

Vida útil de producto marino tipo embutido almacenado en refrigeración, con la adición de un antimicrobiano natural

Diego José Aguilera Suárez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Vida útil de producto marino tipo embutido almacenado en refrigeración, con la adición de un antimicrobiano natural

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Diego José Aguilera Suárez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Vida útil de producto marino tipo embutido almacenado en refrigeración, con la adición de un antimicrobiano natural

Diego Jose Aguilera Suarez

Resumen. En México, existen diversos productos de origen pesquero para consumo local o exportación que se consideran con alto valor económico y nutricional. El calamar gigante y camarón de rezaga son especies poco aprovechadas con alto contenido proteico y baja proporción de grasa. Por lo que, ambas opciones tienen un potencial importante para la generación de productos de valor agregado. El presente trabajo tiene como finalidad la elaboración, empaque, almacenamiento (0 - 4 °C) y evaluación de vida útil de un producto tipo salchicha de origen pesquero, elaborado a partir de calamar gigante, camarón de rezaga y un antimicrobiano natural (Nisina). Se realizaron pruebas fisicoquímicas como la capacidad de retención de agua (CRA) (79.66%), actividad de agua (Aw) (0.976), potencial de hidrogeno (pH) (6.68), colorimetría de triestímulo (Cielab) y perfil de textura (elasticidad de 72.65%, cohesividad de 33.07%, dureza de 7,829.83 gF y esfuerzo al corte de 932.25 gF), análisis proximal (proteína de 13.55%, grasa de 4.39%, humedad de 74.77% y cenizas de 2.26%) y pruebas microbiológicas (mesófilos, psicrófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli*, *S. aureus* y *Vibrio* spp). La salchicha de calamar y camarón con antimicrobiano natural, empacada al vacío y almacenada en refrigeración demostró ser un producto novedoso, natural, de calidad nutricional, alto en proteína y bajo en grasa, con una vida útil de 15 días determinado por los indicadores microbiológico o psicrófilos aerobios.

Palabras clave: *Dosidicus gigas*, *Litopenaeus vannamei*, mariscos.

Abstract. In Mexico, there are various products of fishery origin for local consumption or export, which are considered to have high economic and nutritional value. Giant squid and small size shrimp are under-utilized species with high protein content and low-fat content. Therefore, both options have significant potential for generating value-added products. The purpose of this work is to prepare, pack, store (0 - 4 °C), and evaluate the shelf life of a sausage-type product of fishery origin, made from giant squid, small size shrimp, and a natural antimicrobial (Nisin). Physicochemical tests such as water holding capacity (WHC) (79.66%), water activity (Aw) (0.976), hydrogen potential (pH) (6.68), tristimulus colorimetry (Cielab), and texture profile (elasticity of 72.65%, cohesiveness of 33.07%, hardness of 7,829.83 gF and shear stress of 932.25 gF), proximal analysis (protein of 13.55%, fat of 4.39%, moisture of 74.77% and ash of 2.26%) and microbiological tests (mesophiles, psychrophiles, total coliforms, fecal coliforms, *E. coli*, *S. aureus*, and *Vibrio* spp.). The squid and shrimp sausage with natural antimicrobial, vacuum packed and stored in refrigeration proved to be a novel, natural, nutritional quality product, high in protein and low in fat, with a shelf life of 15 days determined by microbiological indicators or aerobic psychrophiles.

Key words: *Dosidicus gigas*, *Litopenaeus vannamei*, seafood.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4. CONCLUSIONES	26
5. RECOMENDACIONES	27
6. LITERATUA CITADA	28
7. ANEXOS	32

INDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Formulación porcentual, salchicha de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	5
2. Tiempo y temperatura (°C) establecidos para el tratamiento térmico de la salchicha.....	6
3. Composición proximal de la salchicha de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	11
4. Análisis fisicoquímico (CRA, pH y Aw) de salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	13
5. Análisis de color (L*, a* y b*) de salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	16
6. Análisis de color (Croma externo e interno, tono externo e interno e índice de blancura externo e interno) de salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	17
7. Análisis de textura (Cohesividad, elasticidad, dureza y esfuerzo al corte) de salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	19
8. Mesófilos y psicrófilos aerobios, realizado a las salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	22
9. Patógenos, microorganismos indicadores y deterioradores de las salchichas de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	24

Figura Página

1. Flujo de proceso de elaboración de salchicha de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) y camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	4
--	---

Anexos Página

1. Procesamiento de camarón (pelado, limpieza, desvenado y desinfección).....	32
2. Corte sagital del camarón para el desvenado.....	32
3. Extracción de vena en camarón.....	33
4. Rotulación y separación de ingrediente por lote de producción.....	33
5. Cúter con vacío (Kilia Vacu Autoc 30).....	34
6. Incorporación de materia prima (Calamar gigante y camarón) en el cúter.....	34
7. Pre mezcla de la materia prima.....	35
8. Embutidora Dadaux PH13 (13 lts, Conexión a 220V Monofásica).....	35
9. Proceso de embutido, colocación de funda de celulosa calibre 23 mm.....	36
10. Mezcla embutida en funda de celulosa calibre 23 mm.....	36
11. Amarradora manual de salchicha, con hilo de algodón (Vevor Modelo MY32A).....	37
12. Salchichas crudas en horno Enviro Pak Micro- Pak Series Mp1000 (Enviro Pak, Clackamas, OR).....	37
13. Rotulación de lotes dentro del horno Enviro Pak Micro-Pak Series Mp1000.....	38

Anexos	Página
14. Preparación de muestras para el análisis de compresión y color interno del producto.....	38
15. Preparación de muestras para el análisis de esfuerzo al corte.....	39
16. Análisis de compresión en texturómetro TSM-Pro (Food Techonology Corporation, Sterling, VA) con plato de compresión (75 mm) en celda de 500 N.....	39
17. Análisis de esfuerzo al corte en texturómetro TSM - Pro (Food Techonology Corporation, Sterling, VA) con cuchilla de corte simple en celda de 500 N.....	40
18. Observación de purga en empaques al vacío.....	40

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la diversidad de especies de origen pesquero destinadas al consumo humano, incluyen ciertos ejemplares que son desconocidos o no se consumen por diversos factores. El Calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es considerado un producto con alto valor nutricional y de bajo costo, pero en muchas culturas como en México no ha tenido gran aceptación, por lo que darle un valor agregado facilitaría el consumo de este producto. Sin embargo, esta especie ha ganado una gran importancia económica en el Norte de México y en el exterior, reflejando en los últimos años un incrementado en su valor comercial (Raya *et al.* 2009).

Desde el punto de vista comercial, el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se puede dividir en dos grupos, la presentación básica (fresco, filete y congelado) que pueden ser de manto, aleta, tentáculo o cabeza. Adicionalmente, la presentación elaborada (cocido, seco y harina) proveniente principalmente del manto del calamar gigante (Salinas *et al.* 2015). Esta diversidad de productos tiene un alto contenido de proteína (77.7%) y un contenido sobresaliente de aminoácidos como la lisina y ácido glutámico. Por otro lado, el contenido de la fracción grasa (6.3%) y el de fibra cruda (2.7%) son bajos (Calvo *et al.* 2016).

Por otro lado, el camarón (*Litopenaeus vannamei*) está dentro de los crustáceos marinos, de los cuales, el género *Litopenaeus* está entre los de mayor producción a nivel mundial (tanto de captura como de cultivo) (Ortega 2014). Esta especie de camarón de cultivo tiene una gran importancia económica en México, con gran valor de exportación y de consumo interno. La producción de camarón es una industria importante para el desarrollo económico de la región noroeste (FAO 2005), contribuye con alrededor de 70% de la producción nacional (IntraFish 2019). Las tallas que se manejan comercialmente son grande, mediano y pequeño (de rezaga). La talla pequeña representa la mayor proporción de la producción, enfocado al mercado nacional, con pocos beneficios económico. El camarón (*Litopenaeus vannamei*), al igual que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), son productos con alto contenido nutricional, representado por un alto contenido de proteína (15 y 20%) y bajo contenido de grasa (0.5 a 1g por cada 100g de músculo). Las grasas de los camarones son, en su mayoría polinsaturadas y contienen cantidades moderadas de omega 3 (Ortega 2014).

En la actualidad, se conocen varios tipos de productos embutidos, usualmente de carne roja (por ejemplo, carne de res, cerdo, cordero o ternera), aves (como pavo o pollo) o la combinación de las anteriores. Los embutidos se comercializan crudos, curados y cocidos y/o ahumados. La mayoría de los cocidos suelen ser emulsificaciones que se logran por la unión proteica de la estructura muscular y ácidos grasos de diferente tipo. Los embutidos sin cocinar incluyen aquellos frescos (en grandes tamaños, en croquetas o enlaces) y los embutidos ahumados (USDA 2011). Pero hasta el día de hoy, con todo lo versátil y atractivo de los embutidos tipo salchichas para los diferentes nichos de la población y a pesar que se han realizado investigaciones con salchichas a base de productos pesqueros (Hinojosa e Intrigato 2012); no se tiene suficiente información, ni parámetros establecidos para este tipo de producto de origen pesquero.

En el proceso de elaboración de salchichas, los ingredientes aportan diferentes funciones, algunas de estas juegan un papel importante en la característica o identidad del producto (sabor, textura y

aroma) y su forma o destino de elaboración. La sal es uno de los ingredientes por excelencia, que cumple un papel importante, es un bacteriostático al reducir la A_w , es un potenciador de sabor y ayuda a solubilizar las proteínas cárnicas (Jimenez y Carballo 1989). Los fosfatos son multifuncionales, ayudan a ligar agua, es un agente emulsificante, secuestrador de metales, amortiguador de pH, preservante y alcalinizante (Gobiernon de la Rioja 2009). El aislado de soya ayuda al aumento de la proteína en general. La fécula o el almidón son extensores que actúa como un agente de relleno sin aporte proteico (Andújar *et al.* 2000).

Estos ingredientes tienen propiedades funcionales favorables para los embutidos, como la retención de agua, jugosidad, mejora en textura y facilidad de rebanado. Las formulaciones suelen tener agua agregada para permitir jugosidad y solubilidad de los ingredientes. Parte de esa agua se agrega en forma de hielo para evita el aumento de temperatura en la pasta al mezclarse por efecto mecánico, evitando la desnaturalización de proteínas. Los condimentos, como el ajo, cebolla y azúcar cumple la función de sabor, antioxidante y antimicrobiano (López 2011). El aceite vegetal cumple varias funciones, permite la emulsión, aporta ácidos grasos insaturados y participa en el mantenimiento de la estructura del producto. La elaboración de las salchichas, la cocción y manejo post producción per se implica una sucesión sistematizada de etapas que deben cumplirse para obtener un resultado de calidad e inocuidad.

La industria alimenticia necesariamente se apoya en diferentes herramientas para mantener la calidad del producto que genera. La tecnología de barrera antimicrobiana es muy utilizada por las diversas empresas procesadoras, con el fin de prevenir y controlar la proliferación de microorganismos de interés en los alimentos y así lograr extender su vida útil. Dentro de las barreras conocidas, tenemos diferentes antimicrobianos que han sido usados en alimentos exitosamente (Mahendra *et al.* 2016). Actualmente, tomando en cuenta las demandas de la población, las tendencias buscan la incorporación de ingredientes y antimicrobianos de origen natural. La mayoría de estos compuestos provienen de fuentes vegetales, como orégano, vainilla, ajo, extracto de canela, pimienta negra, entre otros (Rodriguez 2011) así como también antimicrobianos provenientes de microorganismo como bacterias y hongos (Marcén, 2000. Estos antimicrobianos pueden tener acción bacteriostática/fungistática y/o bactericida/fungicida (Rodríguez 2011). La nisina es un antimicrobiano natural y dentro de las bacteriocinas, es la única que puede utilizarse en alimentos como sustancia pura permitida. Este antimicrobiano es un péptido bioactivo sintetizado por cepas de *Lactococcus lactis* spp. (Alcivia y Espinoza 2018). La nisina ha sido utilizado y evaluado con éxito en la formulación de diferentes productos tipo gel-emulsificado y tipo salchicha elaborados en el CIAD (Villarreal 2006; López 2013; Bañales 2019). La nisina demostró ser un excelente conservador para prolongar la vida útil de productos de origen pesquero.

Otra herramienta que la industria alimenticia utiliza para prolongar la vida útil de un alimento, protegerlo de la contaminación y además darle imagen, es el empaque. Existen diversas formas, características y aleaciones en las que se empaican productos embutidos, estos dependen de factores como el tamaño del producto, tiempo de consumo estimado, condiciones fisicoquímicas del producto como tal, temperatura de almacenamiento, etc. Las salchichas se suelen empaicar en bolsas de polietileno de alta densidad que resisten el vacío. El vacío en las salchichas busca evitar y/o controlar el crecimiento de organismos deterioradores, preservar las características organolépticas del producto y alargar la vida útil (Envapack 2015).

Por otra parte, las condiciones de almacenamiento también juegan un papel importante en la preservación y vida útil de los alimentos. El almacenamiento de los embutidos o productos tipo salchicha varían dependiendo de las características del producto, por ejemplo, los productos ahumados y secos, suelen almacenarse sin refrigeración, al aire libre, en zonas frescas y protegidos del sol. Los productos pre-cocidos y de humedad intermedia como la mayoría de las salchichas comerciales, se almacenan a temperaturas de refrigeración (0 – 4 °C). Las bajas temperaturas retardan la actividad de las enzimas y el crecimiento microbiano. A muy baja temperatura, como la congelación, este proceso es virtualmente detenido. La oxidación lipídica es retardada a bajas temperaturas y puede ser prevenida por el empaque del producto en materiales que tienen baja permeabilidad al oxígeno (Jimenez *et al.* 1989). Sin embargo, las salchichas o productos afines normalmente no se colocan a temperaturas de congelación (-18 °C) porque se pueden formar cristales de hielo que pudieran dañar la emulsificación y estructura del alimento. Por lo que la refrigeración es la mejor opción, ayudando a controlar la proliferación de microorganismos, mantiene la estructura de la salchicha y permite alargar la vida útil del producto (USDA 2015; Archer 2004).

Los productos de origen pesquero son considerados perecederos, debido a que tienen un alto contenido de agua y proteína, traduciéndose en ser altamente sensibles al deterioro, desnaturalización de sus componentes por acción de enzimas y microorganismos, perdiendo valor nutricional, aptitud para consumo y por ende reduciendo su vida útil. La vida útil de un producto se define como el tiempo luego de su elaboración en que un alimento todavía puede ser viable para su consumo antes que supere alguno de los límites establecidos por normativas nacionales e internacionales. La vida útil puede ser medida utilizando diferentes técnicas o parámetros, como por ejemplo parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. El conocimiento de la vida útil de un alimento es importante para su comercialización, cambios de proceso, nuevos ingredientes, etc. (FAO y OMS 2012).

El éxito de la calidad e inocuidad de los productos tipo salchicha conlleva la implementación de herramientas de calidad. Estas herramientas son importantes para el correcto manejo, proceso y almacenamiento de los productos alimenticios durante la cadena de producción. Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y planes de saneamiento entre otros nos ayudan en gran medida a estandarizar y sistematizar el sistema de producción, reducir el riesgo de contaminación y favorecer la inocuidad del producto como tal (Reyes 2015).

Tomando en cuenta la información mencionada, el siguiente estudio propone la evaluación de la vida útil de un producto marino elaborado a partir de calamar y camarón tipo embutido, almacenado en refrigeración, con la adición de un antimicrobiano natural. Los objetivos para este estudio fueron los siguientes:

- Evaluar la vida útil de un producto tipo salchicha elaborado a partir de calamar y camarón, con la adición de un antimicrobiano natural empacado al vacío y almacenado en refrigeración.
- Elaborar un producto tipo salchicha a partir de calamar y camarón empacado al vacío y almacenado en refrigeración.
- Evaluar la vida útil fisicoquímica y microbiológica del producto salchicha de calamar-camarón durante su almacenamiento en refrigeración.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se elaboró y evaluó en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), en la planta piloto, el Laboratorio de Bioquímica y Calidad de Productos Pesqueros y Laboratorio de Microbiología de la Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal, localizado en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. El análisis estadístico se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano del departamento de Agroindustria Alimentaria, localizado en Francisco Morazán, Honduras.

Proceso y elaboración

El proceso de elaboración de la salchicha se realizó de forma ordenada y siguiendo medidas de higiene y seguridad. Llevando a cabo una sanitización y desinfección de las áreas de trabajo para evitar una contaminación en el proceso. Se estipuló el siguiente flujo de proceso (Figura 1).

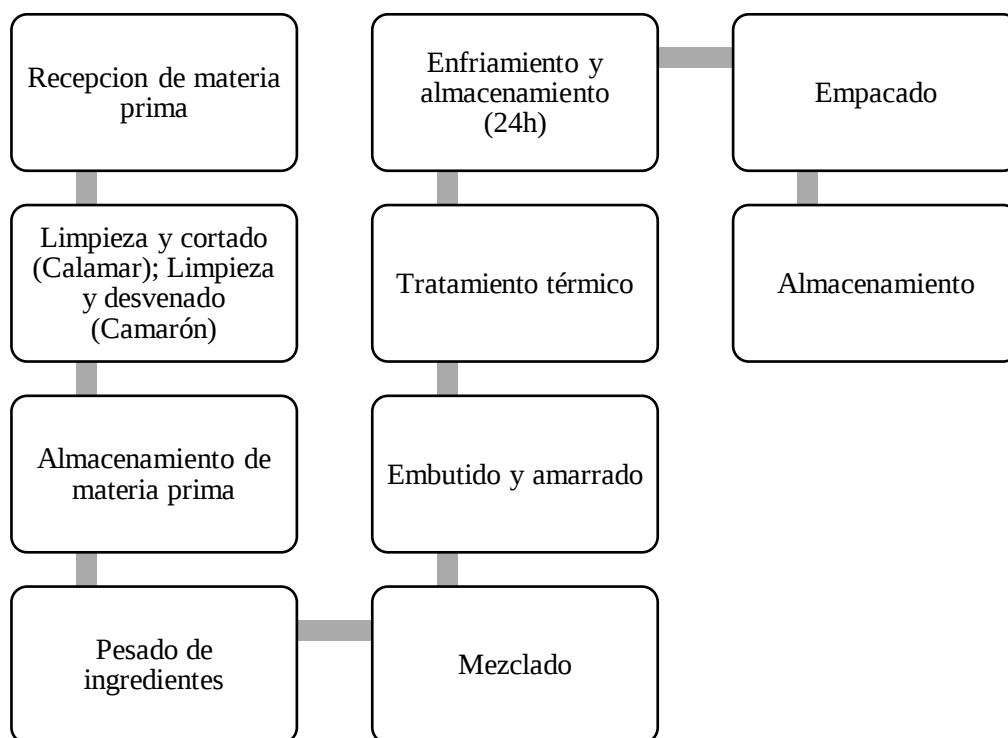


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de salchicha de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Materia prima. El calamar y el camarón fueron obtenidos de un mercado local y almacenado en congelación. Un día antes de procesar ambas especies se sacaron del congelador y se dejaron en refrigeración para descongelarlos.

Limpieza y procesado. El calamar gigante se limpió (retirando la piel externa e interna), se enjuagó con agua purificada, se cortó en cuadros de 4 × 4 cm, se empaco en bolsas limpias con el gramaje requerido para el proceso y se mantuvo en refrigeración (4 °C). El camarón se descongeló, desvenó y se sumergió en una solución de agua con yodo (100 ppm) para lograr una desinfección. Luego fue escurrido y almacenado en bolsas individuales con el gramaje requerido para el proceso.

Pesado de ingredientes. Se pesó cada uno de los ingredientes por separado y se identificaron de forma numérica en bolsas plásticas, enumerando las bolsas y adicionando cada uno de ellos en la mezcla en el orden que se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Formulación porcentual, salchicha de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Ingredientes	Porcentaje
Camarón crudo (pelado y desvenado)	40.00
Calamar crudo	30.27
Hielo potable	17.00
Sal fina	1.00
Sal gruesa	0.15
Azúcar	0.50
Condimento	0.25
Fosfato	0.50
Aislado de soya	2.00
Fécula de papa	4.00
Aceite vegetal	4.00
Cebolla en polvo	0.16
Ajo en polvo	0.14
Antimicrobiano natural	0.03
TOTAL	100.00

Preparación de la pasta. Para la pasta se inició con el picando del músculo de calamar y tres cuartas partes del camarón, utilizando cortadora silenciosa (cutter) Kilia Vacu Autoc 30 (Kilia Co., Kiel, Alemania), el picado fue realizado durante 5 min para homogenizar la materia y dejarla lista para la adición de los ingredientes. Se seleccionó la opción de mezclado sin molienda en el equipo y bajo estas condiciones se realizó la adición de los ingredientes en forma secuencial según el orden estipulados en el Cuadro 1. Exceptuando el hielo, en este caso, se añadió la mitad al comienzo de la mezcla de ingredientes y la otra parte cerca de la finalización del mezclado. La mezcla fue realizada a alta velocidad para lograr una buena incorporación de los ingredientes y aditivos. El proceso de mezclado duró alrededor de 5 min, supervisando constantemente la temperatura de la pasta para que ésta no sobrepasara los 8 °C, a los 2.5 min el mezclado fue interrumpido para poder reincorporar la pasta dispersada en la tapa del cutter y agregar el resto del camarón (en opción de mezcla por unos minutos), una vez terminado el proceso la pasta se sacó del cutter para proceder al embutido.

Embutido. La pasta que se obtuvo se colocó en una Embutidora Dadaux PH13(13 lts, Conexión a 220V Monofásica), se embutió en fundas de celulosa calibre 23 mm. Se hizo un amarre con hilo de algodón en una Amarradora manual de salchicha (Vevor Modelo MY32A), estableciendo un tamaño de 10 a 12 cm de largo.

Tratamiento térmico. Este paso se realizó en un Horno Enviro Pak Micro-Pak Series Mp1000 (Enviro Pak, Clackamas, OR). Se colocaron los dos lotes al mismo tiempo y se sometieron a cocción bajo las condiciones detalladas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tiempo (min) y temperatura (°C) establecidos para el tratamiento térmico de la salchicha.

Etapa	Tiempo (min.)	Bulbo Seco (°C)	Bulbo Húmedo (°C)	Temp. Interna (°C)
Calentamiento	20	57	43	-
Precocción	20	74	66	-
Cocción	20	85	85	-
Pasteurización	10	74	74	72
Enfriado en horno	10	-	-	-

Enfriamiento. Al completarse el proceso térmico, las salchichas se sacaron del horno y se sumergieron en un baño de agua/hielo por 5 minutos dentro de una hielera, para reducir la temperatura interna (shock térmico) del producto al salir del horno y detener el tratamiento térmico (Figura 1).

Reposo y almacenamiento. Se colocaron las salchichas dentro de contenedores plástico, limpios y desinfectados, por separado y debidamente identificados. Se almacenaron a 4 °C por 24 horas.

Empacado. En este paso se retiró la funda de celulosa en las salchichas y se empacaron al vacío con una Empacadora/selladora (Smartvac Carnotex), en presentación de 3 y 4 salchichas por empaque. Se separaron los paquetes por lotes (1 y 2) y se colocaron en los contenedores plásticos con tapa, desinfectados y rotulados.

Almacenamiento. Ambos contenedores se colocaron dentro de la cámara de refrigeración a una temperatura de 4 ± 2 °C, en la cual se almacenaron para su posterior análisis (Figura 1).

Estudio de vida útil

Análisis fisicoquímico

Se seleccionaron dos paquetes al azar por muestreo y se realizaron ocho muestreos (días 1, 7, 14, 21, 27, 29, 30 y 35) durante un periodo de 35 días. Los análisis realizados fueron: pH, capacidad de retención de agua (CRA), actividad de agua (Aw), análisis de esfuerzo al corte y análisis de perfil de textura (ATP). Para el pH, CRA y Aw la muestra se homogenizo con las manos en una

bolsa plástica, haciendo alrededor de 40 compresión de la muestra sobre una mesa. Todas las muestras fueron pesadas en una balanza analítica AX205 (Mettler Toledo, máx. 220 g).

Análisis proximal. La muestra seleccionada para la evaluación de humedad y ceniza fue homogenizada a mano con mortero.

Humedad. Se colocaron 2 g de muestra húmeda en platos de aluminio previamente tarados por triplicado, en una balanza analítica AE200 (Mettler, máx. 200g) a temperatura constante a 103 °C, por medio del método de la estufa de convección de aire (AOAC 950.46) durante 24 horas. El producto obteniendo se manejó en un desecador, se pesó y es lo que se denomina como muestra seca. El porcentaje de humedad se determinó por medio de la Ecuación 1.

$$\% \text{ Humedad} = Wi - W \times 100 \quad [1]$$

Donde:

wi = Peso inicial.

wf = Peso final.

Ceniza. En este análisis se colocaron 5 g de muestra húmeda en crisoles a temperatura constante (por triplicado) a 550 °C dentro de la Mufla Furnance 600 (Thermolyne) por 24 horas. Por medio del método de determinación de cenizas de la AOAC (920.157). El porcentaje de ceniza se determinó por medio de la Ecuación 2.

$$\% \text{ Ceniza} = Wi - W \times 100 \quad [2]$$

Donde:

wi = Peso inicial.

wf = Peso final.

Grasa. En este método se pesó 1.5 g de la muestra seca por triplicado (siguiendo la misma metodología para humedad) en papel filtro. Se utilizó etanol para la extracción de grasas. Se determinó grasa por GoldFish, de acuerdo con el procedimiento de determinación de extracto etéreo de la AOAC 2000, (920.39). El porcentaje de grasa se determinó por medio de la Ecuación 3.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso vaso} + \text{Grasa}) - (\text{Peso vaso})}{(\text{Peso muestra})} \times 100 \quad [3]$$

Proteína. Se colocaron 0.2 g de muestra seca por triplicado en papel libre de nitrógeno el cual se digirió en parrillas (Labconco) con un matraz de digestión Kjeldahl con ácido sulfúricos (H₂SO₄) y se destiló la muestra con hidróxido de sodio (NaOH) al 40% en un destilador Rapid Destilation Unit (Labconco) y se tituló con ácido clorhídrico (HCl) al 0.01 N. Se hizo por medio de la determinación de proteína por Kjeldahl establecido por la AOAC (960.52). Se reportó como porcentaje de proteína en base húmeda, la cual se determinó por medio de la Ecuación 5, después de su conversión de base seca, la cual se determinó por medio de la Ecuación 4.

$$\% \text{PBS} = \frac{[(V4 - V5) \times N2 \times 14,007 \times 100 \times 6.25]}{W2 \times 1,000} \quad [4]$$

$$\%PBH = \frac{PHS \times (100 - \%H_2O)}{100} \quad [5]$$

Donde:

%PBS: Porcentaje de Proteína Base Seca.

%PBH: Porcentaje de Proteína Base Húmeda.

Análisis fisicoquímico

pH. Se realizó con un potenciómetro Orion 4 Star, pH.ISE benchtop (Thermo Electron Corporation). El cual se introdujo dentro de la matriz cárnica hasta lograr su medición por triplicado, de acuerdo con la técnica descrita por Woyewoda *et al.* (1986).

Aw. Esta medición se realizó por medio de lectura directa con un higrómetro (AquaLab 4TE). La muestra se colocó en recipientes con tapas de acuerdo con el proveedor del equipo para evitar pérdida de humedad.

Capacidad de Retención de Agua (CRA). Se realizó en una Centrifuga Beckman Modelo J2-21 (Beckman Instruments, Inc. Palo Alto CA) con rotor tipo JA-25.50. En la cual se colocaron 5 g de muestra en tubos de centrifuga previamente pesados y se centrifugo a 30,000 x g (15,749 rpm) durante 20 minutos a 4°C. De acuerdo con metodología de Cheng (1979). Los datos se expresaron de manera porcentual. El porcentaje de CRA se determinó por medio de la Ecuación 6.

$$\% \text{ CRA} = 1 - \frac{w_i - w_f}{w_i} \times 100 \quad [6]$$

Donde:

wi = Peso inicial.

wf = Peso final.

Evaluación de color. Se evaluó por medio de la técnica de colorimetría de triestímulo utilizando un colorímetro portátil Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Japón), en el espacio de color L* a* b*, también llamado CIELAB. Se midió el color de la parte externa utilizando las salchichas enteras al salir del empaque y se le tomó la lectura en seis puntos, en ambos extremos y en medio de la salchicha. Se realizó la medición interna del producto tomando las muestras previamente rebanadas mencionadas previamente (perfil de textura, esfuerzo al corte). En los cuales se obtuvieron valores de las coordenadas de cromaticidad de L* (Luminosidad) con escala que comprende con un rango de 0-100, a* (rojo-verde) con escala de -60 a 60 y b* (amarillo –azul) con escala de -60 a 60. Para posteriormente calcular los valores de croma por medio de la Ecuación 7, con un rango de 0 a 100 aunque pudiera llegar a 1000. El ángulo de matiz o tono (Hue angle) se determinó por medio de la Ecuación 8, con un rango de 0° a 360°. El índice de blancura se determinó por medio de la Ecuación 9, con un rango de 0 a 100.

$$\text{Croma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad [7]$$

$$\text{Tono} = \text{Arctan} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad [8]$$

$$\text{Índice de blancura} = 100 [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad [9]$$

Donde:

L* = luminosidad

a* = rojo-verde

b* = amarillo-azul

Arctan = Arco tangente

Perfil de textura. Tanto para el análisis de esfuerzo al corte como el análisis de perfil de textura (ATP), se utilizó un texturómetro TSM-Pro (Food Technology Corporation, Sterling, VA), con diferentes aditamentos para cada evaluación y una celda de 500 N. La muestra de salchicha para textura y color se dejó reposar por 45 minutos a temperatura ambiente dentro del empaque para evitar la pérdida de humedad del producto.

Esfuerzo al corte. Se utilizó un aditamento de navaja simple para realizar la prueba. Se cortaron las salchichas de 3 cm de largo aproximadamente y después se realizó un corte transversal por la mitad para dividirla en dos. Se realizó cuadruplicados de la muestra por lote, con una velocidad de cabezal de 1 mm/s y un desplazamiento de 30 mm para lograr el corte del producto, de acuerdo con el método de Bourne (1993), con algunas modificaciones. Se tomó la lectura del pico máximo (Fuerza máxima) que resulto del esfuerzo al corte del producto y que expresa la fuerza necesaria para lograr cortarlo a totalidad.

Análisis de perfil de textura (ATP). Para esta medición se utilizó un pistón de compresión, que tuviera aproximadamente el doble del diámetro de salchicha, que se cortaron en formas de cilindros de aproximadamente 1 × 1 cm. Se realizó una compresión doble al 75%, a una velocidad de 1 mm/s y con un tiempo de espera de 5 segundo entre cada compresión. De acuerdo con el método de Bourne (1993), con algunas modificaciones en la técnica por el tipo de producto analizado. Se evaluó específicamente la dureza, cohesividad, elasticidad y esfuerzo al corte de la salchicha a lo largo del tiempo. Los resultados se expresaron en forma porcentual (elasticidad y cohesividad) y gF (dureza y esfuerzo al corte). El porcentaje de elasticidad y cohesividad se determinó por medio de las Ecuación 10 y 11.

$$\% \text{ Elasticidad} = \frac{\text{Longitud } 2}{\text{Longitud } 1} \times 100 \quad [10]$$

$$\% \text{ Cohesividad} = \frac{\text{Area } 4}{\text{Area } 3} \times 100 \quad [11]$$

Análisis microbiológico

Se seleccionaron empaques intactos al azar para el análisis microbiológico siguiendo las recomendaciones de la legislación mexicana (NOM-242-SSA1-2009); (NOM-092-SSA1-1994) para productos pesqueros. Se evaluaron: Colifomes totales, Coliformes fecales, *E. coli*, *Vibrio* spp., *S. aureus*, mesofilos aerobios, psicrofilos aerobios, mohos y levaduras. Los microorganismos patógenos se realizaron al inicio y al final del estudio. Se realizaron 8 muestreos (días 1, 8, 15, 22, 26, 28, 30 y 35) por lote en un plazo de 35 días.

Una vez abierto el paquete y teniendo el mechero encendido, se tomó y peso asépticamente 25 g de la muestra en una bolsa estéril de muestreo microbiológico, se añadieron 225 mL de buffer fosfato para hacer la primera dilución 1/10. A partir de esta se realizaron 4 subsecuentes diluciones

decimales 1 en 9. A partir de cada dilución, se sembraron coliformes, mesófilos y psicrófilos aerobios, así como también *S. aureus*, hongos y levaduras.

Coliformes totales. Se realizó por medio de la técnica de número más probable (NMP/g), de donde de cada dilución se tomó asépticamente 1 mL para inocular cada tubo (3 por dilución) en caldo lauril sulfato, se incubaron a 35 ± 0.5 °C por 48 horas.

Coliformes fecales. A partir de los tubos que salieron positivos del método de coliformes totales se siembran con asa bacteriológica en tubos con caldo lactosa bilis verde brillante (LBVB) y se incubaron a 35.5 ± 0.2 °C por 48 horas. Otra batería similar se siembra y se incuba a 44.5 °C por 48h para *E. coli*. Se reporta como NMP/g.

***E. coli*.** Se realiza con la técnica de sembrado en placa, los tubos positivos de la prueba de coliformes fecales se siembran en agar Mc Conkey (EMB) y se incuba a 44.5 ± 0.2 °C por 48 horas. Se reporta ausencia o presencia.

***Vibrio* spp.** Se tomó y pesó asépticamente 25g de muestra en una bolsa estéril de microbiología y se le añadió 225 mL de agua peptonada alcalina (caldo de enriquecimiento para vibrios) y se incubo a $35-37$ °C por 24 horas. Luego de la incubación se realizó estriado en placa de agar tiosulfato citrato bilis sacarosa (TCBS). Se incubo de 35 a 37 °C por 24 horas. Después de determinar colonias presuntivas, se proseguiría con pruebas bioquímicas diferenciales. Se reporta ausencia o presencia.

***S. aureus*.** Se tomó 0.1 mL de cada dilución y se distribuyó uniformemente con palitos de golf estériles (spreaders), en placas de Baird-Parker y se incubo a 35 °C por 48 horas. Se reportan UFC/g.

Mesófilos aerobios y psicrófilos aerobios. Se tomó 1 mL de las diluciones en las cajas Petri y se vació agar cuenta estándar (PSA). La diferencia entre estos métodos es la temperatura y tiempo de incubación, para mesofilos es de 35 ± 2 °C por 48 ± 2 h y para psicrofilos es de 4 ± 2 °C por 7 a 10 días de incubación. Luego de la incubación se contaron las placas y se reportan UFC/g.

Mohos y levaduras. Esta técnica se realiza por vaciado en placa, se coloca 1 mL de cada dilución en cajas Petri y se vacía agar papa dextrosa (PDA) acidificado previamente con ácido tartárico al 10%. Se incuba a 25 ± 1 °C por 5 días. Los resultados se reportan como UFC/g.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño del experimento fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos repeticiones y medidas repetidas en el tiempo; diferentes días para cada parámetro estudiado. Los resultados fueron analizados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS® versión 9.4), con un Análisis de Varianza, ANDEVA y para la determinación de interacciones se utilizó LSMEANS (Separación de medias) en el modelo con una $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las salchichas constituyen una de las formas más antiguas de procesar alimentos, y han sobresalido por sus características nutricionales, sensoriales y funcionales.

Análisis proximal

La composición química de salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*) es presentada en el Cuadro 3, en forma de promedios y datos estadísticos correspondientes.

Cuadro 3. Composición proximal de la salchicha de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

	Análisis proximal (%)			
	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína
	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.	Media $\pm$ D.E.
	74.77 $\pm$ 0.60	2.26 $\pm$ 0.01	4.39 $\pm$ 0.13	13.55 $\pm$ 0.56
C.V. (%)	0.80	1.51	2.93	4.13

D.E.: Desviación Estándar

C.V. (%): Coeficiente de Variación

El contenido de humedad para la salchicha de calamar gigante y camarón en el presente estudio tuvo un promedio de 74.77% $\pm$ 0.60, siendo superiores al valor máximo (70%) establecido por la norma mexicana NMX-F-065 (1984) para productos tipo salchicha. Sin embargo, tomando en cuenta que la matriz en este caso es producto marino, la humedad es mayor. Resultados similares de humedad fueron reportados por Lopéz (2013) en un producto gel-emulsificado de calamar gigante, así como también para salchicha de pescado (Maheshwara *et al.* 2017). De esta forma, los valores de humedad del presente estudio se encuentran dentro de los valores observados para matrices afines y evidencian la vulnerabilidad de las salchichas al deterioro (Chavarrias 2012). Con el propósito de fortalecer las herramientas de protección para preservar la vida útil de la salchicha calamar-camarón, el presente estudio propuso la combinación de antimicrobiano natural, con empaque al vacío y temperatura de refrigeración.

El contenido de ceniza evaluado en las salchichas de calamar-camarón tuvieron un promedio de 2.26% $\pm$ 0.01. Estudios realizados por Lopéz (2013) presentaron valores similares (2.05 a 2.94%) para ceniza en salchichas de calamar. Estudios previos del contenido de ceniza del camarón de cultivo reportan valores de 1.6% (Palma 2015). De esta forma, al adicionar camarón en la formulación, la variación de la proporción de cenizas fue leve, pero si se incrementó (probablemente por la sumatoria de aportaciones calamar-camarón) en comparación de la salchicha que solo contiene calamar gigante. Es importante resaltar que en la ceniza se concentran los elementos esenciales provenientes de los alimentos, para el caso de camarón es importante el aporte de calcio y fósforo (Palma 2015). Para el caso del calamar es excelente fuente de calcio, hierro,

zinc, magnesio y potasio entre otros, así como también vitaminas del complejo B y E (Penelo 2018; Jinadasa 2014).

Para los valores de grasa en las salchichas de calamar-camarón se presentó un promedio de $4.39\% \pm 0.13$. Este resultado es inferior para lo establecido por la norma mexicana para productos tipos salchicha (30%), por lo que se considera un producto magro, bajo en grasa en comparación con otros embutidos tipo salchicha. Por otro lado, el valor de grasa del presente estudio refleja un mayor porcentaje de grasa en comparación a las salchichas (1.22 a 1.87%) compuesta solamente por calamar gigante (López 2013). La disparidad presente en los resultados puede deberse al aporte generado por el camarón *per se* y/o por una proporción mayor del ingrediente “aceite vegetal” en la formulación de la salchicha de calamar-camarón. Sin embargo, los datos en el presente estudio son similares a los datos reportados por Maheshwara y colaboradores (2017), para una salchicha a base de pescado (5.62%).

Los resultados de proteína ($13.55\% \pm 0.56$) obtenidos de la salchicha de calamar-camarón superan los límites mínimos (9.5%) según la norma mexicana sugerida para productos embutidos. Adicionalmente, estos datos de proteína se encuentran por encima a lo reportado (10.92%) para una salchicha a base de camarón cocido (Ortega 2014) y de calamar gigante con un rango de 8.7% a 10.42% (López 2013). Por lo que se asume que la mezcla entre calamar y camarón aporta un valor nutricional proteico mayor a la obtenida por una salchicha que solo contenga camarón o calamar gigante, haciendo de la mezcla calamar-camarón un producto más atractivo para las tendencias saludables del mercado (Bonvecchio *et al.* 2015).

Análisis fisicoquímico

La vida útil es un importante atributo de cualquier alimento, sea producto crudo, ingredientes o productos procesados como las salchichas. Este atributo se refiere al tiempo durante el cual la salchicha se mantendrá segura, preservando sus cualidades sensoriales, químicas como las mencionadas previamente, fisicoquímicas y microbiológicas (Phimolsiripol y Suppakul 2016)

Los resultados obtenidos para ciertos parámetros fisicoquímicos son presentados en el Cuadro 4 representando los promedios y datos estadísticos correspondientes a la evaluación CRA, pH y A_w de salchichas calamar-camarón.

Cuadro 4. Análisis fisicoquímico (CRA, pH y Aw) de salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

	Análisis fisicoquímico								C.V. (%)
	Día 0 Media ± D.E.	Día 7 Media ± D.E.	Día 14 Media ± D.E.	Día 21 Media ± D.E.	Día 27 Media ± D.E.	Día 29 Media ± D.E.	Día 30 Media ± D.E.	Día 35 Media ± D.E.	
CRA (%)	94.55 ± 2.87 ^A	82.52 ± 2.53 ^{BC}	79.66 ± 1.31 ^{CD}	78.81 ± 0.95 ^D	82.17 ± 2.52 ^{BCD}	83.38 ± 2.71 ^B	83.96 ± 2.59 ^B	85.26 ± 2.36 ^B	2.64
pH	6.79 ± 0.35 ^{ABC}	6.66 ± 0.26 ^C	6.68 ± 0.16 ^{BC}	7.11 ± 0.40 ^{ABC}	7.18 ± 0.36 ^{AB}	7.22 ± 0.39 ^A	7.16 ± 0.56 ^{ABC}	7.16 ± 0.17 ^{ABC}	4.73
Aw	0.968 ± 0.008 ^C	0.979 ± 0.002 ^{AB}	0.976 ± 0.005 ^{BC}	0.979 ± 0.006 ^{AB}	0.985 ± 0.004 ^A	0.980 ± 0.002 ^{AB}	0.981 ± 0.006 ^{AB}	0.978 ± 0.005 ^{AB}	0.48

Media con letras diferentes (A-D) en misma fila presentan diferencia estadística ($P < 0.05$).

D.E.: Desviación Estándar.

C.V. (%): Coeficiente de Variación.

CRA: Capacidad de Retención de Agua.

Aw: Actividad de agua.

Capacidad de Retención de Agua (CRA)

La CRA es un término frecuentemente utilizado en estudios de vida útil de alimentos, para describir la capacidad del músculo (calamar-camarón) para retener agua aun cuando ocurran cambios en el sistema. Es un parámetro muy utilizado en productos cárnicos y de la pesca porque está directamente relacionado con la jugosidad (Rengifo 2008). Los datos obtenidos para la CRA en el presente estudio tienen un comportamiento descendente hacia el día 21, alcanzando el valor más bajo (78.81%) y se vuelve a incrementar hacia el final del estudio (85.26%) día 35. Sin embargo, en líneas generales los valores de CRA del día 0 al día 35 disminuyeron significativamente ($P < 0.05$). Este descenso se puede explicar por el proceso progresivo de deterioro del producto y desnaturalización de las proteínas en la salchicha. Resultados similares de CRA fueron presentados para salchichas de tilapia (86%), y el mismo patrón de comportamiento de disminución del día 2 al 27 y un aumento al final del estudio (Hlepa y Vlasco 2012). Comportamiento similar se observó en producto embutido hamburguesa de calamar gigante (Bañales 2019), donde la CRA inició en 88%, para luego alcanza valores de 75% y llegar a 88% al final del estudio.

pH

El pH es otro parámetro de calidad que pudiera afectarse durante el proceso de deterioro de una salchicha. En el presente estudio, el pH aumento a través del tiempo ($P > 0.05$) entre el día 0 y el 35 (Cuadro 4). Sin embargo, si hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) dentro del estudio, entre el día 7 y 14 con el día 29. Comportamiento similar de pH fue reportado en salchicha de tilapia roja (Hlepa y Vlasco 2012). Con esta variación del pH, la carga neta de las proteínas se modifica y afecta directamente los puentes de hidrogeno de su estructura, lo que da lugar al proceso de desnaturalización (se abre la molécula). Con la desnaturalización de proteína se pierde la funcionalidad, como por ejemplo la retención de agua. Esto se evidenció con los valores de CRA (Cuadro 4) previamente presentados en este estudio. Adicionalmente estudios realizados por Özpolat y Patir (2015) presentaron un rango de valores que oscilan entre 6 y 7 de pH para una salchicha de tilapia. En todos estos casos son productos cuyo pH se acercan a la neutralidad y por ende son vulnerables al crecimiento microbiano (Linton 1996).

Actividad de agua (Aw)

La Aw es un parámetro que en conjunto al pH y CRA proporcionan información importante para determinar la vida útil de la salchicha. La Aw presentó un comportamiento ascendente con valores que comenzaron con 0.968 en el día 0 hasta 0.978 para el día 35, siendo significativos ($P < 0.05$). Estos datos son similares (0.97 a 0.98) a los reportados por Bañales (2019) en hamburguesas de calamar. Mientras que Özpolat y Patir (2015) reporta un rango de Aw que va de 0.93 a 0.95, los cuales son ligeramente más bajos a los reportados en el presente estudio. Sin embargo, valores superiores a 0.9 Aw hace que los productos sean óptimos para el desarrollo de microorganismos (deterioradores y patógenos) e incluso producción de toxinas (Hlepa y Vlasco 2012). Tomando en cuenta la vulnerabilidad de las salchichas de calamar-camarón y los riesgos microbiológicos, el presente estudio consideró el uso de tecnología de barrera, con la combinación de buenas prácticas de manufactura en el procesamiento de salchicha de calamar-camarón, temperatura de refrigeración, empaque al vacío y antimicrobiano natural (nisina).

Análisis de color. El color es una característica importante de valoración física y de calidad de cualquier alimento. Los alimentos tanto en su forma natural, como procesada tienen un color

característico. El color de las salchichas de calamar-camarón, basados en los parámetros L^* , a^* y b^* (coordenadas rectangulares) se ubican en el primer cuadrante de la esfera de color, sugiriendo un tono rosa claro como resultado del blanco proveniente del músculo de calamar y el rosa-coral del músculo o parte comestible del camarón (Rettig y Hen 2014). En el presente estudio, los parámetros de color evaluados y calculados se presentan en los Cuadros 5 y 6, donde se muestran los promedios y desviación estándar correspondientes al análisis de color a través del tiempo, de las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*). Considerando que la salchicha calamar-camarón no es homogénea por ser una mezcla entre dos matrices de diferente color y textura (pasta de calamar con camarón en trozos), consecuentemente se explica la razón en la variabilidad significancia ($P < 0.05$) en los tonos (rojo-verde) a^* (Cuadro 5) y por ende en los resultados de los índices (Cuadro 6) calculados (croma, tono e índice de blancura), mientras que los parámetros L^* (luminosidad) y b^* (amarillo-azul) se mantuvieron estables a lo largo del estudio ($P > 0.05$). El parámetro a^* presentó valores positivos con un rango de 2.41 ± 0.49 a 3.38 ± 0.70 y con una variación pequeña pero significativa a través del tiempo. Lo que se traduce en un color “rosa claro” que no cambió “a simple vista”, pero si hubo un cambio estadísticamente durante el tiempo de almacenamiento de la salchicha.

Cuadro 5. Análisis de color (L*, a* y b*) de salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Análisis de color									
	Día 0 Media ± D.E.	Día 7 Media ± D.E.	Día 14 Media ± D.E.	Día 21 Media ± D.E.	Día 27 Media ± D.E.	Día 29 Media ± D.E.	Día 30 Media ± D.E.	Día 35 Media ± D.E.	C.V. (%)
L*	79.24 ± 1.30 ^A	80.53 ± 1.43 ^A	80.60 ± 1.06 ^A	79.97 ± 1.13 ^A	79.94 ± 1.19 ^A	80.10 ± 1.43 ^A	80.42 ± 1.53 ^A	79.34 ± 2.36 ^A	1.79
a*	2.41 ± 0.49 ^B	2.42 ± 0.52 ^B	2.79 ± 0.58 ^{AB}	3.05 ± 0.71 ^{AB}	2.88 ± 0.33 ^{AB}	3.15 ± 0.70 ^A	2.85 ± 0.28 ^{AB}	3.38 ± 0.70 ^A	18.77
b*	15.19 ± 1.53 ^A	15.26 ± 1.50 ^A	14.57 ± 1.21 ^A	15.10 ± 1.14 ^A	14.60 ± 0.89 ^A	14.78 ± 1.09 ^A	15.04 ± 1.44 ^A	15.52 ± 0.63 ^A	7.86

Media con letras diferentes (A-B) en misma fila presentan diferencia estadística (P < 0.05).

D.E.: Desviación Estándar.

C.V. (%): Coeficiente de Variación.

L: Luminosidad (0 a 100)

a*: rojo-verde (-60 a 60)

b*: amarillo-azul (-60 a 60).

Cuadro 6. Análisis de color (Croma externo e interno, tono externo e interno e índice de blancura externo e interno) de salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

	Análisis de color								C.V. (%)
	Día 0 Media ± D.E.	Día 7 Media ± D.E.	Día 14 Media ± D.E.	Día 21 Media ± D.E.	Día 27 Media ± D.E.	Día 29 Media ± D.E.	Día 30 Media ± D.E.	Día 35 Media ± D.E.	
Croma-Ex	15.63 ± 1.09 ^{AB}	15.45 ± 1.55 ^{AB}	14.85 ± 1.20 ^B	15.41 ± 1.21 ^{AB}	14.88 ± 0.86 ^B	15.12 ± 1.10 ^{AB}	15.31 ± 1.44 ^{AB}	15.90 ± 0.68 ^A	7.45
Croma-In	11.73 ± 0.93 ^B	12.19 ± 0.70 ^{AB}	12.18 ± 0.67 ^{AB}	13.01 ± 1.35 ^A	12.90 ± 0.95 ^A	12.97 ± 1.41 ^A	12.90 ± 0.98 ^A	13.13 ± 0.68 ^A	7.32
Tono-Ex	81.01 ± 1.45 ^A	81.04 ± 1.35 ^A	79.10 ± 2.39 ^{AB}	78.63 ± 2.13 ^B	78.78 ± 1.55 ^{AB}	77.98 ± 2.55 ^B	79.21 ± 1.80 ^{AB}	77.75 ± 2.30 ^B	2.36
Tono-In	79.38 ± 2.37 ^A	78.19 ± 4.82 ^A	79.86 ± 2.27 ^A	77.85 ± 4.25 ^A	78.59 ± 1.81 ^A	76.75 ± 3.24 ^A	77.40 ± 3.86 ^A	76.24 ± 3.13 ^A	4.13
IB-Ex	74.13 ± 1.56 ^B	75.12 ± 1.79 ^{AB}	75.55 ± 1.14 ^A	74.72 ± 1.54 ^{AB}	75.00 ± 1.09 ^{AB}	74.98 ± 1.37 ^{AB}	75.13 ± 1.93 ^{AB}	73.90 ± 2.04 ^B	2.08
IB-In	76.98 ± 0.99 ^A	76.42 ± 1.73 ^A	76.89 ± 1.24 ^A	75.64 ± 1.78 ^A	75.96 ± 1.68 ^A	75.94 ± 1.75 ^A	76.11 ± 1.88 ^A	76.13 ± 0.91 ^A	1.96

Media con letras diferentes (A-B) en misma fila presentan diferencia estadística ($P < 0.05$).

D.E.: Desviación Estándar.

C.V. (%): Coeficiente de Variación.

Ex: Externo.

In: Interno.

Croma (0 a 1000)

Tono: (0° a 360°)

IB: Índice de blancura (0 a 100).

Utilizando los valores obtenidos de color L^* , a^* y b^* del Cuadro 5, podemos calcular los parámetros cilíndricos del espacio de color (Croma, Tono e Índice de Blancura). Dentro de la evaluación del color, el croma se relaciona a la intensidad del color, el croma externo en el presente estudio no vario mientras que el croma interno se incrementó significativamente ($P < 0.05$) con un valor máximo de 13.13 al día 35. Para el parámetro de tono lo cual está relacionado con la pureza del color, los valores descendieron tanto para el tono externo ($P < 0.05$) como el interno, sin embargo, este último no fue significativo ($P > 0.05$).

Estudios previos sugieren que el índice de blancura es un parámetro de calidad en pescado y productos derivados de la pesca (Fuentes *et al.* 2009). En el presente estudio el índice de blancura interno y externo de la salchicha de calamar-camarón tuvo un comportamiento estable a lo largo del estudio (día 0 al 35) sin diferencia significativa ($P > 0.05$). Sin embargo, se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el día 14 para el índice de blancura externo.

Estudios por Bañales (2019) en hamburguesa de calamar, reporto valores similares para los parámetros L^* y b^* (positivos y en el primer cuadrante) y, descensos significativos en índice de blancura durante el estudio. Por lo que se asume que la adición de camarón en la salchicha favoreció a la estabilidad en el índice de blancura externa del producto y que la mezcla de calamar y camarón afecta la estabilidad del tono del producto, pero no la del croma. López (2013), reporto como valores altos de croma interno (77.37) y croma externo (77.57) para salchicha de calamar, comparados a los valores de la salchicha de calamar-camarón. Esta variación en el croma, se puede explicar por la presencia de camarón en la formulación en comparación a la salchicha de puro calamar.

Textura

La textura es un parámetro de calidad importante en embutidos tipo salchicha, que se puede ver afectado durante su almacenamiento (FAO 2014). Los resultados presentados en el Cuadro 7 representan los promedios y datos estadísticos correspondientes al análisis de perfil de textura (ATP) a través del tiempo, de las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Cuadro 7. Análisis de textura (Cohesividad, elasticidad, dureza y esfuerzo al corte) de salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

	Análisis de textura								C.V. (%)
	Día 0 Media ± D.E.	Día 7 Media ± D.E.	Día 14 Media ± D.E.	Día 21 Media ± D.E.	Día 27 Media ± D.E.	Día 29 Media ± D.E.	Día 30 Media ± D.E.	Día 35 Media ± D.E.	
Elasticidad (%)	81.46 ± 2.71 ^B	88.29 ± 5.33 ^A	72.65 ± 2.32 ^D	78.53 ± 7.29 ^C	84.94 ± 1.56 ^{AB}	80.17 ± 5.96 ^{BC}	84.74 ± 0.92 ^A	89.18 ± 2.49 ^A	4.37
Cohesividad (%)	30.86 ± 4.72 ^C	37.21 ± 4.91 ^B	33.07 ± 4.72 ^{BC}	36.72 ± 4.98 ^B	43.32 ± 5.22 ^A	36.34 ± 3.53 ^B	45.81 ± 3.01 ^A	46.38 ± 3.79 ^A	11.61
Dureza (gF)	5653.50 ± 477.78 ^B	6598.17 ± 1997.33 ^B	7829.83 ± 1322.31 ^A	7862.17 ± 1202.38 ^A	8696.25 ± 1344.28 ^A	8799.92 ± 1504.76 ^A	8074.67 ± 515.86 ^A	8097.08 ± 822.84 ^A	15.00
EC (gF)	850.38 ± 189.01 ^A	900.00 ± 135.00 ^A	932.25 ± 137.77 ^A	922.88 ± 156.56 ^A	1008.00 ± 151.57 ^A	1039.25 ± 147.17 ^A	930.5 ± 96.38 ^A	996.13 ± 167.40 ^A	15.67

Media con letras diferentes (A-D) en misma fila presentan diferencia estadística ($P < 0.05$).

D.E.: Desviación Estándar.

C.V. (%): Coeficiente de Variación.

gF: Gramos fuerza.

EC: Esfuerzo al Corte.

Elasticidad

Como parte del perfil de textura el parámetro de elasticidad se define como la capacidad de un cuerpo para recuperar su forma después de que se le aplique una fuerza. La elasticidad del presente estudio tuvo un comportamiento ascendente significativo ($P < 0.05$). El valor más bajo significativo ($P < 0.05$) de elasticidad se presentó el día 14 (72.65%). Resultados similares fueron reportados por López (2013) para una salchicha de calamar (77.42%). Otros estudios en salchicha de calamar con fibra añadida presentaron valores inferiores (50%) para elasticidad. Esto se puede relacionar a la disminución en la CRA (Cuadro 4), ya que a medida que se desnaturalizan las proteínas, se libera agua y se reduce la elasticidad del producto (Ledesma 2010).

Estudios reportados por Bañales (2019) en una hamburguesa de calamar presentaron un comportamiento contrario a los valores observados en el Cuadro 7. La incorporación de camarón en la salchicha puede favorecer a la estabilidad del parámetro de elasticidad en el producto de calamar-camarón a través del tiempo.

Cohesividad

La cohesividad indica la unión de partículas, que determina la deformación que soporta un producto antes de romperse. En el presente estudio, a medida que aumentaban los días la salchicha calamar-camarón se iba haciendo más cohesivo. Esta presentó variabilidad significativa en sus datos con un rango que fue de 30.86% (día 0) a 46.38% (día 35) de cohesividad ($P < 0.05$). Cambios de cohesividad significativos se observaron en el día 7, 14 y 21 al día 30 y 35, teniendo un promedio de 46.38 ± 3.79 en el día 35 y siendo este el valor de cohesividad más alto. López (2013), presentó valores mayores (32.55 a 52.55%) para un gel emulsificado de calamar gigante. Por lo que se asume que al adicionar camarón en la formulación se obtiene una menor cohesividad, a comparación de solo tener calamar en la formulación. Ledesma (2010) obtuvo valores aproximados de 36% de cohesividad para una salchicha de calamar gigante, pero en este estudio se le adicionó fibra para reducir la cohesividad, adicionalmente presentó valores en un rango promedio de 29.1 a 45.8% entre tratamientos, que son similares a los observados en el estudio sin la adición de fibra (Cuadro 7).

Dureza

La dureza es el atributo de textura mecánico más importante que determina la calidad de un producto alimenticio aunado al sabor y apariencia (Ortiz 2017). Este parámetro se puede definir como la fuerza necesaria para deformar un producto a una distancia dada. Este efecto es similar al comprimir un alimento entre los molares, para cortarlo con los incisivos, o para comprimirlo entre la lengua y el paladar. Términos que definen la dureza de un producto están relacionados con: Blando – Firme y Duro. La dureza de la salchicha calamar-camarón se incrementó significativamente (5653.5 gF a 8097.08 gF) durante tiempo de almacenamiento ($P < 0.05$). Este comportamiento se evidenció en 2 etapas el día 0 y 7 fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) con respecto a los demás días del estudio. Ya que no se presenta diferencia estadística ($P > 0.05$) para los días 14, 21, 27, 29 30 y 35. Ledesma (2010), reportó datos más bajos de dureza con un rango de 1060 a 1900 gF en producto gel emulsificador de calamar gigante. López (2013), reportó valores para dureza de 980 gF/g a 2850 gF/g, se sugiere que la adición de camarón en la formulación de salchicha endurece el producto. Similar a los autores antes mencionados, el incremento en el parámetro de dureza se le atribuyen a la disminución de la humedad del producto

(se evidenció sinéresis o purga en los paquetes a través del tiempo) y es directamente proporcional a la disminución de CRA.

Esfuerzo al corte (EC)

Para el parámetro de EC no se presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) a través del tiempo desde el día 0 hasta el 35 del estudio. Presentando un rango por día que va de 850.38 gF a 1039.25 gF, teniendo un comportamiento similar al presentado por el parámetro de dureza. Bañales (2019), tampoco reportó una diferencia estadística ($P > 0.05$) para sus datos de esfuerzo al corte en hamburguesa de calamar gigante.

Análisis microbiológico

Dentro de los parámetros de medición de vida útil, los microbiológicos tienen una gran importancia, tomando en cuenta que determinan la inocuidad del producto o la agrupación de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud del consumidor (Tafur 2009). Los resultados obtenidos, presentados en el Cuadro 8. representan los promedios y datos estadísticos correspondientes al análisis microbiológico (mesófilos aerobios, psicrófilos aerobios, *E. coli*, *Vibrio* spp., *S. aureus*, coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levadura) a través del tiempo, de las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Cuadro 8. Mesófilos y psicrófilos aerobios, realizado a las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

	Mesófilos y Psicrófilos (log10 UFC/g)							C.V. (%)
	Día 0 Media ± D.E.	Día 6 Media ± D.E.	Día 15 Media ± D.E.	Día 22 Media ± D.E.	Día 28 Media ± D.E.	Día 30 Media ± D.E.	Día 32 Media ± D.E.	
Mesófilos	0 ^A	0 ^A	0 ^A	0 ^A	0 ^A	0 ^A	2.13 ± 2.46 ^A	115.50
Psicrófilos	0 ^B	0 ^B	2.25 ± 2.60 ^{AB}	2.70 ± 3.12 ^{AB}	5.93 ± 0.19 ^A	5.97 ± 0.19 ^A	3.12 ± 3.60 ^{AB}	70.58

Media con letras diferentes (A-B) en misma fila presentan diferencia estadística (P < 0.05).

D.E.: Desviación Estándar.

C.V. (%): Coeficiente de Variación.

UFC/g: Unidades formadoras de colonia por

El análisis microbiológico para mesófilos y psicrófilos aerobios, representa una perspectiva global del contenido de microorganismos viables en la salchicha de calamar-camarón bajo 2 condiciones de temperatura de crecimiento. Los resultados de mesófilos aerobios se mantuvieron estable durante los 32 días de almacenamiento, no se superó el límite máximo permitido de 100,000 UFC/g (5 log/g) según lo estipulado en la NOM-122-SSA1 (1994). El crecimiento de mesófilos se evidenció al final del estudio (Cuadro 8), obteniendo un promedio de 2.13 ± 2.46 log/g para el día 32.

Este comportamiento puede atribuirse a la presencia de nisina, la cual, según estudios previos demostró que *per se* o en combinación con otros antimicrobianos naturales y/o barrera ser exitosa (Mahendra *et al.* 2016). López (2013) reportó valores de mesófilos superiores (4 Log/g) a los 32 días de almacenamiento, en salchichas de calamar con nisina, probablemente relacionado con la proporción utilizada de nisina en la formulación, Mientras que los psicrófilos presentaron un comportamiento diferente en cada lote procesado (2 lotes), evidenciándose en desviaciones estándar elevadas (día 15 y 22).

Este grupo de microorganismo presentaron un crecimiento temprano desde el día 15 del estudio, cuyos valores superaron los límites máximos permitidos entre el día 15 y 22 según la NOM-122-SSA1 (1994), con un promedio de 2.70 ± 3.12 log/g para el día 22. Estudios en salchicha de calamar con nisina presentaron el inicio del crecimiento de psicrófilos a los 15 días y progresivamente alcanzaron el límite sugerido por la norma a los 35 días de almacenamiento (López, 2013). El incremento de psicrófilos podría atribuirse a que la nisina no se encontraba en suficiente proporción en la formulación, para contrarrestar el crecimiento de psicrófilos como sucedió en las salchichas de calamar camarón.

Por otro lado, la combinación de matrices en el presente estudio (calamar-camarón) pudiese influir en la efectividad de la nisina frente a este tipo de bacterias. Paralelamente al crecimiento de psicrófilos y como parte de los cambios de importancia de calidad de las salchichas, se observó sinéresis (purga) o agua visible en el paquete intacto, previo a ser abierto para su evaluación, probablemente asociado a la acción de los microorganismos deterioradores y a la desnaturalización de proteínas, efecto que se evidenció en los valores de CRA (Cuadro 4). Si se toma en cuenta el valor de psicrófilos por lote de producción, se estima que la vida útil de la salchicha de calamar gigante y camarón es de al menos 15 días, ya que entre el día 15 y 22 se supera el límite máximo permitidos por la legislatura (5 log/g).

Seguidamente en el Cuadro 9 se presentan los resultados correspondientes al análisis microbiológico de organismos de interés. Como lo son los patógenos (*E. coli*, *Vibrio* spp., *S. aureus*), indicadores de higiene (coliformes totales, coliformes fecales) y los organismos del deterioro (mohos y levadura). Durante el almacenamiento de las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Cuadro 9. Patógenos y microorganismos deterioradores de las salchichas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Patógenos, indicadores de higiene y deterioradores						
<i>E. coli</i> NMP/g	<i>Vibrio</i> spp.	<i>S. aureus</i> UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Coliformes fecales NMP/g	Mohos UFC/g	Levaduras UFC/g
< 3	Ausente	< 10	< 3	< 3	< 10	< 10

UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.

NMP/g: Numero Más Probable por gramo de muestra.

Los alimentos listos para el consumo como las salchichas deben cumplir con las recomendaciones de inocuidad sugeridas por la legislatura y estar exentos de ciertos microorganismos patogénicos que determinan la seguridad del producto como tal. En el Cuadros 9 se evidencia que las salchichas de calamar-camarón cumplen con los requerimientos (NOM-122-SSA1-1994) para embutido tipo salchicha o productos afines de origen pesquero, presentando un comportamiento adecuado en lo que respecta a microorganismos patógenos (*E. coli.*, *Vibrio* spp. y *S. aureus*), indicadores de higiene como son los coliformes totales, coliformes fecales, y organismos deterioradores como mohos y levaduras. Previos estudios reportaron resultados similares en productos gel emulsificado de calamar.

La vida útil de salchichas de calamar-camarón con antimicrobiano natural, empaque al vacío y almacenadas en refrigeración presentaron una vida útil de al menos 15 días, siendo el crecimiento de psicrofílos el factor determinante y de corte en la vida útil de este producto. Desde el punto de vista fisicoquímico, aunque no se han reportado resultados con productos similares a las salchichas de calamar-camarón, este estudio tuvo un comportamiento comparable al de salchichas de tilapia roja, las cuales presentaron una vida útil fisicoquímica de 30 días, se desconoce el perfil microbiológico (Hlepa y Vlasco 2012).

Por otro lado, reportes de la FAO (2014) de salchichas tipo Viena elaboradas con otras matrices cárnicas (no pesqueras) estiman una vida útil de 8 días bajo condiciones de refrigeración, lo cual está muy por debajo de los resultados obtenidos en el presente estudio. De esta forma las salchichas de calamar-camarón con antimicrobiano natural, empacadas al vacío y en condiciones de refrigeración son una opción novedosa, con excelente contenido nutricional, de calidad y vida útil de al menos 15 días.

4. CONCLUSIONES

- Se elaboró el producto tipo salchicha de calamar gigante y camarón con antimicrobiano natural, empacada al vacío y con una vida útil de al menos 15 días en refrigeración.
- Dentro de los parámetros microbiológicos, los psicrófilos aerobios fueron el punto de corte de la vida útil del producto tipo salchicha.
- Este producto novedoso, magro y rico en proteína tiene un contenido nutricional excelente, además, cumple con las tendencias del consumidor actual al incluir un conservador natural.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar más de dos lotes de productos en estudios similares, con el fin de reducir la incertidumbre en análisis microbiológicos (Psicrófilos aerobios).
- Aumentar la proporción de la nisina en la formulación como antimicrobiano natural para observar si aumenta la vida útil del producto
- Replicar este producto en Honduras para el aprovechamiento de camarón de talla pequeña en combinación con especies subutilizadas en el país.
- Realizar un análisis sensorial y costos para determinar la factibilidad de realizar este producto en Honduras.

6. LITERATURA CITADA

- Alcivia, G. Espinoza, A. 2018. Características microbiológicas y organolépticas del salami aplicando nisina como conservante natural. Manabí: Agroindustrias, Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí. 66 p. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/889/1/TTAI8.pdf>.
- Andújar, G. Guerra, A. Santos, R. 2000. La utilización de extensores cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/pdf/extensor.pdf.
- Archer. 2004. Freezing: an underutilized food safety technology?. International Journal of Food Microbiology. 90(2). 127-138 p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160503002150?via%3Dihub>
- Bañales R. 2019. Evaluación de la vida útil de hamburguesas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) usando tecnología de barreras. Michoacán, México: Departamento de ingeniería química y bioquímica ingeniería bioquímica, Tecnológico Nacional de México. 145 p.
- Bonvecchio, A. Fernández, A. Perez, A. Rivera, J. 2015. Guías alimentarias y de actividad física. Academia Nacional de Medicina (ANM).
- Bourne. (1993) Texture measurements on finished baked goods. Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7256-9_6
- Calvo, C. Carransco, E. Salinas, C. Carrillo, S. 2016. Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas*. Órgano oficial de la sociedad latinoamericana de la nutrición. 66(1). <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/1222>.
- Chavarria, M. 2012. Por qué se deterioran los alimentos. Erioski, Consumer. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/por-que-se-deterioran-los-alimentos.html>
- Cheng, C. Hamann, D. Webb, N. 1979. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. J. Food Sci. (44):1087–1092.
- Envapack. 2015. El empaque al vacio. Revista Envapack Digital. News. <https://www.envapack.com/2015/01/221/#>
- FAO. 2005. Visión general del sector acuícola nacional. FAO. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_mexico/es.
- FAO. 2014. Fichas técnicas, procesados de canes. Prodar.
- FAO. OMS. 2012. Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros. 2(52). <http://www.fao.org/3/i2382s/i2382s.pdf>.
- Fuentes, E. Pérez, J. Sánchez, E. 2009. Óptica pura y aplicada. 1(42):9–21.
- Gobierno de la Rioja. 2009. Fosfatos en la industria cárnica. Gobierno de la Rioja. <https://www.larioja.org/innovacion/en/noticias/noticia-innovacion/fosfatos-industria-carnica>.
- Hinojosa, J. Intriago, M. 2012. Evaluación de dos fuentes de carbohidratos y de grasa vegetal en la elaboración de un embutido a base de carne de tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*). Francisco Morazán: EAP Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria. 32 p.

- Hlepa, J. Vlasco, V. 2012. Parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 10(1):42–50.
- IntraFish. 2019. México pronostica caída de 4% en producción de camarón en 2019. IntraFish media. <https://www.intrafish.com/news/mexico-forecasts-4-fall-in-shrimp-production-in-2019/2-1-597012>
- Jimenez, F. Carballo, J. 1989. Principios básicos de elaboración de embutidos. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. 4(89). https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_04.pdf.
- Jinadasa B. 2014. Concentration of trace metals in the squids (*Loligoduvauceli*, *sepioteuthislessoniana*) and cuttlefish (*Sepia latimanus*) from the north-western coast of sri lanka. Aquatic Science. 2(2).
- Ledesma L. 2010. Optimización de la formulación de un producto tipo gel-emulsificado a partir del músculo de calamar gigante (*Dosidicus gigas*): Efecto de una fibra cítrica sobre los parámetros de calidad y vida de anaquel. Sonora, México: Coordinación de tecnología de alimentos de origen animal, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. 201 p. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/858/1/LEDESMA-LOPEZ-L10.pdf>.
- Linton R. 1996. Food safety hazards in foodservice and food retail establishments. Food Safety. 2.
- López M. 2013. Optimización de formulación y extensión de vida de anaquel con antimicrobianos naturales de un producto gel-emulsificado de calamar gigante. Sonora, México: Coordinación de tecnología de alimentos de origen animal, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. 138 p. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/995/1/LOPEZ-PE%C3%91UELAS-VM13.pdf>.
- López J. 2011. Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. Rev. Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 8:491–494. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2743/2391>. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.iextra.17.
- Maheshwara, K. Jaya, B. Jagadish, T. 2017. Biochemical and shelf life study of quality of fish sausage in ambient and refrigerated storage. Biochem Cell Arch. 17(1). www.connectjournals.com/bca.
- Mahendra, R. Raksha, P. Swapnil, G. Gyo`rgy, K. 2016. Antimicrobial peptides as natural bio-preservative to enhance the shelf-life of food. J Food Sci Technol 53(9):3381–3394
- Marcén, J. 2000. Antimicrobianos naturales. Medicina naturalista. (2): 104-108.
- NMX-F-065; alimentos, salchichas, especificaciones, Normas Mexicanas, Dirección general de Normas. NMX (1984).
- NOM-092-SSA1; bienes y servicios, método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, Normas Mexicanas, dirección general de normas. NMX (1994). <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>
- NOM-122-SSA1; bienes y servicios, productos de la carne, productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos, especificaciones sanitarias, Normas Mexicanas,

- dirección general de normas. NMX (1994).
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/122ssa14.html>
- NOM-242-SSA1; Productos y servicios, productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados, especificaciones sanitarias y métodos de prueba, Normas Mexicanas, dirección general de normas. NMX (2009)
<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4295/salud2a/salud2a.htm>
- Ortega D. 2014. Elaboración y estudio de la variación del porcentaje de proteínas en salchichas de camarón crudo y cocido. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala. 70 p.
- Ortiz R. 2017. Análisis d textura en productos cárnicos. Trujillo, Perú: Universidad Nacional d Trujillo. 51 p.
- Özpolat, E. Patir, B. 2015. Determination of shelf life for sausages produced from some freshwater fish using two different smoking methods. Food Safety. 36(1):69–76. doi:10.1111/jfs.12214.
- Penelo, L. 2018. Calamar: propiedades, beneficios y valor nutricional. La vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180720/45965101817/calamares-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Phimolsiripol, Y. Suppakul, P. 2016. Techniques in shelf life evaluation of food products. ResearchGate. 1–8. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.03293-5.
- Raya, L. Noriega, E. Salinas, C. 2009. Análisis del consumo de calamar gigante en el noroeste de México. Región y sociedad. 21(46). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252009000300006. doi:10.22198/rys.2009.46.a480.
- Rengifo. 2008. Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y embutido. Peru: Universidad Agaria d la Selva. 76 p.
- Rettig, M. Hen, A. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Food and Technology Sscience. Chile. 42 (2): 57-66.
<http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v42n2/art07.pdf>
- Reyes, O. 2015. Buenas prácticas de manufactura de alimentos (BPM). INFOP. http://www.ccichonduras.org/website/Descargas/presentaciones/2015/04-Abril/BUENAS_PRACTICAS_DE_MANUFACTURAS_ALIMENTOS.pdf.
- Rodriguez, E. 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. Ra Ximhai. México. 7 (1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46116742014>
- Salinas, C. Bazziono, G. Camarillo, S. Rosas, R. Mejía, A. Ramos, J. 2015. El calamar gigante *Dosidicus gigas*. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/642/calamar.pdf>.
- Tafur, G. 2009. La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol. 22, núm. 3, pp. 330-338.
<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023525009.pdf>
- USDA. 2011. Los embutidos y la inocuidad de los alimentos. USDA. https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/54f45552-03cd-4528-a6ce-708fa85d99e9/Sausages___Food_Safety_SP.pdf?MOD=AJPERES.

- USDA. 2015. La refrigeración y la inocuidad de los alimentos. USDA. <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/informational/en-espanol/hojasinformativas/manejo-adecuado-de-alimentos/la-refrigeracion>
- Villarreal A. 2006. Evaluación de tres tratamientos post-pasteurización en salchichas tipo hot dog marca zamorano. Francisco Morazán: EAP Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria. 55 p.
- Woyewoda, A. Shaw, S. Ke, P. Burns, B. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canada: Technical University of Nova Scotia, Department of Fisheries and Oceans. 151 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de camarón (pelado, limpieza, desvenado y desinfección).



Anexo 2. Corte sagital del camarón para el desvenado.



Anexo 3. Extracción de vena en camarón.



Anexo 4. Rotulación y separación de ingredientes por lote de producción.



Anexo 5. Cúttter con vacío (Kilia Vacu Autoc 30)



Anexo 6. Incorporación de materia prima (Calamar gigante y camarón) en el cúttter.



Anexo 7. Pre mezcla de la materia prima.



Anexo 8. Embutidora Dadaux PH13 (13 lts, Conexión a 220V Monofásica)



Anexo 9. Proceso de embutido, colocación de funda de celulosa calibre 23 mm.



Anexo 10. Mezcla embutida en funda de celulosa calibre 23 mm.



Anexo 11. Amarradora manual de salchicha, con hilo de algodón (Vevor Modelo MY32A)



Anexo 12. Salchichas crudas en horno Enviro Pak Micro-Pak Series Mp1000 (Enviro Pak, Clackamas, OR)



Anexo 13. Rotulación de lotes dentro del horno Enviro Pak Micro-Pak Series Mp1000.



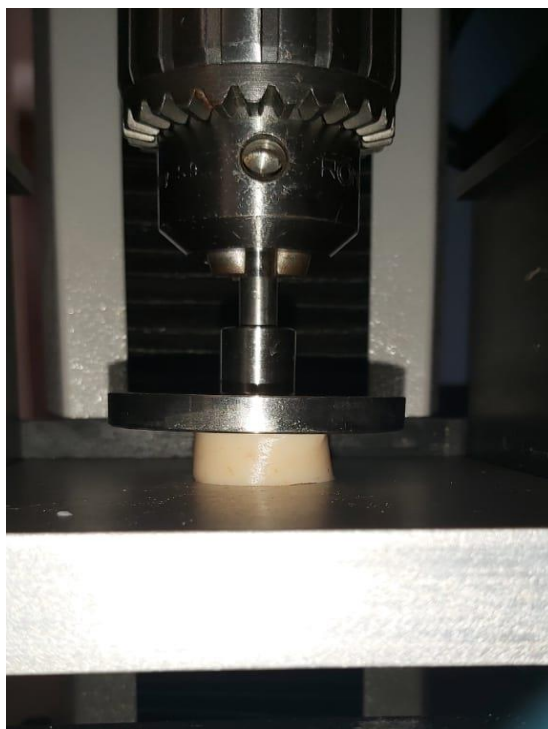
Anexo 14. Preparación de muestras para el análisis de compresión y color interno del producto.



Anexo 15. Preparación de muestras para el análisis de esfuerzo al corte.



Anexo 16. Análisis de compresión en texturómetro TSM-Pro (Food Techonology Corporation, Sterling, VA) con plato de compresión (75 mm) en celda de 500 N.



Anexo 17. Análisis de esfuerzo al corte en texturómetro TSM-Pro (Food Techonology Corporation, Sterling, VA) con cuchilla de corte simple en celda de 500 N.



Anexo 18. Observación de purga en empaques al vacío.

