



TESIS:

**“Caracterización de un producto tipo jamón de
pescado adicionado con *Salvia hispanica L* y
Moringa oleifera”**

Para optar al grado de:

Maestro en Ciencia de Alimentos y Biotecnología

Presenta:

Joel Javier Cutz de Ocampo

Director de tesis:

Dr. Víctor Manuel Toledo López

Codirector:

Dra. Mariel Gullian Klanian

Asesor:

Dr. Víctor Manuel Moo Huchin

Mérida, Yucatán

02 de diciembre de 2019



"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

X. 450/19
Mérida, Yucatán, 26/noviembre/2019

ASUNTO: Solicitud de autorización de impresión.

Daniel Arcángel López Sauri
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
PRESENTE

En virtud de que el **C. Joel Javier Cutz de Ocampo**, ha culminado satisfactoriamente la tesis "**Caracterización de un producto tipo jamón de pescado adicionado con *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* L**", participando exitosamente en el Seminario de Investigación de la misma y cubierto los requisitos necesarios para optar al grado de "Maestro en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología" le solicitamos se le otorgue la autorización correspondiente para realizar la impresión de su trabajo final, el cual avala como un producto de calidad la Comisión Revisora conformada por los que a continuación firman.

DIRECTOR Víctor Manuel Toledo López	CODIRECTORA Mariel Guillan Klanian
REVISOR Víctor Manuel Moo Huchin	REVISORA María de Lourdes Vargas y Vargas

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica

Elizabeth de la Luz Ortiz Vázquez
Coordinadora de la Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología
C.p. Archivo
DALS/fja



S.E.P.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MERIDA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mérida

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.
No. DE OFICIO: X-470/19
Mérida, Yucatán, 02/diciembre/2019

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

C. JOEL JAVIER CUTZ DE OCAMPO
PASANTE DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA
PRESENTE.

De acuerdo al fallo emitido por su director **Víctor Manuel Toledo López, codirectora Mariel Guillan Klanian** y la comisión revisora integrada por Víctor Manuel Moo Huchin y María de Lourdes Varga y Vargas, considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la TESIS:

"CARACTERIZACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO JAMÓN DE PESCADO ADICIONADO CON
Moringa oleífera y Salvia hispánica L'"

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica

DANIEL ARCÁNGEL LÓPEZ SAURI
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



S.E.P.
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE MERIDA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Archivo
DALs/fja



SEP Instituto Tecnológico de Mérida, Km.5 Carretera Mérida-Progreso A.P 911
C.P 97118 Mérida Yucatán, México, Tels. 964-50-00, Ext. 12601 y 12602
e-mail: depi_merida@tecnm.mx <http://www.itmerida.mx>



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al tecnológico de Mérida por darme la oportunidad de poder estudiar la maestría en ciencia de los alimentos y biotecnología, a los maestros que me ayudaron en mi formación, los doctores que me ayudaron a lo largo del proyecto y a los equipos prestados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca para poder realizar mis estudios de posgrado.

A mi director de tesis el doctor Víctor Manuel Toledo López, por asesorarme a lo largo de estos dos años, por prestarme su laboratorio y por todo el apoyo que me dio a lo largo de la maestría, aprecio mucho que su preocupación y dedicación puesta en mi proyecto

A la Doctora Mariel Gullian Klanian por apoyarme una vez más en esta etapa de mi formación, el poder asesorarme, guiarme y asesorarme, a lo largo de este camino. Por todo ese apoyo que me impulsa a seguir formándome como profesional, lo aprecio mucho. también agradezco el poder utilizar las instalaciones en la Unidad Experimental Marista (UNEXMA), el laboratorio de microbiología y bromatología. Agradezco el apoyo de Marina Y Mariajose una vez más por ayudarme en este proyecto.

A mis compañeros de maestría Getsemani, Ariadna e Ismael por el apoyo, a amistad y los consejos que nos dimos a lo largo de la maestría, muchas gracias los quiero mucho y gracias por la amistad otorgada.

A mis padres por apoyarme en esta etapa de mi vida y por estar ahí siempre. A toda la familia que está pendiente de mí.

INDICE

INDICE DE TABLAS.....	7
INDICE DE FIGURAS	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. MARCO TEÓRICO	13
1.1 Antecedentes de <i>Oreochromis niloticus</i> y la acuicultura en Yucatán.....	13
1.2 Generalidades de los productos cárnicos tipo jamón	16
1.4 Generalidades de la Chía.....	20
1.5 Generalidades de la <i>Moringa oleifera</i>	22
1.31. Deterioro de pescado. Características químicas, físicas y sensoriales.	23
II. JUSTIFICACIÓN	25
III. OBJETIVOS.....	26
3.1 Objetivo General	26
3.2 Objetivos Específicos.....	26
IV. MATERIALES Y METODOS	27
4.1 Esquema metodológico	27
4.1 Obtención de la materia prima	28
4.2 Obtención del extracto de <i>Moringa oleifera</i>	29
4.3 Obtención de las harinas	28
4.4 Formulación del jamón de pescado con la adición de chía y moringa.....	29
4.6 Análisis sensorial	31
4.7 Análisis del jamón de pescado adicionado con chía y moringa.....	32
4.7.1 Estudios microbiológicos del jamón.....	32
4.7.2 Determinación de coliformes totales, fecales y <i>Escherichia coli</i> en el jamón de pescado.	32
4.7.3 Detección presuntiva de coliformes totales (método del NMP).....	33
4.7.4 Prueba confirmatoria de coliformes totales y fecales (Método de NMP)	33
4.7.5 Diagnóstico de la <i>Escherichia coli</i> (método en placa)	34

4.8 Análisis proximales del jamón.....	34
4.8.1 Humedad.....	34
4.9 Actividad antioxidante.....	37
4.9.1 Preparación de los extractos metanólicos.....	37
4.9.2 Prueba de ABTS.....	38
4.9.3 Prueba de DPPH.....	39
4.10 Pruebas físicas-químicas de los productos tipo jamón.....	39
4.10.1 Cuantificación de nitrógeno proteico y No proteico.....	39
4.10.3 pH.....	41
4.10.4 Capacidad de Retención de Agua.....	42
4.10.5 Actividad de agua.....	43
V. Resultados.....	44
5.2 Análisis sensorial.....	44
5.3 Resultados del análisis proximal.....	47
5.4 Resultados de los componentes fisicoquímicos de los productos tipo jamón.....	48
5.4.1 pH, Actividad de agua (aw) y Capacidad de retención de agua (CRA).....	48
5.4.2 Cuantificación de Trimetilamina y de nitrógeno proteico en el producto.....	50
5.5 Capacidad antioxidante de los productos de tipo jamón de pescado.....	53
5.6 Resultados del análisis microbiológico de los productos tipo jamón durante el tiempo de refrigeración.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. Bibliografía.....	61
ANEXOS.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos para microorganismos y parásitos en productos cárnicos (NOM-213-SSA1-2002).....	18
Tabla 3 Especificaciones técnicas del jamón según la NOM-158-SCFI-2003.	19
Tabla 4 Composición química de la chía <i>Salvia hispanica</i> L (Jiménez, Masson y Quitral, 2013).....	20
Tabla 5 Composición química de la <i>Moringa oleifera</i> (Pérez, Sánchez, Armengol y Reyes, 2010).....	23
Tabla 6 Formulación utilizada para la elaboración de los tratamientos.	30
Tabla 7 Ingredientes utilizados para la preparación de la salmuera para curación de la carne.	30
TABLA 8 Parámetros microbiológicos en productos cárnicos.....	32
Tabla 9 Resultados de la evaluación sensorial del producto tipo jamón de pescado.	44
Tabla 10 Determinación proximal de los productos tipo jamón adicionados con <i>S. hispanica</i> y <i>M. oleifera</i>	47
Tabla 11 pH, actividad de agua (Aw) y capacidad de retención de agua en los productos de tipo jamón de pescado.	49
Tabla 12 Contenido de Nitrógeno proteico y de Trimetilamina en los productos tipo jamón de pescado.....	51
Tabla 13 Capacidad antioxidante de los productos de tipo jamón de pescado.....	53
Tabla 14 Análisis microbiológico de los productos de tipo jamón de pescado.....	56
TABLA 15 Análisis microbiológico de los productos tipo jamón de pescado.	56
Tabla 16 Análisis de Varianza de la humedad en las muestras de jamón de pescado. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 17 Análisis de diferencias entre muestras Tuckey (HSD) para humedad de las muestras de jamón de pescado. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 18 Análisis de varianza de lípidos proximales en las muestras de jamón de pescado ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 19 Análisis de varianza de cenizas proximales en las muestras de jamón de pescado ¡Error! Marcador no definido.	

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Tilapia del Nilo - <i>Oreochromis niloticus</i> (FAO, 2005).....	14
<i>Figura 2</i> Tendencia de la producción de Tilapia en el estado de Yucatán en toneladas/año 2016	16
<i>Figura 3</i> Degradación de ATP a Hipoxiantina por medio de autólisis muscular (Huus, 1988).....	24
<i>Figura 4</i> Esquema del grupo de las Enterobacterias como microorganismos indicadores	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 5</i> pH de los productos tipo jamón de pescado.....	¡Error! Marcador no definido.
<i>Figura 6</i> Capacidad de retención de agua de los productos tipo jamón ...	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La carne es un producto pecuario de alto valor, ya que tiene proteínas, ácidos grasos y otros componentes bioactivos; otro concepto dado por el CODEX alimentarius es toda parte del animal apta para consumo humano o destinada a este fin. Conforme pasan los años, el consumo de carne en países desarrollados ha ido en aumento *per capita* o productos derivados de ésta, solo en el 2018 se produjeron 1,013,685 toneladas solo en 2018 según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Gracias a que se ha visto una modificación en la alimentación de las grandes urbes, el consumo inferior a los 10 kg de carne roja según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura (FAO2017). se considera como una insuficiencia que puede causar deficiencias y malnutrición, en especial en países en desarrollo, donde no se puede tener acceso a una suplementación para evitar estas causas, por lo que se ha visto que más de 2 000 millones de personas sufren carencias de vitaminas y minerales fundamentales, siendo más específicos carencias de vitamina A, yodo, hierro y zinc; esto se debe al bajo o nulo consumo de productos que aportan estos micronutrientes como carne, pescado, frutas y hortalizas. Esto hace que la producción de esta actividad pecuaria aumente, por lo que para los productores, gracias al creciente mercado, es una oportunidad que muchos productores han explotado a lo largo de los años. Pero esto supone un serio desafío, debido al crecimiento de la producción ganadera y la elaboración y comercialización inocuas de carne y productos cárnicos conforme a las normas higiénicas (Jerry & Iii, 2013).

Por otro lado, el pescado ha sido tradicionalmente un elemento popular de la alimentación de muchos lugares del mundo y en algunos países ha constituido el principal aporte de proteínas de origen animal. Hoy en día, las personas han optado por la pesca como alternativa alimentaria saludable respecto a la carne roja, gracias a su contenido de ácidos grasos polinsaturados (omega-3), debido a los efectos protectores del sistema cardiovascular, además de poseer carne blanca, siendo aspectos que se consideran al elegir esta opción con respecto a la salud del individuo. Por otro lado, el consumo elevado de productos de la pesca, como el pescado, puede producir infecciones o intoxicaciones, por lo que se han buscado maneras para que el consumo de estas especies sea más inocuo para las personas, pero al mismo tiempo buscando la conservación de los macronutrientes a lo largo del tiempo. Por otro lado, se han desarrollado técnicas de producción que permiten la

crianza y cosecha de ciertas especies, por lo que se ha creado la necesidad de utilizar la acuicultura, que genera una producción sustentable de ciertas especies y así poder cuidar las zonas sobre explotadas por la pesca convencional; esta actividad ha ido en aumento desde el 2007 a nivel mundial y se ha utilizado por países desarrollados para así poder solventar la demanda de ciertos productos provenientes de la pesca, reduciendo los riesgos económicos, ambientales y de seguridad e inocuidad del producto, aunado a la calidad del producto cosechado (Aguilera, Noriega & Guzmán, 1986).

En México, solo en el 2016 se produjeron en peso vivo capturado 1,752,339.12 toneladas y de peso en desembarco 1,653,322.79 toneladas, dejando un valor de producción de 35,664,484 millones de pesos, según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP, 2017), por lo que se ha dado un peso muy importante a esta actividad, por lo que diferentes órganos vigilan esta actividad; uno de ellos es la SAGARPA, que vigila aspectos de captura de las especies, métodos de pesca, zonas de pesca y vedas de las especies. La COFEPRIS vigila más los aspectos de la conservación de las especies, transporte y puntos de venta; así, el órgano encargado de los aspectos pesqueros de igual importancia es la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA), que vigila aspectos de producción pesquera en los estados.

El cultivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* se inició desde los años 90 en el estado y ha sido impulsada por esfuerzos estatales y federales para que la actividad prolifere en la región, ya que al principio la especie era cultivada para cubrir las deficiencias locales en alimentación; pero fue hasta 2012 que se obtuvo la mayor producción (180 toneladas) y desde esa fecha, la producción de la especie se ha mantenido por arriba de las 140 toneladas anuales. Respecto a la tilapia, se necesitan nuevas formas de aprovechamiento que hagan que la especie tenga un valor agregado e impulsen un poco más esta actividad; por ello, se ha optado por la utilización de las pieles para elaborar accesorios y la obtención de colágeno para uso en la industria cosmética y farmacéutica. El problema que presenta la industria en Yucatán es mayormente por la falta de capital para mantener operando las granjas, aunado al bajo costo con el que se presenta al mercado, dejando una reducción en los márgenes de utilidad para los productores, así como la falta de información o capacitación que se le proporciona a los productores (CONAPESCA, 2012).

Desde 2010 se ha visto un incremento en la producción de Tilapia en Yucatán, pues hasta el último conteo realizado en 2018 la producción en el estado suma más de mil toneladas en 41 granjas según datos del comité Estatal de Sanidad Acuícola de Yucatán (Cesay 2018) los precios de esta especie por kilo van de los 60 a 68 pesos al menudeo y de 45 al mayoreo.

Existen empresas que realizan la fabricación de productos acuícolas con valor agregado derivados del pescado, por lo que en se ha visto un incremento a nivel nacional de nuevos productos pesqueros, ya sea para conservar por más tiempo, para resaltar alguna característica de la especie o para poder aprovechar integralmente todo el animal al momento del procesado.

Desde 2002, la actividad de cultivar Tilapia para el consumo local y comercial ha ido en aumento, Noticias de grupo SIPSE resaltan el aumento de la actividad, ya que en el año 2017 se produjeron 638 toneladas de tilapia, de las cuales la mayor parte fue exportada a la Riviera Maya (siendo éste el mercado de mayor demanda) y se pretende la introducción de este producto a Estados Unidos. Esto se ha logrado porque ahora se está dando un valor agregado a la Tilapia en el estado, meramente con miras en la industria de alimentación de ganado y otras como la farmacéutica que usa componentes espesantes extraídos de los desperdicios de esta especie. Esto ha sido beneficioso para los productores locales y se ha puesto mucha investigación en la producción de la especie, pero no se le ha dado un valor como producto alimenticio más que el consumo del filete (SIPSE, 2018).

Es por eso que la tecnología de alimentos en productos de la pesca ha permitido tener productos a partir de cortes y pedazos de baja calidad, transformando estos en productos con características mejoradas, texturas, contenidos de grasa, cohesión y forma; al mismo tiempo, puede satisfacer la demanda creciente de productos como es el caso de jamones de jamones de diferentes tipos de carne. Ya que estos son mínimamente procesados los cuales puede permitir la comercialización de estos en estado fresco o cocido. (Guerrero, 2013)

Es por eso que, al incrementar la demanda y la producción de la especie en el estado, el cual es el caso de la tilapia, recuren a alternativas para poder dar un valor agregado a la producción. El jamón ha sido uno de los productos tradicionales y de mayor aceptación por los consumidores de acuerdo con sus características sensoriales y para poder

conservar mejor la carne. Es por eso que en la última década la tecnología en torno a los jamones ha considerado como materia prima los productos de la pesca, como jamones realizados con diferentes especies de pescados. Esto favoreciendo el consumo de especies locales y obteniendo productos con características beneficiosas para los consumidores, como productos con un nivel elevado de proteína, una elevada cantidad de omegas 3, 6 y 9 que son muy característicos de los productos pesqueros y nuevas formas de conservación como atmósferas modificadas o reconstitución de productos.

En México en relación a productos con tilapia, noticias de El Financiero, en el 2015 en el estado de Sinaloa, en México se produce el primer jamón de origen de pescado y su establecimiento a nivel industrial, abordando un problema de desperdicios del mar y obtención de un producto nuevo que favoreciera a las familias que no tenían acceso a productos del mar; se demostró que puede ser una buena opción para esta necesidad. A nivel nacional la elaboración de estos productos aun esta en desarrollo ya que se necesitan más estudios para poder consolidar este tipo de consumo de productos en la población mexicana, estados como Oaxaca, Sinaloa, Campeche y Yucatán se realizan algunas investigaciones para la fabricación de productos provenientes de materias pesqueras.

La justificación y relevancia del presente trabajo es a nivel tecnología de alimentos y producción con la elaboración de un jamón con carne de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) de carácter comercial y poder brindar una opción de producto con buenas características nutricionales y sensoriales para poder darle un valor agregado a esta actividad de cultivo de la especie tilapia en el estado de Yucatán.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de Oreochromis niloticus y la acuacultura en Yucatán

Según datos de la Organización Mundial para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2014), la pesca mundial ha aumentado en forma gradual y constante en los últimos años; esto va de la mano de la pesca para consumo humano, por lo que las cifras han ido en aumento en un 3.2% en los últimos 10 años; en el 2012, el consumo de pescado o productos de la pesca *per capita* era de 9.2 kg a 19.2 kg. Esto se debe al incremento poblacional y a la rápida urbanización, por lo que la demanda de productos del mar ha ido incrementando en las últimas décadas.

Según el artículo 101 del Reglamento de la Ley de Pesca (DOF, 1999) se define a la acuacultura como el cultivo de especies de la fauna y flora acuáticas mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estadio biológico y ambiente acuático. Aunado a esto, la ley de pesca hace referencia al fomento de nuevas transformaciones que se le den a los productos provenientes de cualquier arte o forma de pesca.

La acuacultura es considerada como la transición entre la pesca y la agricultura; esta actividad se ha utilizado por dos principios, la creación de nuevas unidades de producción y algo más reciente para la conservación de especies marinas. Esta actividad ya se practica por todo el mundo y se ha ido aumentando la demanda de productos provenientes de esta actividad (Chan et al., 1986).

Los peces perciformes o cíclidos (Ciclidae) forman una familia de unas 600 especies. La tilapia tiene un cuerpo color pardo oscuro a verde, con bandas verticales de color negro azulado, la longitud máxima es de 61 cm y puede pesar 5.1 kg. Algunas generalidades de la especie es que presenta una pequeña mancha blanca en las escamas y generalmente presentan vientre blanco; en épocas de desove, éste se torna de color rojo intenso. Esta especie se distribuye en Israel, Etiopía, sistemas fluviales del Níger, Volta, Gambia y río Senegal, Lago Nesser (Egipto). Pero esta especie se ha podido trasplantar a

diferentes países como China, Tailandia, Estados Unidos y países sudamericanos (Rutier, 1995).

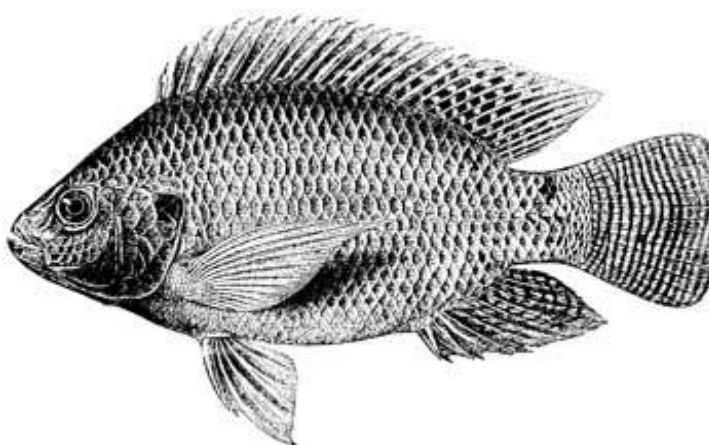


Figura 1. Tilapia del Nilo - *Oreochromis niloticus* (FAO, 2005).

La Tilapia es la segunda especie más importante de peces cultivados. En 2004, la tilapia ascendió al octavo puesto de popularidad entre peces y mariscos. Crece rápidamente con alimentos balanceados con bajos contenidos de proteína y tolera mayores niveles de carbohidratos que muchas especies carnívoras cultivadas. También tolera alimentos con mayor porcentaje de proteína vegetal. Es relativamente resistente a la baja calidad del agua y a las enfermedades, su extraordinaria capacidad de reproducción en estanques requiere el manejo de poblaciones macho mono-sexo. La capacidad de esta especie de adaptarse a una amplia variedad de sistemas de cultivo, ha permitido que esta especie sea de gran relevancia internacional y así poder expandir el consumo de esta especie (Rakocy, 2005).

La carne de esta especie contiene una humedad total de 12.7 ± 0.8 g, un nivel de proteína de 42.0 ± 1.3 g, cenizas 12.9 ± 0.7 g y un total de lípidos de 10.2 ± 0.9 g todos estos valores en 100 g de esta especie. En cuestión de ácidos grasos, la especie presentó un nivel alto de ácidos grasos poliinsaturados (omega-3) con un nivel de 109.6 ± 11.6 mg/g de carne de la especie; también presenta concentraciones de ácidos grasos monoinsaturados (omega-6) con una concentración de 344.3 ± 25.4 mg/g de carne de esta especie, lo cual se ha visto que estos son importantes para una alimentación o un tipo de dieta mediterránea, que se caracteriza por la inclusión de todos los grupos alimenticios y se ha visto que dietas de este estilo ayudan a prevenir las enfermedades cardiovasculares (Petenuci et al., 2008).

Gracias a que la especie se ha podido adaptar a diferentes entornos y formas de cultivo, se encuentra en diferentes partes del mundo; ahora se han buscado estrategias o sistemas que ayuden a poder dar un valor agregado al cultivo de la especie; por eso esta actividad se ha venido expandiendo desde 1970, pero en países como Estados Unidos, Canadá, México y el Caribe esta actividad es relativamente nueva. La especie también es de gran importancia a nivel comercial, ya que ocupa el segundo lugar en términos de producción y el tercero en términos de valor, por lo que es la especie en la que se han podido establecer sistemas de crecimiento y producción para facilitar el comercio de la especie. En México existen 4 estados que se dedican al crecimiento de esta especie en sistemas de producción y son los estados de Colima, Sonora, Tabasco y Yucatán (Aranda, Cordero & Bringas, 2010).

El cultivo de tilapia en el estado de Yucatán se inició en el 2002 con la introducción de la especie *O. niloticus*, gracias a apoyos para el desarrollo de esta actividad; al principio esta actividad era meramente para comercio local y sustentabilidad rural, por lo que años más tarde el cultivo de la especie fue impulsada para generar empresas que se dedicaran al cultivo de la especie de manera más industrial, pero la rentabilidad de las empresas se vio reflejada hasta 2012, donde se produjeron alrededor de 180 t (figura 2) de la especie, y desde entonces se ha mantenido en 140 t anuales. En el transcurso de los años, la especie en la región se ha investigado y se ha observado que se adapta a diferentes técnicas de cultivo, en combinación con otras especies y en la utilización para crecer cultivos o en cultivos hidropónicos, así como el aprovechamiento integral de las otras partes no comestibles de la especie, como las escamas, la piel y vísceras, que hasta ahora se les ha encontrado un aprovechamiento, como es el caso del curtido de la piel de Tilapia (Román, López & Leyva, 2016).

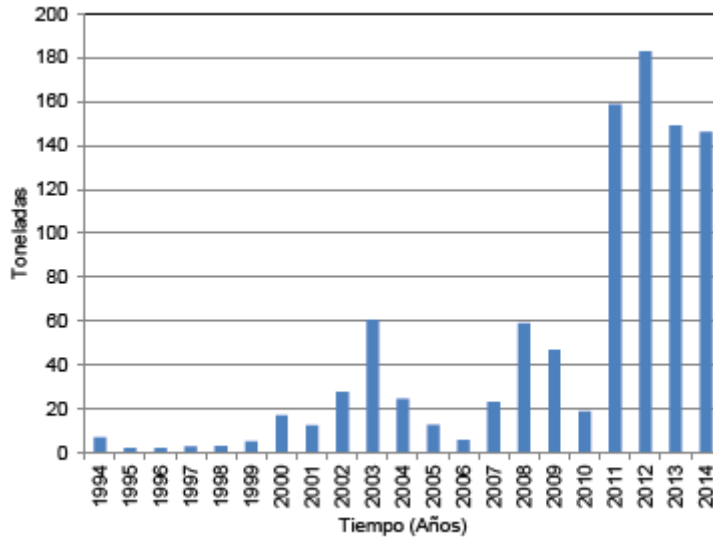


Figura 2. Tendencia de la producción de Tilapia en el estado de Yucatán en toneladas (CONAPESCA, 2016).

1.2 Generalidades de los productos cárnicos tipo jamón

Según el *Codex Alimentarius* (CODEX, 2015), los productos cárnicos curados cocidos de cerdo, deben ser elaborados con carne de las patas traseras del cerdo separadas transversalmente del resto del costado en un punto que no esté más adelante que la extremidad del hueso de la cadera, se descartarán todos los huesos, cartílagos, tendones y ligamentos desprendido, podrá quitarse a voluntad el pellejo y la grasa. La carne cruda puede ser ahumada, sazonada y aromatizada para luego pasar a un tratamiento térmico, curado y envasado, asegurando que el producto no sea un riesgo para la salud de los consumidores en general.

Debido a que son alimentos de origen animal, se le adicionan conservadores y aditivos para que el producto tenga una mayor vida de anaquel. Los aditivos alimentarios son sustancias que no se consumen normalmente como alimento, no es un ingrediente básico en la preparación de alimentos, tenga o no valor nutritivo y cuya adición sea meramente con

fines tecnológicos en las fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento.

La transformación de la carne se ha hecho con el fin de prolongar su tiempo de conservación; transformar la carne en embutido sin duda ayuda a conservar más el producto, pero aunado a esto, le da un sabor diferente que lo hace agradable para el consumidor. Para ello se someten a procesos como secado, molido, emulsionado, adición de sales y condimentos. El jamón es un producto cárnico no picado, que se obtiene de la pierna trasera del cerdo y se caracteriza por ser un producto nutritivo, apetitoso y de larga conservación. La adición de almidones y proteínas como la soya, es con el fin de elaborar y vender jamones más económicos (PROFECO, 2001).

La NOM- 213-SSA1-2002 Productos y servicios, productos cárnicos procesados especificaciones sanitarias, y métodos de prueba, determinan los parámetros que se deben seguir para asegurar la calidad del producto, desde el transporte, las instalaciones y el régimen sanitario, el proceso y los puntos de venta. En esta norma se presentan parámetros microbiológicos, de materiales extraños y pruebas bioquímicas para el aseguramiento de la calidad. Por otro lado, se encuentra información como la cantidad de aditivos que debe contener el producto y el mínimo aceptable si se llegara a utilizar alguno de estos para mejoramiento de la tecnología del alimento, o simplemente para mejorar alguna cualidad de éste. En la tabla 1 se enlistan los límites máximos de microorganismos y parásitos que se deben encontrar en los productos cárnicos procesados. Parásitos comunes en la carne como la *Trichinella spiralis* y *Cisticercos*, deben estar ausentes en la carne que se va a utilizar para el procesamiento del producto. Asimismo, microorganismos como *Salmonella ssp* deben estar ausentes en el producto final, así como en los puntos de venta o en la misma planta de procesamiento.

Tabla 1. Límites máximos para microorganismos y parásitos en productos cárnicos (NOM-213-SSA1-2002).

Producto	Mesófilos aerobios (UFC/g)	Coliformes Fecales (NMP/g)	Salmonella ssp. en 25g	<i>Trichinella spiralis</i>	Cisticercos
Cocidos	10,000 ¹ 60,000 ²	<3	Ausente	N/A	N/A
Crudos	N/A	N/A	Ausente	Ausente ³	N/A
Curados	N/A	<3	Ausente	N/A	N/A
Marinados o en salmuera	N/A	<3	Ausente	N/A	N/A
Fritos	N/A	N/A	N/A	N/A	Ausente

1= En planta, 2= En punto de venta, 3= No aplica a madurados crudos, N/A= No aplica.

Otra determinación muy común en los productos cárnicos procesados es la cantidad de nitratos y nitritos adicionados a la carne para el proceso de elaboración; ésta no debe exceder los 156 mg/kg de carne en productos cocidos, curados crudos y curados madurados.

La función de los nitratos y nitritos esencialmente es la formación y estabilización del color rojo característico de la carne curada, inhibición del crecimiento de bacterias patógenas en la carne (*Clostridium botulinum*); además, son importantes en las carnes curadas, ya que desarrollan el aroma y sirven como agentes antioxidantes que retardan la rancidez, evitando alteraciones sensoriales. Esto aunado a que son precursores de las nitrosaminas, que son potencialmente carcinogénicas para el humano; por eso se ha establecido una máxima cantidad que se puede utilizar en los productos cárnicos sin que cause problemas de salud a los consumidores (Ventanas et al., 2004).

La NOM-158-SCFI-2003 Jamón-denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas, información comercial y métodos de prueba, habla de la denominación comercial que tienen los jamones en México (Tabla 2) y de cómo deben estar conformados.

TABLA 2. *Denominación comercial de jamones según la NOM-158-SCFI-2003.*

Denominación comercial	Definición
Jamón o Jamón de pierna	Los elaborados exclusivamente con carne de la pierna trasera del cerdo (con o sin hueso)
Jamón de Pavo	Los elaborados exclusivamente con carne del muslo del pavo
Jamón de cerdo y pavo	Los elaborados con un mínimo del 55% de carne de cerdo y el resto de carne de pavo.
Jamón de pavo y cerdo	Los elaborados con un mínimo del 55% de carne de pavo y el resto de cerdo.

Así, se presentan parámetros en la clasificación comercial acerca de los aspectos fisicoquímicos que debe contener el jamón. En la tabla 3 se presentan estos porcentajes de acuerdo a las diferentes clasificaciones que se le da al jamón.

TABLA 2 *Especificaciones técnicas del jamón según la NOM-158-SCFI-2003.*

Clasificación comercial	%PLG* Mínimo	% Grasa Máximo	% Humedad Máximo	% Proteína Adicionada	% Carragenina Máximo	% Fécula Máximo
Extrafino	18	6	75	0	1.5	0
Fino	16	6	76	2	1.5	0
Preferente	14	8	76	2	1.5	5
Comercial	12	10	76	2	1.5	10
Económico	10	10	76	2	1.5	10

*Proteína total libre de grasa, incluyendo en su caso la proteína adicionada.

1.4 Generalidades de la Chía.

Salvia hispanica L. es una planta que pertenece a la familia de las *Lamiaceae*, que es nativa de las regiones del sureste de México y el norte de Guatemala, se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, pero también se ha observado que las plantas pueden crecer en climas fríos gracias a la ayuda de los invernaderos y esto se hace en algunas partes de Europa. Se ha usado la semilla desde tiempos antiguos no solo como alimento, sino también tiene usos medicinales, gracias a la cantidad de proteína, antioxidantes y fibra que presenta la semilla. Las características de la longitud, ancho y espesor son de 2.11, 1.32 y 0.81 mm, respectivamente (Ixtaina, Nolasco & Tomás, 2008).

Se ha reportado que la semilla de *chía* (*Salvia hispanica*) tiene una gran cantidad de fibra insoluble (53 g/100g). También un poder antioxidante de 488.8 mmol de Trolox/g, que es elevado en concentración de fenoles, a comparación de cereales o incluso cafeína; asimismo, presenta una gran capacidad de absorción de agua y aceite, por lo que puede ser un ingrediente en algunas preparaciones como en productos de panadería o productos fritos (Reyes-Caudillo, Tecante & Valdivia-López, 2008).

TABLA 3. *Composición química de la chía Salvia hispanica L (Jiménez, Masson & Quitral, 2013).*

Composición química de la semilla de chía (g/100g)	
Humedad	6.2 ± 0.0
Proteína	19.9 ± 0.20
Materia grasa	27.9 ± 0.42
Cenizas	4.5 ± 0.04
Hidratos de carbono	8.6 ± 0.28
Fibra dietética	33.0 ± 0.54

Reyes-Caudillo et al. (2008) determinaron el contenido de fibra total dietética (FTD) en la semilla de *S. hispanica*: se ha visto que la FTD tiene efectos muy importantes en el organismo de los humanos, ya que ayuda a la reducción del colesterol en patologías

como la hipercolesterolemia, regulación en la respuesta insulina e índice glucémico en sangre y cambios en el funcionamiento intestinal. La fibra de la *S. hispanica* tiene componentes como polisacáridos, oligosacáridos, lignina y otros componentes asociados. Otros atributos que se le ha dado a esta semilla y su contenido de fibra son la capacidad antioxidante y funciones tecnológicas como la fijación de grasa, formación de geles, agente quelante y texturizante. Con un contenido de 6.84g de fibra soluble y 34.9g de fibra insoluble, cuyo mayor componente es lignina que es 39-40% de la fibra total en la semilla. Este componente ayuda a la protección de los ácidos insaturados en la semilla, proporcionando una estructura resistente gracias a los enlaces covalentes que hace y por la capacidad antioxidante que tiene este componente, ya que contiene ácidos fenólicos como el vanílico, p-cumárico y ferúlico.

La semilla posee un 40% de aceites, de los cuales el 60% de estos es el ácido α linolénico (omega 3), contiene una parte importante de fibra dietética en un 30% del peso total de la semilla, por lo que lo hace una semilla de gran valor nutricional. Esta se ha utilizado para poder adicionar aceites (como el omega 3) y fibra a ciertos productos alimenticios, como son panes, productos lácteos, galletas y mejorar la calidad el contenido de grasas de algunas carnes de consumo humano (Vázquez-Ovando, Rosado-Rubio, Chel-Guerrero & Betancur-Ancona, 2009).

La cantidad de ácidos grasos en la *S. hispanica* es elevado, con un 40% de aceite total de peso de la semilla, siendo el 60% ácido α -Linolénico (ω -3), pero también se encuentran otros ácidos grasos como el ácido linoleico (20.1g/100g de aceite) y ácido oleico (7.18g/100g de aceite); esta composición lleva a un alto grado de insaturación; aunado a esto, el bajo contenido de tocoferol y de compuestos fenólicos en la semilla, hace que tenga una baja estabilidad ante la oxidación (Bodoira, Penci, Ribotta & Martínez, 2017).

La semilla de *S. hispanica* tiene capacidades que se usan en la industria alimentaria, ya que posee una capacidad para retener agua, puede ayudar a texturizar ciertos alimentos y tiene una adecuada capacidad gelificante; esto se le atribuye al mucílago contenido en la semilla, ya que se encuentra en una cantidad entre 5-6% que puede ser usado como fibra dietética igual (Muñoz, Cobos, Diaz & Aguilera, 2012).

1.5 Generalidades de la Moringa oleifera

Es un árbol de tamaño medio que pertenece a la familia de las *Moringaceae*, familia con hojas caedizas, alternas de doble o triplemente pinnadas. Existen dos especies en común que son la *Moringa oleifera* y *Moringa concanensis*; estas especies se distinguen por la forma de sus hojas, la *M. oleifera* usualmente tiene sus hojas tripinnadas con hojuelas de 12 a 18 mm de largo, pecíolos amarillos o blancos sin presencia de marcas rojas. Por otro lado, la *M. concanensis* se caracteriza por hojas bipinnadas, pecíolos de 15 a 30 mm de largo, pétalos con marcas rojas y el árbol es largo (Ramachandran, Peter & Gopalakrishnan, 1980).

Se ha estudiado la composición a las diferentes partes de la planta (Tabla 2), como las semillas, flores, corteza y hojas. Se ha encontrado que las hojas poseen una gran cantidad de nutrientes como la vitamina A, calcio, hierro, vitamina C y potasio, así como numerosas pruebas *in vitro* e *in vivo* para determinar ciertos mecanismos, ya que al árbol se le atribuyen propiedades medicinales. Se ha visto que posee actividad antiinflamatoria, antioxidante, antimicrobiana, antiséptica y control de la diabetes de tipo 1 y 2 (Asensi, Durango, Villadiego & Berruezo, 2017).

Las plantas medicinales son usadas alrededor del mundo; el estudio de estas puede dar un panorama del mecanismo de acción, pero a veces es difícil ver el beneficio médico/nutricional, por lo que se ha visto que ciertos compuestos químicos tienen sinergia entre ellos para llevar a cabo ciertas reacciones. Los alcaloides, flavonoides, taninos y compuestos fenólicos son el grupo que más se ha estudiado y que pueden ser catalogados compuestos bioactivos, ya que realizan cierta función en el organismo en presencia de otros compuestos. Se ha visto que el polvo de la hoja de *Moringa oleifera* contiene siete veces más vitamina C que en las naranjas, cuatro veces más calcio que en la leche, cuatro veces más β -carotenos que la zanahoria, dos veces más proteína que la leche y tres veces más potasio que en los plátanos (Asare et al., 2012), ya que las hojas contienen una gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales, contienen aminoácidos esenciales como son la metionina, cisteína, triptófano y lisina. La *Moringa oleifera* se conoce igual por su capacidad de conservador en alimentos y nutraceúticos, por lo que se han aislado péptidos

de las hojas que han tenido una gran capacidad antimicrobiana y antifúngica en alimentos (Jayawardana, Liyanage, Lalantha, Iddamalgoda & Weththasinghe, 2015).

Por otro lado, estudios de la harina de la hoja de *Moringa oleifera* han presentado una gran actividad antimicrobiana y un poder antioxidante alto. En un estudio presentado por Elhadi, Elgasim & Mohamed Ahmed (2017), adicionaron harina de las hojas de *Moringa oleifera* en carne de hamburguesa de pollo y encontraron que una concentración moderada de la harina (50g/kg) favorece el retardo en la peroxidación de los lípidos e inhibe el crecimiento microbiano sin afectar las características sensoriales del producto; ésto con el fin de prolongar y asegurar la calidad del producto por más tiempo.

TABLA 4 Composición química de la *Moringa oleifera* (Pérez, Sánchez, Armengol & Reyes, 2010).

Indicador	%
Materia seca	89.60
Proteínas	24.99
Extracto etéreo	4.62
Fibra cruda	23.60
Cenizas	10.42
Extracto no nitrogenado	36.37

1.31. Deterioro de pescado. Características químicas, físicas y sensoriales.

El deterioro del pescado post-captura es acelerado, a comparación de otras carnes; la carne de pescado presenta dos etapas, una autólisis y luego la degradación continua por medio de la actividad microbiana. La autólisis es un proceso en el que, al morir el pez, se comienza un proceso de degradación y obtención de ATP (adenosín trifosfato) por medio del glucógeno (glucólisis) y por la degradación de nucleótidos. Al no haber presencia de oxígeno en el organismo, la glucólisis es meramente anaerobia, por lo que la generación de ácido láctico es importante, originando que el pH en el músculo descienda; este descenso del pH puede ser una señal de que el músculo ha entrado en fase de rigor; por otro lado, pH

cercanos a la neutralidad fisiológica (pH 7) puede ser perjudicial, ya que la carne es susceptible al ataque microbiano. Al no ser utilizado por el músculo, el ATP generado es degradado por medio de desfosforilaciones y desaminaciones, como se muestra en la figura 3.

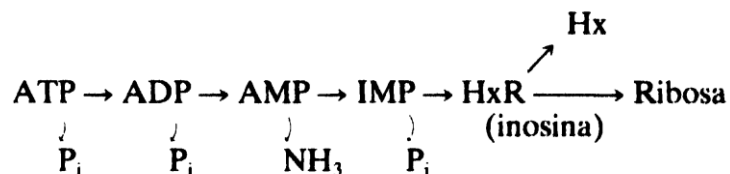


Figura 3. Degradación de ATP a Hipoxantina por medio de autólisis muscular (Huus, 1988).

Esto provoca que del ATP se genere Hipoxantina; este compuesto es ampliamente utilizado para medir la calidad de la carne de pescado; además, si se ingiere, los límites permitidos son de 2 – 3.5 µg/100g de carne.

Por otro lado, la degradación de proteínas es un proceso menos marcado; se ha estudiado el efecto de las catepsinas, ya que son enzimas que degradan polipéptidos a péptidos y estos se degradan a aminoácidos; se ha observado que las catepsinas juegan un papel importante en el ablandamiento de la carne de pescado, pero este es notable en especies con un nivel de deterioro avanzado, al igual que éstas no favorecen o disminuyen la invasión microbiana (Huss, 1988).

II. JUSTIFICACIÓN

La producción de tilapia en el estado ha ido en aumento, pero esta actividad es meramente comercial y el consumo es muy limitado, por lo que se propone una estrategia para transformar la carne de esta especie en un producto que sea de consumo común para la población, por lo que se ha optado por la elaboración de un producto cárnico de tipo Jamón, buscando las características más similares a los productos de este tipo en el mercado, con parámetros de evaluación NOM-213-SSA1-2002 *Productos cárnicos procesados, especificaciones sanitarias*. Al ser carne de pescado, se busca la implementación de ingredientes naturales que ayuden a la conservación de los componentes nutricionales del producto, por lo que la adición de *Moringa oleifera* puede ser una opción para poder conservar el producto por más tiempo de lo normal que un filete a temperaturas de 0° a 4°C.

La justificación y relevancia del presente trabajo es a nivel tecnología de alimentos y producción con la elaboración de un jamón con carne de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) de carácter comercial y poder así brindar una opción para poder darle un valor agregado a esta actividad en el estado de Yucatán.

Como conservador del alimento se le adicionó harina de *Moringa oleifera* que presenta un poder antimicrobiano y antioxidante en el producto, con el fin de poder conservar mejor el alimento, así como la adición de la semilla de chía (*Salvia hispanica*), para aportar un valor extra gracias a su alto contenido de ácidos grasos omegas 3 contenido en la semilla, aumentando la disponibilidad de este ácido graso en el producto y su poder benéfico en la salud; además, por su alto contenido en fibra, que puede otorgar cualidades organolépticas al producto para su elaboración y su apariencia como jamón, con la finalidad de obtener otra opción de producto alimenticio con alto valor proteico y de calidad, debido a la carne de pescado, adicionado con omegas 3 y fibra y de bajo costo para la adquisición.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Desarrollar un producto de tipo jamón de pescado (*Oreochromis niloticus*) adicionado con *Salvia hispanica L* y *Moringa oleifera*, así como la evaluación de sus parámetros nutricionales y vida útil del producto en refrigeración.

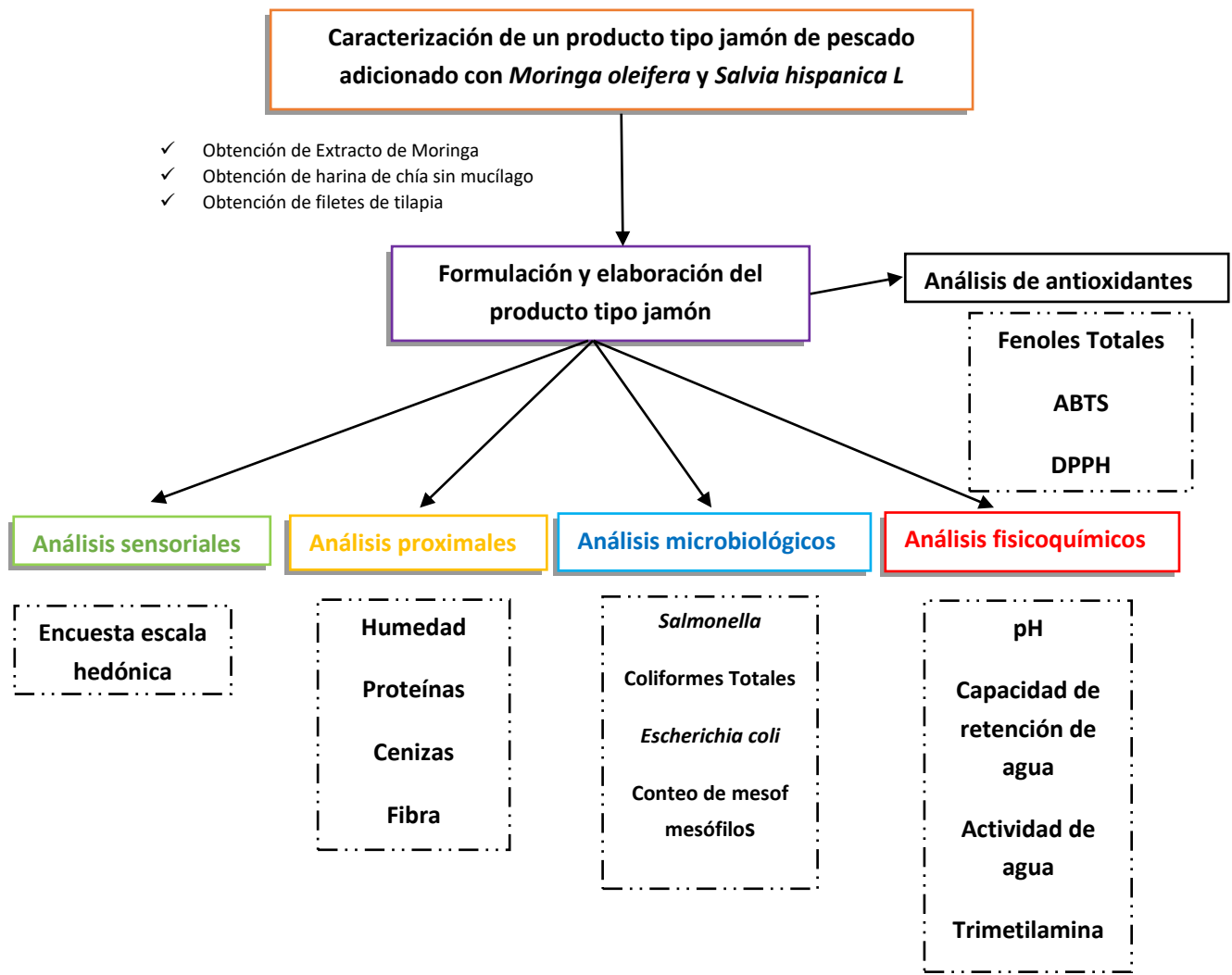
3.2 Objetivos Específicos

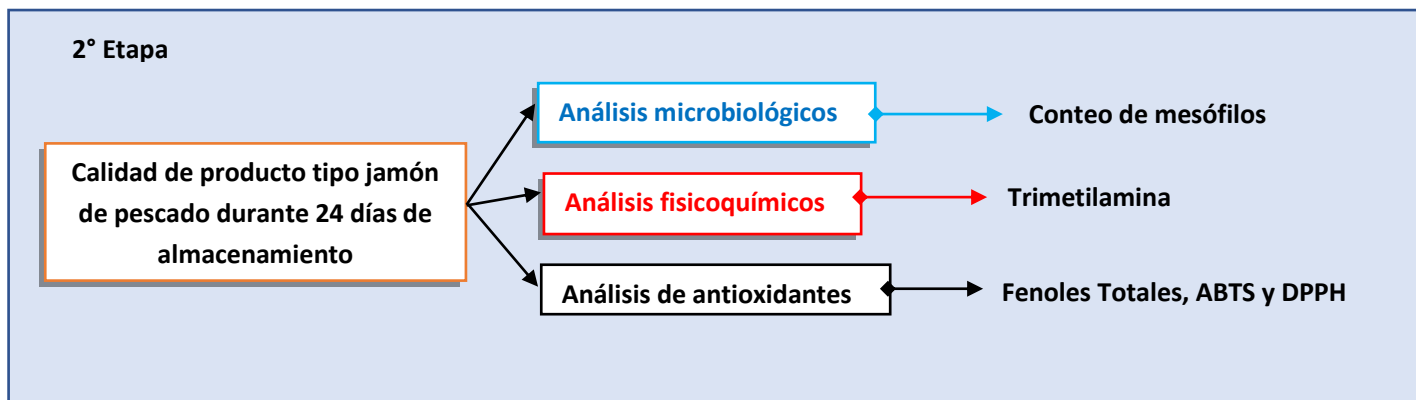
1. Elaborar el jamón a base de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*), con la adición de *Moringa oleifera* y semillas de *Salvia hispanica*.
2. Evaluar la composición nutrimental, fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto tipo jamón de pescado.
3. Evaluar la capacidad antioxidante de la *Moringa oleífera* y *Salvia hispanica L* en el producto durante el tiempo de almacenamiento en refrigeración.
4. Evaluar la composición microbiológica de los productos tipo jamón adicionados con *Moringa oleífera* y *Salvia hispanica L* durante el almacenamiento en refrigeración.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Esquema metodológico

Para poder realizar la caracterización del producto tipo jamón, se utilizó el siguiente esquema metodológico, en donde en la primera etapa se realizó la caracterización de los compuestos nutricionales, microbiológicos y sensoriales. Posterior a esto, se realizó una evaluación por 24 días en refrigeración (4°C).





4.1 Obtención de la materia prima

Los filetes fueron obtenidos del mercado local del puerto de Progreso en Yucatán de las empresas Rikamar, S.A de C.V y Comercializadora Tuumben Kay, S.A de C.V, por lo que fueron adquiridos un total de 20 kilos de filete de tilapia sellados al vacío para el proyecto, éstos fueron llevados al Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Depto. de Ing. Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Mérida.

Las hojas de Moringa fueron obtenidas de recolecta local en Mérida Yucatán, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Origen Animal ubicado en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida.

Las semillas de *Salvia hispanica L* molidas y sin desengrasar fueron proporcionadas por el Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

4.3 Obtención de las harinas

Para la obtención de la harina de moringa, las hojas fueron seleccionadas y deshidratadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 90°C por 30 min; una vez secas las hojas, fueron molidas en una licuadora Oster y tamizadas en un colador convencional. La harina fue almacenada a una temperatura de -20°C hasta su uso.

La harina de la semilla de *Salvia hispanica L* se procedió a remover una parte del mucílago de la semilla usando el método de Muñoz, Cobos, Diaz & Aguilera (2012) con la modificación de Castejón, Luna & Señorans (2017), donde se somete a la semilla en una

relación de 1:4 (semilla/agua) a una hidratación durante 2 horas en agitación a una temperatura de 45°C, para luego ser pasada por un baño ultrasónico por 30 min para su posterior secado a 50°C durante 24-48 horas. Una vez seca, se tamiza con malla de 40mm. Con este método se extrae el 7- 10% de mucílago de la semilla y hace que en productos sea mejor la adición sin la pérdida de componentes como los ácidos grasos.

4.2 Obtención del extracto de Moringa oleifera

Para la obtención del extracto de moringa, se utilizó una solución agua/etanol en una proporción 20:80 (v/v), respectivamente y se dejó en agitación por 3 horas a temperatura ambiente; luego se concentró en rotavapor a temperatura de 60°C y a una presión de 40 mb.

4.4 Formulación del jamón de pescado con la adición de chía y moringa en harina.

Para la adición de la semilla de chía, se utilizó una concentración de 8%. Este % se realizó por trabajos previos realizados por otros autores en los que se ha adicionado esta cantidad a diferentes productos cárnicos a base de carne de cerdo.

Para la adición de moringa, se utilizaron como referencia los trabajos de Hazra, Biswas, Bhattacharyya, Das & Khan (2012); Al-Juhaimi, Ghafoor, Hawashin, Alsawmahi & Babiker (2016); Falowo, Muchenje, Hugo & Charimba (2016) Para el proyecto se realizó una caracterización utilizando 3 concentraciones del extracto crudo de *Moringa oleifera* 0.5, 1 y 3%.

La técnica que se utilizó para elaborar el jamón fue por masajeo, en donde la carne se sometió a un homogenización por 15 min de trabajo mecánico en una moladora a 25–30 rpm seguidos de 15 min de reposo; antes del masajeo se adicionó la harina de *S. hispanica* y el extracto de *M. oleifera*, de acuerdo a los gramajes de la tabla 6, separando la carne en moldes de 2 kg para cada tratamiento.

TABLA 5. Concentraciones de chía y moringa utilizados para los tratamientos.

Concentración de la harina de <i>Salvia hispanica L.</i>	Gramos de harina	Kg de filete.
8%	120 g	1.5 kg
Concentración extracto <i>Moringa oleífera</i>	Extracto	Kg de filete
0.5 %	7.5 ml	1.5 kg
1 %	15 ml	
3 %	45 ml	

Dichas concentraciones se utilizaron para la formulación de los productos con los ingredientes que se presentan en la tabla 7.

TABLA 6 Ingredientes utilizados para la preparación de la salmuera para curación de la carne.

Ingredientes	Cantidades en 1 kg de carne	Cantidades por 8 kg
Agua/hielo	100 g/ml	800g
Sal común	10 g	80g
Sal cura	3g	24g
Azúcar	3g	24g
Fosfatos	5g	40g
Condimento para jamón	5g	40g
Buen sabor	3g	24g
Eritorbato de sodio	1g	8g
Sabor a humo	0.1g	0.8g

Pasado el tiempo de curación de 24 horas, se pusieron en moldes de aproximadamente 2 kg, para luego ser cocidos por inmersión en agua por 3 horas a una temperatura entre $75 \pm 3^{\circ}\text{C}$; después de la cocción, los jamones fueron enfriados en un cuarto frío $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas; pasado el tiempo, se desmoldaron, fueron rebanados y separados para los análisis correspondientes.

4.6 Análisis sensorial

Después de la elaboración de los jamones, se procedió a realizar el análisis sensorial utilizando una prueba hedónica de nueve puntos, ya que esta puede evaluar la aceptación o rechazo de un producto determinado y aunque su realización puede ser rutinaria, el planteo es muy complejo y debe hacerse con rigor con el fin de obtener datos significativos. Se evaluó la aceptabilidad en general de los tratamientos, evaluando características como el color, sabor, olor, textura y aceptación general. En el apartado de anexos, se muestra la herramienta utilizada para la evaluación sensorial, la cual se aplicó a 53 jueces.

En la escala de nueve puntos, las percepciones evaluadas por parte de los panelistas fueron las siguientes:

9. Extremadamente agradable
8. Muy agradable
7. Agradable
6. Ligeramente agradable
5. Ni agradable ni desagradable
4. Ligeramente desagradable
3. Desagradable
2. Muy desagradable
1. Extremadamente desagradable.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico StatGraphics, donde se evaluó el coeficiente de variabilidad de los datos, ANOVA simple de una vía y las diferencias de medias por medio de un análisis DUNCAN.

4.7 Análisis del jamón de pescado adicionado con chía y moringa.

4.7.1 Estudios microbiológicos del jamón

Los estudios microbiológicos fueron comparados con las Normas NOM- 213-SSA1-2002. Productos cárnicos procesados, especificaciones sanitarias y la NOM-242-SSA1-2009 *Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados*. Esto quiere decir que se usaron los valores de referencia que se presentan en la tabla 8 para poder realizar este análisis, ya que no existe una norma de jamones elaborados a base de pescados.

TABLA 7. *Parámetros microbiológicos en productos cárnicos.*

NOM- 213-SSA1-2002 <i>Productos cárnicos procesados</i>	
Coliformes Totales	< 3 NMP/g
<i>E. coli</i>	< 3 NMP/g
<i>Salmonella ssp.</i>	Ausencia
<i>Mesófilos aerobios</i>	10,000- 60,000 UFC/g
NOM-242-SSA1-2009 <i>productos de la pesca</i>	
Coliformes Totales	< 230 NMP/g
<i>E. coli</i>	< 230 NMP/g
<i>Salmonella ssp</i>	Ausencia

4.7.2 *Determinación de coliformes totales, fecales y Escherichia coli en el jamón de pescado.*

Para la determinación de coliformes Totales, fecales y *E. coli*, se siguió la metodología de Número Más Probable (NMP) de la NOM-112-SSA-1994 “*Determinación de bacterias coliformes. Técnica de número más probable*”. Siendo bacterias que pertenecen a la familia de las *Enterobacterias* y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de gas y ácido, en un periodo de 48 horas y a una

temperatura de 30-37°C, bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no generadoras de esporas.

Preparación de la muestra:

Asépticamente se pesaron 10g del jamón para luego diluirse en 90 ml de agua peptonada (solución 1/10); se homogenizó la muestra, luego se realizaron las diluciones 1/100 y 1/1000; para realizar la dilución 1/100 se tomó una alícuota de 1 ml de la solución 1/10 y se puso en 9 ml de agua peptonada; para realizar la dilución 1/1000, se tomó una alícuota de 1 ml de la solución 1/100 y se puso en 9 ml de agua peptonada.

4.7.3 Detección presuntiva de coliformes totales (método del NMP)

Esta prueba es para la detección de coliformes totales, ya que si hay presencia de turbidez y oxígeno debido a que se utilizó la lactosa y el carbono del caldo lauril sulfato. La naturaleza de estas bacterias son lactosa (+) en sales biliares.

Para esto, se toman alícuotas de 1 ml de las diluciones 1/10, 1/100 y 1/1000 y se inocularon en series de 3 en caldo lauril sulfato (CLS). Los tubos deben llevar campana de Durham para poder observar la producción de gas. Una vez sembradas las muestras, los tubos se llevan a una incubadora a una temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ de 24 a 48 horas. Pasado el tiempo, se procede a la identificación de tubos positivos, los cuales deben presentar turbidez y producción de gas en la campana de Durham. Los tubos positivos pasan a la prueba confirmatoria de coliformes totales.

4.7.4 Prueba confirmatoria de coliformes totales y fecales (Método de NMP)

Esta prueba consta de la confirmación de la presencia de coliformes, ya que estos pueden fermentar la lactosa en presencia de sales biliares, por lo que se usa un caldo específico para la identificación de este grupo de bacterias.

Se tomaron los tubos positivos de la prueba presuntiva de coliformes totales y solo las diluciones positivas son las que se siembran en el caldo bilis verde brillante. Se incuban a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

Para la detección de coliformes fecales, se partieron de los tubos de CLS (Prueba presuntiva), donde se incubaron en caldo EC a 44.5°C de 18 a 24 horas; en estas condiciones se inhibe el desarrollo de la flora acompañante de los coliformes totales y permite el crecimiento de la *Escherichia coli*. La turbidez indicó crecimiento de la bacteria inoculada con utilización de lactosa como fuente de carbono; la presencia de gas en la campana de Durham indicó fermentación de lactosa.

Los tubos que presentaron turbidez y producción de gas en la campana de Durham, se consultaron en la tabla de NMP, transformando el número de tubos confirmados de cada dilución en el NMP para expresar NMP/g de alimento. Esto se hizo para calcular coliformes totales y fecales por el método de NMP.

4.7.5 Diagnóstico de Escherichia coli (método en placa)

La detección de *E. coli* comprende dos pruebas; se partió de los tubos positivos de coliformes fecales en los tubos sembrados en caldo EC; fueron incubados en agua de tripton a 44.5°C durante 24 h para ser resembrados en agar Levine y realizar en ellos la confirmación de producción de indol.

4.8 Análisis proximales del jamón

Para el jamón de pescado se realizaron los siguientes análisis proximales: Proteína total o nitrógeno total, grasa cruda total, contenido de fibra, humedad y cenizas (AOAC, 2002).

4.8.1 Humedad

Se utiliza el método de la AOAC N° 934.01 que es aplicable a alimentos sólidos, líquidos o pastosos y estables a temperaturas de 105°C , por lo que no se recomienda este

método para alimentos que contengan sustancias volátiles distintas al agua. El método se basa en la determinación de la pérdida de masa de la muestra desecada hasta masa constante en una estufa de aire.

Procedimiento

Se anotó el peso de los crisoles previamente puestos a peso constante, luego se pesaron 2g de muestra para ser puestos en los crisoles, los cuales fueron introducidos en la estufa de aire a 100 °C durante 6-12 horas; pasado el tiempo, los crisoles fueron sacados y puestos en un desecador por 1 hora hasta que la temperatura de los crisoles baje; luego fueron pesados ya con la muestra seca. Para sacar el porcentaje de humedad de las muestras se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P2-P3}{P1} \times 100$$

En dónde:

P1: Peso de la muestra

P2: Peso de la muestra húmeda

P3: peso de la muestra seca

4.8.2 Cenizas

Para la determinación de cenizas, se utilizó el método de la AOAC N° 923.03, donde se denomina ceniza a la materia inorgánica que forma parte de los alimentos; esta prueba permite medir la cantidad de minerales en un alimento, por lo que el porcentaje puede dar una idea de la cantidad de compuestos inorgánicos que presenta la muestra en cuestión. El método se basa en someter el alimento a una combustión a temperaturas de 550 °C durante 4 horas.

Procedimiento

Se utilizó la muestra ya seca obtenida de la determinación de humedad (2g de muestra), por lo que se utilizó el peso de los crisoles con las muestras secas, fueron medidas

en la mufla a 550°C y se dejaron por 4 horas; al término, se introdujeron en el desecador hasta que se enfriaron y el residuo de cenizas se pesó. Para obtener el porcentaje de cenizas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{P2 - P0}{P1 - P0} \times 100$$

Es donde:

P0: Peso en gramos del crisol vacío

P1: peso en gramos del crisol conteniendo la muestra deshidratada

P2: Peso en gramos del crisol y la muestra incinerada

4.8.3 Determinación de Grasa

Los lípidos son considerados como un grupo de compuestos orgánicos insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos (como por ejemplo el éter o cloroformo), con una estructura química formada por una cadena hidrocarbonada como parte principal de la molécula, y que se encuentra o se deriva de organismo vivos.

El método utilizado para la determinación de grasa es de la AOAC N° 954.02 (2005), que es el método donde se usa un solvente (éter de petróleo) y se eleva la temperatura recirculando el solvente, lavando la muestra y desengrasando la misma; al final, la muestra es pesada y el porcentaje se obtiene por diferencia de pesos.

Procedimiento

Se pesaron los cartuchos de celulosa que estaban a peso constante, para luego agregarse la muestra seca; se volvió a tomar el peso, se preparó la muestra para poder introducirse en el equipo Soxhlet, tapando los cartuchos con un algodón. Se colocaron 80 ml de éter de petróleo en el recipiente del equipo y se encendió por 2 horas. Durante este tiempo, la muestra pasa por una etapa de lavado, extracción y evaporación. Al finalizar, las muestras se depositaron en un desecador hasta que el solvente se evaporó, para que luego las muestras sean pesadas. Para obtener el porcentaje de grasa de las muestras, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de grasa} = \frac{P1 - P2}{PM} \times 100$$

En donde:

P1: Peso en gramos del cartucho de celulosa más muestra sin desengrasar.

P2: Peso en gramos del cartucho de celulosa más muestra desengrasada.

PM= peso en gramos de la muestra deshidratada.

Determinación de Fibra

La fibra dietética se define como los polisacáridos y lignina que no son digeridos por enzimas humanas, por lo cual los componentes solubles e insolubles de la fibra pueden ser determinados filtrando la muestra digerida con digestiones ácidas y básicas, para obtener las partes insolubles de la fibra, la cual es secada y pesada. El método utilizado en el de la AOAC No. 962.09.

Procedimiento

4.9 Actividad antioxidante.

4.9.1 Preparación de los extractos metanólicos.

Se pesó 1 g de cada producto y se homogenizaron manualmente, luego se les agregó 10 ml de metanol puro; estos se pasaron por el vórtex durante 3 min, luego se utilizó un procesador ultrasónico al 80% de capacidad durante 3 minutos, aplicando una fuerza de 2,200 joules; las muestras estuvieron inmersas en un baño helado durante el proceso, luego fueron centrifugadas por 15 minutos a una velocidad de 5,000 rpm. Se recuperó el sobrenadante. Todo el proceso fue realizado con una variación de temperatura por muestra de 10 a 20 °C.

4.9.2 Prueba de ABTS en el jamón.

Se basa en la formación de un radical libre a partir de un precursor que es el ácido 2,2- azinobis (3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS) que obtiene un color verde azulado, estable, capaz de absorber en el UV-visible. Esta técnica tiene la ventaja de poder realizarse tanto en muestras hidrosolubles como en liposolubles (Qwele, 2013).

Reactivos

ABTS 2mM: Se pesan 54.858 mg de ABTS y se disuelve en 50 ml de agua desionizada.

Radical ABTS: Para la formación del radical ABTS, se mezclan 10 ml de ABTS y 40 μ l de persulfato de potasio. Este se deja reposar por 16 horas en refrigeración.

Solución de trabajo ABTS: Se utilizaron 88 ml de etanol puro y se adicionó 8 ml de radical ABTS; se ajustó la solución a una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a una longitud de onda de 734 nm.

Procedimiento

Se tomó una alícuota de 100 μ l de cada uno de los extractos metanólicos y se les adicionó 1.9ml de la solución de trabajo de ABTS; se leyó a tiempo cero y a los 6 minutos de la reacción; al mismo tiempo, se corrieron 3 blancos y cada cierto tiempo (30min) se midió la estabilidad del radical.

Curva de calibración

Para expresar los datos, se utilizó una curva de calibración usando como análogo TROLOX, utilizando 7 concentraciones (0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 mmol) utilizando la misma metodología. Los resultados fueron expresados como mg de TROLOX por cada 100 g de muestra.

4.9.3 Prueba de DPPH

Este método utiliza el radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH), el cual es estable, ya que presenta una deslocalización de un electrón desapareado; esto hace que la molécula no se dimerice como en algunos casos en los radicales libres; eso sucede cuando dos monómeros que forman compuestos reactivos que alteran o pueden ser perjudiciales para el alimento, como en este caso. Esta molécula presenta un color violeta intenso, el cual se absorbe en el espectro UV-Visible; la reacción es medida gracias a que el DPPH reacciona con el sustrato antioxidante donando una molécula de hidrógeno, lo que hace que el color violeta se desvanezca (Cai, 2003).

Reactivos

Solución de trabajo DPPH: pesar 2.5 mg de radical DPPH y mezclar con 90 ml de metanos puro, ajustar la solución a una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a una longitud de onda de 512 nm.

Procedimiento

Se toma una alícuota de 100 μ l de cada extracto metanólico y se le adicionan 3.9 ml de solución DPPH; esta solución es medida en tiempo cero y a los 30 min a una longitud de onda de 512nm.

Curva de calibración

Para expresar los datos, se utilizó una curva de calibración, usando como análogo TROLOX, la cual se utilizaron 7 concentraciones (0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8 y 1 mmol), utilizando la misma metodología. Los resultados fueron expresados como mg de TROLOX por cada 100 g de muestra.

4.10 Pruebas físicoquímicas de los productos tipo jamón

4.10.1 Cuantificación de nitrógeno proteico y No proteico.

Para la cuantificación de nitrógeno proteico y no proteico, se usó la técnica de la solubilidad proteica en medios alcalinos, bajando el pH, se precipitaron las proteínas del tejido separándolas. Al igual, se usan ácidos para desnaturalizar proteínas y separarlas de

los compuestos nitrogenados no ligados a proteínas. Se usó la metodología de Hach Method (1987)

Procedimiento

Se pesó 0.5g de muestra para determinar NP y 0.5g de muestra para NNP, se añadió 25 ml de NaCl al 5% diluido en 0.02 M NaHCO₃ para nitrógeno proteico y 5 ml de TCA al 7% para determinación de nitrógeno no proteico; las dos muestras fueron homogenizadas y filtradas hasta obtener 1 ml de filtrado. Se adicionó a cada tubo (NP y NNP) 0.5g de catalizador, seguido de 1 ml de H₂SO₄. Se procedió a la digestión de la muestra en una mufla a una temperatura de 250°C aproximadamente de 30 a 40 min, hasta observar un cambio de color en las muestras (verde azulado claro). Se tomó una alícuota de las muestras digeridas y se colocaron en un frasco de reacción para espectrofotometría de 25 ml. Se agregó 1 gota de indicador TKN (Total de nitrógeno), seguida de 1 gota de KOH 1N, se aforó hasta 20 ml con agua desionizada y se agitó levemente, se adicionaron 3 gotas de estabilizador mineral y 3 gotas de polivinil alcohol; por último, se agregó 1 ml de reactivo de Nessler y se dejó reposar por 2 min. Si la coloración de los tubos es muy fuerte, fue necesario realizar diluciones. Por último, las muestras fueron leídas a una absorbancia a 460 nm. Se corrió un blanco y las muestras fueron corridas con sus respectivos triplicados.

4.10.2 Trimetilamina (TMA)

Para la cuantificación de TMA, se usó la metodología de Tozawa, Enokibara & Amano (1970) usando el método del ácido pícrico, en donde se realiza una extracción de los componentes nitrogenados del tejido con ácido tricloroacético para extraer los compuestos nitrogenados; luego se hace una eliminación de compuestos como amoniaco, DMA, MMA, entre otros, con una solución de formaldehído para luego alcalinizar el medio con carbonato de potasio, el cual hace que la TMA se pegue al tolueno por diferencia de cargas. La adición del ácido pícrico forma una sal con TMA de color amarilla que es soluble en tolueno y es visible a una longitud de onda de 410 nm.

Reactivos

- Ácido pícrico 0.2%: pesar 0.2g de ácido pícrico y disolver en 100 ml de tolueno
- Ácido pícrico 0.02%: diluir 10 ml de la solución 0.2% de ácido pícrico en 90 ml tolueno
- Ácido tricloroacético 5%: pesar 75 g de TCA y diluir en 1000 ml de agua desionizada
- Carbonato de potasio 100%: Disolver 100g de carbonato de potasio en 100 ml de agua desionizada.
- Formaldehido 20%: Agitar 100 ml de formaldehido con 10g de magnesio hidroxicarbonato hasta que quede incoloro y filtrar. Luego diluir 100 ml del filtrado en 200 ml de agua desionizada.

Procedimiento

Se pesaron 10g de muestra y se colocaron 25 ml de ácido tricloroacético al 5% y para luego agitar por 5 min; posteriormente se centrifugó a 5,000 rpm por 5 minutos a una temperatura de 8°C. Se tomó una alícuota de 2 ml del sobrenadante y se le agregó 0.5 ml de formaldehido al 16%, 5 ml de tolueno y 1 ml de carbonato de potasio; los tubos son agitados vigorosamente hasta obtener 3 fases (fase orgánica, colide y el residuo). Se tomó con mucho cuidado una alícuota de 2.5 ml de la fase orgánica (superior) y se le agregó Na₂SO₄ anhidro, se agitaron vigorosamente para secar el tolueno. Luego se tomó 2 ml de la solución y se le agregaron 2 ml de ácido pícrico al 0.02% y se agitó suavemente. Las muestras se leyeron a una absorbancia de 410nm por triplicado, colocando 150 µl por repetición; se corrió un blanco.

4.10.3 pH

El pH es uno de los principales parámetros de conservación a considerar para verificar la calidad de la carne.

El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tiene una escala entre 0-14; un valor de pH por debajo de 7 es considerado como ácido y por encima de 7 es considerado alcalino. En los productos de la pesca, las variaciones del pH en el tejido son indicativas; cuando un organismo muere, se detienen las reacciones del organismo biológico normales, por lo que la disminución de la concentración de oxígeno ocasiona que en las células exista un catabolismo, tornando el pH más ácido en el músculo. En pescados recién capturados, usualmente el pH se sitúa en valores cercanos a 7; posteriormente, la glucólisis *post-mortem* ocasiona la transformación del glucógeno en ácido láctico, con lo cual el pH queda entre 6-7.

La metodología utilizada fue del Manual de Análisis de Calidad en muestras de carne. La desintegración de la masa muscular facilita la salida y la solubilización de las sustancias tanto ácidas como básicas con la consiguiente resultante del pH (Braña et al., 2011).

Procedimiento

Se pesaron 10g de producto y se colocaron en una licuadora, para luego añadir 90 ml de agua destilada y desionizada; la muestra se licuó por 1 min, se filtró la suspensión de carne en manta de cielo para eliminar el tejido conectivo.

Con el potenciómetro previamente calibrado con buffer de 4, 7 y 10, se procedió a medir las muestras por triplicado y se registran los datos.

4.10.4 Capacidad de Retención de Agua

La capacidad de retención de agua (CRA) se puede definir como la aptitud del producto para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas extremas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida. La CRA es influenciada por el pH del músculo; mientras más alejado esté el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Un pH 5.8 favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua.

El método utilizado por Braña et al. (2011) en el Manual de Análisis de Calidad en muestras de carne, es el método de centrifugación en el cual se usa un buffer de NaCl 0.6M

(condición fisiológica) y se aplica una fuerza de centrifugación para poder separar el agua libre de los productos y así poder ser medidas.

Procedimiento

Se pesaron 15g de muestra para ser o picadas lo más fino posible hasta lograr que se vea homogénea, se colocaron 5g de muestra por cada tubo Falcon (por triplicado), se agregaron a los tubos 8 ml de solución de NaCl al 0.6M y se agitaron vigorosamente durante 1 min. Los tubos fueron colocados en un baño de hielo durante 30 min; pasado el tiempo, se agitaron vigorosamente durante 1 minuto para luego Centrifugar durante 15 min a 10,000 rpm. Pasado los 15 min, se recolectó el sobrenadante por decantación y se midió el volumen final para luego ser restado del volumen inicial de 8 ml.

Para la expresión de los resultados, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{ml de NaCl 0.6M retenidos por 100g de carne} = \frac{8\text{ml} - \text{ml recuperados en el sobrenadante}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

4.10.5 Actividad de agua

La actividad de agua se refiere a la cantidad de agua libre que hay en un alimento, es decir, a la cantidad de agua disponible para reaccionar químicamente con otras sustancias y provocar crecimiento microbiano.

Procedimiento

Se homogenizó aproximadamente 2 g del producto, para luego ser colocado en una celda, procurando cubrir toda la superficie inferior. Antes de colocar las muestras, se calibró el higrómetro con agua; posteriormente, se colocó la muestra y se esperó hasta que apareciera la lectura en el equipo. Las lecturas se realizaron por duplicado.

V. Resultados

5.2 Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos a un panel de 53 jueces no entrenados, seleccionados al azar; los resultados de la evaluación se muestran en la tabla 9, tomando en cuenta la escala hedónica. Se observa la respuesta del público para los productos; calificaciones arriba de 5, muestran un agrado hacia éste.

Tabla 8 *Resultados de la evaluación sensorial del producto tipo jamón de pescado.*

Productos	Color	Olor	Textura	Sabor	Agrado
Control	4.53 ± 1.3 ^a	6.85 ± 1.0 ^a	6.84 ± 1.0 ^a	6.85 ± 0.9 ^a	6.65 ± 1.0 ^a
Chía	6.8 ± 1.1 ^b	5.79 ± 1.5 ^b	5.97 ± 1.4 ^b	6.54 ± 1.2 ^a	6.83 ± 1.0 ^a
Moringa	5.93 ± 1.8 ^c	6.45 ± 1.1 ^a	5.92 ± 1.4 ^b	4.93 ± 1.3 ^b	5.44 ± 1.4 ^b

* *Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por columnas, desviación estándar ±, n=51.*

Los resultados del análisis sensorial muestran que, en la aceptación del producto, la característica de color fue la que presentó mayor puntuación, recibiendo la calificación de “ligeramente agradable” fue el producto con chía, seguido por el de moringa con una calificación de 5.9 ± 1.8 , lo cual en la escala es un “ni agrada ni desagrada”; por último, está el control con una calificación de 4.5 ± 1.3 , que en la escala es un “ligeramente desagradable”. Para la característica de olor, el que tuvo mayor puntuación fue el control con 6.8 ± 1.0 , que en la escala es un “ligeramente agradable”. En textura, los productos de chía y moringa obtuvieron las mismas calificaciones (5.97 ± 1.4 y 5.92 ± 1.4 , respectivamente) que se lee en un “ligeramente agradable” y el control que obtuvo mayor puntuación con un 6.85 ± 0.9 que en la escala hedónica es “ligeramente agradable”. En la característica sabor, los resultados fueron iguales para el control y chía, teniendo las calificaciones más altas con 6.85 ± 0.9 y 6.54 ± 1.2 , respectivamente, y el de moringa una puntuación de 4.93 ± 1.3 , que en la escala es un “ni agrada ni desagrada”. La última característica evaluada fue agrado en general, el producto que contenía chía obtuvo una

puntuación de 6.83 ± 1.0 , que en la escala hedónica es “moderadamente agradable”, el control con 6.6 ± 1.0 que en la escala es “ligeramente agradable” y, por último, el que se le adicionó moringa con 5.4 ± 1.4 que en la escala es un “ni agrada ni desagrada”, presentando diferencia significativa con los otros dos productos.

Das, Rajkumar, Verma & Swarup (2012) evaluaron la calidad sensorial de hamburguesas de cabra, a las cuales se le adicionó extracto de hojas de *Moringa oleifera* en una concentración de 0.1% como fuente de antioxidante natural; esta adición a dichas hamburguesas no afectó las características sensoriales de color, olor, sabor y textura. Incluso el almacenamiento tras 15 días en refrigeración las muestras que contenían el extracto no afectó las características sensoriales de las hamburguesas.

Hazra et al. (2012) estudiaron la adición de extracto crudo de hojas de *M. oleifera* en carne molida de búfalo cocinada, donde agregaron concentraciones de 1%, 1.5% y 2%, donde la concentración de 1.5% fue la que mejor calificación obtuvo según sus atributos sensoriales (color, olor, textura, jugosidad y aceptación general); en las características de textura y jugosidad, no se encontraron variaciones en las carnes tratadas, ya que la adición del extracto incrementó la textura en relación a la jugosidad de la carne, haciendo que estuviera más jugosa la carne; por otro lado, la aceptación general alta la obtuvieron las carnes tratadas, ya que gracias a la capacidad antioxidante de la *M. oleifera*, conservó más los componentes de la carne que al momento de cocinarla puedan perderse.

Elhadi et al. (2017) realizaron un estudio adicionando la harina de las hojas de moringa en hamburguesas de pollo, adicionando 0, 50 y 100g/kg de harina a la carne de hamburguesas y se evaluaron sus características sensoriales. Se encontró que, al agregar la harina, las características sensoriales de las hamburguesas fueron afectadas significativamente. Las hamburguesas con la concentración de 50g/kg de carne, los parámetros evaluados (color, olor, textura y jugosidad) estuvieron por encima del rango establecido, por lo que se concluyó que hubo una buena aceptación por el público; en cambio, las que tuvieron la concentración de 100g/kg de carne, estuvieron por debajo del límite establecido, por lo que características como olor y aceptación general, tuvieron calificaciones muy bajas, a comparación de las de menor concentración, por lo que no fueron aceptadas por el público. Se resaltó que el aspecto más afectado por la incorporación

de la harina de *M. oleifera* fue el color, ya que conforme se adiciona más de esta harina, el color tiende a cambiar drásticamente.

Jayawardana et al. (2015) realizaron un estudio en el que se agregaron concentraciones bajas de harina de las hojas de *M. oleifera* (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1%/kg) a salchichas de pollo para probar la capacidad de la harina en cuestiones de almacenamiento. La evaluación sensorial mostró que la mayor preferencia se mostró en el control adicionado con 0.04% de BHT y de las salchichas adicionadas con *M. oleifera* con las concentraciones de 0.25% y 0.50%; concentraciones por encima de 0.50%, dieron resultados negativos, o sea, no del agrado del público, ya que las características como color y sabor fueron significativamente diferentes entre estos tratamientos, con la excepción de la textura, ya que todas las salchichas recibieron calificaciones satisfactorias, pero nada variables entre muestra y muestra.

Dávalos (2016) realizó la adición de semilla de chía a Nuggets de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) en 3 concentraciones (3, 4 y 5%), ya que la semilla posee ácidos como el cafeico y clorogénico, que demostraron tener una alta actividad contra radicales libres y procesos oxidativos en general, inhibiendo la peroxidación de los lípidos. Igualmente, la implementación de esta semilla en Nuggets, no cambió sus características de sabor y textura en este producto, por lo que la adición de 5% no afecta significativamente el sabor de los Nuggets.

Para el producto elaborado con *Oreochromis niloticus* (Tilapia), en este trabajo se presentaron similitudes con los trabajos citados; por ejemplo, en el trabajo de Hazra et al. (2012) sobrepasando concentraciones de 1.5% de extracto de *Moringa oleifera*, las características como color y sabor cambian, pero todavía hay una tolerancia con estos parámetros; concentraciones superiores a 4%, dan un descenso en el agrado del producto; la concentración de 3% del producto de tilapia mostró que en el color no hay una diferencia y que aún es del agrado de los panelistas, pero en cuanto a sabor, fue el más bajo de todos los tratamientos, siendo el que menos agradó. Con relación al producto de *Salvia hispanica L.*, la adición de esta semilla ayuda, aumentando las características sensoriales de los alimentos y haciendo que sean de mayor agrado para las personas. Dávalos (2016) adicionó esta semilla a un producto cárnico, como son los Nuggets y que concentraciones de 5% de esta

semilla en el producto, no afecta las características sensoriales del mismo. La concentración de 8% del producto de tilapia mostró ser el de mayor aceptación general para las personas seguido del control, por lo que aun con una concentración elevada como 8% de la semilla en el producto, cambió de manera significativa en el producto y de manera positiva en relación con lo sensorial.

5.3 Resultados del análisis proximal

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación proximal de los productos de tilapia adicionados; se presentan humedad, cenizas, porcentaje de lípidos y fibra. Los resultados de la evaluación proximal se muestran en la tabla 10.

TABLA 9. Determinación proximal de los productos tipo jamón adicionados con *S. hispanica* y *M. oleifera*.

Determinación	Control	Chía	Moringa
Humedad (%)	79 ± 0.1 ^a	75 ± 0.1 ^b	79 ± 0.1 ^a
Lípidos (%)	10 ± 0.03 ^a	16 ± 0.02 ^b	9 ± 0.06 ^a
Cenizas (%)	1 ± 0.0 ^a	1 ± 0.0 ^a	1 ± 0.0 ^a
Fibra (%)	0	8.9	0

* Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por fila, desviación estándar ±, n=3

Los productos mostraron una humedad similar de 79% ± 0.1 en los productos control y en el de *Moringa oleifera*, pero el producto con *Salvia hispanica* muestra un descenso en la humedad con un porcentaje de 75 ± 0.1, en comparación con los otros. El producto con más porcentaje de lípidos fue el de *Salvia hispanica* (16 ± 0.02), el cual era esperado, ya que la semilla contiene una gran cantidad de ácidos grasos, además que es el producto que mostró un porcentaje de 8% de fibra.

Los resultados presentados están de acuerdo a los estudios de Cardiles & Contreras (2013), donde se evaluó el contenido proximal del filete de tilapia frescos; antes de

someterse a marinado, estos presentaron una humedad de 72.4 %, cenizas de 1.5%, lípidos 8.3% y proteínas de 18.4%.

Otros estudios como el de Garduño-Lugo, Granados-Alvarez, Olvera-Novoa & Muñoz-Córdova (2003) que analizaron la composición proximal de *Oreochromis niloticus* y un híbrido de tilapia que fue una combinación de la tilapia roja de la Florida y Stirling Red *Oreochromis niloticus*, mostraron que solo existió diferencia en el contenido de grasa cruda en filete; el *O. niloticus* presentó un porcentaje de 2.07% y el híbrido de tilapia, presentó un 0.3% en grasa cruda.

Zapata & Pava (2017) evaluaron la composición fisicoquímica de salchichas elaboradas con desechos de filete de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) adicionado con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa W.*), las cuales mostraron una reducción de la humedad en los tratamientos con respecto al control ($P < 0.05$), cambiando las características de textura de las salchichas y que sean más duras, a comparación del control. La adición de la harina de quinoa a las salchichas incrementó el contenido de proteína, cenizas y fibra dietética contenido en las salchichas de tilapia ($P < 0.05$). Los lípidos en las salchichas no variaron en lo absoluto, ya que la quinoa no aporta ácidos grasos al producto, pero sí aporta una cantidad no despreciable de proteínas a los productos a los que se les agrega esta harina. Asimismo, la adición de la harina a salchichas de tilapia (10g/kg) aumenta la cantidad de proteína, pero acelera la oxidación de lípidos en el producto, pero es una buena opción para el aprovechamiento de estas dos materias primas, por lo que es conveniente su uso en este alimento.

5.4 Resultados de los componentes fisicoquímicos de los productos tipo jamón.

5.4.1 pH, Actividad de agua (a_w) y Capacidad de retención de agua (CRA).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los productos de *Oreochromis niloticus* (Tabla 11) en relación con el pH, actividad de agua y Capacidad de retención de agua (CRA).

Tabla 10. pH, actividad de agua (Aw) y capacidad de retención de agua en los productos de tipo jamón de pescado.

Muestras	pH	Aw	CRA (ml de NaCl retenidos en 100 g)
Control	8.16 ± 0.01 ^a	0.960	33 ± 1.1 ^a
Moringa	7.39 ± 0.02 ^b	0.936	32 ± 1.1 ^a
Chía	7.66 ± 0.00 ^c	0.946	28 ± 2.0 ^b

* Letras iguales significan que no hay diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan con un 95% de confianza por columna, desviación estándar ±, n=3

En la tabla 11 se puede observar la variación de pH entre productos, el análisis de varianza muestra que existen diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$), por lo que la adición de estos componentes en el jamón influye de manera directa en el producto; así, en la figura 5 se muestran los valores de pH, donde en el caso de moringa se aprecian más bajos, y haciendo que cambien sus características sensoriales. Las variaciones en el pH en el músculo de los peces, es un parámetro de calidad de éstos; mientras los valores se centren en pH 6-7 (Huss, 1988), los filetes o productos se consideran de buena calidad; en este caso, los productos están dentro de este rango, a excepción del control que cuenta con un pH de 8. La capacidad de retención de agua (CRA) está influenciada hasta cierto punto por el pH del músculo; valores de pH superiores a 5.8, indican que las proteínas a este nivel de pH se les facilita ligar agua; esto puede ligarse a la CRA, ya que volúmenes arriba de 20 ml de NaCl retenidos, indican que la carne pierde y no retiene agua en sus fibras, como es el caso de los productos como el control y el de moringa; el producto de chía retiene más agua, por lo que puede indicar que el pH puede ser a muy básico o muy ácido (fuera de los valores de 6-7). Todo esto puede atribuirse a una pérdida de sabor y de ternura en los productos cárnicos; esto puede deberse a diversos factores, pero el más común es la desnaturalización de las proteínas del músculo (Hughes, Oiseth, Purslow & Warner, 2014).

En cuestión a la actividad de agua los productos se encuentran entre

Estudios de Zapata & Pava (2017), evaluando las capacidades físicas de salchichas tipo Frankfurt de tilapia adicionadas con quinoa, muestran que el pH de los productos es de

5.61 ± 0.77, y al adicionar las harinas de quinoa, se observó un aumento en el pH, pero este aumento no fue significativo. Saucedo-Pompa et al. (2018), han estudiado las características de los diferentes compuestos y como estos interactúan en una matriz alimentaria, se ha visto que la adición de la harina en productos de panadería, galletas y harinas, hace que el pH disminuya, pero esto ayuda a la proliferación de hongos en los productos alimenticios. También se estudió que al trabajar con extractos de la planta, pero modificando el pH cercano a la normalidad, al adicionar este extracto a diferentes alimentos, que necesiten de cierto grado de hidrólisis, la adición ayuda acelerando las reacciones enzimáticas.

Generalmente, en los filetes frescos de tilapia, el pH se encuentra alrededor de 6.5, según Cardiles y Guerrero (2013), en un estudio que evaluó la vida en refrigeración de los filetes de *Oreochromis niloticus*, pero guiándose en un parámetro de esa especie de 5.8-6.2 y el estudio se basó en la conservación de filete por medio de marinado, descendiendo el pH de los filetes hasta 2-3; se observó un aumento de pH de hasta 5.2 al término del estudio; esto asegura que no haya crecimiento de microorganismos en el filete.

Los productos muestran un cambio en pH y capacidad de retención de agua, por lo que el producto que contiene moringa tiene un pH de 7.39 ± 0.02 y una CRA de 32 ± 1.1 ml de NaCl retenidos en 100 g por lo que aún se encuentra en un pH óptimo, pero la adición de extracto no hace alguna diferencia con la matriz para poder captar más agua; por otro lado, el producto que contiene chíá tiene un pH de 7.66 ± 0.00 y una CRA de 28 ± 2.0 ml de NaCl retenidos en 100 g, por lo que aunque se le haya quitado un 10% de mucílago, la harina aún mantiene la captación de agua en el producto.

5.4.2 *Cuantificación de Trimetilamina y de nitrógeno proteico en el producto*

A continuación, se presentan los resultados de trimetilamina (TMA) durante el periodo de 3 semanas de elaboración en refrigeración (4°C), al igual que los resultados de nitrógeno proteico que se presentan en la tabla 12.

Tabla 11. Contenido de Nitrógeno proteico y de Trimetilamina en los productos tipo jamón de pescado.

	mg de nitrógeno proteico/100g de muestra	TMA-N (mg)/100g de muestra	
		Semana 0	Semana 3
Control	655.98 ± 52.07 ^a	8.13 ± 0.82 ^a	147.66 ± 0.0 ^a
Moringa	629.97 ± 68.9 ^{ab}	2.39 ± 0.00 ^b	139.45 ± 4.2 ^a
Chía	811.58 ± 168.46 ^b	1.96 ± 0.08 ^b	68.14 ± 5.8 ^b

*Letras iguales entre columnas significa que no hay diferencias significativas ($p < 0.05$), ± desviación estándar, $n=4$

Se puede observar el aumento en las 3 semanas de almacenamiento de TMA; el control y el de moringa a las 3 semanas ya presenta una alta concentración (147.66 y 139.45 mg/100 g de muestra, respectivamente) mientras que *Salvia hispanica* (68.14 mg/100g de muestra) presenta una concentración menor; aun así, se sale del rango de aceptabilidad de 10–15 mg de TMA-N/100g de muestra que establece establecieron Simat et al. (2009).

Este aumento se debe a la cantidad de microorganismos presentes en el alimento, ya que la descomposición de productos de la pesca tiene una degradación autolítica y microbiológica. Estos cambios incrementan al momento del almacenamiento, causando pérdidas de la frescura y una acelerada descomposición del producto resultado de actividad enzimática y microbiológica en el producto; las concentraciones de este componente dependen de muchos factores, como el manejo antes del almacenamiento puede ser muy importante, ya que puede acelerar el proceso de descomposición (Ababouch et al., 1996).

Estudios realizados en sardinas y arenque por Simat et al. (2009), evaluaron aminas volátiles como el total de bases nitrogenadas volátiles (TVB-N) y la Trimetilamina (TMA). En un periodo largo de almacenamiento (1 año), se observó la relación de TVB-N con TMA, ya que estas van de la mano cuando se habla de frescura o deterioro de productos del mar; el estudio resalta que los productos en congelación no pueden estar más de un año almacenados a -18°C, ya que la flora microbiológica del tejido sigue activa, así como los procesos naturales de degradación, haciendo que al momento de descongelar o manejar el

producto (factor que si no es bien cuidado puede disparar las concentraciones de aminas volátiles), las concentraciones de éstas se elevan. TVB no refleja el inicio de la descomposición, pero al compararlo con TMA, se puede dar un rango de tolerancia para los productos.

Kulawik, Özogul & Glew (2013) evaluaron los cambios de los filetes de tilapia *Oreochromis niloticus* bajo condiciones de refrigeración (0°C) por 21 días; los resultados del análisis reflejó que los valores de nitrógeno volátil no variaron durante los 17 días de almacenamiento, pero en el día 21, los valores se acercaron al rango de aceptabilidad de 20 mg de TVB-N/100g de muestra, pero en niveles de TMA, los valores más altos se presentaron en los días 8 y 10 de 3.24 ± 0.25 y 1.31 ± 0.06 mg de TMA/100g de muestra; esto se correlacionó con el deterioro microbiológico y el conteo de microorganismos presentes en el tejido y, como resultado no se vio correlación, aunque los niveles al día 21 fueron de 81, 861, 084 UFC/g de muestra en la cuenta total viable (alcanzando la fase estacionaria), pero este incremento no fue correlacionado con el aumento de TVB-N o TMA, por lo que sí hay deterioro, pero es meramente microbiológico en tilapia almacenada.

Pena-Pereira, Lavilla & Bendicho (2010) hicieron la optimización para la determinación de TMA en diferentes variedades de pescados de la región, por lo que se usaron dos métodos, uno cromatográfico y otro por espectrofotometría UV-Vis, por lo que lograron que la técnica tenga un menor rango de detección (6×10^{-4} mg de TMA/100g de muestra) sin interferencia alguna. Probaron el pescado almacenado en refrigeración (4°C) durante 5 días de almacenamiento, por lo que se vio un aumento pronunciado después de las 48 horas del sacrificio, pero lineal. También se pudo ver lo que ocurre con TMA después del sacrificio de las especies y determinar la frescura *post-mortem*.

Los productos elaborados de pescado, presentan una elevación de la concentración de TMA a lo largo del tiempo, por lo que el tiempo de almacenamiento no es prolongado, ya que este componente está relacionado con el crecimiento microbiológico. Este incremento puede deberse a factores como la higiene al momento de elaborar el producto o en el almacenamiento.

5.5 Capacidad antioxidante de los productos de tipo jamón de pescado

Para evaluar la capacidad antioxidante de los productos, se utilizaron tres técnicas de captación de radicales, ABTS, DPPH y una de cuantificación de compuestos por medios espectrofotométricos que fue la de fenoles totales. Los resultados se muestran en la tabla 13, donde se muestran las concentraciones de TROLOX y su variación en el tiempo de almacenamiento en refrigeración (3 semanas).

Tabla 12. Capacidad antioxidante de los productos de tipo jamón de pescado.

	Fenoles Totales (mg AG/100g)		DPPH (mg de TROLOX/100g)		ABTS (mg de TROLOX/100g)	
	Semana 1	Semana 3	Semana 1	Semana 3	Semana 1	Semana 3
Control	169.29 ± 15.5 ^a	100.05 ± 21.1 ^a	94.76 ± 3.5 ^a	58.81 ± 7.7 ^a	75.06 ± 1.0 ^a	90.87 ± 1.5 ^a
Moringa	303.16 ± 6.1 ^b	221.25 ± 6.5 ^b	129.94 ± 5.8 ^b	85.23 ± 5.4 ^b	109.13 ± 0.9 ^b	94.70 ± 3.1 ^b
Chía	1022.3 ± 7.9 ^c	750.31 ± 7.8 ^c	211.24 ± 6.5 ^b	112.42 ± 2.9 ^c	88.83 ± 0.6 ^c	95.87 ± 1.4 ^b

Letras diferentes por columna significa que hay diferencias significativas ($p < 0.05$), \pm significa desviación estándar, $n = 3$

En la tabla 13 se muestran los resultados de las técnicas de ABTS y DPPH de los productos de tipo jamón de pescado. Se observa que en la primera semana en los productos que contiene *M. oleifera* y *S. hispanica* está en aumento la captación de radicales libres, pero hacia la semana 3, esta captación disminuye significativamente entre tratamientos. A comparación de los compuestos evaluados en las materias primas (hojas y semillas), se ve una transferencia de compuestos en los productos y con un porcentaje de captación de radicales libres, pero a lo largo del tiempo, esta capacidad se pierde, como es el caso de los productos con *M. oleifera*, ya que puede ser que estos compuestos sean degradados por las bacterias o por agentes del medio ambiente como la luz en el producto, transformándolos en ácidos orgánicos. En el caso de los productos adicionados con *S. hispanica*, se mantienen los compuestos, debido a que pueden tener otras estructuras más resistentes, por lo que se mantienen más estables en el producto.

La carne es bien conocida por su rápida descomposición, gracias a la acción de procesos como la peroxidación lipídica, autólisis e invasión microbiana, por lo que la carne cruda tiene menos vida útil, por lo que se han buscado maneras para poder conservarla por

más tiempo; ya que cuando el animal muere, el músculo esquelético genera una serie de reacciones en cadena en el sistema, que pueden favorecer por corto tiempo la conservación de la carne, de manera que surgen compuestos de dos especies, enzimáticos y no enzimáticos, al igual que pueden ser endógenas y exógenas; entre los enzimáticos endógenos, se encuentran la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa; estas se generan de acuerdo al estado de salud del animal y están ligados a la dieta; una vez que el animal muere, se tiene una concentración de estas sustancias que, al ser agotadas, ya no se generan más. Por otro lado, se encuentran las sustancias que son no enzimáticas y que son exógenas, las cuales son compuestos que se encuentran en el tejido en cantidades pequeñas o que se le pueden agregar a la carne para que se retrase la peroxidación de lípidos; entre los más comunes se encuentran los tocoferoles, carotenoides y la ubiquinona; estos son liposolubles y se adquieren en la dieta de los animales. Todos estos compuestos son de naturaleza *scavenger* o secuestradores de radicales libres (Decker & Mei, 1996).

Carbonera (2016) realizó un estudio en donde evaluó la capacidad antioxidante y la composición lipídica de filetes de *O. niloticus* suplementados con una mezcla de *S. hispanica*, *Aleurites fordii*, ácido linoleico y vitamina E. La especie *O. niloticus* es un pez de agua dulce, que contiene cantidades bajas de ácidos grasos omega-3 (ácido α -linoleico). Al suplementar a los peces con estos aceites, se observó un aumento en la capacidad antioxidante en los filetes; los valores más altos se vieron reflejados en ABTS en los filetes suplementados ($20.29 \mu\text{mol TE g}^{-1}$) con relación al control ($17.93 \mu\text{mol TE g}^{-1}$); también se observaron valores elevados de la capacidad antioxidante en la técnica ORAC en partes hidrofílicas de los filetes suplementados ($69.59 \mu\text{mol TE g}^{-1}$) que en los filetes control ($36.83 \mu\text{mol TE g}^{-1}$), por lo que se debe a la composición de la *S. hispanica* que contienen ácidos orgánicos como el clorogénico, cafeico, miricetina, quercetina y kaempferol, ya que estos compuestos muestran características hidrofílicas. Por lo tanto, se concluyó que la calidad de lípidos en la tilapia fue mejorada por la suplementación del aceite de estas semillas, especialmente del ácido α -linoleico; la adición de vitamina E ayuda con el potencial antioxidante, pero se vio mejorada esta actividad por los compuestos hidrofílicos contenidos en la semilla de *S. hispanica*, por lo que la suplementación con esta semilla es una buena herramienta para aumentar el valor nutrimental de los filetes.

En un estudio que se hizo en hamburguesas de búfalo tratadas con el extracto crudo de hojas de *M. oleifera*, se usaron concentraciones de 1%, 1.5% y 2% de extracto acuoso en 200g de carne de búfalo. El extracto crudo de *M. oleifera* es considerado un captador de radicales, por lo que las concentraciones usadas mostraron un aumento en la capacidad antioxidante de la carne, ya que retardaron la peroxidación de lípidos, obteniendo unos valores de TBA (ácido tiobarbitúrico) de 0.27, 0.29 y 0.28 de mg de malonaldehído/kg, respectivamente, al igual que retardó el crecimiento de microorganismos (Hazra et al., 2012).

El uso de *M. oleifera* en carnes molidas, hace que la incorporación de ésta sea más fácil; por eso, en la elaboración de hamburguesas de ternera, se utilizaron concentraciones de 0, 2, 4 y 6% de harina de la semilla de *M. oleifera*. Las hamburguesas adicionadas presentaron un nivel de peroxidación más bajo que las que no contienen la harina ($P < 0.05$), por lo que conforme la concentración de ésta aumenta, el poder de retardar la peroxidación igualmente incrementa, por lo que lo hace un buen antioxidante natural (Al-Juhaimi et al., 2016).

Incluso, se ha probado la efectividad de estos antioxidantes naturales en productos cocinados, como las hamburguesas de cabra, donde se utilizaron concentraciones de 0.1% de extracto de *M. oleifera* (100mg/100 de carne); se observó que pueden proteger la carne cocida de hamburguesa con una cantidad de 18.54 mg/ml de IC50 y una concentración de 379.56 ± 10.25 μ g equivalentes de ácido gálico/g de carne; ayuda con el retardo de la peroxidación de lípidos, prolongando la vida en almacenamiento (4°C) de la carne ya cocinada (Das et al., 2012).

5.6 Resultados del análisis microbiológico de los productos tipo jamón durante el tiempo de refrigeración

Los resultados de la evaluación microbiológica se presentan en la tabla 14, donde se muestra que los productos están ausentes de patógenos como la *Escherichia coli* y *Salmonella sp*, así como una baja concentración de coliformes totales y conteo de mesófilos dentro de los parámetros de la NOM-213-SSA1-2000 *Productos y servicios. Productos cárnicos procesados*.

Tabla 13. Análisis microbiológico de los productos de tipo jamón de pescado.

Muestras	Coliformes Totales (NMP/g)	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella sp.</i>	Conteo de mesófilos (UFC/g)
Control	< 3	Ausencia	Ausencia	46
Moringa	< 3	Ausencia	Ausencia	6
Chía	< 3	Ausencia	Ausencia	63

En la tabla 15 se presentan los resultados de la evaluación microbiológica durante un periodo de 16 días, donde el incremento de mesófilos va en aumento conforme pasan los días.

TABLA 14. Análisis microbiológico de los productos tipo jamón de pescado durante su almacenamiento.

Días	Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/g de muestra				
	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>12</i>	<i>16</i>
Control	46	44	7,4500	375,000	233,500
Moringa	6	1,195	5,000	30,000	259,500
Chía	63	1,605	3,735	8,400	11,650

Se puede observar que en el día 16, los productos control y el adicionado con *M. oleifera*, ya se salen del límite establecido por la NOM-213-2000, donde rebasan las 100,000 UFC/g de muestra, pero el que contiene *S. hispanica* aún está dentro de la norma, por lo que alarga la vida del producto de manera considerable.

Se ha probado la capacidad para mantener la calidad de las hamburguesas de ternera durante el almacenamiento con antioxidantes naturales y se ha descubierto que extractos a base de hojas de plantas pueden ser buena opción, ya que la cantidad de fenoles y flavonoides interfieren junto con otras proteínas solubles en las paredes celulares; por otro lado, no todos los extractos pueden funcionar en carnes, ya que existen algunas proteínas y

grasas que interfieren o se unen a ciertos compuestos fenólicos, haciendo que su capacidad antimicrobiana se reduzca o se nulifique, haciendo que el alimento no se conserve o que la proliferación bacteriana se lleve a cabo más rápido. Concentraciones de 1g de harina de hojas de *M. oleifera* en 1kg de carne molida de res, puede tener efectos beneficiosos para la carne, haciendo más lento el crecimiento de los microorganismos sin afectar las características sensoriales del alimento (Falowo et al., 2016).

En un estudio realizado en hamburguesas de pollo adicionadas con el extracto de la harina de las hojas de *M. oleifera*, se utilizaron concentraciones de 0, 50 y 100g/kg de carne; el análisis demostró que la concentración de 50g de harina/kg de carne presenta la mayor actividad antioxidante, ya que se midió la peroxidación, donde conforme se aumenta la cantidad de *M. oleifera* en la carne, el valor de peroxidación baja ($P < 0.05$); esto debido a los polifenoles y flavonoides que contiene la hoja y ayuda a retardar la peroxidación. Por otro lado, esta capacidad también favorece microbiológicamente al producto, aumentando significativamente el retardo del crecimiento; las hamburguesas de pollo que no tenían *M. oleifera*, presentaron un conteo en placa de 4.84 log UFC/g, mientras que las que tenían la harina presentaron un descenso en las concentraciones de 50 y 100 (4.42 y 3.49 log UFC/g); para el día 12, el control tenía un conteo de 7.87 log UFC/g de carne, mientras que los tratados con 50 y 100g de harina por kg de carne, presentaban valores de 4.93 y 3.78 log UFC/g, respectivamente (Elhadi et al., 2017).

Jayawardana (2015) elaboró salchichas de carne de pollo a las que le adicionó concentraciones de 0.25, 0.5, 0.75 y 1% de *M. oleifera*, concluyendo que la ausencia de coliformes y *E. coli* se debe al manejo que se le tuvo a la carne al momento de preparar las salchichas; también, que el conteo de placas mostró que las concentraciones de 0.75 y 1% fueron las de menor concentración (UFC/g de muestra) que las demás concentraciones; esto se debe a que los compuestos se conservan a concentraciones más altas y que al alterar el pH del alimento, hacen que se retarde la proliferación bacteriana durante el tiempo de almacenamiento en refrigeración (4°C).

Cahuapaza (2017) elaboró hamburguesas de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) donde adicionó 3 concentraciones de *S. hispanica* y evaluó sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales. El resultado microbiológico con la adición de 3% de la

semilla de *S. hispanica* durante 28 días de almacenamiento en congelación, indica que se alcanzó un total de 150 log UFC/g de carne, ausencia de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Debido a que la semilla contiene una gran cantidad de compuestos fenólicos, estos actúan en el retardo de la aparición de microorganismos. La semilla contiene una cantidad de 423mg/kg de tocoferoles, por lo que retarda la peroxidación de los lípidos.

Los productos control permanecen dentro de la norma hasta los 8 días de haber sido preparados, el de *M. oleifera* hasta los 12 días y el de *S. hispanica* hasta los 16 días en refrigeración, según el conteo de mesófilos aerobios. En productos cocidos, se ha visto una reducción en la acción microbiológica sobre el producto, debido a la volatilidad de compuestos presentes en *M. oleifera*, al igual que al ser adicionado en extracto hace más disponibles a estos compuestos al calor. Por otro lado, al adicionar *S. hispanica* con solo un proceso de molienda de semilla, presentó una acción más prolongada contra microorganismos.

VI. CONCLUSIONES

*Obtención de un jamón a base de filete de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y adición de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* L*

Con los resultados del presente trabajo, se concluye que la elaboración de un jamón a base de filete de tilapia (*Oreochromis niloticus*), es posible elaborar este producto sin la necesidad de adición de algún ligador o aglutinante, por lo que se obtiene un producto que se asemeja en apariencia a los jamones comerciales. La adición de *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* modifican de manera muy marcada las características físicas del producto, por lo que la adición debe considerarse si se quiere comercializar un producto comercial.

Evaluación de la composición nutrimental fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto tipo jamón.

Con los resultados obtenidos, se observó que el control es un producto sensorialmente aceptado y es del agrado de las personas, aunque la idea de un producto elaborado con filete aún no es muy aceptada por las personas; por otro lado, es otra opción de alimento de origen marino. El producto adicionado con *Salvia hispanica* fue el de mayor agrado general por las personas, contiene un poco más de lípidos, pero se necesita poder incorporar más esta semilla en el alimento; la incorporación en el alimento origina que cambien las características sensoriales y fisicoquímicas en el alimento, como el pH y la capacidad de retención de agua, impactando en otros aspectos del alimento, como el microbiológico.

*Capacidad antioxidante de la *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* en el producto durante el tiempo de almacenamiento.*

Los resultados de la actividad antioxidante de los productos reflejan que, al momento de la elaboración, presentan una actividad estable y alta, pero conforme pasa el tiempo en refrigeración, esta se ve alterada, disminuyendo la capacidad. Los que presentan mayor actividad son los productos que contenían *Salvia hispanica*, seguidos de los de *Moringa oleifera*. Esto puede ser beneficioso para el consumidor o inclusive para alargar la vida del producto, como se vio en el caso del producto con *Salvia hispanica*.

*Composición microbiológica de los productos de tipo jamón con *Moringa oleifera* y *Salvia hispanica* durante el almacenamiento en refrigeración.*

La composición de microorganismos varía de acuerdo a los tratamientos; según los resultados, el producto es muy perecedero por las características de Aw y CRA, esto origina que proliferen más rápido los microorganismos, por lo que se vio que a los 8 días de elaborado, el control ya sale de las NOM-213-SSA1-2002 y la NOM-242-SSA1-2009; el producto adicionado con *Moringa oleifera* sale de norma a los 12 días y el de *Salvia hispanica* llegó hasta los 16 y aún seguía dentro de las normas, por lo que se puede considerar como alternativa en este producto (considerando la adición de éste al producto, lo cual no es uniforme). Otro factor fue la medición de TMA para relacionar este grado de deterioro y se concluyó que va de acuerdo al incremento en concentración de TMA el conteo de mesófilos aerobios, el producto con menos concentración fue el de *Salvia hispanica*.

VII. Bibliografía

- Ababouch, L. H., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M. & Busta, F. F. (1996). Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food Microbiology*, 13: 123– 132., 123–132.
- Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K., Hawashin, M. D., Alsawmahi, O. N. & Babiker, E. E. (2016). Effects of different levels of Moringa (*Moringa oleifera*) seed flour on quality attributes of beef burgers. *CYTA - Journal of Food*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1034784>
- Aranda, M. V., Cordero, F. J. M. & Bringas, I. C. T. (2010). Análisis de competitividad de cuatro sistemas-producto estatales de tilapia en México. *Competitiveness Analysis of 4 State-Run Tilapia Production Systems in Mexico*. 18(35), 165–207. Retrieved from <http://0search.ebscohost.com.millennium.itesm.mx/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=48075679&site=ehost-live&scope=site>
- Asare, G. A., Gyan, B., Bugyei, K., Adjei, S., Mahama, R., Addo, P. & Nyarko, A. (2012). Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(1), 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.009>
- Asensi, G. D., Durango Villadiego, A. M. & Berruezo, G. R. (2017). *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. *Moringa oleifera: A Review of Food Applications.*, 67(2), 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.09.027>
- Bodoira, R. M., Penci, M. C., Ribotta, P. D. & Martínez, M. L. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) oil stability: Study of the effect of natural antioxidants. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.031>
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M. & Ríos, F. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. *SAGARPA*. Retrieved

from <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/03-manual-de-analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.pdf>

- Cahuapaza, B. (2017). “Evaluar el efecto de la adición de chía (*Salvia hispanica* L.) sobre las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de la hamburguesa de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Universidad San Agustín de Arequipa*.
- Carbonera, F., Montanher, P. F., Figueiredo, I. L., Bonafé, E. G., Santos Júnior, O. O., Sargi, S. C. & Visentainer, J. V. (2016). Lipid composition and antioxidant capacity evaluation in tilapia fillets supplemented with a blend of oils and vitamin E. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93(9), 1255–1264. <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2869-7>
- Cardiles, Cesar & Contreras, O. (2013). Evaluación de la calidad físico-química, microbiológica y sensorial de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) marinados en frío (4°C). Universidad de Cartagena.
- Castejón, N., Luna, P. & Señorans, F. J. (2017). Ultrasonic removal of mucilage for pressurized liquid extraction of omega-3 rich oil from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(12), 2572–2579. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b05726>
- CODEX. (2015). Norma para el Jamón Curado Cocido.
- CONAPESCA. (2012). Anuario Estadístico de Acuicultura. *Estadísticas de Producción Pesquera*, 26. Retrieved from http://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/dgppe/2012/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2012.pdf
- Das, A. K., Rajkumar, V., Verma, A. K. & Swarup, D. (2012). *Moringa oleifera* leaves extract: A natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in cooked goat meat patties. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(3), 585–591. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02881.x>

- Dávalos, M. (2016). Desarrollo de nuggets de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) bajos en calorías y con la adición de chía (*Salvia hispanica*) como antioxidante. Universidad Nacional de San Agustín.
- Decker, E. A. & Mei, L. (1996). Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods. *Proceedings of the 49th Reciprocal Meat Conference*, 49, 64–72. <https://doi.org/10.1007/s00122-014-2357-0>
- DOF. (1999). Reglamento de la Ley de Pesca. *Diario Oficial de La Federación*, (Septiembre 29), 48. <https://doi.org/10.5301/EJO.2011.8364>
- Elhadi, D. A. E., Elgasim, E. A. & Mohamed Ahmed, I. A. (2017). Microbial and oxidation characteristics of refrigerated chicken patty incorporated with moringa (*Moringa oleifera*) leaf powder. *CyTA - Journal of Food*, 15(2), 234–240. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1242157>
- Falowo, A. B., Muchenje, V., Hugo, C. J. & Charimba, G. (2016). *In vitro* antimicrobial activities of *Bidens pilosa* and *Moringa oleifera* leaf extracts and their effects on ground beef quality during cold storage. *CyTA - Journal of Food*, 14(4), 1–6. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1162847>
- Feldsine, P., Abeyta, C. & Andrews, W. H. (2002). AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis. *Journal of AOAC International*, 85(5), 1187–1200. https://doi.org/10.1162/LING_a_00119
- Garduño-Lugo, M., Granados-Alvarez, I., Olvera-Novoa, M. A. & Muñoz-Córdova, G. (2003). Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia x Stirling red *O. niloticus*) males. *Aquaculture Research*, 34(12), 1023–1028. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00904.x>
- Guzmán, P. A. H. P. N. C. J. (1986). *¿Qué es la acuicultura?* (Palemán Aguilera Hernandez; Pedro Noriega Curtis; Jesús Guzmán Chan, Ed.) (1st ed.). México, D.F:

Secretaría de Pesca. Retrieved from <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/bibliografia-pesquera-y-acuicola>

- Hazra, S., Biswas, S., Bhattacharyya, D., Das, S. K. & Khan, A. (2012). Quality of cooked ground buffalo meat treated with the crude extracts of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves. *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 240–245. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0383-3>
- Hughes, J. M., Oiseth, S. K., Purslow, P. P. & Warner, R. D. (2014). A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Science*, 98(3), 520–532. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.022>
- Huss, H. H. (1988). El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ixtaina, V. Y., Nolasco, S. M. & Tomás, M. C. (2008). Physical properties of chía (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 286–293. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.03.009>
- Jayawardana, B. C., Liyanage, R., Lalantha, N., Iddamalgoda, S. & Weththasinghe, P. (2015). Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1204–1208. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.028>
- Jerry, A. F. & Iii, W. (2013). Pvp2013-97440. Gasket selection and assembly criteria for internal sealing manways and handholes. <https://doi.org/978-92-5-306675-9>
- Kulawik, P., Özoğul, F. & Glew, R. H. (2013). Quality properties, fatty acids, and biogenic amines profile of fresh tilapia stored in ice. *Journal of Food Science*, 78(7). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12149>

- Method, N. (1987). Method 8075 Nessler Method * (digestion required), *70*(5), 1117–1123.
- Muñoz, L. A., Cobos, A., Diaz, O. & Aguilera, J. M. (2012). Chía seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering*, *108*(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>
- Paula, J., Lilia, M. & Vilma, Q. (2013). Chemical composition of chia seed, flaxseed and rosehip and its contribution in fatty acids omega-3. *Revista Chilena de Nutrición*, *40*(2), 155–160. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000200010>
- Pena-Pereira, F., Lavilla, I. & Bendicho, C. (2010). Colorimetric assay for determination of trimethylamine-nitrogen (TMA-N) in fish by combining headspace-single-drop microextraction and microvolume UV-Vis spectrophotometry. *Food Chemistry*, *119*(1), 402–407. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.038>
- Petenuci, M. E., Stevanato, F. B., Visentainer, J. E. L., Matsushita, M., Garcia, E. E., De Souza, N. E. & Visentainer, J. V. (2008). Fatty acid concentration, proximate composition, and mineral composition in fishbone flour of Nile Tilapia. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, *58*(1), 87–90.
- PROFECO. (2001). Calidad de jamones. *Revista Del Consumidor*, (289), 1–9.
- Rakocy, J. E. (2005). Identidad Perfil *Oreochromis niloticus* (Vol. 9). Roma.
- Ramachandran, C., Peter, K. V. & Gopalakrishnan, P. K. (1980). Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*, *34*(3), 276–283. <https://doi.org/10.1007/BF02858648>
- Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., & Valdivia-López, M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry*, *107*(2), 656–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>

- Román, G., López, P. & Leyva, G. (2016). Pasado y presente de la acuacultura en Yucatán. *Bioagrociencias*, 9(2), 27–34.
- Saucedo-Pompa, S., Torres-Castillo, J. A., Castro-López, C., Rojas, R., Sánchez-Alejo, E. J., Ngangyo-Heya, M., & Martínez-Ávila, G. C. G. (2018, September 1). Moringa plants: Bioactive compounds and promising applications in food products. *Food Research International*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.062>
- Secretaría de Salud. (2002). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-213-SSA1-2000, Productos y servicios. Productos cárnicos procesados. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de.
- Secretaría de Salud. (2003). NORMA Oficial Mexicana NOM-158-SCFI-2003, Jamón-Denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas, información comercial y métodos de prueba. México, D.F. Retrieved from http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=685261&fecha=12/12/2003
- Šimat, V., Maršić-Lučić, J., Tudor, M. & Mladineo, I. (2009). Long-term storage influence on volatile amines (TVB-N and TMA-N) in sardines and herring utilized as food for tuna fattening. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(6), 766–770. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01287.x>
- Tozawa, H., Enokibara, K. & Amano, K. (1970). Effect of DMA on the value of TMA determined by the Dyer's method. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 36(6), 606–611. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vázquez Ovando, A., Rosado Rubio, G., Chel Guerrero, L. & Betancur Ancona, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 168–173.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.012>

- Ventanas, S., Martín, D., Estévez, M. & Ruiz, J. (2004). Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos (I). *Eurocarne*, 129 (January), 1–15.
- Zapata, J. I. H. & Pava, G. C. R. de la. (2017). Physicochemical analysis of frankfurter type sausages made with red tilapia fillet waste (*Oreochromis sp*) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa* W.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 21(0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10316>

ANEXOS

Anexo 1. Herramienta usada para la evaluación sensorial de los productos elaborados.



FECHA: _____ **EDAD:** _____

INSTRUCCIONES

Ante usted se encuentran 4 muestras de Jamón, califique de acuerdo a la escala, según sea su nivel de agrado.

A continuación, se presenta la escala y el puntaje:

1	Extremadamente agradable
2	Muy agradable
3	Moderadamente agradable
4	Ligeramente agradable
5	Ni agrada, ni desagrada
6	Ligeramente desagradable
7	Moderadamente desagradable
8	Muy desagradable
9	Extremadamente desagradable

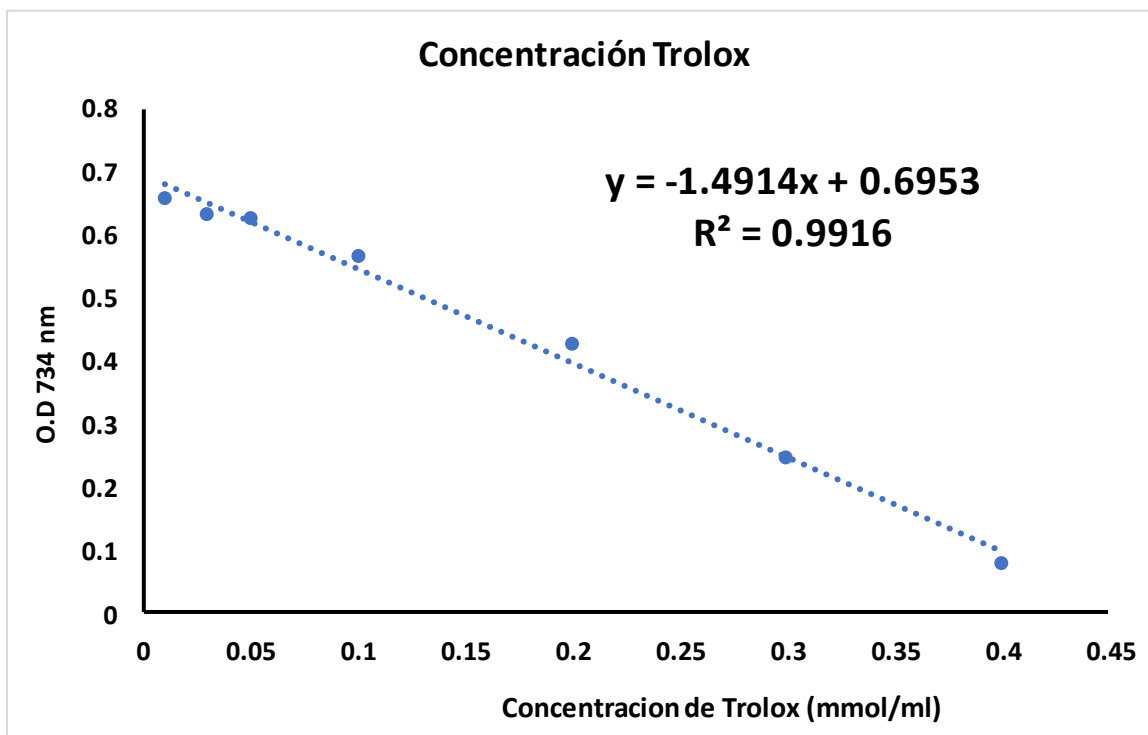
Código	773
Color	
Olor	
Textura	
Sabor	
Agrado	

Código	155
Color	
Olor	
Textura	
Sabor	
Agrado	

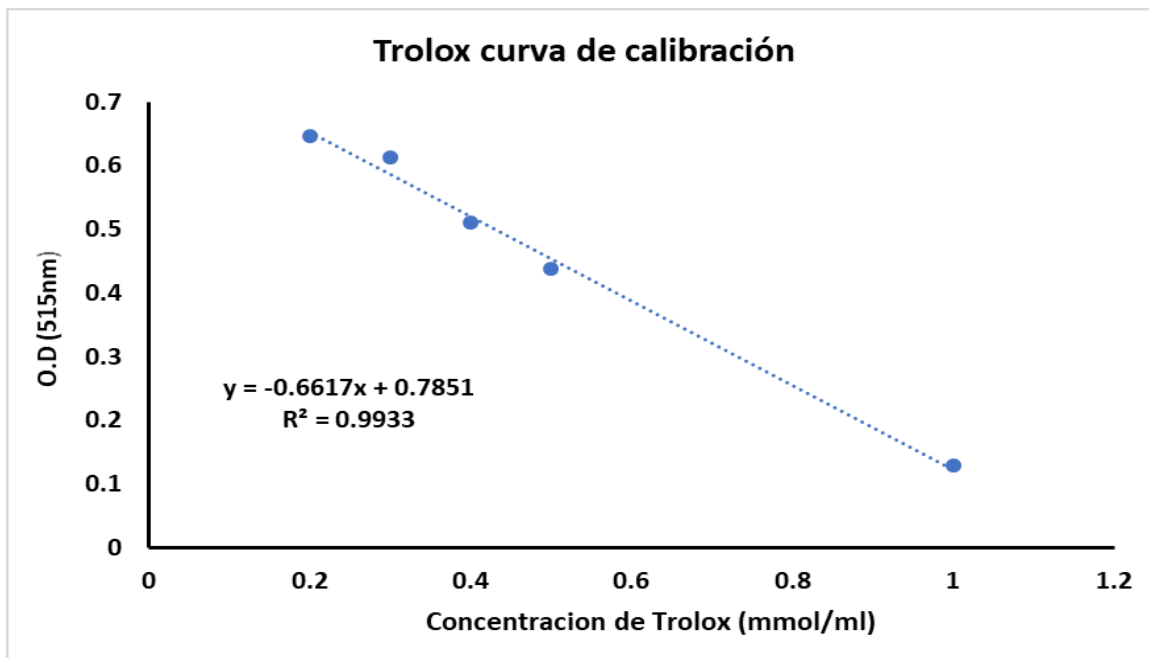
Código	905
Color	
Olor	
Textura	
Sabor	
Agrado	

Código	354
Color	
Olor	
Textura	
Sabor	
Agrado	

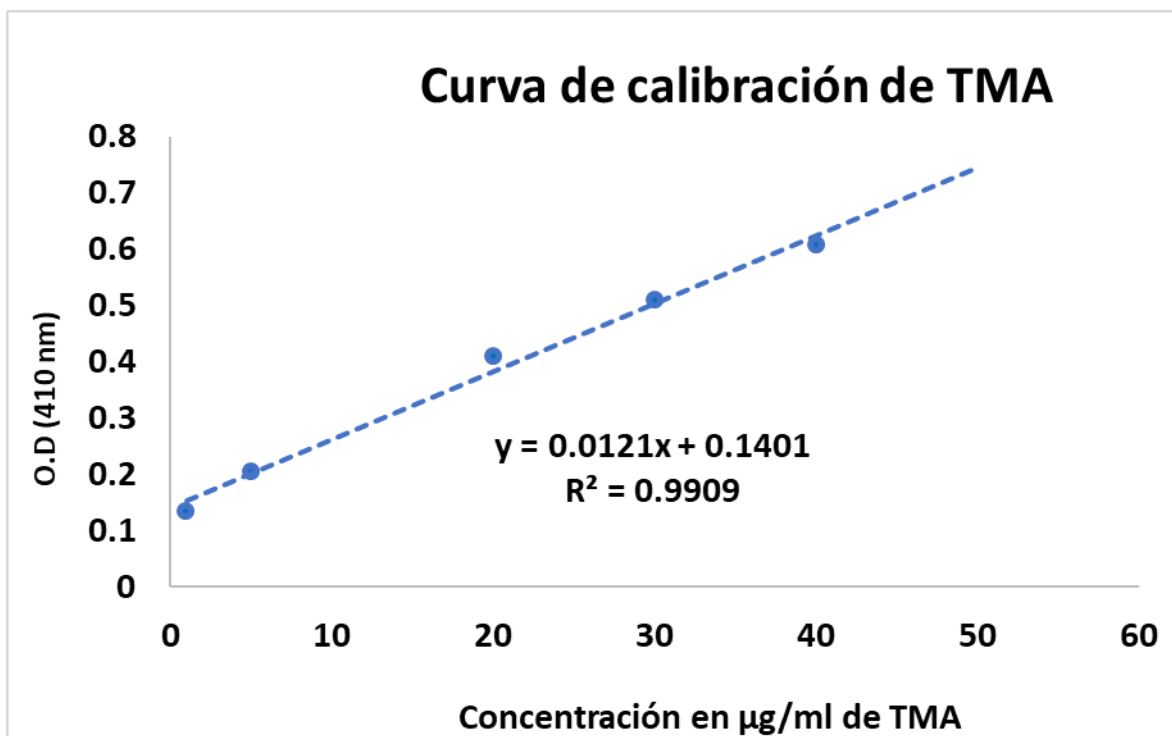
Anexo 2. Curva de calibración para determinar las concentraciones de ABTS.



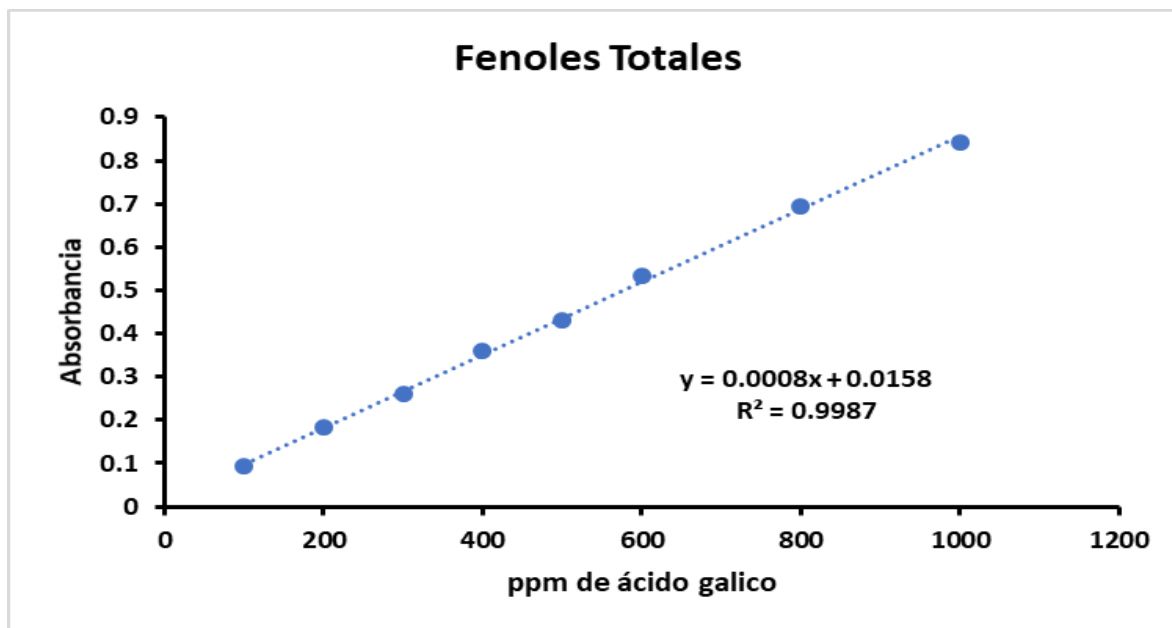
Anexo 3. Curva de calibración para determinar las concentraciones de DPPH.



Anexo 4. Curva de calibración para determinar la concentración de trimetilamina.



Anexo 5. Curva de calibración de ácido gálico para la cuantificación de fenoles totales.



Anexo 6. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de agrado general del análisis sensorial.

Muestra	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	36	6.83333	1.0556	15.4478%	5.0	8.0	3.0
Control	46	6.65217	1.09985	16.5336%	5.0	8.0	3.0
Moringa	38	5.44737	1.48319	27.2277%	4.0	8.0	4.0
Total	120	6.325	1.3545	21.415%	4.0	8.0	4.0

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	43.4955	2	21.7477	14.55	0.0000
Intra grupos	174.83	117	1.49427		
Total (Corr.)	218.325	119			

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Moringa	38	5.44737	X
Control	46	6.65217	X
Chía	36	6.83333	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control		0.181159
Chía - Moringa	*	1.38596
Control - Moringa	*	1.20481

* indica una diferencia significativa.

Anexo 7. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de color del análisis sensorial.

Muestra	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	48	6.875	1.14157	16.6047%	5.0	8.0	3.0
Control	45	4.53333	1.39153	30.6956%	3.0	7.0	4.0
Moringa	46	5.93478	1.84273	31.0497%	3.0	8.0	5.0
Total	139	5.80576	1.76059	30.3249%	3.0	8.0	5.0

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	128.501	2	64.2505	29.20	0.0000
Intra grupos	299.254	136	2.2004		
Total (Corr.)	427.755	138			

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	45	4.53333	X
Moringa	46	5.93478	X
Chía	48	6.875	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	2.34167
Chía - Moringa	*	0.940217
Control - Moringa	*	-1.40145

* indica una diferencia significativa.

Anexo 8. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de olor del análisis sensorial.

Muestras	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	43	5.7907	1.55162	26.7951%	4.0	8.0	4.0
Control	42	6.85714	1.00174	14.6087%	5.0	8.0	3.0
Moringa	37	6.45946	1.12038	17.3448%	5.0	8.0	3.0
Total	122	6.36066	1.32407	20.8165%	4.0	8.0	4.0

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	24.6828	2	12.3414	7.83	0.0006
Intra grupos	187.448	119	1.5752		
Total (Corr.)	212.131	121			

Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Chía	43	5.7907	X
Moringa	37	6.45946	X
Control	42	6.85714	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	-1.06645
Chía - Moringa	*	-0.668762
Control - Moringa		0.397683

* indica una diferencia significativa.

Anexo 9. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de sabor del análisis sensorial.

Muestras	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	42	6.54762	1.27265	19.4368%	4.0	8.0	4.0
Control	42	6.85714	0.92582	13.5015%	5.0	8.0	3.0
Moringa	46	4.93478	1.3565	27.4886%	3.0	7.0	4.0
Total	130	6.07692	1.47125	24.2105%	3.0	8.0	5.0

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	94.8788	2	47.4394	32.68	0.0000
Intra grupos	184.352	127	1.45159		
Total (Corr.)	279.231	129			

Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Moringa	46	4.93478	X
Chía	42	6.54762	X
Control	42	6.85714	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control		-0.309524
Chía - Moringa	*	1.61284
Control - Moringa	*	1.92236

* indica una diferencia significativa.

Anexo 10 Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de textura del análisis sensorial.

Muestra	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	42	5.97619	1.47314	24.6502%	4.0	8.0	4.0
Control	44	6.84091	1.01025	14.7678%	4.0	8.0	4.0
Moringa	42	5.92857	1.4549	24.5404%	4.0	8.0	4.0
Total	128	6.25781	1.38181	22.0813%	4.0	8.0	4.0

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	22.8439	2	11.422	6.50	0.0021
Intra grupos	219.648	125	1.75719		
Total (Corr.)	242.492	127			

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Moringa	42	5.92857	X
Chía	42	5.97619	X
Control	44	6.84091	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	-0.864719
Chía - Moringa		0.047619
Control - Moringa	*	0.912338

* indica una diferencia significativa.

Anexo 11. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de Humedad.

Muestras	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	6	0.753683	0.00687995	0.912843%	0.7444	0.7626	0.0182
Control	6	0.791233	0.0143792	1.81732%	0.765	0.8049	0.0399
Moringa	6	0.7862	0.0141515	1.79998%	0.761	0.8026	0.0416
Total	18	0.777039	0.0206613	2.65898%	0.7444	0.8049	0.0605

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00498534	2	0.00249267	16.46	0.0002
Intra grupos	0.0022718	15	0.000151453		
Total (Corr.)	0.00725714	17			

Duncan

Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Chía	6	0.753683	X
Moringa	6	0.7862	X
Control	6	0.791233	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	-0.03755
Chía - Moringa	*	-0.0325167
Control - Moringa		0.00503333

* indica una diferencia significativa.

Anexo 12. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de cenizas.

Muestras 2	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Chía	3	0.00866667	0.00315647	36.4209%	0.0051	0.0111
Control	3	0.00953333	0.00141892	14.8838%	0.008	0.0108
Moringa	3	0.00666667	0.00219621	32.9431%	0.0053	0.0092
Total	9	0.00828889	0.0024127	29.1076%	0.0051	0.0111

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0000129689	2	0.00000648444	1.16	0.3756
Intra grupos	0.0000336	6	0.0000056		
Total (Corr.)	0.0000465689	8			

Duncan

Muestras 2	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Moringa	3	0.00666667	X
Chía	3	0.00866667	X
Control	3	0.00953333	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control		-0.000866667
Chía - Moringa		0.002
Control - Moringa		0.00286667

* indica una diferencia significativa.

Anexo 13. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos de los resultados de lípidos.

Muestras 3	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
chia	2	0.16455	0.0156271	9.49685%	0.1535	0.1756
control	2	0.10025	0.00346482	3.45618%	0.0978	0.1027
moringa	2	0.0857	0.0128693	15.0167%	0.0766	0.0948
Total	6	0.116833	0.0386372	33.0704%	0.0766	0.1756

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00704234	2	0.00352117	25.04	0.0134
Intra grupos	0.00042183	3	0.00014061		
Total (Corr.)	0.00746417	5			

Duncan

Muestras 3	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Moringa	2	0.0857	X
Control	2	0.10025	X
Chía	2	0.16455	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - control	*	0.0643
Chía - moringa	*	0.07885
Control - moringa		0.01455

* indica una diferencia significativa.

Anexo 14. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos DUCAN de los resultados de DPPH de la primera semana.

Muestra	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	3	112.421	2.9523	2.62611%	109.2	114.998	5.7982
Control	3	58.8197	7.74382	13.1653%	50.058	64.7468	14.6888
Moringa	3	85.2339	5.45291	6.39758%	80.2088	91.0321	10.8233
Total	9	85.4916	23.735	27.763%	50.058	114.998	64.9401

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4309.96	2	2154.98	65.69	0.0001
Intra grupos	196.834	6	32.8057		
Total (Corr.)	4506.8	8			

Duncan

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	58.8197	X
Moringa	3	85.2339	X
Chía	3	112.421	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	53.6014
Chía - Moringa	*	27.1872
Control - Moringa	*	-26.4142

* indica una diferencia significativa.

Anexo 15. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos DUCAN de los resultados de DPPH de la tercera semana.

Muestra	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	3	112.421	2.9523	2.62611%	109.2	114.998	5.7982
Control	3	58.8197	7.74382	13.1653%	50.058	64.7468	14.6888
Moringa	3	85.2339	5.45291	6.39758%	80.2088	91.0321	10.8233
Total	9	85.4916	23.735	27.763%	50.058	114.998	64.9401

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4309.96	2	2154.98	65.69	0.0001
Intra grupos	196.834	6	32.8057		
Total (Corr.)	4506.8	8			

Duncan

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	58.8197	X
Moringa	3	85.2339	X
Chía	3	112.421	X

Contraste	Sig.	Diferencia
Chía - Control	*	53.6014
Chía - Moringa	*	27.1872
Control - Moringa	*	-26.4142

* indica una diferencia significativa.

Anexo 16. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos DUCAN de los resultados de ABTS de la primera semana.

Muestras	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	3	75.0667	1.04644	1.39401%	74.23	76.24	2.01
Control	3	88.83	0.603241	0.679096%	88.16	89.33	1.17
Moringa	3	109.133	0.931254	0.853317%	108.13	109.97	1.84
Total	9	91.01	14.8612	16.3292%	74.23	109.97	35.74

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1762.19	2	881.096	1136.33	0.0000
Intra grupos	4.65233	6	0.775389		
Total (Corr.)	1766.84	8			

Duncan

Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Chía	3	75.0667	X
Control	3	88.83	X
Moringa	3	109.133	X

Contraste	Sig	Diferencia
	.	
Chía - Control	*	-13.7633
Chía - Moringa	*	-34.0667
Control - Moringa	*	-20.3033

* indica una diferencia significativa.

Resumen Estadístico para concentración 2

Anexo 17. Resumen estadístico, ANOVA y prueba múltiple de rangos DUCAN de los resultados de ABTS de la tercera semana.

Muestras	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
Chía	3	95.8767	1.432	1.49359%	94.37	97.22	2.85
Control	3	90.17	1.53844	1.70616%	88.49	91.51	3.02
Moringa	3	94.7033	3.03902	3.20899%	91.51	97.56	6.05
Total	9	93.5833	3.19766	3.41691%	88.49	97.56	9.07

Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	54.4939	2	27.2469	5.99	0.0372
Intra grupos	27.3061	6	4.55102		
Total (Corr.)	81.8	8			

Duncan

Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	90.17	X
Moringa	3	94.7033	X
Chía	3	95.8767	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Chía - Control	*	5.70667	4.26215
Chía - Moringa		1.17333	4.26215
Control - Moringa	*	-4.53333	4.26215

* indica diferencia significativa.