seleccionadas de acuerdo a su masa (36–46 g) y volumen (34–44 cm³).

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso.



Acondicionamiento 1. Inicialmente se eliminó la grasa adherida a la superficie de las mollejas, luego se lavaron sumergiéndolas en agua potable y finalmente se aplicó un segundo lavado con agua presurizada con un rendimiento de la etapa de 64%.

Cortado. Las mollejas fueron cortadas en 2 partes iguales (un corte) obteniéndose piezas con una masa promedio de 19 g y un volumen promedio de 18 cm³, y también en 4 partes (tres cortes paralelos) obteniéndose piezas con una masa promedio de 10,5 g y un volumen promedio de 9 cm³.

Escaldado. Las mollejas cortadas fueron sometidas a un escaldado a 100°C por 5 minutos.

Sazonado. En esta etapa, se agregaron las cantidades ya especificadas por kg de mollejas para el ajo, ají escabeche seco y ají panca seco; previamente lavados, pelados, cortados y licuados; además de sal, especias y el vinagre; con la finalidad mejorar el aroma, el color y el sabor. Las mollejas permanecieron en refrigeración por 24 horas.

Cocción. Las mollejas sazonadas se cocieron en agua a 100°C por 10 minutos, en una olla de acero inoxidable.

Fritura. Las mollejas fueron fritas con aceite vegetal (200 mL/kg de molleja preparada) a 180°C por 10 minutos.

Acondicionamiento 2. A las mollejas fritas, se agregaron cantidades específicas de cebolla china y pimienta, previamente lavados, cortados y escaldados, además sillao y glutamato monosódico para mejorar el sabor del producto, bajo cocción a 100°C por 5 min. Una vez acondicionado el producto, se colocó en forma manual en sus respectivos envases de hojalata barnizados de 155 mm x 81 mm (fiesta), y en una balanza se verificó que la cantidad adicionada del producto en las latas fuera de un peso neto de 226 ± 2 g.

Exhausting. Se realizó a 85°C para mejorar el vacío en el espacio de cabeza del envase.

Sellado. El cierre de latas se realizó en dos operaciones, la primera consistió en la unión de los bordes de la lata y la tapa; la segunda operación fue el “planchado” o sellado propiamente dicho usando una cerradora semi automática marca Somme con mandril para envases rectangulares.

Esterilizado. La esterilización térmica es uno de los procesos más utilizados para la conservación de los alimentos. Su objetivo es lograr la esterilidad comercial, conservando en lo posible las características sensoriales del producto. Para garantizar la esterilidad comercial, la letalidad de un proceso debe alcanzar como mínimo un valor de 2,52 minutos ($T_{ref}=121,1^{\circ}\text{C}$, $D=0,21\text{min}$) [17]. Para calcular la letalidad de un proceso térmico se han utilizado históricamente dos métodos: El método General de Bigelow y el método de la fórmula de Ball [17]. Para realizar los procesos de esterilización comercial se utilizó una autoclave vertical tipo Batch sin agitación, con un sistema de medición de presión (manómetro USG rango 0–6 kg/cm²) y temperatura (TRERICE rango 0–160°C) acoplados, a una temperatura de 120°C. Para obtener los datos de las curvas de penetración de calor, se utilizaron termopares de cobre Constantán (tipo T, Cu-Cu-Ni), que se conectaron a un módulo de adquisición de datos OMEGA modelo OMB-DAQ 2161, Norwalk, Estados Unidos. Todo esto permitió visualizar los datos en tiempo real en una plantilla MS Excel ©.

Almacenado. El producto terminado se almacenó a temperatura ambiente (25°C), donde permaneció 15

días, luego de este período se ejecutó la evaluación fisicoquímica y sensorial.

Evaluación de la calidad del producto procesado

Composición química proximal. El contenido de grasa, proteína y cenizas de la molleja se determinó por triplicado con el método estándar AOAC [18] por un Soxtec 2055 (Foss Tecator, Suecia) y 2200 Kjelttec auto destilación (Foss Tecator, Suecia), respectivamente. La humedad se determinó mediante el método rápido a 120°C/2 h [17] en quintuplicado.

Medición del pH. El pH de las muestras de molleja se determinó por cuadruplicado utilizando un medidor de pH con electrodo de punción (Oakton, Singapur). El valor de pH en carne y productos cárnicos se puede medir por contacto directo entre el diafragma sensible del electrodo y el tejido de carne, a través de las diferencias de diafragma en Carga eléctrica entre la carne y el electrolito [19].

Características sensoriales. Se estableció el grado de preferencia del producto en cuanto a su color, sabor y textura, mediante una prueba de ordenamiento o ranking, evaluando cada muestra por triplicado. Los treinta panelistas semi – entrenados fueron calificados con los dientes limpios, buena salud, capacidad verbal fuerte, puntualidad a la asistencia, actitud objetiva a las muestras, y sin sed o hambre durante las evaluaciones [20].

Evaluación del tratamiento térmico. El cálculo de procesos térmicos tiene como propósito determinar el tiempo de tratamiento (ciclo de calentamiento y enfriamiento) apropiado, bajo un conjunto dado de condiciones de proceso, para lograr una letalidad estipulada, o alternativamente, estimar la letalidad de un proceso dado [17]. Se calculó el tiempo de tratamiento térmico por los métodos más usados: el método general y de Ball [15].

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como medias, estableciendo un nivel de significancia de 5%. Los datos de las características fisicoquímicas se analizaron con el diseño factorial, a través de un análisis de varianza y sus gráficos correspondientes. Los datos de esta segunda etapa fueron analizados con métodos no paramétricos como Kruskal-Wallis, para determinar si algún tratamiento es diferente a los demás y Mann-Whitney para determi-

nar diferencias entre pares de tratamientos. El soporte estadístico fue software Minitab v.16 para Windows.

RESULTADOS

Características fisicoquímicas

Composición química proximal y pH. La composición química proximal y el pH de la molleja al sillao para los seis tratamientos estudiados se presentan en el cuadro 1. En las tres últimas columnas de este cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza.

Contenido de proteínas. El contenido proteína de los tratamientos varió de 13,22 a 13,85%, siendo menor al contenido de la molleja fresca que fue de 15,75%, y este a su vez menor al 19,69% reportado por Wani & Majeed [19]. Se observa que existe un efecto significativo ($p < 0,05$) negativo de T y sin tendencia de C (Figura 2.a). De la misma manera, la interacción de ambos factores tuvo un efecto significativo (Cuadro 1). Esto concuerda con Ruantrakool & Chen (1986) quienes señalan que el tejido conectivo de la molleja tiene un alto contenido de colágeno y que, en general, el tiempo de cocción prolongado disminuye el colágeno. Por los resultados de este experimento, se puede afirmar que el proceso redujo significativamente el contenido de proteína, con una pérdida de 12 a 16%. Por el contrario, Wani & Majeed [19], afirman que el contenido de proteínas aumentó en las mollejas encurtidas y cocidas con respecto a la fresca, debido a la pérdida de humedad que sufren durante el proceso. La reducción de tamaño aumenta la ratio entre la superficie y el volumen, lo que permite una mayor área de contacto, que conlleva mayores pérdidas de proteína.

El músculo de la molleja de pollo presenta un contenido de 9,4–10,6 mg/g de mioglobina [21], lo que la convierte en una fuente de hierro biodisponible.

Contenido de grasa. El contenido de grasa de la molleja al sillao estuvo entre 10,15 y 10,60% y es mayor que el de la molleja cruda (7,97%) estudiada, y menor al de la molleja cruda (2,15%) y encurtida y cocida (3,40%) reportados por Wani & Majeed [19], debido posiblemente a la adición de aceite durante la fritura. Se observa un efecto significativo ($p < 0,05$) negativo de T y positivo de C (Figura 2.b), y así también de la interacción de ambos hubo efecto (Cuadro 1). La reducción de tamaño aumenta la ratio entre la superficie y el volumen, esto permite una mayor área de contacto, que conlleva mayor absorción de grasa.

Contenido de humedad. Hubo un aumento en el contenido de humedad de la molleja al sillao (63,98–67,18%) en comparación con la molleja cruda (55,11%), resultado que coincide con la humedad de las mollejas encurtidas y cocidas reportado por Wani & Majeed [19]. Este incremento se puede atribuir al aumento de la capacidad de retención de humedad debido al vinagre y sillao para incrementar la unión de agua a la carne, mediante el descenso del pH por debajo del punto isoeléctrico [22]. Por otro lado, la reducción de tamaño tiene un efecto positivo en el contenido en humedad y pH, pues ayuda al intercambio de agua y iones, dado por el fenómeno de ósmosis.

Contenido de ceniza. Se encontró que el contenido de ceniza de la molleja al sillao (1,63–1,85%) es mayor en comparación con la molleja cruda (1,01%) de este estudio y al de la molleja cruda (0,69%) y encurtida y cocida (1,26%) reportada por Wani & Majeed [19]. La variable la C y la interacción de T y C mostraron un significativo

Cuadro 1. Composición química proximal de los tratamientos, procesados a 120 °C.

Característica	Tratamientos						Fuente de variación		
	T1 T ₁ C ₁	T2 T ₁ C ₂	T3 T ₁ C ₃	T4 T ₂ C ₁	T5 T ₂ C ₂	T6 T ₂ C ₃	T	C	I
							p – value		
Proteína (%)	13,85	13,28	13,56	13,45	13,22	13,27	0,000*	0,000*	0,011*
Grasas (%)	10,60	10,53	10,43	10,40	10,39	10,15	0,000*	0,000*	0,029*
Humedad (%)	67,18	65,72	63,98	67,49	66,25	64,55	0,000*	0,000*	0,132
Cenizas (%)	1,81	1,80	1,85	1,82	1,63	1,79	1,000	0,000*	0,000*
pH	5,12	5,43	5,82	5,14	5,47	5,86	0,002*	0,000*	0,531

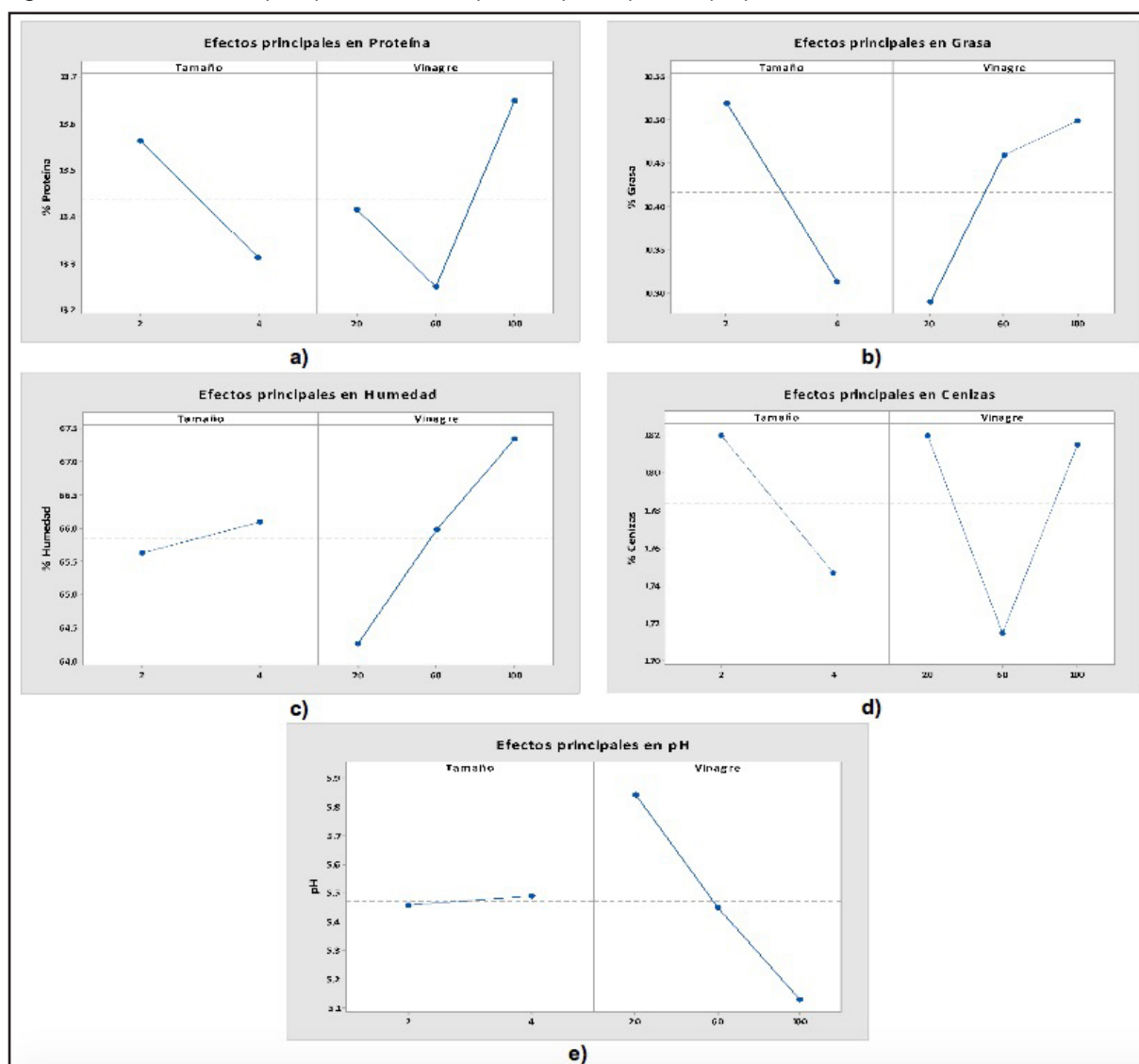
*Significancia a $\alpha = 0,05$. T₁ = ½ pieza, T₂ = ¼ pieza, C₁ = 100 mL/kg, C₂ = 60 mL/kg, C₃ = 20 mL/kg, T: tamaño, C: concentración de vinagre, I: interacción.

($p < 0,05$), mientras que la variable T no mostró efecto ($p > 0,05$) (Cuadro 1 y Figura 2.d). Uno de los factores fundamentales en la determinación de pérdidas y ganancia de compuestos solubles es el cociente superficie/volumen, en consecuencia, un tamaño de pieza menor acarrea más ceniza al interior, por efecto de ósmosis, y la disminución del pH de la carne, debido a la adición de vinagre, ayuda a la capacidad de retención de agua [22], lo que explica la interacción de estas dos variables, para incrementar el contenido de ceniza de la molleja al sillao.

pH. El pH de la molleja al sillao varió de 5,14 a 5,86 disminuyendo desde 6,68 en molleja cruda. Esta re-

ducción podría atribuirse a la adición de vinagre (ácido acético) y su absorción en el músculo de la molleja a través de las fuerzas capilares por el gradiente de presión ejercido por la deformación interna del músculo, así como también a la penetración de ácido acético en la parte de la musculatura que podría ser responsable de dicha disminución [19]. El factor T y C tuvieron un efecto significativo sobre el pH, positivo y negativo, respectivamente, y no existió efecto de su interacción (Cuadro 1 y Figura 2.e). Las ventajas de la adición de ácido orgánico, como la disminución del pH de los tejidos cárnicos, pueden ralentizar las reacciones térmicas y, por lo tanto, el desarrollo del sabor [23].

Figura 2. Gráficos de efectos principales sobre la composición química proximal y el pH.



Características sensoriales

Los resultados de color, sabor y textura de las mollejas al sillao se muestran en el cuadro 2. Se observa que el tamaño de la molleja (T) y la concentración de vinagre (C) tuvieron un efecto significativo en las tres variables estudiadas. Al encontrarse que al menos uno de los tratamientos es diferente al resto con la prueba anterior, se realizó la prueba de Mann - Whitney (Cuadro 2), de la cual se deduce que el tratamiento 4 mostró el mayor puntaje en sabor (4,23), color (4,43) y textura (4,27) (Figura 3). El tratamiento 4 fue estadísticamente diferente en sabor al tratamiento 2 y 3, en color al tratamiento 3 y en textura al tratamiento 3 y 6. Es por ello, que se puede afirmar que las mejores características sensoriales se alcanzaron con un tamaño de pieza de $\frac{1}{4}$ y concentración de vinagre de 100 mL/kg.

Sabor. Los resultados de Biller *et al.* [23] mostraron que con la adición de ácido acético de la carne antes de asar cambió significativamente la concentración y distribución de compuestos volátiles, redujo las diferencias químicas y condujo a la estandarización del producto cárnico. Los perfiles de los compuestos seleccionados se pueden usar como una herramienta para la evaluación de las diferencias. Los sabores étnicos o exóticos tendrán todavía un papel importante en el desarrollo de cualquier producto alimentario nuevo, pues cada vez hay más gente que viaja a distintas partes del mundo y prueba nuevos sabores y aromas. Los diferentes compuestos de sabor soluble generarán el cambio del número de pulso debido a

la forma de eliminar la carga de los diferentes compuestos de sabor en los receptores de sabor, y las diferencias de tiempo para estimular el sabor de las fibras nerviosas para eliminar la carga, lo que genera el gusto humano en el cerebro [24]. El sabor cocido es un atributo de calidad importante percibido por los sentidos en respuesta a varios compuestos formados durante la cocción. Además de los lípidos, varios compuestos tales como aminoácidos libres, compuestos orgánicos nitrogenados no aminoácidos (NOC), por ejemplo, nucleótidos y tiamina, en la fracción de carne soluble en agua son conductores muy importantes de la satisfacción del sabor [25].

Color. La influencia en el color, debido al pH post mortem de los músculos de las aves que varía de 5,7 a 6,0, guarda la relación con la estabilidad térmica de mioglobina (Mb) y el color cocido en carne de res, cordero, cerdo y pavo. La mayoría de los estudios informan que Mb en la carne a un pH <5,4 es menos estable al calor, mientras que un pH elevado de la carne (> 6,0) protege al Mb de la desnaturalización inducida por el calor y aumenta el enrojecimiento interno de las carnes cocinadas [26].

Textura. El examen de algunos productos similares ha demostrado que esta técnica tiene poco efecto sobre el pH de la carne y, por ello, en la terneza, y que el efecto mayor se produce sobre el sabor [27]. Se puede afirmar que el calentamiento no isotérmico es un proceso dinámico que contribuye a la textura, estructura, apariencia y calidad. En general, la gelificación térmica

Cuadro 2. Análisis estadístico de las características sensoriales.

Prueba de Kruskal-Wallis			
Característica sensorial	H	p - value	
Color	18,58	0,002*	
Sabor	13,59	0,018*	
Textura	17,50	0,004*	
Prueba de Mann - Whitney			
Tratamiento	Sabor	Color	Textura
1	3,73 ^a	3,33 ^a	3,40 ^a
2	3,33 ^b	3,60 ^a	3,66 ^a
3	2,67 ^b	2,60 ^b	2,53 ^b
4	4,23 ^a	4,53 ^a	4,27 ^a
5	3,43 ^a	3,77 ^a	3,83 ^a
6	3,60 ^a	3,30 ^a	3,30 ^b

*Significativo a $\alpha = 0,05$.

^{a, b} Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Cuadro 3. Parámetros de penetración de calor de conservas de mollejas al sillao en envase tipo fiesta.

Parámetros	Valor	Parámetros	Valor
T ₀	121,1	I	78,8
Z	10	Ji	55,6
TR	120	J	0,7056
CUT	11	jl	55,6
f _h	13,4	log jl	1,745
TTC	6,38	B/fh	2,136
psit	64,4	log g	-0,391
Fi	1,288	f/U	1,15
T _w	20	U	11,652
m + g	100	P	24
T _i	41,2	T	35
Método	Tiempo de proceso (min)		F ₀ (min)
General	35		9,882
Ball	24		9,04

ca de las proteínas miofibrilares se describe como un proceso de 3 pasos, que incluye (1) la disociación de la estructura de miofibrillas durante la solubilización de las proteínas miofibrilares en presencia de sal, (2) el despliegue parcial de la estructura proteica durante el tratamiento térmico, y (3) la formación de una red de gel por agregación de las proteínas desplegadas a través de interacciones covalentes y no covalentes. Las interacciones hidrofóbicas y la formación de disulfuros parecen jugar un papel importante durante el último paso del proceso de gelificación térmica de las proteínas miofibrilares [28].

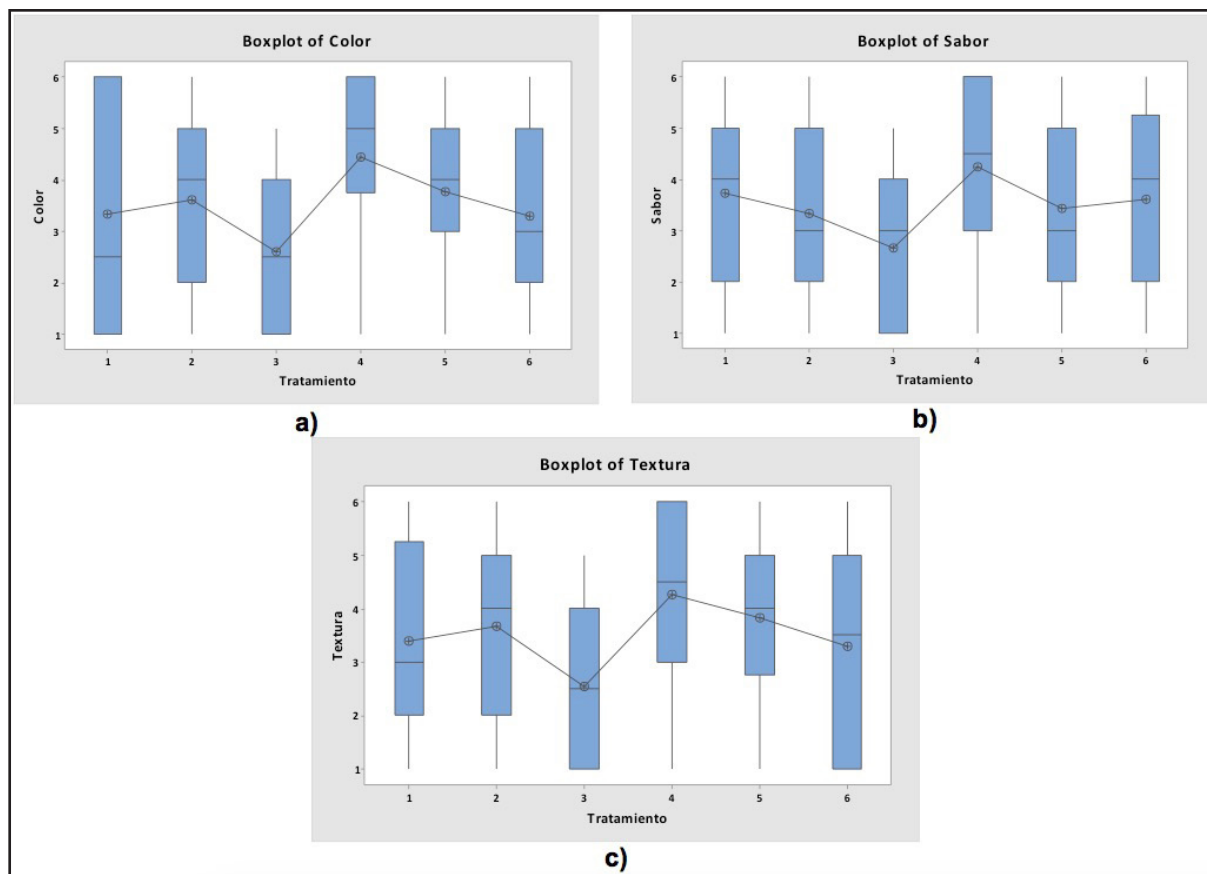
Evaluación del tratamiento térmico

Las mollejas al sillao enlatadas fueron envasada en un formato "fiesta", encajando adecuadamente con las funciones de empaquetado se han categorizado con más detalle en protección, preservación, facilitación de manejo y roles de comunicación [14]. El calor destruye algunos microorganismos y puede, por ello,

prevenir o retrasar la descomposición del producto y reducir el riesgo de intoxicaciones alimentarias. Los tiempos de proceso determinados por ambos métodos (General y Ball), son mayores al valor de letalidad correspondiente, por lo tanto, son adecuados para causar la reducción de los microorganismos o esporas, a niveles aceptables [29]. El cuadro 3 muestra los valores de los parámetros de penetración de calor, el tiempo de tratamiento térmico y la letalidad (F_0) de la conserva enlatada de mollejas al sillao, determinados con el método general y el método de Ball. Ramos Barrientos [17] concluye que, el método general es el procedimiento más adecuado para el cálculo de procesos térmicos (tiempo de proceso- letalidad), por lo tanto, se puede aseverar que el tiempo de proceso adecuado es de 35 min y la letalidad (F_0) es de 9,882 min, a una temperatura de esterilización de 120°C.

Finalmente, al comparar con otros productos similares como la conserva enlatada de lomos curados de curito (*Hoplosternum littorale*) tratada a 120°C, pre-

Figura 3. Gráfico de cajas de las características sensoriales.



sentó una letalidad de 3,50 min y tiempo de proceso de 50 min [30]; la conserva de atún de aleta amarilla en salmuera y en aceite de palma, mostraron temperatura de 121,1°C, tiempo de proceso de 54,05 y 49,58 min respectivamente, y una letalidad de 2,3 y 1,93 min, respectivamente [31]; y el enlatado de cabrito en salsa de loche a una temperatura de 120°C presentó un tiempo de proceso de 50 min y una letalidad de 12,3 min [32].

CONCLUSIONES

Se logró de establecer las condiciones adecuadas que permiten conservar adecuadamente el plato peruano tradicional de “Mollejas de pollo (*Gallus gallus*) al sillao”, en forma de enlatado. El tratamiento con una concentración de vinagre de 100 mL/kg y el tamaño de las piezas de molleja de $\frac{1}{4}$ de unidad fueron los más adecuados para su comercialización.

REFERENCIAS

- [1] HOEK, A., PEARSON, D., JAMES, S., LAWRENCE, M. and FRIEL, S. Shrinking the food-print: print: A qualitative study into consumer perceptions, experiences and attitudes towards healthy and environmentally friendly food behaviors. *Appetite*, 108(1), 2017, p. 117–131.
- [2] MACDIARMID, J., DOUGLAS, F. and CAMPBELL, J. Eating like there's no tomorrow: Public awareness of the environmental impact of food and reluctance to eat less meat as part of a sustainable diet. *Appetite*, 96(1), 2016, p. 487–493.
- [3] PFEILER, T. and EGLOFF, B. Personality and meat consumption: The importance of differentiating between type of meat. *Appetite*, 130(1), 2018, p. 1–36.
- [4] NAM, K.C., JO, C. and LEE, M. Meat products and consumption culture in the East. *Meat Science*, 86(1), 2010, p. 95–102.
- [5] PERÚ. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización Avícola. Lima (Perú): 2016, 31 p.
- [6] INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 2 ed. Guatemala (Guatemala): 2012, 126 p.
- [7] CHEN, T. Chicken gizzard could be new gourmet treat. *Journal of Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Research Highlights*, 39(5), 1976.
- [8] CHEN, T. and STINSON, R. Scanning electron microscope studies on chicken gizzard structure as affected by cooking. *Poultry Science*, 62(1), 1983, p. 2011.
- [9] LÓPEZ, A., CACOUB, P., MACDOUGALL, I. and PEYRIN-BIROULET, L. Iron deficiency anaemia. *Lancet*, 387(10021), 2016, p. 907–916.
- [10] PERÚ. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.. Anemia en la población infantil del Perú: Aspectos clave para su afronte. Obtenido de Instituto Nacional de Salud. 2015 Disponible: http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/evidencias/ANEMIAFINAL_v.03mayo2015.pdf [citado junio 4 2019].
- [11] ARROYO-LAGUNA, J. Hacia un Perú sin anemia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 34(4), 2017, p. 586–587.
- [12] MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ. Plan nacional para el reducción y control de la anemia materno infantil y desnutrición crónica infantil en el Perú: 2017–2021. Lima (Perú): Biblioteca Central del Ministerio de Salud, 2017.
- [13] BODE, A. and DONG, Z. Toxic phytochemicals and their potential risks for human cancer. *Cancer Prevention Research*, 8(1), 2015, p. 1–8.
- [14] LINDH, H., WILLIAMS, H., OLSSON, A. and WIKSTRÖM, F. Elucidating the indirect contributions of packaging sustainable development: A terminology of packaging functions and features. *Packaging Technology and Science*, 29(1), 2016, p. 225–246.
- [15] SERMENT-MORENO, V. and WELTI-CHANGES, J.S. En: *Encyclopedia of Food and Health*. New York (USA): Elsevier, 2016, 4006 p.
- [16] MONTEIRO, C., CANNON, G. and LEVY, R. The star shines bright. *World Nutrition*, 7(1–3), 2016, p. 28–38. DOI: <http://archive.wphna.org/wp-content/uploads/2016/01/WN-2016-7-1-3-28-38-Monteiro-Cannon-Levy-et-al-NOVA.pdf>
- [17] RAMOS-BARRIENTOS, M.T. Comparación entre los métodos general y de Ball para el cálculo de procesos de esterilización comercial. Valparaíso (Chile): Universidad Técnica Federico Santa María, 2016, 85 p.

- [18] ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 20 ed. Virginia (USA): 2016.
- [19] WANI, S. and MAJEED, D. Evaluation of quality attributes and storage stability of pickle prepared from chicken gizzard. *Journal of Meat Science and Technology*, 2(4), 2014, p. 85-89.
- [20] WANG, X., SUN, Y., LIU, A. and WANG, X. Modeling structural and compositional changes of beef during human chewing process. *LWT Food Science and Technology*, 60(2), 2015, p. 1219-1225.
- [21] PATAK, A. and BALDWIN, J. Why is there so much myoglobin in chicken gizzard and so little in emu gizzard?. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 89(1), 1988, p. 27-30.
- [22] RUANTRAKOOL, B. and CHEN, T. Collagen contents of chicken gizzard and breast meat tissue as affected by cooking methods. *Journal of Food Science*, 51(1), 1986, p. 301-304.
- [23] BILLER, E., BOSELLI, E., OBIEDZINSKI, M., KARPINSKI, P. and WASZKIEWICZ, B. The profile of volatile compounds in the outer and inner parts of broiled pork neck is strongly influenced by the acetic-acid marination conditions. *Meat science*, 121, 2016, p. 292-301.
- [24] HAN, Y., WANG, X., CAI, Y., LI, Z., ZHAO, L., WANG, H., JIN, J., CAI, Y., XU, L. and ZHU, L. Sensor-array-based evaluation and grading of beef taste quality. *Meat Science*, 129(1), 2017, p. 38-42.
- [25] DINH, T., LEGAKO, J., MILLER, M. and BROOKS, J. Effects of USDA quality grade and cooking on water-soluble precursors of beef flavor. *Meat science*, 146(1), 2018, p. 123-130.
- [26] SURENDRANATH, S., MAHESH, N., POULSON, J. and MELVIN, H. Factors influencing internal color of cooked meats. *Meat Science*, 120(1), 2016, p. 133-144.
- [27] GAULT, N. En: *Developments in Meat Science. Marinated meat*. 1 ed. London (England): Elsevier, 1991, p. 191-246.
- [28] GLORIEUX, S., STEEN, L., PAELINCK, H., FOUBERT, I. and FRAEYE, I. Isothermal gelation behavior of myofibrillar proteins from white and red chicken meat at different temperatures. *Poultry science*, 96(10), 2017, p. 3785-3795.
- [29] BERK, Z. En: *Food Process Engineering and Technology. Thermal processing*. 3 ed. Massachusetts (USA): Academic Press, 2018, p. 399-420.
- [30] LÓPEZ, A., MELÉNDEZ, E. y GÁMEZ, J. Esterilidad comercial de una conserva enlatada de lomos curados de curito (*Hoplosternum littorale*). *Mangifera*, 1(1), 2018, p. 55-64.
- [31] HASAN, H., ANWAR, S., ROHAYA, S. and MARTUNIS, S. Thermal penetration study for the purpose of formulating sterilization procedures of yellowfin tuna canning. Bali (Indonesia): 1st International Conference on Food and Agriculture, 2018, p. 1-7.
- [32] CAJÓ, F. y IPANAQUÉ, H. Efecto del tratamiento térmico sobre la firmeza, sabor y aceptabilidad general del enlatado de carne de cabrito (*Capra hircus*) en salsa de loche (*Cucurbita moschata*). *Revista Ingeniería Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(2), 2018, p. 134-144.