



**Centro de Investigación en Alimentación y  
Desarrollo, A.C.**

**DISEÑO Y ESTABILIDAD DE UN PRODUCTO CÁRNICO  
ENFOCADO A PRESERVAR LA MASA MUSCULAR EN  
ADULTOS MAYORES**

---

Por:

Elizabeth Reyes Padilla

TESIS APROBADA POR LA

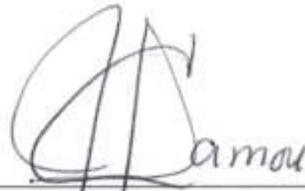
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Como requisito parcial para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

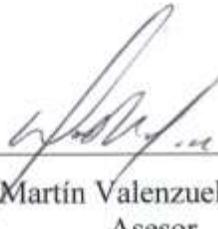
## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Elizabeth Reyes Padilla, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



---

Dr. Juan Pedro Camou Arriola  
Director de Tesis



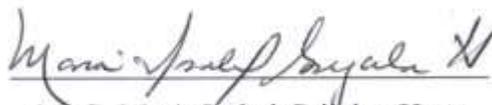
---

M.C. Martín Valenzuela Melendres  
Asesor



---

Dr. Heliodoro Alemán Mateo  
Asesor



---

M. C. María Isabel Grijalva Haro  
Asesor

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de tesis.



---

Dr. Pablo Wong González

Director General

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT) por la beca otorgada para realizar el posgrado.

Al **Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.** por brindarme la oportunidad de formar parte del programa de maestría.

Un sincero agradecimiento a mi director de tesis **Dr. Juan Pedro Camou Arriola**, por darme la oportunidad de trabajar bajo su dirección y sobre todo por los conocimientos transmitidos durante el desarrollo de este trabajo y por la gran paciencia y cariño durante estos años.

Al **M.C. Martín Valenzuela Melendres**, por todo el tiempo dedicado, por su apoyo, paciencia, sencillez, conocimientos transmitidos en este trabajo, por su valiosa amistad desde mi llegada y por su excelente calidad humana. MUCHAS GRACIAS.

**Dr. Heliodoro Alemán Mateo** y **M.C. María Isabel Grijalva Haro**, como miembros del comité de tesis, a cada uno de ustedes muchas gracias por su invaluable participación y observaciones durante el desarrollo de este trabajo.

Muy especialmente al **I.Q. Germán Cumplido Barbeita**, por su valiosa participación, aportación, enseñanzas, apoyo durante el desarrollo del trabajo. Pero sobre todo por tu excelente amistad y consejos. GRACIAS.

Al grupo de carnes **Dr. Humberto González Ríos**, **M.C. Libertad Zamorano**, **Dra. Aida Peña**, **Q.B. Thalia Islava**, **M.C. José Luis Dávila**, **M.C.**

**Rigoberto Hernández, M.C. Jimena García, M.C. Julio César López** y al **I.B.Q. Carlos Gálvez** por todo el apoyo, enseñanzas, consejos y disponibilidad para convivir cosas personales.

A la **M.C. Gisela Carvallo Ruiz, M.C. Aristeo Villalobos, M.C. Luis Enrique González Siqueiros, Q.B. Amparo Nieblas Almada** y **M.C. Carmen Estrada** por el apoyo técnico en el análisis proximal y determinación de ácidos grasos. Al **M.C. Orlando Tortoledo Ortiz** por la paciencia y apoyo técnico en el uso del HPLC en la determinación de aminoácidos y vitamina A.

Al **Dr. Gustavo González Aguilar** y al **M.C. Gustavo Velderrain** por la asesoría, las facilidades brindadas en las técnicas de antioxidantes y valiosa amistad.

Al laboratorio de productos pesqueros y lácteos, por las facilidades brindadas para trabajar en sus instalaciones y el uso de algunos de sus equipos.

A los panelistas tanto estudiantes como adultos mayores, por su colaboración en las evaluaciones sensoriales realizadas, su participación fue muy importante.

A todo el personal del **CIAD**, investigadores, técnicos y administrativos por abrirme las puertas, su apoyo y amabilidad durante estos años. En especial a Denia Huez Acuña, Marovi Cortez Guzmán, Aida Espinosa Curiel y M.I. Luis Carlos Martínez Castro, por el apoyo técnico y asesoría en el escrito y desarrollo del trabajo.

A mis compañeros de maestría generación 2011-2013 y amigos que abordaron y aún están a bordo de este barco y compartieron momentos de alegría, convivencia, estrés, experiencias y amistad.

A mis queridas niñas **Anna, Rocío, Lis y Melissa**, por la ayuda en el desarrollo del producto, los días interminables de análisis, por su apoyo incondicional, consejos y sobre todo por la excelente amistad durante esta trayectoria.

A ustedes mis amigas **Carito Cruz, Ángeles de la Rosa, Ana Luisa y Amanda**, por el gran apoyo desde mi llegada a Hermosillo, pero especialmente por su excelente amistad.

A mis roomies **Samy, Nehiby, Vicky y Misol**, por todo su apoyo, por sus consejos, alegrías, risas y desvelos tanto de estudio como de fiesta y por el café de todos los días. MUCHAS GRACIAS.

Pero el más especial e importante agradecimiento a mis padres y hermanos, por ayudarme a cumplir mis sueños, por el apoyo, confianza y amor. A todos mis familiares y amigos que a pesar de la distancia en todos estos años siempre conté con su apoyo, amistad y cariño.

Y sinceramente y muy agradecida por todas las personas que me apoyaron, alentaron, cuidaron y preocuparon en aquellos momentos de salud y enfermedad. MIL GRACIAS por sus atenciones y palabras de aliento.

Y al término de esta sección un agradecimiento a todos aquellos que no he mencionado y que no por eso son menos importantes, pero de igual manera estoy segura que demostraron estar conmigo en todo momento y haber formado parte de una de las mejores experiencias de mi vida. MUCHAS GRACIAS!!!

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme las fuerzas de continuar siempre en cada momento, por llenarme de bendiciones a lo largo de mi vida y por permitirme llegar a realizar todas mis metas.*

*A mis padres, Rubén Reyes y Ana Bertha Padilla, por ser mi más grande tesoro, por el gran amor, apoyo, consejos, confianza y por haber soportado tanto tiempo sin vernos, sin ustedes no sería posible cumplir esta meta. Pero sobre todo por ser mi razón de ser y el motor de vida que más amo en este mundo.*

*A mi hermano y hermanas, Rubén y Ruth por su apoyo, amor, cariño. Sobre todo a ti Rubí, por cuidarme y dejar todo por atenderme cuando más lo necesité. Pero en especial a ti mi hermosa sobrina Yanine, por el gran amor sincero e incondicional que me ha dado y por hacerme sonreír por cada una de sus historias y ocurrencias.*

*Y en especial a toda mi familia Abuelo, Tíos, Tías, Primos y Primas, que en cada oportunidad que hemos tenido me han demostrado su amor, cariño y apoyo.*

*Muy especialmente a ti Luis Carlos, por tu compañía, amor, paciencia y apoyo incondicional que me has dado. Por ser tan buena persona, soportar mi mal carácter, tu disposición en ayudarme en todo y por estar a mi lado en todo momento.*

**LOS AMO**

## CONTENIDO

Página

<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>4</b>
Sarcopenia.....	4
Factores Involucrados en la Pérdida y Deterioro de la Masa Muscular .....	4
Baja ingesta proteica.....	4
Estrés oxidativo.....	4
Inflamación.....	5
La Nutrición y la Prevención de Sarcopenia .....	6
Proteína .....	6
Suplemento comercial.....	8
Aminoácidos .....	9
Evidencia Sobre el Consumo de Proteínas de Origen Animal Asociados con la Preservación de la Masa Muscular .....	10
Ácidos Grasos Poliinsaturados Omega-3.....	11
Antioxidantes .....	12
La Carne y Productos Cárnicos en la Salud .....	13
Estrategia Para la Obtención de Productos Cárnicos Más Saludables .....	14
Diseño de Productos Cárnicos.....	15
Reducción y/o Eliminación de Compuestos.....	16
Incorporación de Compuestos .....	16
Proteínas y aminoácidos.....	17
Antioxidantes.....	17
Ácidos grasos poliinsaturados.....	18
Implicaciones en el Diseño de Nuevos Productos Cárnicos.....	19
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
Objetivo General .....	21
Objetivos Particulares .....	21

## CONTENIDO (continuación)

<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
Diseño Experimental .....	22
Selección de los Ingredientes .....	22
Preparación de la Muestra .....	24
Rendimiento por cocción .....	24
Composición Proximal .....	27
pH y Actividad de Agua .....	27
Medición Instrumental de la Textura .....	28
Análisis de Perfil de Textura (APT) .....	28
Esfuerzo al Corte (EC) .....	30
Análisis de Color Instrumental .....	31
Contenido Fenólico y Actividad Antioxidante .....	31
Obtención de Extractos Metanólicos .....	31
Contenido de Fenoles .....	32
DPPH (1,1 difenil-2-picrilhidrazilo) .....	33
Contenido de Vitamina A .....	34
Perfil de Ácidos Grasos .....	34
Contenido de Aminoácidos .....	35
Análisis Microbiológico .....	36
Evaluación Sensorial .....	36
Análisis de Datos .....	37
<b>RESULTADOS Y DICUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
ETAPA I .....	38
Efecto Sobre los Factores de Composición, Tecnológicos y Sensoriales en la Elaboración de un Producto Cárnico tipo Bolonia Adicionado con Antioxidantes y AG $\omega$ -3 .....	38
Composición Proximal .....	40
Medición Instrumental de la Textura .....	43
Análisis Instrumental de Color .....	45
Evaluación Sensorial .....	48
Contenido Fenólico y Actividad Antioxidante .....	50
ETAPA II .....	54
Evaluación de las Características Físicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales Durante su Almacenamiento .....	54
pH .....	54
Actividad de Agua .....	56
Medición Instrumental de la Textura .....	58

## **CONTENIDO (continuación)**

Análisis Instrumental de Color.....	61
Análisis Microbiológico.....	64
Mesófilos y Psicrófilos.....	64
ETAPA III.....	71
Comparación y Evaluación del Perfil Nutricional de Bolonias Formuladas Contra un Suplemento Comercial Diseñado para Preservar la Masa Muscular en Adultos Mayores.....	71
Análisis Proximal.....	71
Vitamina A.....	76
Perfil de Ácidos Grasos.....	78
Contenido de Aminoácidos.....	81
Evaluación Sensorial.....	84
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>103</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diagrama de Flujo del Esquema Experimental .....	23
Figura 3. Curva típica obtenida en un análisis de perfil de textura. ....	29
Figura 4. Esfera de color del modelo CIELab.....	32
Figura 4. Resultados sensoriales y de bolonias formuladas.....	49
Figura 5. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante por DPPH de las bolonias formuladas.....	51
Figura 6. Cambios en el pH de bolonias almacenadas durante 35 d a $0 \pm 2$ °C.....	55
Figura 7. Cambios en la $a_w$ de bolonias almacenadas durante 35 d a $0 \pm 2$ °C. ....	57
Figura 8. Población microbiana de mesófilos aerobios en muestras de bolonias. ....	65
Figura 9. Población microbiana de psicrófilos en muestras de bolonias. ....	67
Figura 10. Resultados sensoriales y de bolonias formuladas <sup>y</sup> .....	85

## LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Estudios clínicos aleatorios controlados con placebo que evidencian los efectos de la suplementación proteica en la masa muscular, la fuerza y/o el rendimiento físico en adultos mayores de 65 años. Fuente Beasley <i>et al.</i> (2013).....	7
Cuadro 2. Formulación de bolonias. ....	25
Cuadro 3. Ciclos de cocción de bolonias. ....	26
Cuadro 4. Rendimiento (%), pH y actividad de agua de bolonias. ....	39
Cuadro 5. Análisis proximal (g/100 g muestra) de bolonias.....	41
Cuadro 6. Evaluación de textura en bolonias.....	44
Cuadro 7. Parámetros de color (Luminosidad, L*; índice de rojo a*; índice de amarillo b*). ....	47
Cuadro 8. Cambios en la textura de bolonias almacenadas durante 35 d a 0 ± 2 °C.....	60
Cuadro 9. Cambios en el color de bolonias almacenadas durante 35 d a 0 ± 2 °C.....	62
Cuadro 10. Resultados sensoriales* de bolonias almacenadas durante 28 d a 0 ± 2 °C.....	69
Cuadro 11. Análisis proximal (g/100 g o mL muestra en base húmeda).....	72
Cuadro 12. Análisis proximal (g/100 g o mL muestra en base seca).....	73
Cuadro 13. Contenido de vitamina A (µg retinol/100 g) de los tratamientos evaluados. ....	77
Cuadro 14. Contenido de ácidos grasos (%) de los tratamientos evaluados. ....	79
Cuadro 15. Contenido de aminoácidos (g/100 g de proteína) de los tratamientos evaluados. ....	82

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue diseñar un producto cárnico con alto aporte de proteínas, AG  $\omega$ -3 y antioxidantes tecnológica, sensorial y microbiológicamente aceptable, y con potencial para contribuir a las necesidades nutricionales de adultos mayores que presentan sarcopenia. Se desarrollaron cinco formulaciones a base de carne de cerdo tomando en cuenta el perfil nutricional requerido para este tipo de población, cuidando que la adición de ingredientes no tradicionales no afectara negativamente los parámetros de calidad del producto: Control, nuez-ciruella (NC), linaza-arándano (LA), nuez-arándano (NA) y linaza-ciruella (LC). Posteriormente a estas formulaciones se les evaluó el perfil nutricional y características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas como parámetros de calidad durante su almacenamiento a  $0 \pm 2$  °C durante 32 días. No se observó diferencia ( $p > 0.05$ ) en el contenido proteico, pero si en el contenido de grasa siendo los tratamientos LA y LC con el mayor contenido seguido de NC y NA. El contenido de fenoles fue superior ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos LA, NC y NA (35.85, 35.18 y 28.21  $\mu$ Meq AG/100 g PF) con respecto al Control (14.27  $\mu$ Meq AG/100 g PF). La dureza y esfuerzo al corte se incrementó con el tiempo de almacenamiento y fue mayor en los tratamientos con nuez ( $P < 0,05$ ). El color objetivo fue diferente entre los tratamiento ( $P < 0,05$ ) y afectado por el almacenamiento. La adición de ingredientes no cárnicos prolongó la vida de anaquel 7 días con respecto al control. Sensorialmente, los productos con mejor aceptación fueron aquellos con incorporación de nuez. Se logró obtener un perfil nutricional superior en los productos cárnicos en comparación del suplemento comercial. Los productos propuestos proporcionaron (20.95 a 18.36 g/100 g) 3.2 veces más proteína que el suplemento comercial (5.48 g/ 100 mL).

En el contenido de vitamina A los tratamientos propuestos presentaron valores (707.43 a 1200.95 ug retinol/100 g) superiores ( $p < 0.05$ ) al suplemento comercial hasta 3.9 veces más. Los tratamientos LC y LA presentaron los valores más altos de AG  $\omega$ -3 (23.68-31.57 % ácido  $\alpha$ -linolénico) y los tratamientos NC y NA presentaron mayor porcentaje de ácido oleico (50.45-52.53 %). En el contenido de AA se obtuvieron hasta 39.72 g/100g-proteína de aminoácidos esenciales (AAE) en tratamiento LA, mientras que el suplemento comercial tuvo una cantidad de 25.95 g/100 g proteína de AAE. Los resultados obtenidos indican que las formulaciones cumplen con las características de calidad y también resultaron tener un contenido más elevado de proteína, así como otros nutrientes que el suplemento no contiene como AG  $\omega$ -3 y antioxidantes, por lo tanto este producto cárnico diseñado podría ser una opción para la población geriátrica que ha perdido masa muscular o tiene sarcopenia.

**Palabras clave:** Producto cárnico, parámetros de calidad, contenido nutricional, suplemento proteico, masa muscular, sarcopenia, adulto mayor

## ABSTRACT

The objective of this work was to design a meat product with high protein content and other nutrients that nutritionally equal to or exceeds the commercial supplement designed for the geriatric population having muscle loss or sarcopenia. Five formulations based pork developed will take into account the nutritional profile required for this population, taking care that the addition of ingredients non-traditional not negatively affect the quality parameters of the product: Control, walnut-plum (WP), flaxseed-cranberry (FC), walnut- cranberry (WC) and linseed-plum (LP). Following these formulations were evaluated nutritional and sensory profile and microbiological physicochemical characteristics as quality parameters during storage at  $0 \pm 2$  ° C for 32 days. No difference ( $p > 0.05$ ) were observed in protein content, but if the fat content being the LC and LP continued treatments with the greatest content of WP and WC . The phenol content was higher ( $p < 0.05$ ) in treatments LC, WP and WC (35.85, 35.18 and 28.21 g  $\mu$ Meq AG/100 DW) compared to control (14.27 g  $\mu$ Meq AG/100 DW). The hardness and shear force increased with storage and was higher in treatments with nut ( $p < 0.05$ ). The color was different between the treatments ( $p < 0.05$ ) and affected by storage. The addition of non- traditional ingredients prolonged seven days shelf life relative to control. Sensory, products with better acceptance incorporation were those with nut. It was possible to obtain a superior nutritional profile in meat products compared commercial supplement. The protein content higher in the proposed products (20.95-18.36 g/100 g) than commercial supplement (5.48 g / 100 mL). In the vitamin A proposed treatments had values (707.43 to 1200.95 ug retinol/100 g) higher ( $p < 0.05$ ) than commercial supplement. The LP and LC treatments showed higher values of PUFA  $\omega$ -3 (3.68-31.57 %  $\alpha$ -linolenic acid), WP and WC treatments showed higher percentage of oleic acid (50.45-52.53 %). In the content of AA were obtained until 39.72 g/100g- proteína of essential amino acids (EAA) in LC treatment, while the commercial

supplement they had a percentage 5.95 g/100 g protein AAE. These results indicate that the meat products formulated have characteristics of acceptable quality and also found to have a higher content of protein and other nutrients that the supplement does not contain as PUFA  $\omega$  -3 and antioxidants, so this meat product could be designed an option for the geriatric population who has lost muscle mass or sarcopenia.

**Keywords:** meat product, quality parameters, nutritional content, protein supplement, muscle mass, sarcopenia , elderly

## INTRODUCCIÓN

Entre los principales problemas que están asociados al envejecimiento se encuentran los cambios de composición corporal, incluida la atrofia, la pérdida de fuerza y disminución de masa muscular (Houston *et al.*, 2008). De especial preocupación es la pérdida de músculo esquelético relacionada con la edad condición conocida como sarcopenia, la cual conduce a un mayor riesgo de perder la capacidad funcional y pérdida de calidad de vida (Dawson, 2008; Fielding *et al.*, 2011). Se han identificado diversos factores que contribuyen a la pérdida de la masa muscular en adultos mayores, sin embargo existen algunos mecanismos fisiopatológicos que aún no se conocen por completo. Entre los factores de mayor riesgo se encuentra la baja ingesta de proteínas dietarias, algunos estudios han evidenciado una asociación inversamente proporcional entre el consumo de proteínas y la pérdida de masa muscular como la causa principal de sarcopenia. De igual manera, se han propuesto hipótesis acerca de factores que juegan un papel importante en la atrofia muscular relacionada con el envejecimiento, dentro de los cuales se encuentran la inflamación y el estrés oxidativo.

Recientemente se han investigado estrategias para prevenir o mantener la masa muscular en adultos mayores como el reemplazo hormonal, la actividad física, la suplementación con aminoácidos y proteínas, principalmente de origen animal. La evidencia ha demostrado que el adulto requiere mayor cantidad de proteína, y que la suplementación con proteínas a base de carne, suero de leche y combinación de suplementos con aminoácidos esenciales y/o de cadena ramificada (especial la leucina) pueden tener un efecto benéfico sobre la masa y fuerza muscular en adultos mayores. Baier *et al.* (2009). Y debido a que los factores nutricionales desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento y preservación de la masa muscular en adultos, se ha

sugerido que la incorporación de alimentos naturales con propiedades antioxidantes y la suplementación con compuestos antiinflamatorios pueden contrarrestar los daños al musculo esquelético ocasionados por el estrés oxidativo y los procesos inflamatorios relacionados con la edad (Volkert, 2011).

Sin embargo, la disponibilidad de alimentos que proporcionen una seguridad alimentaria hacia el adulto mayor es limitada, y sobre todo de aquellos nutricionalmente adecuados asociados a la prevención de sarcopenia (Volpi *et al.*, 2013). Por ello, es necesario implementar nuevas acciones que contribuyan a la prevención de la masa muscular como tratamiento alternativo y complementario. Una opción, es desarrollar alimentos que cumplan con los requerimientos nutricionales de adultos mayores. Actualmente existe en el mercado un único suplemento formulado para la preservación del músculo en adultos mayores, el cual está diseñado a base de aminoácidos L-lisina, L-arginina y  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato (HMB), este último es un metabolito de la leucina, el cual ha demostrado tener efecto sobre la composición corporal, fuerza y función muscular (Baier *et al.*, 2009; Orera, 2011). Sin embargo, el costo es elevado en comparación con una dieta saludable y convencional, la variedad tanto en sabores, textura y características esenciales de una dieta correcta no se encuentran en los suplementos y a pesar de que poseen diferentes sabores, no se comparan con los de una alimentación rica y diversa (Fomento de Nutrición y Salud, 2001).

Uno de los factores de riesgo que contribuye a que los adultos mayores no consuman alimentos que les proporcionen las cantidades necesarias de proteína y otros nutrientes es la inseguridad alimentaria de adquirir productos de poca calidad, y que además los alimentos no puedan ser de fácil preparación y variados en textura como en sabor. Debido a esto, el mercado alimentario está siendo sometido a profundos cambios debido a la demanda de los consumidores. Los principales cambios de los consumidores se basan en primer lugar en la obtención de alimentos más saludables, que provengan de fuentes naturales y que además cuenten con un alto valor nutritivo; en segundo lugar estos alimentos deben ayudar a mejorar la calidad de vida, ya sea con la prevención o disminución de riesgo de enfermedades crónicas; y en tercer lugar el consumidor busca

productos que sean de menor costo, seguros y sensorialmente aceptables (Mundt, 2002; Araya y Lutz, 2003). No obstante, el diseño de alimentos no siempre es fácil de desarrollar con éxito, ya que implica abordar factores de calidad para garantizar su aceptación tras el proceso de elaboración y de la estabilidad en vida de anaquel. Las implicaciones en el diseño de nuevos productos depende de factores tecnológicos, higiénicos y microbiológicos, sensoriales y nutricionales (Serrano *et al.*, 2005; Jiménez-Colmenero, 2007).

El diseño de la formulación de alimentos tiene como ventajas el reemplazo o modificación de algún componente y además permite controlar la cantidad de nutrientes, ya sea aumentando o añadiéndolo con un propósito específico (Korhonen, 2002). Debido a esto, se pueden adicionar algunos alimentos o ingredientes que contengan compuestos bioactivos involucrados en la preservación de la masa muscular, tales como: carne y suero de leche, ya que aportan una importante cantidad de proteína y aminoácidos de calidad; nuez y linaza por su alto contenido de AG  $\omega$ -3; ciruelas y arándanos como fuente de vitaminas y compuestos antioxidantes que contribuyen a prevenir la oxidación de AG en los productos cárnicos, y que además poseen importantes cantidades de compuestos fenólicos los cuales se caracterizan por poseer propiedades biológicas (antioxidantes y antiinflamatorias) (Wu *et al.*, 2004; Volkert, 2011). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue diseñar un producto cárnico cuidando los parámetros de calidad (tecnológicos, sensoriales y microbiológicos) y que nutricionalmente iguale o supere al suplemento comercial diseñado para la población geriátrica con pérdida de la masa muscular o sarcopenia, el cual se caracteriza por tener un alto aporte de proteínas y otros nutrientes como AG  $\omega$ -3 y antioxidantes implicados en el mantenimiento y recuperación de la masa muscular.

## ANTECEDENTES

### Sarcopenia

El término sarcopenia se deriva del griego *sarx* (tejido) y *penia* (carencia) que literalmente significa pobreza del músculo, término que se ha utilizado desde 1989 para definir la pérdida de masa muscular y fuerza relacionada con la edad, es una causa fundamental en el deterioro funcional del músculo (Rosenberg, 1997; Kim *et al.*, 2010). Su definición se extiende con frecuencia para incluir los procesos celulares que están involucrados en la pérdida del músculo esquelético así como sus manifestaciones clínicas (Lang *et al.*, 2010). Una de las características de la sarcopenia es la disminución del músculo esquelético principalmente fibras musculares tipo II (fibras de contracción rápida). El músculo esquelético se disminuye un 5 % por cada década a partir de los 40 años y se pueden alcanzar pérdidas del 45 % a partir de los 80 (Caballero-García y Benítez-Rivero, 2011).

### **Factores Involucrados en la Pérdida y Deterioro de la Masa Muscular**

Durante el envejecimiento, existen varios factores que contribuyen a la pérdida de la masa muscular. La baja ingesta proteica contribuye a la pérdida de masa muscular como uno de los factores de riesgo de mayor impacto, y aunque existen múltiples vías que pueden contribuir a esta pérdida, los procesos inflamatorios y de estrés oxidativo

pueden tener efecto sobre el deterioro muscular que probablemente puede llevar al desarrollo de sarcopenia. Sin embargo, los mecanismos aún no están bien determinados, pero se sabe que existe un desequilibrio entre la tasas de síntesis y degradación de proteínas. A favor de la degradación a continuación se presentan algunos factores asociados a con la pérdida y deterioro del músculo esquelético.

Baja ingesta proteica. Se ha estudiado el efecto de la ingestión de proteína sobre los cambios en la composición corporal. Un estudio realizado por Houston et al. (2008) en adultos (70-79 años) con un seguimiento de 3 años, observaron que el bajo consumo de proteínas en la dieta se relaciona con la pérdida de masa muscular (masa magra). Meng et al. (2009) estudiaron el efecto de la ingestión proteica sobre los cambios en la composición corporal y la masa magra en mujeres de edad avanzada durante 5 años, y demostraron que la ingestión proteica es un factor que está inversamente asociado pérdida de la masa magra. Las evidencias demuestran que la baja ingesta de proteínas dietarias está estrechamente relacionada con la pérdida de masa muscular en adultos mayores y que además las cantidades recomendadas de proteína (0.8 g/Kg-peso/d) parecen ser insuficientes para mantener un balance entre el catabolismo (degradación) y anabolismo (síntesis de proteínas) para la contribución en el aumento de la masa muscular (Cuthbertson et al., 2005; FAO/WHO/UNU, 2007; Houston et al., 2008; Scott et al., 2010).

Estrés oxidativo. En los últimos años se ha hipotetizado que el estrés oxidativo y la producción de radicales libres aumenta con la edad, y que la acumulación de estos inhibe la señalización intracelular induciendo a la apoptosis (Meng y Yu, 2010). La acumulación de especies reactivas al oxígeno (ERO), como los radicales libres en el músculo esquelético durante el envejecimiento pueden inducir un mayor daño celular al ácido desoxirribonucleico (ADN), proteínas y lípidos inhibiendo la SPM (Meng y Yu, 2010). Las evidencias indican que el envejecimiento incrementa la producción de ERO en la mitocondria como subproductos de las fosforilación oxidativa en la cadena de transporte de electrones, siendo el músculo esquelético el más propenso a los daños de la oxidación (Ji et al., 1998; Fulle et al., 2004). Mecocci et al. (1999) estudiaron la dependencia del daño oxidativo con la edad mediante el uso de marcadores de daño

oxidativo al ADN, lípidos y proteínas en seres humanos de entre 25 y 93 años, los resultados evidenciaron que el grupo con el mayor daño oxidativo en el músculo esquelético fueron los adultos mayores (>61 años) en comparación con las personas menores de 40 años. En el estudio de Kujoth et al. (2005) observaron que las mutaciones al ADNmt como marcador de estrés oxidativo promueven la apoptosis, y además tienden a aumentar durante el envejecimiento en ratones. A pesar de la escases de datos que apoyen la relación entre los marcadores de estrés oxidativo y el daño muscular, las evidencias existentes han demostrado que el envejecimiento predispone al músculo esquelético a mayores niveles de estrés oxidativo durante la atrofia muscular por desuso provocando pérdida de la función muscular, fibras musculares, apoptosis y que probablemente pueden relacionarse con la pérdida de la masa muscular (Dirks y Leeuwenburgh, 2002; Semba, Lauretani, et al., 2007; Meng y Yu, 2010).

Inflamación. La inflamación se caracteriza por la producción de citocinas inflamatorias (como IL-6), eicosanoides derivados del ácido araquidónico (tromboxanos y prostaglandinas) y agentes inflamatorios como ERO. (Toth et al., 2005; Calder, 2006; Brinkley et al., 2009). El envejecimiento por sí mismo se ha considerado un estado inflamatorio; esto es debido a que durante este periodo se ha observado un aumento en los niveles de citocinas proinflamatorias, como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ , por sus siglas en inglés), sin embargo no se han reportado estudios que demuestren una asociación significativa directa con la sarcopenia, pero que sí que pueden estar involucrados en el deterioro del músculo relacionado con la edad (Semba, Lauretani, et al., 2007). Schaap et al. (2006) realizaron un estudio con 3 años de seguimiento en adultos mayores, los cuales evidenciaron que existe una asociación entre niveles altos de citocinas inflamatorias IL-6 con el incremento al riesgo de pérdida de fuerza muscular. Además, se ha estudiado que la presencia de citocinas IL-6 disminuye las concentraciones de aminoácidos en el plasma la cual se ve reflejada en una disminución de la SPM (Van Hall et al., 2008).

## La Nutrición y la Prevención de Sarcopenia

Una de las estrategias que se han propuesto para revertir o prevenir la pérdida de masa muscular es la intervención nutricional, además es importante destacar que los agentes modificables de la dieta contribuyen a reducir uno de los factores de riesgo más importantes como la baja ingesta proteica, y que pueden resultar prometedores para contrarrestar el aumento de inflamación y estrés oxidativo en adultos mayores. Esto ha llevado a diversos estudios a evaluar el papel de la dieta, la proteína específicamente y la progresión del deterioro muscular.

### **Proteína**

La evidencia señala que más del 80 % del efecto estimulante sobre la SPM es observada después del consumo de una comida rica en proteínas, lo cual pudiera dar lugar a cambios en la masa muscular esquelética, ya que los músculos están compuestos principalmente de proteínas (Castaneda *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 2010; Volkert, 2011). Sin embargo las recomendaciones actuales (0.8 g/kg-peso/d) propuestas por la FAO/WHO/UNU (2007) parecen ser insuficientes ya que no han considerado las cantidades necesarias para evitar el deterioro funcional del músculo, especialmente en adultos mayores. Nuevas evidencias sugieren que el consumo de suplementos que contengan cantidades de proteína por encima de las recomendadas, es decir hasta 1 a 1.5 g/kg-peso/d, pueden prevenir o disminuir la pérdida de masa muscular, ya que se ha observado que las proteínas de la dieta están relacionadas inversamente proporcional a la pérdida de masa magra en adultos mayores (Beasley *et al.*, 2013; Volpi *et al.*, 2013). Al respecto los varios estudios clínicos realizados (Cuadro 1) con suplementos proteicos han informado los efectos positivos de la suplementación con proteínas sobre la masa y fuerza muscular en adultos mayores de 65 años.

**Cuadro 1.** Estudios clínicos aleatorios controlados con placebo que evidencian los efectos de la suplementación proteica en la masa muscular, la fuerza y/o el rendimiento físico en adultos mayores de 65 años. Fuente Beasley *et al.* (2013).

<b>Tipo suplemento</b>	<b>Dosis</b>	<b>Duración</b>
Concentrado de proteína	15 g MPC80(2 dosis), 7.1 g lactosa, 0.5 g grasa, 0.4 g calcio	24 semanas
Leucina	7.5 g/d L-leucina (Ajinomoto, Tokio, Japón)	24 semanas
Juven <sup>b</sup>	Juven (Abbott Nutrition)	1 año
AAE	7.5 g AAE (dos dosis)	12 semanas

Los estudios tienen un grupo de control con placebo, están orientados a la prevención de la sarcopenia (en lugar de tratamiento) y la intervención nutricional está involucrada sola (en lugar de en combinación con ejercicio físico).

<sup>b</sup>Juven (Abbott Nutrition , Columbus , OH) se compone de  $\beta$  - hidroxibetametilbutirato (HMB; Calcio HMB, 2 o 3 g ), L- arginina (5 o 7,5 g), L- lisina (1.5 o 2.5 g ) , y ácido ascórbico (0.1 g). Los participantes fueron asignados a la dosis más baja o más alta en base a un punto de corte de peso (68 kg). El grupo control recibió una bebida isonitrogenada e isocalórica sabor naranja, que consiste de una mezcla de aminoácidos no esenciales (alanina 5.6 g, ácido glutámico 0.9 g, glicina 3.1 g, serina 2.2 g) y que contiene 0.1 g de ácido ascórbico.

Suplemento comercial. Actualmente existe un suplemento comercial diseñado para prevenir y revertir la pérdida de masa muscular, así como para aumentar la fuerza física y mejorar la capacidad de las personas mayores en las actividades diarias. Este producto contiene un metabolito de la leucina llamado  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato (BHM), el cual regula la degradación proteica, estimula la SPM y reduce la respuesta inflamatoria (Orera, 2011).

Baier *et al.* (2009) estudiaron el efecto del suplemento contra un grupo control en adultos de edad avanzada ( $76 \pm 1.6$  años) durante un año de seguimiento, observaron que el grupo control no tuvo cambios significativos en la masa muscular, en cambio aquellos adultos que tomaron el suplemento comercial formulado con BHM, L-arginina y L-lisina aumentaron la masa corporal 1.6 % y la masa magra un 1.2 %. Sin embargo, la suplementación nutricional puede tener efectos adversos sobre la dieta tradicional y el resultado final de dicha intervención puede verse afectada, ya que contienen altos porcentajes de carbohidratos, y en algunos casos el adulto mayor tiende a reemplazar algunos alimentos de su dieta convencional por el suplemento, lo cual significa que este cambio puede afectar negativamente la respuesta anabólica y la SPM (Volpi *et al.*, 2003; Burgos Peláez, 2006).

No obstante el papel de los suplementos de proteína aun sigue siendo algo controvertido. Otros estudios han propuesto que el consumo de 25 a 30 g de proteína (incluyendo aproximadamente 10 g esenciales) en los tres tiempos de comida, puede ser un medio eficaz para estimular al máximo la SPM para mantener la masa muscular en adultos jóvenes y mayores, comparada con la ingesta que no se distribuye uniformemente en las comidas (Paddon-Jones y Rasmussen, 2009). Sin embargo, la eficacia de la suplementación con proteína dependerá del contenido de aminoácidos en la formulación del suplemento, especialmente de aquellos que incluyan aminoácidos esenciales (Beasley *et al.*, 2013).

## Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que se consideran como componentes dietéticos necesarios. Los aminoácidos esenciales (AAE) son necesarios para estimular el crecimiento del músculo; una dieta que incluye aproximadamente 10 g de AAE ha demostrado ser suficientes para producir efectos anabólicos en adultos mayores (Paddon-Jones y Rasmussen, 2009). Ese estudio demuestra la importancia de las proteínas y especialmente los AAE como factores importantes para el metabolismo, síntesis de proteína y masa muscular, donde la cantidad y calidad de la proteína son cruciales en estos procesos. Se ha estudiado la suplementación vía oral durante 16 meses de una mezcla de 8 g de aminoácidos esenciales/día (2.5 g leucina, 1.3 g lisina, 1.25 g isoleucina, 1.25 g valina, 0.7 g treonina, 0.3 cisteína, 0.3 g histidina, 0.3 g fenilalanina, 0.2 g metionina, 0.1 g tirosina y 0.04 g triptófano), observándose un aumento significativo de la masa magra corporal en adultos mayores, manteniendo una ingesta calórica de  $2000 \pm 280$  kcal/d (Solerte *et al.*, 2008).

Dentro de los AAE que han demostrado obtener mejores resultados sobre la SPM y masa muscular se encuentran los aminoácidos de cadena ramificada (AACR). Los AACR son los principales responsables de la estimulación de la SPM inducida por aminoácidos ya que mejoran las vías de señalización de la SPM (Tatpati *et al.*, 2010). Entre los AACR la leucina en particular se ha estudiado debido a sus efectos anticatabólicos, Katsanos *et al.* (2005) han reportado que el aumento en el contenido de leucina de una comida rica en AAE aumenta significativamente la SPM en adultos mayores y jóvenes. Estos resultados también han sido reportados por Rieu *et al.* (2006), quienes reportaron un incremento de la SPM después de la ingestión de alimentos ricos en leucina. Se ha propuesto que el efecto de la leucina es debido a que inhibe la degradación de proteínas musculares y a su capacidad para estimular a la traducción del ARNm a través de la activación de la proteína mTOR, la cual regula el crecimiento de células musculares (Verhoeven *et al.*, 2009).

Los resultados sobre la masa muscular por efecto de la suplementación con proteína y aminoácidos queda claro, sin embargo, esta estrategia puede no ser viable debido a los costos y al poco conocimiento acerca del consumo y dosis de suplementos proteicos. Por ello, se han buscado diversas estrategias para obtener el aporte proteico necesario en adultos mayores, hoy en día diversos estudios demuestran que el consumo de alimentos ricos en proteína como la carne, mejora la SPM tanto en adultos jóvenes como en mayores.

### **Evidencia Sobre el Consumo de Proteínas de Origen Animal Asociados con la Preservación de la Masa Muscular**

El proceso de envejecimiento se ha asociado con pérdida de masa muscular, mal nutrición y disminución de la SPM. Al respecto, algunos estudios han demostrado que el consumo de leche y carne pueden ayudar al aumento de masa y fuerza muscular en adultos mayores, ambos alimentos son fuentes ricas de proteínas y aminoácidos, nutrientes que potencialmente aumentan la SPM en comparación con proteínas y aminoácidos de origen vegetal como la soya (Haub *et al.*, 2002; Phillips *et al.*, 2009; Phillips, 2012).

Un estudio realizado por Symons *et al.* (2007) en adultos jóvenes ( $41 \pm 8$  años) y adultos mayores ( $70 \pm 5$  años) en donde evaluaron los cambios postprandiales (5 h) después del consumo de 113 g de carne de res magra, observaron un aumento de un 51 % en la SPM para ambos grupos. Las concentraciones plasmáticas de aminoácidos fueron más elevadas en adultos mayores, por lo que concluyeron que el envejecimiento no perjudica la capacidad de sintetizar proteína después de la ingestión de un alimento rico en proteínas. En este estudio se evidenció que existe un efecto en la estimulación de SPM por medio de una dieta rica en proteínas cárnicas.

Campbell *et al.*, (1999) estudiaron el efecto de dos tipos de dietas en personas de la tercera edad y después de 12 semanas de estudio reportaron que los hombres con una dieta omnívora (DO) en comparación de una dieta lacto-vegetariana (DLV), lograron ganar más

masa magra. Estos resultados concuerda con lo observado por Phillips (2012), donde se obtuvo una mayor SPM en pacientes con una dieta que incluía carne (DO), en lugar de una dieta que incluía proteínas de soya (DLV).

Del mismo modo, que se ha evidenciado como el consumo de proteínas de calidad ayuda a mejorar la masa muscular en adultos mayores, existen varios estudios donde la ingesta alimentaria de ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes pueden contribuir prevenir los daños al músculo esquelético en personas de edad avanzada y que probablemente pueden ser un medio que ayude a disminuir los procesos para el deterioro de la masa muscular y desarrollo de la sarcopenia.

### **Ácidos Grasos Poliinsaturados Omega-3**

Los AG  $\omega$ -3 resultan ser positivos moduladores de la salud, especialmente por su función en el sistema inmune y antiinflamatoria (Smith *et al.*, 2011). Se ha observado que la suplementación con AG  $\omega$ -3 logra favorecer la vía anabólica para la síntesis de proteínas (Gingras *et al.*, 2007). Una suplementación con 4 g de AG  $\omega$ -3 (1.86 g de ácido eicosapentanoico y 1.5 g de ácido docosahexanoico) en adultos mayores, demostró que los AG  $\omega$ -3 estimularon la SPM después de 8 semanas de suplementación, siendo útil para la prevención y tratamiento de pérdida muscular (Smith *et al.*, 2011). Por otro lado, algunos estudios han demostrado que los AG  $\omega$ -3 incrementan la sensibilidad muscular a la insulina actuando así como reguladores en el metabolismo de proteínas (Gingras *et al.*, 2007). Sin embargo, es poca la evidencia que asocia la suplementación de AG  $\omega$ -3 como un potencial tratamiento para prevenir la sarcopenia, por lo que se ha sugerido realizar más estudios para comprobar una asociación con el aumento de la SPM. Por lo cual, Volkert (2011) ha recomendado el consumo de alimentos como la nuez y linaza como parte de la dieta en adultos mayores que presentan sarcopenia por su contenido en AG  $\omega$ -3.

## **Antioxidantes**

Las especies reactivas de oxígeno (ERO) pueden llegar a causar daño en el músculo esquelético, afectando el ADN, proteína y lípidos durante el estrés oxidativo. Así mismo este daño al músculo esquelético se ha asociado con la atrofia y pérdida de la función muscular en la sarcopenia (Lauretani *et al.*, 2008). Diversos estudios sugieren que una dieta suplementada con antioxidantes puede disminuir el daño oxidativo y mejorar el equilibrio de proteínas y aumentar la defensa antioxidante (Kim *et al.*, 2010).

Los antioxidantes tales como carotenoides, flavonoides, fenoles y ubiquinonas, desempeñan un papel importante al mejorar los sistemas antioxidantes (Anderson *et al.*, 2001). Existen diversas fuentes dietéticas de antioxidantes naturales que están contenidas en algunos alimentos como arándanos, ciruelas y nueces (Wu *et al.*, 2004). Contienen además minerales traza como el zinc, hierro, selenio y cobre, los cuales funcionan como cofactores para enzimas antioxidantes (Anderson *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2010). Varios estudios han encontrado que bajos niveles séricos de vitamina E, carotenoides, selenio y bajo consumo de alimentos con propiedades antioxidantes representan un alto riesgo de padecer inflamación, menor fuerza y fragilidad muscular y menor rendimiento físico en adultos mayores (Cesari *et al.*, 2004; Michelon *et al.*, 2006; Semba, Lauretani, *et al.*, 2007; Lauretani *et al.*, 2008). Es importante mencionar que las evidencias encontradas solo se han relacionado con el deterioro muscular pero no a la pérdida de ésta, sin embargo no existen estudios donde se asocie directamente el consumo de antioxidantes con el incremento de la masa muscular.

En resumen, los estudios revisados en la sección anterior dejan claro que los adultos mayores no solo deben de consumir cantidades adecuadas de proteínas de calidad, y que la suplementación puede no ser la mejor estrategia para la prevención de la sarcopenia, si no que se necesitan de nuevas estrategias con alimentos nutricionalmente adecuados que garanticen el consumo de proteínas de calidad como la carne, y que además se incluyan a otros alimentos ricos en AG  $\omega$ -3 y antioxidantes que pueden un efecto potencial en la

preservación del músculo. Además de atender a otros factores como la seguridad alimentaria con la adquisición y preparación de alimentos que contribuyan a atender las necesidades nutricionales en adultos mayores.

### La Carne y Productos Cárnicos en la Salud

La carne es un alimento importante para la salud y el desarrollo humano. Como parte esencial de una dieta mixta, la carne asegura la ingesta adecuada de micronutrientes esenciales, principalmente y aminoácidos involucrados en procesos de regulación del metabolismo proteico (Higgs y Mulvihill, 2002). La carne se compone en su mayoría por agua (65-70%), proteínas de alto valor biológico (15-20%) y lípidos (5-10%), pero las variaciones en su contenido están en función de varios factores: especie, raza, edad, sexo, alimentación y parte anatómica del animal (Higgs y Mulvihill, 2002; De Castro Cardoso-Pereira y Dos Reis Baltazar-Vicente, 2013). Además, la carne constituye una fuente importante de minerales que son esenciales en la dieta (hierro, zinc, cobre, yodo, fósforo, selenio, magnesio, etc.), así como importantes cantidades de vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, ácido fólico y cobalamina), de la misma manera la vitamina A (retinol) se encuentra de manera natural en los alimentos de origen animal (Higgs *et al.*, 2002). Debido a esto, la carne es un componente importante en la dieta, ya que contiene micronutrientes importantes y esenciales, donde al menos una ingesta suficiente asegura cubrir adecuadamente las necesidades, especialmente en grupos vulnerables como los adultos mayores (Biesalski, 2005).

La carne tiene un gran potencial para proporcionar importantes nutrientes en la dieta, esto es interesante, ya que la composición nutricional de los productos cárnicos puede mejorarse mediante la producción de alimentos que sean más saludables que los productos convencionales como una estrategia de salud preventiva. Ya que los productos cárnicos

pueden funcionar como vehículos potenciales para proporcionar nutrientes tales como ácidos grasos, antioxidantes y fibra.

La industria alimentaria, al igual que la industria cárnica, ha tenido que adaptarse a la demanda de productos que contribuyen a mantener y/o mejorar el estado de salud. Actualmente, los consumidores buscan alimentos que además de cumplir con los requerimientos nutricionales, éstos sean bajos o presenten cantidades mínimas en componentes no deseados, los cuales pueden limitar el consumo de productos cárnicos. Estos componentes no deseados pueden presentarse en un producto cárnico por diversas maneras (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001):

- Presentes de manera natural en el animal (e.g. la grasa, el colesterol y residuos contaminantes).
- Añadidos durante el proceso por razones tecnológicas, microbiológicas o sensoriales (como sal, nitritos, fosfatos, etc.).
- Producidos durante el proceso de elaboración (contaminación de bacterias, compuestos tóxicos generados durante el cocido, etc.).
- Desarrollados durante el almacenamiento y/o comercialización (productos de la oxidación lipídica, aminas biogénicas, etc.).

### **Estrategia Para la Obtención de Productos Cárnicos Más Saludables**

Existen dos tipos de estrategias que se emplean para el desarrollo de la carne y productos cárnicos más saludables, éstas son (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013):

1. Genéticas o nutricionales. Nivel de producción animal.
2. Diseño y/o reformulación de productos cárnicos. Estrategia tecnológica.

En los siguientes puntos se hará mención de la estrategia tecnológica, ya que es la que se utilizó en este trabajo.

## Diseño de Productos Cárnicos

El diseño de productos cárnicos es la estrategia tecnológica más utilizada para el desarrollo de nuevos productos saludables, se basa principalmente en procesos de selección de las materias primas tanto cárnicas como no cárnicas y los cambios en la formulación. Esta estrategia permite actuar de manera rápida y directamente reduciendo, eliminando o incorporando componentes en el desarrollo del producto final. Dependiendo del tipo de producto cárnico (emulsión, curado, fermentación etc.) se puede actuar en mayor o menor medida sobre las diferentes etapas de su elaboración (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

En el diseño de alimentos para adultos mayores deben tomarse en cuenta las necesidades nutricionales, los cambios fisiológicos y morfológicos, tales como menor capacidad de masticación, pérdida de piezas dentarias y atrofia de las papilas gustativas, los cuales puede concluir a la falta de apetito (Bolet Astoviza y Socarrás Suárez, 2009). Los factores determinantes en la elección de alimentos para adultos es la modificación del sabor, ya que los adultos prefieren sabores más fuertes como el dulzor para compensar la pérdida sensorial (Laureati *et al.*, 2006). Así mismo, un estudio ha identificado varios motivos basándose en los alimentos para la disminución de proteínas en la dieta, dentro de las cuales destacaron la pérdida de sabor, dificultades al morder y masticar, sin embargo, demostraron que la mejora del sabor y el modo de preparación (como el picado) puede facilitar el consumo de alimentos (especialmente carne) en adultos mayores (Best y Appleton, 2013). Debido a lo anterior la matriz cárnica y el proceso de elaboración de productos permite tener texturas, sabores, colores y formas que se deseen obtener ya que se puede manipular algunos factores como el tamaño de partícula, y tiempo de mezclado de ingredientes.

## **Reducción y/o Eliminación de Compuestos**

Otras de las ventajas es la reducción de ciertos componentes que consumidos en altas cantidades pueden provocar un efecto perjudicial sobre el consumidor. La elevada cantidad de grasa presente en los productos cárnicos (20-40 %), ha llevado al desarrollo de productos con bajo contenido graso. Para ello se lleva a cabo el proceso de reformulación empleando materias primas magras, cantidades adecuadas de agua y grasa vegetal, en conjunto con un proceso adecuado, dotan al producto de un mejor perfil nutricional sin comprometer sus propiedades sensoriales y tecnológicas (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001; Arihara, 2006). Por ejemplo, un estudio realizado por García-García y Totosaus (2008) en salchichas mediante el uso de almidones, pectina, goma xantana y carragenina pudo sustituirse parcialmente la grasa en salchichas sin afectar la textura y el contenido de humedad.

Así mismo, se puede reducir el sodio en los productos cárnicos al sustituirlo parcialmente por cloruro de potasio. El cloruro de sodio se incorpora en los productos cárnicos con la finalidad de prolongar la vida útil, fijación del agua-grasa y desarrollar sabores y olores característicos (Hammer, 1992; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013). Colmenero *et al.* (2005) han logrado una reducción de sal (sodio) hasta un 85 % en salchichas formuladas con transglutaminasa, caseinato, cloruro de potasio y fibra de trigo, sin embargo las características fisicoquímicas se afectaron negativamente en comparación con aquellas formuladas con cloruro de sodio.

## **Incorporación de Compuestos**

En el desarrollo de productos cárnicos se emplean diversos ingredientes no cárnicos, la cantidad y variedad de éstos depende del efecto buscado y del tipo de producto a desarrollar. Aunque algunos ingredientes contengan compuestos bioactivos, los estudios

realizados hasta el momento son pocos para repercutir en aspectos para la salud. En la mayoría de los estudios realizados, se evalúa primero el efecto sobre las propiedades nutricionales y tecnológicas durante su desarrollo y conservación, sin evaluar su actividad biológica y posible efecto en el organismo (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

La incorporación directa de ingredientes (concentrados, aislados, deshidratados, naturales) empleados en la formulación de productos cárnicos con efecto potencialmente funcional, han sido evaluados y a veces con resultados controvertidos. Esto es debido a que la actividad específica del compuesto dependerá del sistema que sea introducido, evaluando las consecuencias de los procesos de transformación, conservación y comercialización (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013).

Proteínas y aminoácidos. Derivados proteicos de origen vegetal y animal han sido incorporados en la elaboración de productos cárnicos con propósitos tecnológicos, económicos e incluso por su valor nutritivo. Un ejemplo de esto es el uso de proteínas del suero de leche y proteínas de origen vegetal (nuez, lenteja y soya) ya que la mayoría de ellas contienen importantes cantidades de aminoácidos (Fernández-Ginés *et al.*, 2005; Olmedilla-Alonso *et al.*, 2013). Por ejemplo, el uso de suero líquido ha demostrado mejorar la estabilidad de la emulsión y color, sin afectar las propiedades de textura en salchichas tipo frankfurt (Yetim *et al.*, 2001a). La proteína de soya es una de las más utilizadas en los productos cárnicos en forma de aislado, concentrado y harina, mejorando las características nutricionales y tecnológicas (Zhang *et al.*, 2010).

Antioxidantes. Algunos antioxidantes naturales presentes en frutas y especias, han sido añadidos en los productos cárnicos con la finalidad de ser utilizados como alternativa de los antioxidantes sintéticos y para mejorar la vida útil de los productos protegiéndolos contra el deterioro causado por la oxidación (Weiss *et al.*, 2010). Otro de los objetivos de la incorporación de antioxidantes naturales provenientes de frutas es dotar al producto de compuestos bioactivos como los fenoles, los cuales son capaces de estabilizar radicales

libres, causantes del desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas y de otras relacionadas con el envejecimiento (Williams *et al.*, 2004; Yahia, 2009). Algunos alimentos con importantes cantidades de antioxidantes como, arándanos, ciruelas, guayaba y granada han sido utilizados en los productos cárnicos por su contenido fenólico (flavonoides y polifenoles) y por sus beneficios a la salud (antiinflamatoria, antioxidante) (Fernández-Ginés *et al.*, 2005; Nuñez de Gonzalez *et al.*, 2008; Karre *et al.*, 2013). Entre los antioxidantes naturales provenientes de frutas se encuentran las ciruelas, las cuales han demostrado reducir la oxidación de lípidos hasta un 50 % en salchichas de puerco adicionadas con 3 % de ciruela (Nuñez de Gonzalez *et al.*, 2008). Otro fruto con un alto poder antioxidante son los arándanos, los cuales han demostrado que su alto contenido fenólico (158  $\mu\text{mol}$  fenoles totales/g de peso seco) pueden inhibir la oxidación de lípidos en carne de pavo separada mecánicamente tratada con jugo de arándano comercial (0.32 %) (Lee *et al.*, 2006).

Ácidos grasos poliinsaturados. Una de las alternativas para mejorar o modificar el perfil lipídico de los productos cárnicos ha sido a través de la incorporación de ingredientes naturales (aceite de pescado, linaza, nuez, etc.). De especial interés aquellos con un alto contenido en AG  $\omega$ -3, los cuales están involucrados en la regulación de trastornos inflamatorios crónicos y en la disminución de eicosanoides inflamatorios (Zhang *et al.*, 2010; Toldrá y Reig, 2011). El uso de linaza ha demostrado mejorar la cantidad de AG  $\omega$ -3, en un estudio realizado por Ansorena y Astiasarán (2004) reportaron un incremento en la proporción de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 en salchichas adicionadas con aceite de linaza (3.3 %); al igual Elif Bilek y Turhan (2009) en la adición de harina de linaza (3-15 %) obtuvieron un incremento de AG  $\omega$ -3 con respecto al control. También la nuez como fuente de ácidos grasos ha sido adicionada (20 %) en reestructurados cárnicos, la cual ha demostrado incrementar el contenido de AG poliinsaturados y disminuir los AG saturados (Serrano *et al.*, 2005).

## **Implicaciones en el Diseño de Nuevos Productos Cárnicos**

En la elaboración de productos cárnicos deben considerarse ciertos factores que pueden afectar la calidad y por lo tanto comprometer las características del producto elaborado:

- Factores asociados a la composición del producto: Uso de aditivos y materia prima en el producto.
- Factores tecnológicos: Cambios en la textura, color y propiedades ligantes, así como el uso de equipos que afectan la calidad del producto final.
- Factores nutritivos: El perfil nutricional de un alimento se establece basándose en el contenido de nutrientes principalmente proteína, grasa, vitaminas y minerales.
- Factores sensoriales: El agrado o rechazo del consumidor está condicionado por la evaluación de los parámetros de color, forma, tamaño, textura y sabor.
- Factores higiénicos: Microorganismos y contaminantes.

Los productos cárnicos diseñados con un efecto o beneficio en particular, son capaces de reunir todas las expectativas y necesidades del consumidor: ingredientes naturales, seguros, posibilitan cambios que inciden en el valor nutritivo y potenciales efectos saludables.

## **HIPÓTESIS**

El contenido proteico, AG  $\omega$ -3 y antioxidantes será mayor en el producto cárnico diseñado con ingredientes no tradicionales que en su contraparte tradicional y suplemento comercial sin afectar negativamente los parámetros tecnológicos, sensoriales y microbiológicos después de su elaboración y almacenamiento.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar un producto cárnico con alto aporte de proteínas, AG  $\omega$ -3 y antioxidantes tecnológica, sensorial y microbiológicamente aceptable, y con potencial para contribuir a las necesidades nutricionales de adultos mayores que presentan sarcopenia.

### **Objetivos Particulares**

1. Diseñar un producto cárnico tipo bolonia con un porcentaje superior al 15 % de proteína formulado a base de carne de cerdo y adicionado con nuez y linaza como fuente de AG  $\omega$ -3, y ciruela y arándano como antioxidantes.
2. Evaluar el efecto de la adición de nuez, linaza, ciruela y arándano sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del producto cárnico.
3. Evaluar la estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica de los productos diseñados almacenados en refrigeración por 35 días.
4. Evaluar el contenido de vitamina A, ácidos grasos y aminoácidos de los productos diseñados.
5. Comparar el perfil nutricional de los productos cárnicos con un suplemento comercial diseñado para preservar la masa muscular en adultos mayores.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño Experimental**

El presente estudio se llevó a cabo en tres etapas (Figura 1). La etapa I consistió en proponer formulaciones de un producto cárnico tipo bolonia que aporte un importante contenido de proteína, antioxidantes y AG  $\omega$ -3 adicionados a partir de la combinación de ingredientes como: ciruela (C), arándano (A), nuez (N) y linaza (L); y evaluar el efecto sobre las características fisicoquímicas y sensoriales. La etapa II consistió en evaluar la estabilidad y vida de anaquel de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante 35 días a  $0 \pm 2$  °C. La etapa III, consistió en evaluar el perfil nutricional de los productos formulados y compararlos con un suplemento comercial diseñado para adultos mayores que presentan problemas de sarcopenia.

### **Selección de los Ingredientes**

Se seleccionó como materia prima pierna e hígado de cerdo (NORSON®, México), se empacó y almacenó a -20 °C hasta su uso. Los aditivos utilizados incluyeron fosfatos, eritorbato de sodio, sal cura, cloruro de sodio y condimento, los cuales fueron obtenidos del comercio local de la ciudad. Además se utilizó suero de leche en polvo (HILMAR®), ciruela deshidratada (Sunsweet Growers Inc., Yuba, CA, EUA), arándano deshidratado (Ocean Spray, MA, EUA), nuez pecana entera

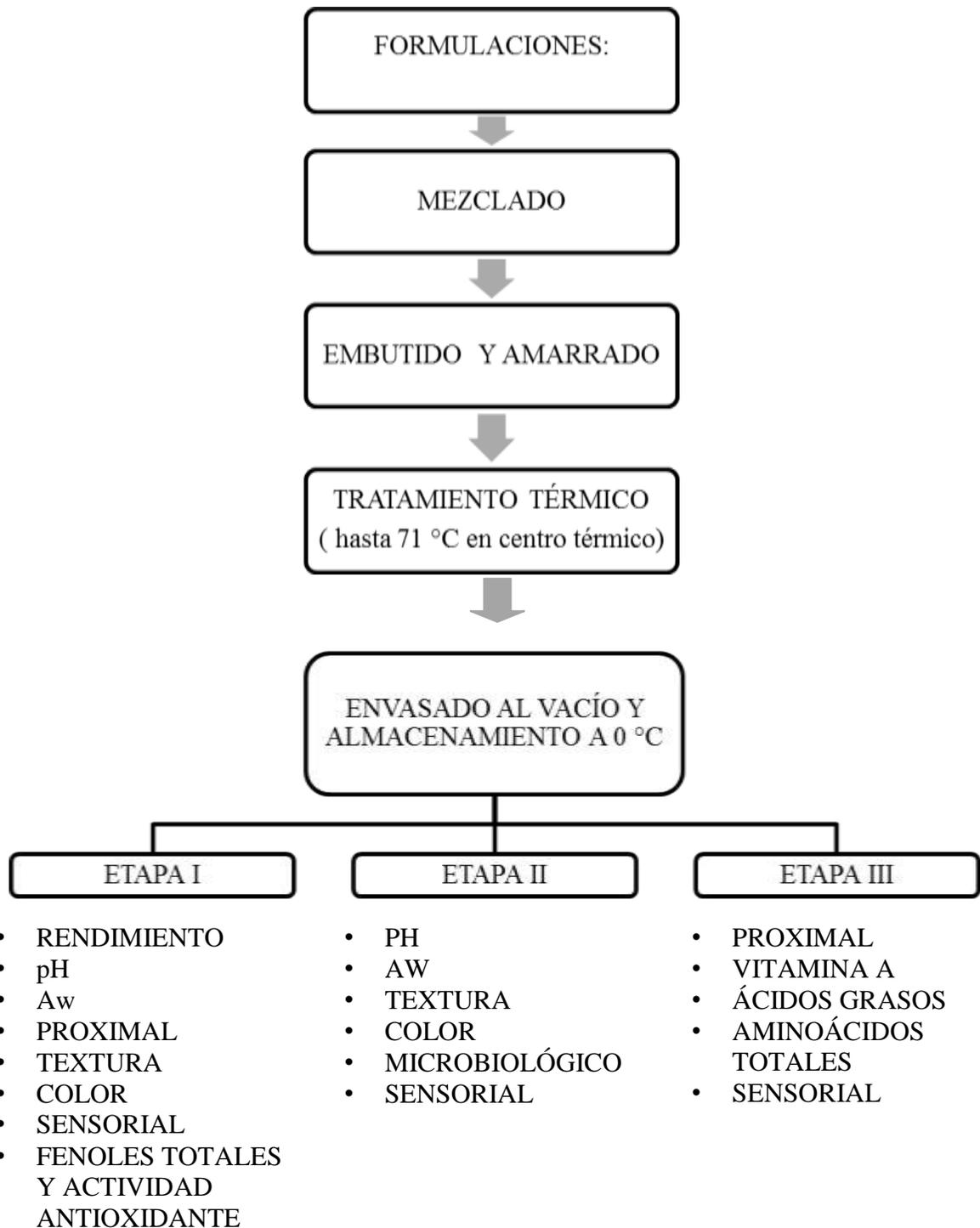


Figura 1. Diagrama de Flujo del Esquema Experimental

sin cáscara (Kirkland Signature, EUA) y linaza molida de Canadá (Natural Health Gto, México).

### Preparación de la Muestra

La carne fue transferida a una mezcladora (Kilia CO., Kiel, Alemania), se incorporó hielo hasta formar una pasta fina, posteriormente fueron añadidas las sales, condimento y el resto de los ingredientes no tradicionales (véase Cuadro 2) para la formación de la emulsión, el tiempo de mezclado fue de 4 a 5 min a una temperatura no mayor a 10 °C y por último se aplicó una atmosfera de vacío al final del proceso de mezclado. Una vez obtenida la emulsión, la pasta fue embutida (Omet ICS60-B, Siena, Italia) en fundas de celulosa y amarradas manualmente con hilo de cáñamo. Las bolonias fueron sometidas a un tratamiento térmico (Cuadro 3) en un horno (Enviro-Pak Mp 1000, Oregón, EUA) hasta alcanzar una temperatura interna de 71 °C. Una vez terminado el proceso térmico se dejaron enfriar a temperatura ambiente, para ser almacenadas en refrigeración ( $5\text{ °C} \pm 2$ ) durante 8 h, posteriormente fueron empacadas (Super Vac GR-185, Austria) al vacío en bolsas de polietileno y almacenadas a  $0 \pm 2\text{ °C}$  para su evaluación.

### Rendimiento por cocción

El rendimiento de procesado para las bolonias se calcularon como la pérdida de peso después del proceso de cocción, almacenadas en refrigeración a  $0 \pm 2\text{ °C}$  durante 8 h:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso después cocción}}{\text{Peso antes de cocción}} * 100$$

**Cuadro 2.** Formulación de bolonias.

<b><i>Ingredientes (%)</i></b>	<b>Control</b>	<b>NC</b>	<b>LA</b>	<b>NA</b>	<b>LC</b>
<i>Carne</i>	50	50	50	50	50
<i>Hígado</i>	7	7	7	7	7
<i>Suero de leche 1:3.5</i>	18	15.3	12.5	15	17.5
<i>Ciruela</i>	0	5	0	0	5
<i>Arándano</i>	0	0	5	5	0
<i>Nuez</i>	0	6	0	6	0
<i>Linaza</i>	0	0	6	0	6
<i>Avena 1:1</i>	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
<i>Inulina 1:1.8812</i>	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
<i>Sal</i>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Fosfato</i>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Sal cura</i>	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
<i>Eritorbato</i>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<i>Condimento</i>	2	2	2	2	2
<i>Proteína aislada de soya 1:4</i>	4	4	4	4	4
<i>Agua</i>	12,31	3,01	5,81	3,31	6,31

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).

**Cuadro 3.** Ciclos de cocción de bolonias.

<i>Ciclo</i>	<sup>1</sup> BS / <sup>2</sup> BH °C	Tiempo Min
1	60/43.3	45
2	76.6/71.1	45
3	87.7/87.7	Hasta temperatura interna de 71°C

<sup>1</sup>BS: Bulbo seco; <sup>2</sup>BH: Bulbo húmedo.

## Composición Proximal

El análisis proximal (humedad, ceniza, grasa y proteína) se determinó de acuerdo a los procedimientos recomendados por la AOAC (2002), se efectuaron por triplicado para cada tratamiento. El contenido de humedad se determinó secando 5 g de muestra en una estufa a 100 °C durante 8 h hasta llevarla a peso constante calculando la diferencia de peso (método 950.46). Para la determinación de ceniza se colocó 3 g de muestra en una mufla a 550 °C durante 8 h, se calculó la ceniza por diferencia de peso (método 938.08). La determinación de grasa se determinó mediante el método de extracción goldfish, utilizando como solvente éter de petróleo, se calculó el contenido de grasa por pérdida de peso (método 930.29). La determinación de proteína se realizó por el método de Microkjeldahl (método 981.10) utilizando un factor de conversión de nitrógeno a proteína cruda de 6.25 mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{N1 \cdot (V1 - V2) \cdot 0.014007 \cdot 6.25 \cdot 100}{W1}$$

Donde:

N1= Normalidad del HCL

V1= Volumen (mL) gastados de HCl para titular la muestra

V2= Volumen (mL) gastados de HCl para titular el blanco

W1= Peso (g) muestra

## pH y Actividad de Agua

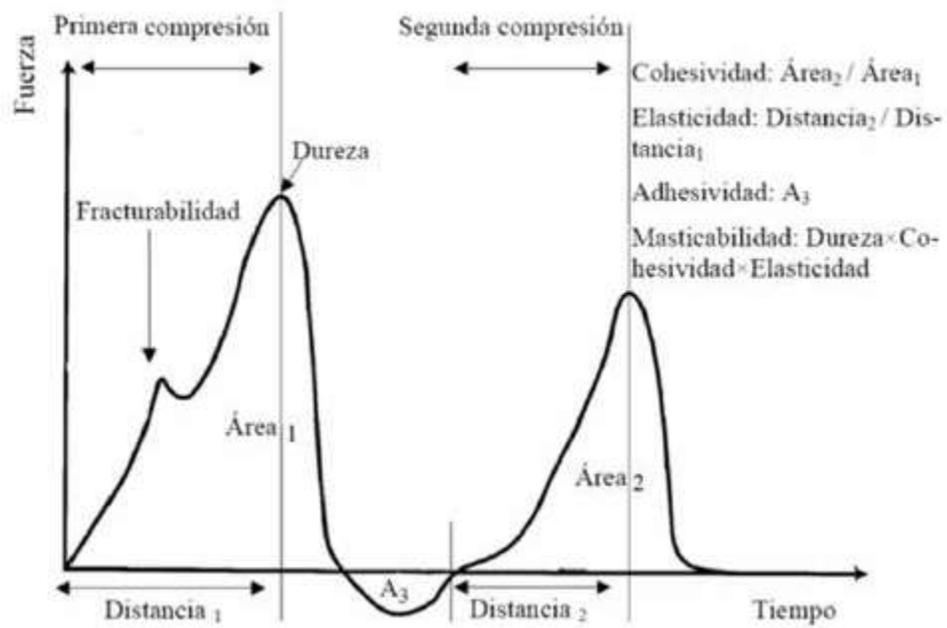
El pH de las bolonias se determinó (triplicado) utilizando un medidor de pH (Hanna HI 99163, Italia) directo sobre la muestra. Para la determinación de actividad de agua ( $a_w$ ) se utilizó un equipo portátil (Aqua Pawkit, Decagon Devices Inc. Washington, EUA), el cual fue calibrado con una solución de NaCl (0.76 M) realizando mediciones por triplicado.

## Medición Instrumental de la Textura

La medida instrumental de la textura involucra el uso de pruebas mecánicas que pueden combinarse con los paneles sensoriales ya que imitan o reproducen las condiciones en la que se encontraría un alimento durante el proceso de masticación (Bourne, 2002).

### **Análisis de Perfil de Textura (APT)**

El APT consiste en comprimir el alimento mediante dos superficies planas, dos veces consecutivas, con el fin de imitar la función de la mandíbula humana. El APT se determinó utilizando un texturómetro Texture Analyzer TAXT2 (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, EUA), siguiendo la metodología propuesta por Bourne (2002). Se obtuvieron nueve repeticiones por tratamiento, se tomaron muestras cilíndricas de dimensiones uniformes (1 cm de diámetro y 2 cm de altura) utilizando un cortador tubular. Se aplicó una doble compresión al 75 % de deformación con un tiempo de espera de 5 s entre compresiones, bajo las siguientes condiciones: velocidad de cabezal de 2 mm/s y un desplazamiento de 30 mm, los resultados fueron tomados de la curva generada por la fuerza vs tiempo (Figura 2) de cada tratamiento. Los atributos de textura evaluados fueron:



**Figura 2.** Curva típica obtenida en un análisis de perfil de textura.

- Dureza (kgf): Resistencia que opone una muestra a la deformación, definida como la fuerza máxima de la primera compresión de la muestra, la cual representa la fuerza de la primera mordida o primer ciclo de compresión.
- Elasticidad (cm\*s): es la velocidad a la cual la muestra deformada recobra su forma cuando se le quita la fuerza deformadora. Ésta se obtiene calculando el cociente de la distancia 2 (inicio de la 2da compresión hasta el pico 2) entre la distancia 1 (inicio de la 1era compresión hasta el pico 1).
- Masticabilidad (g\*cm): Es definido como el trabajo requerido para masticar la muestra reduciéndola hasta la lograr la consistencia adecuada para deglutirla. Se obtiene del producto entre la dureza, la cohesividad y la elasticidad.
- Resiliencia: Es la medida en la que se recupera el alimento a perder su forma o posición original al aplicarse una fuerza.

### **Esfuerzo al Corte (EC)**

La prueba de EC se determinó utilizando un texturómetro Texture Analyzer TAXT2 (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, EUA). Se obtuvieron nueve repeticiones por tratamiento, tomándose muestras cilíndricas de dimensiones uniformes (1 cm de diámetro y 2 cm de altura) utilizando un cortador tubular. Se utilizó una navaja Warner–Bratzler como aditamento a una velocidad de cabezal de 2 mm/s. El EC fue identificado como el resultado del pico máximo (fuerza máxima kg) registrado.

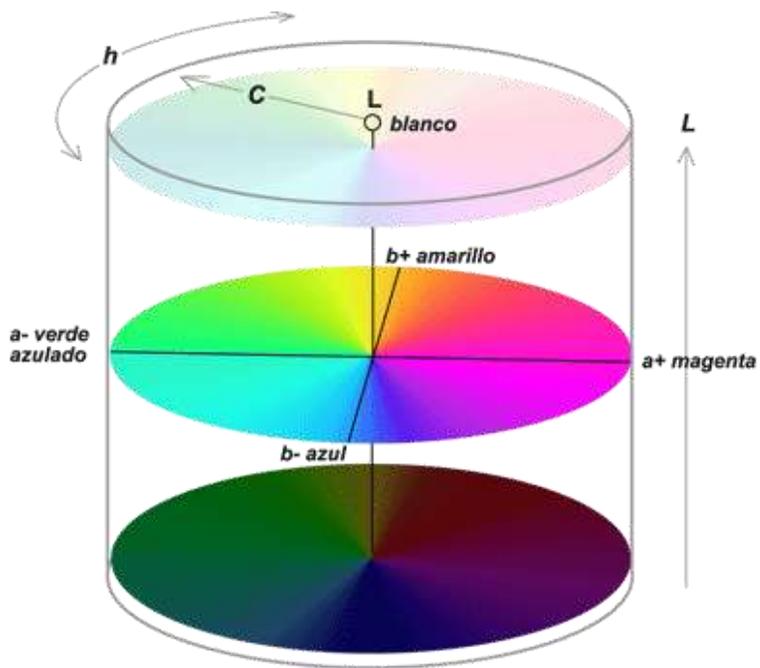
## Análisis de Color Instrumental

El análisis instrumental de color se determinó mediante el sistema de coordenadas CIELab (Figura 3) con un colorímetro portátil Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Japón). Se cortaron muestras de 2 cm de ancho y se evaluó el color en 5 puntos seleccionados al azar sobre la superficie del corte transversal de las bolonias. Se determinaron los parámetros L\* (luminosidad), a\* (matiz verde-rojo) y b\* (matiz azul-amarillo).

## Contenido Fenólico y Actividad Antioxidante

### **Obtención de Extractos Metanólicos**

Se tomó 1 g de muestra para realizar los extractos, se homogenizó con 20 mL de metanol al 80 % utilizando un homogenizador Ultra Turrax® T25 (IKA Works, Willmington, NC, EUA). La muestra homogenizada fue colocada durante 30 min en un sonicador (Bransonic 2210) y centrifugada a 14000 rpm durante 15 min a 4 °C. El sobrenadante fue recolectado y el precipitado fue extraído nuevamente con 20 mL de metanol al 80 %. Los dos sobrenadantes fueron mezclados y se almacenados a -25 °C hasta las determinaciones correspondientes.



**Figura 3.** Esfera de color del modelo CIELab

## Contenido de Fenoles

El contenido total de fenoles fue determinado de acuerdo a la metodología establecida por Singleton y Rossi (1965) y ligeras modificaciones de la técnica de Palafox-Carlos *et al.* (2012). La reacción se colocó en microplaca y se dejó reposar durante 2 h en oscuridad. La absorbancia fue leída usando un espectrofotómetro (Omega BMG Labtech Inc.) a 765 nm. Los resultados fueron expresados en mM equivalentes de ácido gálico (mg EAG)/ g de peso fresco (PF).

## DPPH (1,1 difenil-2-picrilhidrazilo)

El DPPH fue determinado de acuerdo al método descrito por Palafox-Carlos *et al.* (2012) realizando algunas modificaciones. La solución madre se preparó utilizando aproximadamente 2 mg del radical DPPH con 85 mL de etanol absoluto. La solución DPPH fue ajustada a una absorbancia de  $0.7 \pm 0.02$  a una longitud de onda de 515 nm. Se utilizó Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) como estándar y metanol al 80 % como blanco. Se colocaron 20  $\mu$ L de muestra y 280  $\mu$ L del radical DPPH en la microplaca. La reacción se llevó a cabo durante 30 min en oscuridad. La absorbancia fue leída en un lector de microplaca (Omega BMG Labtech Inc. Alemania) a una longitud de 490 nm. Se calculó el porcentaje de inhibición y los resultados fueron expresados como mM equivalentes Trolox (ET) por 100 g de PF.

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{\text{Absorbancia del radical} - \text{Absorbancia muestra}}{\text{Absorbancia del radical}} \times 100$$

## Contenido de Vitamina A

El contenido de vitamina A (retinol) se determinó mediante la metodología de Hess *et al.* (1991) realizando algunas modificaciones. Se pesó de 1 a 3 g de muestra sólida y congelada, se adicionaron 0.1 g de hidroxiquinona, 3 mL de NaOH (50 % p/v) y 8 mL de etanol absoluto. Se mezcló cuidadosamente y se colocó a baño maría durante 30 min entre 70 y 80 °C. Posteriormente se dejó enfriar y se adicionaron 8 mL de éter isopropílico y se agitaron cuidadosamente. Se dejaron reposar hasta la formación de dos capas y se filtró el sobrenadante con papel filtro de 0.22 µm en tamaño de poro. Se preparó el estándar interno de retinol en etanol (solución madre 1 mg/mL). La vitamina A fue cuantificada por HPLC (Varian serie 9010 Inc EUA) con detector UV-Visible 9050 y una columna C-18 (10 cm x 4.6 mm DI, 3µm) a una longitud de onda a 325 nm. Los resultados fueron expresados como mg retinol por cada 100 g de muestra.

## Perfil de Ácidos Grasos

Los lípidos fueron extraídos de acuerdo a la metodología propuesta por Bligh y Dyer (1959). La preparación de esteres metílicos se llevó a cabo mediante el método (Ce 2-66) de la AOCS (1997) utilizando trifloruro de boro. Los ácidos grasos fueron determinados como esteres metílicos utilizando un cromatógrafo de gases (Agilent serie 6890, EUA) con detector de ionización en flama y una columna analítica capilar DB23 (60 m por 0.25 mm de diámetro interno con un grosor de película de 0.25 µm). Las condiciones de programa fueron: temperatura de horno 50 °C de inicio, rampa de 25 °C/min hasta alcanzar 175 °C, posteriormente 4 °C/min hasta alcanzar 230 °C, temperatura en la que se mantuvo 15 min. Se conservó la temperatura del puerto de inyección a 250 °C y del detector a 280 °C. Se utilizó nitrógeno como gas transportador. Los picos fueron identificados utilizando estándares de ácidos grasos conocidos

(Supelco 37, Sigma Aldrich Co.). Se determinaron los perfiles tomando el área bajo la curva de los diferentes picos como porcentaje de la suma total de picos identificados:

$$\% \text{ Ácidos grasos} = \frac{\text{área del compuesto}}{\sum \text{área de picos}} \times 100$$

### Contenido de Aminoácidos

El contenido de aminoácidos totales (excepto triptófano) fue determinado realizando ligeras modificaciones a la metodología propuesta por Vazquez-Ortiz *et al.* (1997). Se pesó entre 0.0030 y 0.0039 g de muestra en tubos de hidrólisis y se le adicionó la misma cantidad de tioglicolato de sodio (antioxidante). Se aplicó vacío a los tubos durante 2 min y se cerraron hasta la aparición del aro húmedo. Las muestras se hidrolizaron con HCl (6 M) en una placa de calentamiento (Thermo Scientific, Reacti-Therm T5-18824, EUA) a 150 °C durante 6 h, posteriormente se transfirió la muestra a un matraz bola y se evaporaron en un rotavapor (Buchi RE 121, Suiza) a  $60 \pm 2$  °C hasta la evaporación total del HCl. Posteriormente se realizaron dos lavados con 5 mL de agua HPLC y se evaporó nuevamente. Se resuspendió la muestra evaporada con 1 mL de buffer de citrato de sodio (pH 2.2) y se transfirió a microtubos.

Para el análisis de aminoácidos primarios se añadieron 200 µL de citrato de sodio y 40 µL del estándar interno y se aforaron a 1 mL con buffer de citrato, posteriormente se realizó una derivatización con el compuesto O-ftalaldehido (OPA). Los aminoácidos fueron separados utilizando un equipo HPLC con detector de fluorescencia (Agilent serie 1100) a 340-455 nm y un loop de 10 µL con una columna C-18 en fase reversa (10 cm, 3 µm tamaño de partícula). Los resultados fueron expresados como g de AA/100 g de proteína.

## Análisis Microbiológico

Se determinó la calidad microbiológica de las bolonias durante su almacenamiento en refrigeración a  $0 \pm 2$  °C. Se tomaron 10 g de muestra y se colocaron en bolsas estériles con 90 mL de agua peptonada (0.1 %) y 0.85 % de NaCl. Se homogenizó la muestra, se prepararon diluciones decimales apropiadas y se vertió 1 mL en placas petri con PCA (agar para cuenta estándar, por sus siglas en inglés) y se realizaron duplicados por dilución. Se utilizaron las técnicas descritas por las Normas Oficiales Mexicanas, para la cuenta estándar de bacterias aerobias (mesófilos y psicrófilos) vaciado en placa (NOM-092-SSA1-1994) y especificaciones sanitarias para productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos (NOM-122-SSA1-1994). Todas las cuentas microbianas se convirtieron a  $\log_{10}$  de unidades formadoras de colonias (UFC) por g de muestra.

## Evaluación Sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo empleando un grupo de 8 panelistas entrenados (3 sesiones) para la etapa I y II, y 20 adultos mayores para la etapa III. Las muestras de cada formulación fueron asignadas aleatoriamente con códigos numéricos, proporcionándose agua natural y galletas sin sal para limpiar el paladar entre cada muestra. Para determinar diferencias de los atributos sensoriales se utilizó una escala de 0 a 10 puntos para la etapa I y II, y una escala hedónica de 9 puntos para la etapa III (ver Anexo 1, 2 y 3 para el formulario utilizado). Los parámetros evaluados fueron: satisfacción global, color, sabor, jugosidad, textura al morder y al masticar (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2003). Los panelistas (excepto adultos mayores) evaluaron las muestras de forma individual bajo cambio de luces roja y blanca.

## Análisis de Datos

Se realizó un ANOVA para determinar diferencias significativas de las formulaciones elaboradas. Para la evaluación de vida de anaquel se utilizó un arreglo factorial (5x5), tomando como factor las formulaciones elaboradas (Control, NC, LA, NA y LC) y el tiempo de almacenamiento (1, 7, 14, 21, 28 y 35 días). Se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey-Kramer con un nivel de probabilidad  $\leq 0.05$  en el error tipo I, utilizando el programa estadístico NCSS (2007).

## RESULTADOS Y DICUSIÓN

### ETAPA I

---

#### Efecto Sobre los Factores de Composición, Tecnológicos y Sensoriales en la Elaboración de un Producto Cárnico tipo Bologna Adicionado con Antioxidantes y AG ω-3

#### Rendimiento por Cocción, pH y $a_w$

Los resultados del rendimiento por cocción, pH y  $a_w$  se presentan en el Cuadro 4. Se observó un rendimiento superior al 90 % para todas las bolonias formuladas. Sin embargo, el tratamiento Control presentó la mayor pérdida de agua (5.88 %) mientras que el tratamiento LA la menor pérdida de agua (3.52 %). Los resultados obtenidos para esta variable son inferiores en comparación con lo reportado por Jiménez-Colmenero *et al.* (2003), donde obtuvo pérdidas de agua por cocción desde 19.6 hasta un 23.6 % con la incorporación de nuez (0, 5, 10, 15 y 20 %) en reestructurados cárnicos. La pérdida de peso por cocción es una de las características de calidad tecnológica de mayor importancia, ya que se asocia con pérdidas económicas para la industria (Bertram *et al.*, 2003). El rendimiento de un producto cárnico depende en gran medida de la capacidad de la matriz para retener agua y ligar grasa durante el proceso de cocción. Además, esta característica puede afectar al producto desde el punto de vista sensorial, ya que una pérdida de agua implica que la carne se perciba menos jugosa.

**Cuadro 4.** Rendimiento (%), pH y actividad de agua de bolonias.

<i>Tratamiento</i>	<b>Rendimiento %</b>	<b>pH</b>	<b>a<sub>w</sub></b>
<i>Control</i>	94.11	5.94 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>
<i>NC</i>	95.62	5.88 <sup>a</sup>	0.89 <sup>ab</sup>
<i>LA</i>	96.47	5.69 <sup>b</sup>	0.89 <sup>ab</sup>
<i>NA</i>	95.96	5.74 <sup>b</sup>	0.91 <sup>b</sup>
<i>LC</i>	96.26	5.69 <sup>b</sup>	0.90 <sup>ab</sup>
<i>E.E.*</i>	-	0.012	0.018
<i>Significancia</i>	-	**	**

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).

\*\*Columnas con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ). \*E.E. Error estándar.

La determinación de pH en los alimentos procesados es uno de los factores más importantes, ya que determina el tipo de microorganismo que puede proliferar y su velocidad de crecimiento, valores bajos de pH pueden ayudar en la conservación de alimentos inhibiendo el crecimiento microbiano (Ulloa, 2007). En cuanto al pH los valores obtenidos para cada uno de los tratamientos fueron significativos ( $p < 0.05$ ) oscilando valores entre 5.69 y 5.94. Otros autores han obtenido resultados similares en productos cárnicos adicionados con harina de linaza y puré de ciruela (Elif Bilek y Turhan, 2009; Yıldız-Turp y Serdaroglu, 2010). La disminución del pH en los tratamientos LA, NA y LC, puede deberse a que tanto la ciruela como el arándano contienen ácidos orgánicos como ácido málico y ácido cítrico, los cuales le imparten acidez a ese tipo de frutos.

Los valores de  $a_w$  presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ) oscilaron entre 0.88 y 0.91. Valores superiores de  $a_w$  (0.99) han sido reportados por Sanchez-Zapata *et al.* (2010) en la utilización de fibra de chufa en carne para hamburguesas. Los resultados de  $a_w$  obtenidos en los tratamientos Control, NC y LA se encuentran por debajo de lo valores límites (0.90) para la mayoría de las bacterias patógenas. Por el contrario, valores cercanos a la  $a_w$  del agua pura (1.0) favorecen reacciones químicas y enzimáticas que perjudican la calidad del alimento (Badui, 1993).

### Composición Proximal

La determinación de la composición proximal en el desarrollo y formulación de nuevos productos es de vital importancia, es un punto de control para verificar que los ingredientes y productos terminados cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación (FAO, 2003). Los resultados de la composición

**Cuadro 5.** Análisis proximal (g/100 g muestra) de bolonias.

<i>Tratamiento</i>	<b>Ceniza</b>	<b>Humedad</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>
<i>Control</i>	2.88 <sup>a</sup>	72.90 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	18.36
<i>NC</i>	3.23 <sup>b</sup>	66.39 <sup>b</sup>	5.98 <sup>bc</sup>	18.81
<i>LA</i>	2.97 <sup>ab</sup>	64.72 <sup>cd</sup>	7.55 <sup>d</sup>	18.68
<i>NA</i>	2.97 <sup>ab</sup>	63.92 <sup>c</sup>	4.73 <sup>b</sup>	20.54
<i>LC</i>	3.05 <sup>ab</sup>	66.25 <sup>bd</sup>	6.33 <sup>cd</sup>	20.94
<i>E.E.*</i>	0.01	0.33	0.20	0.13
<i>Significancia</i>	**	**	**	**

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).  
\*\*Columnas con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ). \*E.E. Error estándar.

proximal se muestran en el Cuadro 5. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la ceniza, humedad y grasa, mientras que en el contenido de proteína no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados.

La ceniza representó aproximadamente entre un 2.88 y 3.23 % de la composición proximal de las muestras de bolonia. El contenido de ceniza fue similar ( $p > 0.05$ ) en todos los tratamientos excepto para el tratamiento NC que presentó el mayor porcentaje (3.23). Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Jiménez-Colmenero *et al.* (2003) en la adición de nuez en reestructurados cárnicos y por Yetim *et al.* (2001b) en salchichas formuladas con suero líquido.

Respecto al contenido de humedad, el tratamiento Control resultó con el valor más alto (72.90 %) mientras que los tratamientos LA y NA tuvieron los porcentajes más bajos (64.72 y 63.92 % respectivamente). Lo anterior es debido a la cantidad de agua empleada en la formulación de las bolonias, ya que el porcentaje de agua disminuyó con la adición de ingredientes no tradicionales. Por otro lado, los valores máximo permitidos para humedad en productos cárnicos según la NMX-F-065-1984 es de 70 %, lo cual indica que las bolonias formuladas se encuentra dentro de los límites permitidos para esta norma.

En cuanto al contenido de proteína, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos, obteniendo porcentajes entre 18.36 y 20.95 %. Cabe mencionar que el contenido proteico obtenido en este estudio es superior a lo especificado por la NMX-F-065-1984, la cual indica 9.5 % como mínimo de proteína en productos cárnicos. Los valores de proteína del presente estudio son similares a lo reportado en un producto cárnico adicionado con 5 % de nuez (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2003). No obstante, otros estudios han obtenido valores menores de proteína con la incorporación de ingredientes no tradicionales (Fernández-Ginés *et al.*, 2004; Sanchez-Zapata *et al.*, 2010).

Los valores de grasa aumentaron por la adición de ingredientes no tradicionales ( $p < 0.05$ ). El aumento del contenido graso de los tratamientos NC, LA, NA y LC es debido principalmente que en su formulación contienen nuez y linaza, los cuales están constituidos por un 60 y 39 % de grasa respectivamente. Sin embargo tanto la nuez como la linaza son alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), los cuales se han asociado con la disminución y prevención de algunas enfermedades. Por lo tanto, la adición de estos componentes a un producto cárnico resulta favorable desde el punto de vista de salud (Sze-Tao y Sathe, 2000; Oomah, 2001; Elif Bilek y Turhan, 2009).

Cofrades *et al.* (2004) obtuvieron valores similares en el contenido graso ( $> 4$  %) en reestructurados cárnicos adicionados con nuez a un 5 %. Sin embargo, otro estudio reportó que la adición de un 3 y 5 % de harina de linaza aumenta al doble el contenido graso (12 y 13 % respectivamente) a lo reportado en este estudio (Elif Bilek y Turhan, 2009). No obstante, según la NMX-F-065-184, señala que un producto cárnico embutido puede llegar a contener un máximo de 30 % de grasa, mientras que los porcentajes obtenidos en este trabajo no superan el 8 %.

### Medición Instrumental de la Textura

El Cuadro 6 muestra el efecto por la elaboración de bolonias adicionadas con NC, LA, NA y LC sobre las propiedades en el APT y EC. Estos resultados indican que la dureza y masticabilidad fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el tratamiento NA. Por el contrario los valores de dureza en los tratamientos Control, NC, LA y LC resultan ser similares ( $p > 0.05$ ). En contraste, los valores de elasticidad y resiliencia fueron menores para los tratamientos LA y LC. Es importante observar que, aunque el valor de dureza resultó mayor para el tratamiento NA, los valores de elasticidad y resiliencia aumentaron. Este efecto también ha sido observado por Steenblock *et al.* (2001) en bolonias adicionadas

**Cuadro 6.** Evaluación de textura en bolonias.

<i>Tratamiento</i>	<b>APT</b>				<b>EC</b>
	<b>Dureza</b>	<b>Elasticidad</b>	<b>Masticabilidad</b>	<b>Resiliencia</b>	<b>Firmeza</b>
	<b>(kgf)</b>	<b>(cm*s)</b>	<b>(g*cm)</b>	<b>(%)</b>	<b>(kg)</b>
<i>Control</i>	4.42 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	0.28 <sup>d</sup>	1.01
<i>NC</i>	4.55 <sup>a</sup>	0.86 <sup>ab</sup>	1.69 <sup>b</sup>	0.18 <sup>bc</sup>	1.06
<i>LA</i>	4.05 <sup>a</sup>	0.81 <sup>bc</sup>	1.27 <sup>bc</sup>	0.13 <sup>ab</sup>	0.94
<i>NA</i>	6.81 <sup>b</sup>	0.85 <sup>ab</sup>	3.13 <sup>d</sup>	0.22 <sup>c</sup>	1.20
<i>LC</i>	3.75 <sup>a</sup>	0.76 <sup>c</sup>	1.08 <sup>c</sup>	0.12 <sup>a</sup>	1.14
<i>E.E.*</i>	0.116	0.005	0.078	0.005	0.021
<i>Significancia</i>	**	**	**	**	NS

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). APT: Análisis de perfil de textura; EC: Esfuerzo al corte. \*\*Columnas con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ). \* E.E. Error estándar.

con fibra de avena blanqueada (1, 2 y 3 %) y fibra de avena de alta absorción (1, 2 y 3 %). El efecto de variación sobre las propiedades de textura de las bolonias pueden deberse a la cantidad de agua utilizada en la formulación (Cuadro 2), ya que el contenido de agua y humedad son factores determinantes en la dureza final de los productos. La cantidad y tipo de fibra de los ingredientes también es otro factor que afecta los parámetros de textura (Justo *et al.*, 2007). Esto podría ser debido a la incorporación a que la linaza contiene 27.3 g de fibra total/100 g (alrededor del 75 % insoluble) y la nuez de 5-10 g fibra total/100 g (mayormente insoluble) la cual debido a su capacidad de unión al agua, retención de agua en la fibra en especial las insolubles, forman una red tridimensional capaz de aumentar la consistencia de los productos cárnicos horneados (Thebaudin *et al.*, 1997; Chambilla Mamani, 2010).

La adición de ingredientes no tradicionales no afectó ( $p>0.05$ ) el EC (Cuadro 6) de las bolonias formuladas. Jiménez-Colmenero *et al.* (2003) observaron que la adición de nuez en salchichas sin cocer, no afecta la firmeza de los tratamientos. Los resultados del EC concuerdan con lo detectado por el panel sensorial (véase Figura 4) al no detectar diferencias ( $p>0.05$ ) en la firmeza de los tratamientos formulados. Además, la textura de los productos cárnicos es un factor importante a considerar en este estudio, ya que los consumidores consideran a la firmeza dentro de los aspectos más importantes en la calidad de los productos cárnicos (Grunert y Traill, 1997).

#### Análisis Instrumental de Color

El color es uno de los parámetros que tienen una especial influencia en la aceptación final del consumidor (Gøtterup *et al.*, 2008). La incorporación de ingredientes no convencionales afectó ( $p<0.05$ ) los parámetros de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en las bolonias elaboradas. Como se puede observar en el

Cuadro 7, la luminosidad ( $L^*$ ) de los productos disminuyeron ( $p < 0.05$ ) con la incorporación de ingredientes no cárnicos, el tratamiento LC fue el que presentó el valor de  $L^*$  más bajo (54.42), por el contrario el Control presentó mayor luminosidad (65.84).

En lo referente a los valores del índice de rojo ( $a^*$ ) y del índice de amarillo ( $b^*$ ) se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) entre formulaciones. Se observó que los valores de  $a^*$  fueron diferentes en todas las formulaciones, siendo el tratamiento NA con el mayor valor (11.21) y el LC con el menor valor (8.12). Sin embargo, los valores de  $b^*$ , fueron diferentes únicamente para el tratamiento LC, el cual presentó el mayor valor de  $b^*$ . La disminución de los valores de  $L^*$  y  $a^*$  han sido observados en la adición de harina de linaza (12 y 15 %) en carne para hamburguesas, pero esta disminución únicamente se observó al adicionar un 12 y 15 % (Elif Bilek y Turhan, 2009). Otros estudios, han reportado que la adición de extracto de puré de ciruela y ciruela deshidratada a productos cárnicos disminuye los valores de  $L^*$  y  $b^*$ , sin embargo, aumenta los valores de  $a^*$  (Lee y Ahn, 2005; Nuñez de Gonzalez et al., 2009).

Se ha reportado que el aumento de grasa en productos cárnicos origina una dilución de la mioglobina, provocando una disminución del parámetro  $a^*$  (Elif Bilek y Turhan, 2009) este comportamiento se observa en el tratamiento LC, el cual presentó mayor contenido de grasa. Por lo tanto, la disminución de luminosidad e índice de rojo en las bolonias pueden indicar dificultades sensoriales (véase Figura 4) con la aceptación del producto, mientras que tonos más rojizos pueden producir un color más aceptable.



**Cuadro 7.** Parámetros de color (Luminosidad, L\*; índice de rojo a\*; índice de amarillo b\*).

<i>Tratamiento</i>	<b>Color</b>		
	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
<i>Control</i>	65.84 <sup>a</sup>	10.51 <sup>a</sup>	13.04 <sup>a</sup>
<i>NC</i>	60.94 <sup>b</sup>	9.09 <sup>b</sup>	14.20 <sup>a</sup>
<i>LA</i>	57.03 <sup>c</sup>	9.78 <sup>c</sup>	13.10 <sup>a</sup>
<i>NA</i>	59.90 <sup>b</sup>	11.21 <sup>d</sup>	12.40 <sup>a</sup>
<i>LC</i>	54.42 <sup>d</sup>	8.12 <sup>e</sup>	17.46 <sup>b</sup>
<i>E.E.*</i>	0.385	0.145	0.276
<i>Significancia</i>	**	**	**

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).  
 \*\*Columnas con diferente literal indican diferencias (p<0.05). \*E.E. Error estándar.

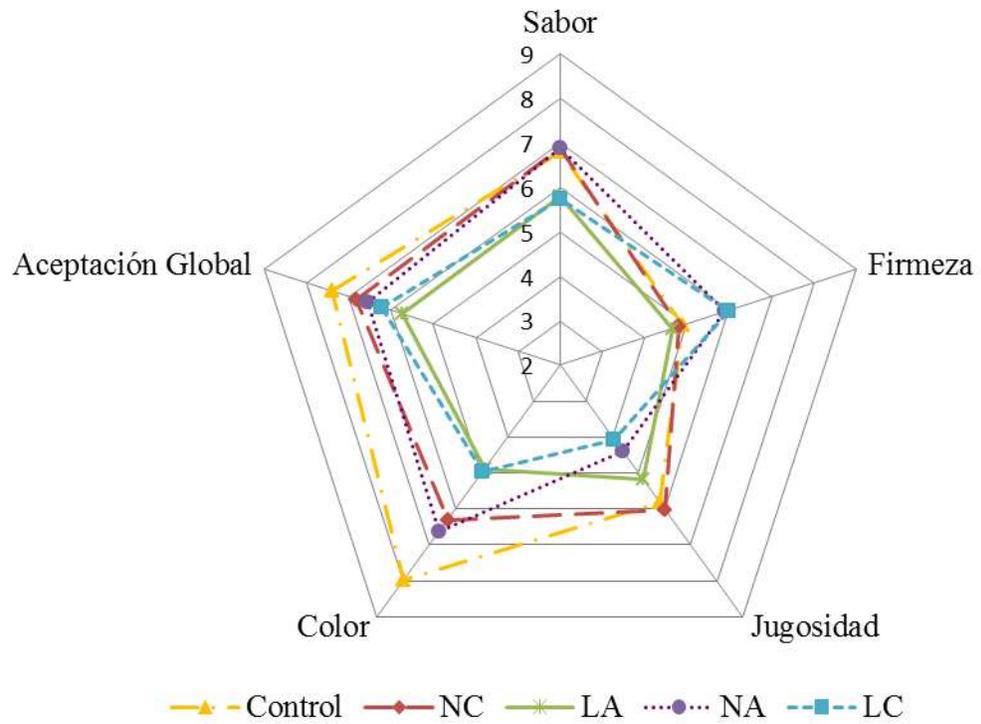
## Evaluación Sensorial

En la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos por los panelistas en la evaluación sensorial de bolonias formuladas a base de NC, LA, NA y LC. La adición de ingredientes no tradicionales afectó ( $p < 0.05$ ) los atributos de jugosidad, color y aceptación global, pero no se observó efecto ( $p > 0.05$ ) sobre los atributos de sabor y firmeza en las bolonias elaboradas.

Los datos obtenidos para el análisis sensorial de la firmeza están en concordancia con los análisis de textura en el EC (véase Cuadro 6) al no encontrarse diferencias entre tratamientos. En cuanto a sabor, en una escala donde 9 equivale a “extremadamente deseable”, las bolonias formuladas obtuvieron valores desde “poco deseables” hasta “moderadamente deseables”, estos valores obtenidos califican sensorialmente a los productos como deseables.

Con respecto al parámetro de jugosidad, se encontraron similitud en los tratamientos Control, NC, LA y NA, sin embargo el tratamiento LC presentó el menor valor de jugosidad (4.08), lo cual el panelista lo encontró como “poco duro”. Se ha reportado que la adición de harina de linaza (6 %) disminuye la jugosidad en hamburguesas de res, no obstante, la incorporación de ciruela deshidratada (2.5 y 5 %) en jamones no afecta la jugosidad del producto (Elif Bilek y Turhan, 2009; Nuñez de Gonzalez *et al.*, 2009). Sin embargo para ambos estudios los valores sensoriales de jugosidad son similares a los observados en este trabajo.

Por otra parte, los tratamientos Control y NA, obtuvieron los valores más altos de color con puntuaciones desde “gusta poco” hasta “gusta moderadamente. Por el contrario los tratamientos con menor aceptabilidad fueron los tratamientos NC, LA y LC, ya que el panelista los evaluó con un “ni gusta ni disgusta”. Se ha evaluado el efecto



**Figura 4.** Resultados sensoriales y de bolonias formuladas. Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).  
 yEscala de atributos ANEXO A y B.

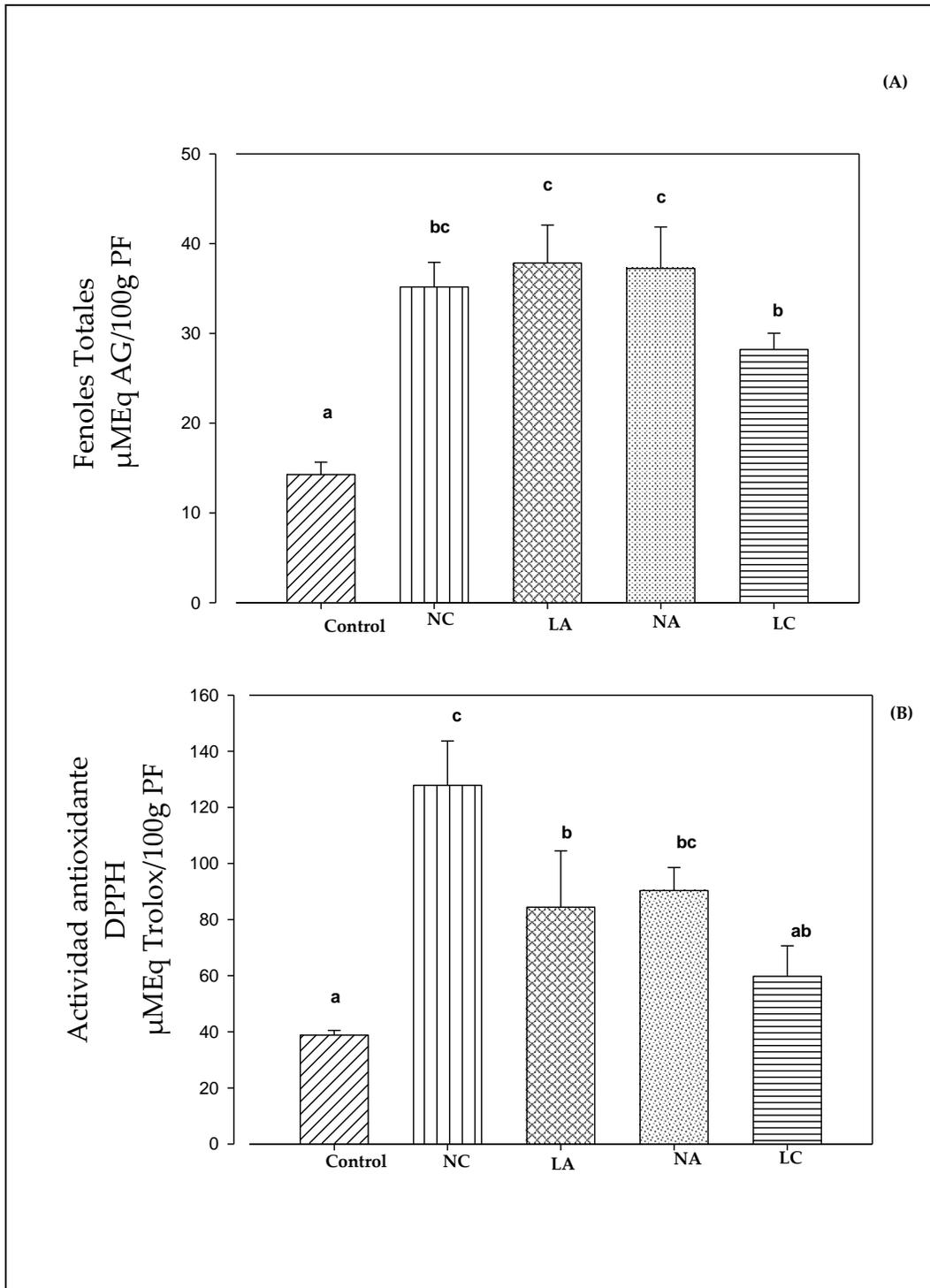
de puré de ciruela sobre las propiedades sensoriales, donde se ha reportado que un 5 % de incorporación en hamburguesas de cerdo no afecta ( $p>0.05$ ) el atributo de color (Yıldız-Turp y Serdaroglu, 2010). Sin embargo la adición de harina de linaza tiene efecto sobre el atributo de color, ya que los valores tienden a disminuir con la adición superior al 3 % (Elif Bilek y Turhan, 2009).

En cuanto a la aceptación global de las bolonias formuladas, los tratamientos Control, NC y NA obtuvieron la calificación más alta desde un “gusta poco-gusta moderadamente”. Aunque la adición de ingredientes no tradicionales influyó significativamente ( $p>0.05$ ) en la aceptación global, todos los tratamientos mostraron buena aceptabilidad general.

#### Contenido Fenólico y Actividad Antioxidante

En la Figura 5A se muestra el contenido de fenoles presentes en los tratamientos evaluados. Los resultados indican que la adición de antioxidantes provenientes de fuentes naturales incrementa ( $p<0.05$ ) el contenido de fenoles en los tratamientos NC, LA, NA y LC, caso contrario puede observarse en el tratamiento Control con el menor contenido de fenoles (14.2  $\mu$ Meq AG/100g PF).

Los compuestos fenólicos están ampliamente distribuidos en las frutas y sus efectos sobre la salud han sido ampliamente estudiados. El alto contenido de compuestos fenólicos en el arándano (flavonoles, antocianinas y derivados del ácido benzoico y cinámico), ciruela (flavonoides y ácidos fenólicos) y nuez (flavonoides y ácidos fenólicos) han demostrado tener beneficios a la salud debido a sus propiedades eliminadoras de radicales libres como radicales superóxido ( $O_2^-$ ), y peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), propiedades antiinflamatorias y además pueden inhibir la



**Figura 5.** Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante por DPPH de las bolonias formuladas.

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). μMEq (μM equivalentes), AG (ácido gálico), PF (peso fresco muestra). Barras con diferente literal indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

peroxidación lipídica y proteica (Donovan *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2003; Cunningham *et al.*, 2004; Côté *et al.*, 2011). Esto indica que entre mayor sea el contenido de fenoles presentes en el producto mayor serán los beneficios obtenidos.

Por otra parte, la actividad antioxidante de los tratamientos evaluados mediante la técnica de DPPH se muestra en la Figura 5B. Los valores de la capacidad antioxidante ( $\mu\text{MEq Trolox}/100 \text{ g PF}$ ) de los tratamientos presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ). Los tratamientos NC y NA presentaron la mayor actividad antioxidante con valores de 127.89 y 90.33  $\mu\text{MEq Trolox}/100 \text{ g PF}$  respectivamente, y la menor capacidad fue obtenida por los tratamientos LC y Control (59.78 y 38.79  $\mu\text{MEq Trolox}/100 \text{ g PF}$  respectivamente).

La actividad antioxidante (AO) de los alimentos puede verse afectada y/o disminuida por diversos factores que están en función del potencial antioxidante otorgado por los compuesto bioactivos presentes en ellas, al manejo del alimento y tratamiento de elaboración del producto, lo cual puede explicar la disminución de la AO en el tratamiento LC (Quiros-Sauceda, 2012). El uso de antioxidantes a partir de fuentes naturales ha sido ampliamente utilizado en la elaboración de productos cárnicos y es debido principalmente al alto contenido de compuestos fenólicos presentes en algunas frutas, lo cual beneficia con el incremento de la defensa antioxidante. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados en productos cárnicos adicionados con antioxidantes naturales determinan la actividad antioxidante de estos compuestos mediante el uso de otras técnicas como TBARS (sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, por sus siglas en inglés) la cual evalúa los residuos de oxidación de los productos cárnicos.

Los resultados obtenidos corroboran los trabajos realizados en el desarrollo de productos cárnicos adicionados con antioxidantes naturales. Estudios realizados con la adición de ciruela en productos a base de carne de cerdo han demostrado tener propiedades antioxidantes, al observarse una reducción de los valores de TBA con respecto a aquellos tratamientos que no incluyen ciruela en su formulación (Lee y Ahn, 2005; Nunez de Gonzalez *et al.*, 2008). Así mismo, la incorporación de polvo de jugo de

arándano en carne de ave separada mecánicamente ha logrado inhibir la oxidación de lípidos casi 10 veces más en comparación de los tratamientos sin arándanos (Lee *et al.*, 2006; Raghavan y Richards, 2007).

Dada la importancia de los antioxidantes en la estabilidad de las EROS, algunos antioxidantes de ellos han sido estudiados debido a su capacidad para reducir el estrés oxidativo influyendo positivamente en la disminución de citocinas pro inflamatorias como la IL-6 en adultos mayores (Michelon *et al.*, 2006). Algunos antioxidantes como los carotenoides juegan un papel importante en la reducción del estrés oxidativo y de radicales libres. Estudios han propuesto que este tipo de antioxidantes pueden inhibir la vía de expresión de citocinas como la IL-6, además altas concentraciones en los niveles séricos de IL-6 se asocian con un mayor riesgo de sarcopenia (Ferrucci *et al.*, 2002; Semba, Varadhan, *et al.*, 2007).

## ETAPA II

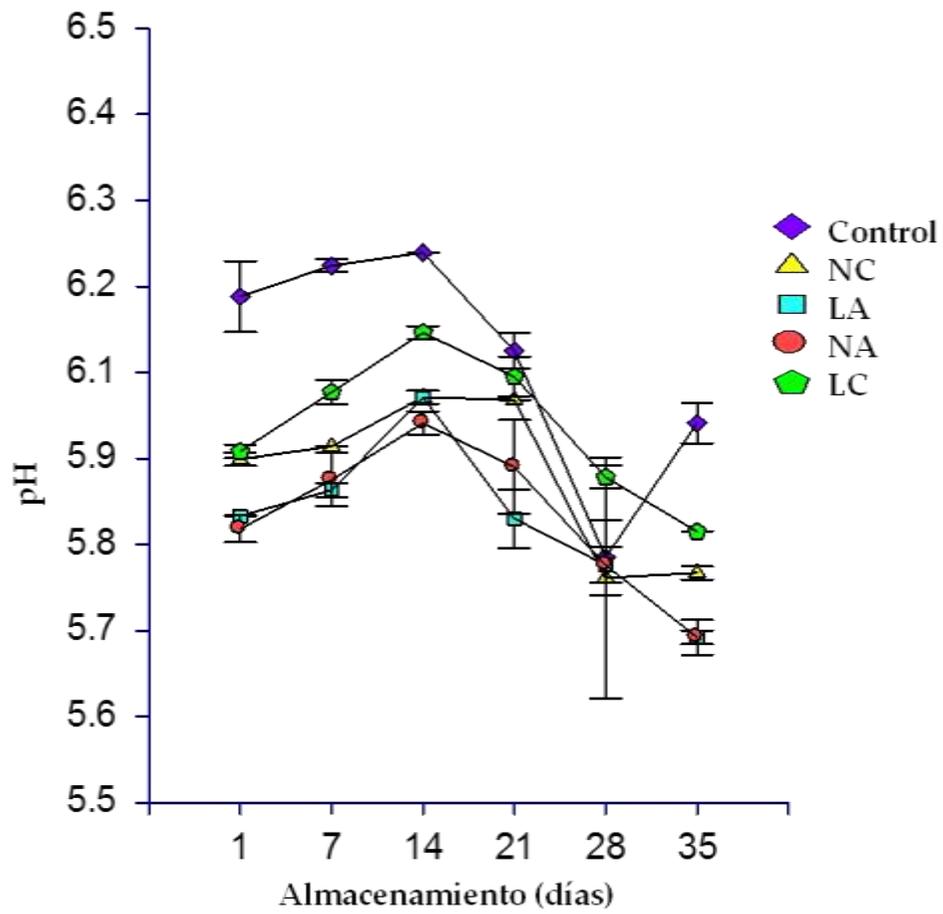
---

### Evaluación de las Características Fisicoquímicas, Microbiológicas y Sensoriales Durante su Almacenamiento

#### pH

En la Figura 6 se muestran los cambios de pH de los productos durante su almacenamiento. Se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) tanto por la adición de ingredientes no tradicionales como por su almacenamiento. En general los tratamientos NC, LA, NA y LC presentaron valores inferiores con respecto al Control. Comparando el pH inicial de los productos se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ), obteniéndose los valores más bajos para los tratamientos LA y NA (5.85 y 5.87 respectivamente), seguido de los tratamientos NC y LC (5.94 y 5.95 respectivamente) y el tratamiento Control con el valor más alto (6.15); sin embargo, el pH de los productos aumentó con su almacenamiento hasta el día 14. Posteriormente los valores de pH disminuyeron en todos los tratamientos excepto el Control, el cual presentó un aumento en el día 35 de almacenamiento.

La caída de pH coincide con lo reportado por Calvo *et al.* (2008) para salchichas fermentadas adicionadas con cáscara de tomate, y Candogan y Kolsarici (2003), quienes observaron una disminución de este parámetro en salchichas formuladas con carragenina, el cual fue atribuido al incremento de la cuenta microbiana. En el presente estudio, la caída de pH observado, pudo estar relacionada con la acidificación por la



**Figura 6.** Cambios en el pH de bolonias almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C. Control, nuez-ciruella (NC), linaza-arándano (LA), nuez-arándano (NA) y linaza-ciruella (LC) almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

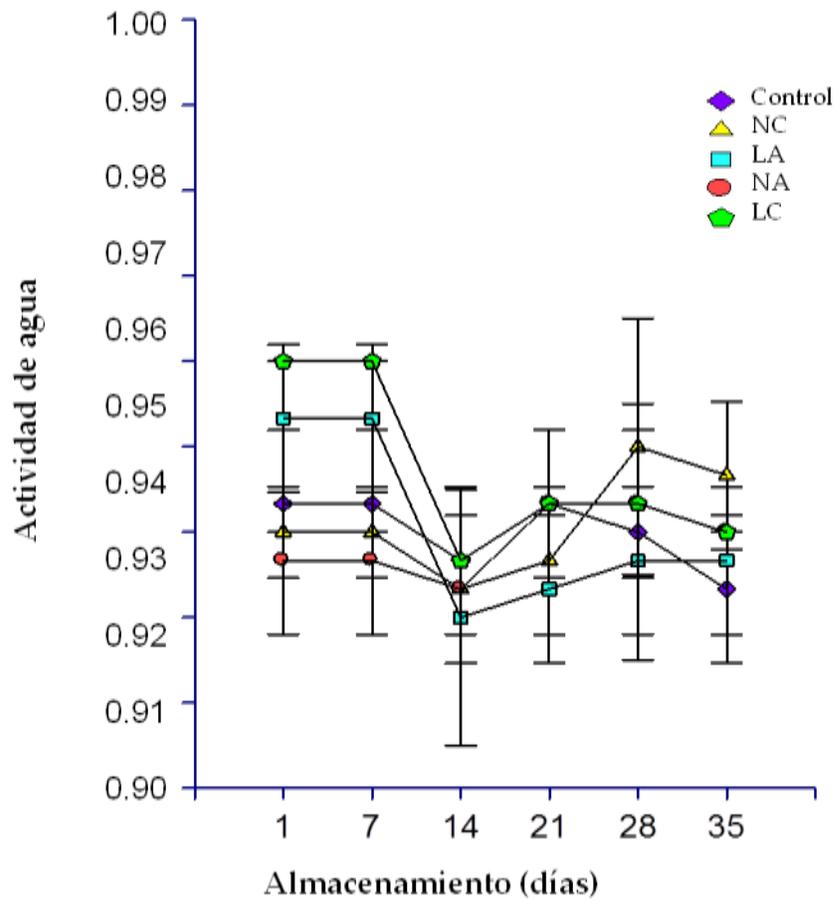
acción de bacterias ácido lácticas, así como de microorganismos psicrótrofos que normalmente se encuentran en los productos cárnicos empacados al vacío y almacenados en refrigeración (Franz y von Holy, 1996; Tovunac *et al.*, 2011).

### Actividad de Agua

Dependiendo del contenido de agua es común observar que los alimentos más propensos a mostrar un rápido deterioro a cambios son usualmente aquellos con un alto contenido de agua. Conocer la  $a_w$  es de gran importancia, ya que es uno de los indicadores en la vida de anaquel. Además, con base a la  $a_w$  se puede conocer el comportamiento de los alimentos, y permite predecir su estabilidad y vida útil. En general entre más alta sea la  $a_w$  y más cercano a 1.0, mayor será su inestabilidad (Badui, 1993).

En la Figura 7 se muestran los cambios en la  $a_w$  de los tratamientos durante su almacenamiento. Respecto al análisis de varianza se encontró efecto ( $p < 0.05$ ) de los factores principales, así como por su interacción. Se observó que los tratamientos LC y LA presentaron los valores más altos ( $> 0.94$ ), mientras que los tratamientos NA, NC y Control la  $a_w$  fue menor. Durante el almacenamiento, la  $a_w$  del producto se vio afectada por el tiempo, encontrándose una disminución en el día 14 y posteriormente un ligero aumento en los días 21, 28 y 35.

Cabe mencionar que los valores obtenidos de  $a_w$  durante el almacenamiento de los productos son mayores a los requeridos para el crecimiento de bacterias deteriorativas (0.9), obteniendo un ambiente adecuado para crecer (Badui, 1993). Sin embargo, los valores de  $a_w$  en el presente estudio no tuvieron influencia sobre las cuentas bacterianas mesófilas y psicrófilas, ya que éstas se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la NOM-129-SSA-1195, hasta el día 21.



**Figura 7.** Cambios en la  $a_w$  de bolonias almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C. Control, nuez-ciruela (NC), linaza-arándano (LA), nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC) almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

## Medición Instrumental de la Textura

En el Cuadro 8 se muestran los cambios en la textura de los productos almacenados durante 35 d. Para el parámetro de la dureza se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) por la interacción de los factores (tratamiento x tiempo de almacenamiento). Como puede observarse los tratamientos NC y NA obtuvieron los valores mayores de dureza (11.22 y 11.36 kgf respectivamente). Así mismo, puede observarse un aumento de la dureza en el almacenamiento, siendo el día 35 con los valores más altos de este parámetro. El aumento en la dureza y EC también se ha observado en el almacenamiento de salchichas fermentadas adicionadas con cáscara de tomate y reestructurados cárnicos a base de nuez hasta con un 5 % de incorporación (Serrano *et al.*, 2006; Calvo *et al.*, 2008). Además, se ha relacionado el aumento en la dureza con el aumento en el contenido de grasa en la formulación de productos cárnicos elaborados con nuez (Serrano *et al.*, 2006).

El parámetro de elasticidad disminuyó ( $p < 0.05$ ) por la adición de ingredientes no tradicionales. En general, los tratamientos LA y LC presentaron una menor elasticidad en comparación con los tratamientos Control, NA y NA. Todos los tratamientos mostraron un comportamiento estable del parámetro de elasticidad durante su almacenamiento. Para la masticabilidad, se detectaron diferencias ( $p < 0.05$ ) en todos los días de su almacenamiento, siendo los tratamientos LA y LC con los valores más bajos. Los resultados de elasticidad y masticabilidad concuerdan con lo observado en la Etapa I (véase Cuadro 6). Sin embargo, en la literatura se reportan resultados controversiales dependiendo del tipo de alimento y cantidad utilizada en el producto cárnico; es decir, algunos parámetros de textura pueden aumentar o disminuir dependiendo del tipo de alimento (Thebaudin *et al.*, 1997).

**Cuadro 8.** Cambios en la textura de bolonias almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						*E.E
		1	7	14	21	28	35	
<i>Dureza (kgf)</i> <sup>∞</sup>	<i>Control</i>	9.24 <sup>aAbBc</sup>	9.78 <sup>aAbBcC</sup>	8.65 <sup>aAbB</sup>	11.66 <sup>BcCdDeE</sup>	10.02 <sup>aAbBcCd</sup>	10.06 <sup>aAbBcCd</sup>	0.054
	<i>NC</i>	11.22 <sup>AbBcCdDe</sup>	12.68 <sup>CdDeE</sup>	14.12 <sup>eE</sup>	13.50 <sup>DeE</sup>	14.84 <sup>E</sup>	13.47 <sup>DeE</sup>	0.063
	<i>LA</i>	7.54 <sup>a</sup>	8.06 <sup>aA</sup>	7.56 <sup>a</sup>	10.06 <sup>aAbBcCd</sup>	9.86 <sup>aAbBcC</sup>	10.54 <sup>aAbBcCdD</sup>	0.064
	<i>NA</i>	11.36 <sup>bBcCdDe</sup>	13.55 <sup>DeE</sup>	14.07 <sup>eE</sup>	12.20 <sup>cCdDeE</sup>	13.44 <sup>dDeE</sup>	15.29 <sup>E</sup>	0.080
	<i>LC</i>	8.12 <sup>aAb</sup>	9.85 <sup>aAbBcC</sup>	9.06 <sup>aAbBc</sup>	9.82 <sup>aAbBcC</sup>	10.71 <sup>aAbBcCdD</sup>	11.15 <sup>AbBcCdDe</sup>	0.046
<i>Elasticidad</i> <sup>x</sup>	<i>Control</i>	0.69 <sup>c</sup>	0.75	0.42	0.75	0.72	0.69	0.002
	<i>NC</i>	0.63 <sup>b</sup>	0.66	0.59	0.61	0.59	0.66	0.002
	<i>LA</i>	0.46 <sup>a</sup>	0.56	0.52	0.53	0.59	0.55	0.003
	<i>NA</i>	0.4 <sup>b</sup>	0.60	0.63	0.64	0.61	0.62	0.002
	<i>LC</i>	0.53 <sup>a</sup>	0.60	0.51	0.53	0.60	0.62	0.003
<i>Masticabilidad</i> <sup>x, y</sup>	<i>Control</i>	1.69 <sup>c</sup>	2.23 <sup>b</sup>	1.81 <sup>cb</sup>	2.53 <sup>a</sup>	2.11 <sup>a</sup>	1.97 <sup>a</sup>	0.015
	<i>NC</i>	1.87 <sup>d</sup>	2.38	2.36	2.38	2.51	2.51	0.016
	<i>LA</i>	0.82 <sup>a</sup>	1.05	0.85	1.39	1.34	1.39	0.012
	<i>NA</i>	1.89 <sup>d</sup>	2.27	2.47	2.52	2.31	2.76	0.014
	<i>LC</i>	1.05 <sup>b</sup>	1.45	1.02	1.34	1.68	1.64	0.014
<i>EC (kg)</i>	<i>Control</i>	1.13	1.26	1.22	1.12	1.20	1.88	0.007
	<i>NC</i>	1.69	1.61	1.47	1.58	1.56	1.73	0.015
	<i>LA</i>	1.18	1.11	1.23	1.36	1.25	1.36	0.010
	<i>NA</i>	1.45	1.72	1.57	1.40	1.65	1.50	0.008
	<i>LC</i>	1.13	1.85	1.48	1.44	1.43	1.24	0.015

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).

<sup>x</sup>Efecto del tratamiento, columna con diferente literal indica diferencia por tratamiento ( $p < 0.05$ );

<sup>y</sup>Efecto de almacenamiento, fila con diferente literal indica diferencia en días de almacenamiento ( $p < 0.05$ );

<sup>∞</sup>Efecto de la interacción, filas y columnas con diferente literal indican diferencias por el tratamiento y tiempo de almacenamiento ( $p < 0.05$ ).

\*E.E. Error estándar.

Respecto al EC se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) por la interacción (tratamiento x días de almacenamiento). Se puede observar que la adición de nuez aumenta los valores del EC en los tratamientos NC y NA presentando valores de 1.69 y 1.45 kgf respectivamente, caso contrario se presentó en los tratamientos LC, LA y Control al presentar los valores más bajos de este parámetro. Sin embargo, durante el almacenamiento de los productos éstos presentaron un comportamiento oscilatorio, es decir tanto un aumento como una disminución de los valores de firmeza derivados de EC ( $p > 0.05$ ).

Los resultados obtenidos en el EC, concuerdan con los resultados obtenidos de dureza, por lo que el efecto de la adición de ingredientes no tradicionales puede considerarse semejante al efecto producido en este último parámetro. Ledesma-López (2010), también observó un comportamiento oscilatorio en salchichas de calamar adicionadas con fibra cítrica durante su almacenamiento; además, explica que uno de los factores que pueden afectar el EC de los productos durante su almacenamiento es la pérdida de agua.

### Análisis Instrumental de Color

La formación y estabilidad de color son atributos muy importantes de la calidad de los productos cárnicos (Gøtterup *et al.*, 2008). En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos para el color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ) de los tratamientos. Las bolonias elaboradas con ingredientes no tradicionales presentaron efecto ( $p < 0.05$ ) por la interacción (tratamientos x días de almacenamiento) en todos los parámetros de la evaluación del color.

**Cuadro 9.** Cambios en el color de bolonias almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)						E.E
		1	7	14	21	28	35	
<i>Luminosidad (L*)</i> ∞	<i>Control</i>	68.08 <sup>h</sup>	67.15 <sup>Hh</sup>	66.28 <sup>gH</sup>	60.99 <sup>ef</sup>	66.87 <sup>Hh</sup>	60.86 <sup>ef</sup>	0.12
	<i>NC</i>	61.84 <sup>ef</sup>	61.20 <sup>ef</sup>	61.79 <sup>ef</sup>	55.31 <sup>c</sup>	62.02 <sup>F</sup>	54.72 <sup>B</sup>	0.15
	<i>LA</i>	59.77 <sup>e</sup>	59.86 <sup>e</sup>	60.21 <sup>eE</sup>	52.29 <sup>Ab</sup>	59.57 <sup>De</sup>	53.26 <sup>b</sup>	0.15
	<i>NA</i>	64.90 <sup>F</sup>	64.70 <sup>Fg</sup>	63.91 <sup>F</sup>	57.79 <sup>Cd</sup>	64.66 <sup>Fg</sup>	58.03 <sup>dD</sup>	0.14
	<i>LC</i>	57.51 <sup>Cd</sup>	57.1 <sup>Cd</sup>	56.53 <sup>cCd</sup>	50.83 <sup>aA</sup>	56.37 <sup>cC</sup>	49.71 <sup>a</sup>	0.14
<i>Rojo (a*)</i> ∞	<i>Control</i>	10.09 <sup>DeEfF</sup>	10.52 <sup>fFgH</sup>	10.84 <sup>H</sup>	10.07 <sup>DeEfF</sup>	10.77 <sup>H</sup>	9.87 <sup>DeE</sup>	0.01
	<i>NC</i>	10.23 <sup>EfFgH</sup>	10.52 <sup>fFgH</sup>	10.71 <sup>H</sup>	9.49 <sup>CdD</sup>	70.58 <sup>FgH</sup>	9.49 <sup>cdD</sup>	0.02
	<i>LA</i>	8.38 <sup>aAb</sup>	8.57 <sup>AbBc</sup>	8.63 <sup>bBc</sup>	7.94 <sup>aA</sup>	8.42 <sup>AbB</sup>	7.75 <sup>a</sup>	0.01
	<i>NA</i>	9.58 <sup>dDe</sup>	9.67 <sup>dDeE</sup>	9.93 <sup>DeEf</sup>	8.95 <sup>bBcC</sup>	9.71 <sup>DeE</sup>	8.93 <sup>bBcC</sup>	0.02
	<i>LC</i>	9.76 <sup>DeE</sup>	10.12 <sup>eEfFg</sup>	10.53 <sup>fFgH</sup>	9.07 <sup>cCd</sup>	9.77 <sup>DeE</sup>	8.52 <sup>AbBc</sup>	0.03
<i>Amarillo (b*)</i> ∞	<i>Control</i>	13.64 <sup>de</sup>	12.99 <sup>Cd</sup>	12.83 <sup>cC</sup>	10.36 <sup>A</sup>	13.11 <sup>Cde</sup>	10.45 <sup>A</sup>	0.05
	<i>NC</i>	16.14 <sup>fF</sup>	15.44 <sup>Ef</sup>	15.37 <sup>Ef</sup>	11.56 <sup>bB</sup>	15.25 <sup>E</sup>	11.60 <sup>bB</sup>	0.08
	<i>LA</i>	13.78 <sup>e</sup>	12.92 <sup>cCd</sup>	12.70 <sup>cC</sup>	9.88 <sup>A</sup>	12.76 <sup>cC</sup>	10.21 <sup>A</sup>	0.06
	<i>NA</i>	12.73 <sup>cC</sup>	11.64 <sup>bB</sup>	11.40 <sup>b</sup>	9.08 <sup>a</sup>	11.33 <sup>b</sup>	9.14 <sup>a</sup>	0.05
	<i>LC</i>	17.41 <sup>g</sup>	16.67 <sup>F</sup>	16.48 <sup>F</sup>	12.25 <sup>Bc</sup>	16.01 <sup>fF</sup>	11.77 <sup>bB</sup>	0.09

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).

∞Efecto de la interacción, filas y columnas con diferente literal indican diferencias por el tratamiento y tiempo de almacenamiento ( $p < 0.05$ ).

\* E.E. Error estándar

Como puede observarse la luminosidad de los productos disminuyó por la adición de ingredientes no tradicionales, siendo los tratamientos LC y LA con los valores menos luminosos en todos los días de almacenamiento. También se observó que la luminosidad del producto tendió a disminuir a través del tiempo, excepto para el día 28, la cual incrementó y posteriormente bajo nuevamente. Diferentes estudios han demostrado que la luminosidad de los alimentos está relacionada con varios factores, incluyendo el tipo y la concentración de pigmentos presentes, el contenido de agua, al contenido de aire ocluido, al contenido de grasa e influenciada por el tipo de empaque (Roland *et al.*, 1999; Lindahl *et al.*, 2001; Alesón-Carbonell *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2013). Por otra parte, la disminución de luminosidad tanto por tratamientos adicionados con ingredientes no tradicionales como por su almacenamiento coincide con lo reportado por Elif Bilek y Turhan (2009) al adicionar harina de linaza en carne para hamburguesa y por Serrano *et al.* (2006) en reestructurados cárnicos adicionados con nuez.

Respecto al parámetro  $a^*$ , el tratamiento LA presentó valores menores ( $p < 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos. Durante el almacenamiento se observa un incremento del índice de rojo en los días 7, 14 y 28, y una disminución de este parámetro en los días 21 y 35, siendo el último día con los valores más bajos durante el almacenamiento. Se ha observado que la incorporación de ingredientes no cárnicos da como resultado una disminución los valores de  $a^*$ , originando un color más oscuro, lo cual es debido principalmente a la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados contenidos en la linaza y nuez durante su almacenamiento (Serrano *et al.*, 2006; Anjum *et al.*, 2013).

En cuanto al parámetro  $b^*$ , los tratamientos LC, NC y LA presentaron valores mayores con respecto al Control, es decir tornándose hacia el matiz amarillo. Durante el almacenamiento, todos los tratamientos presentaron una disminución de los valores  $b^*$  siendo el tratamiento NA con los valores más bajos del índice amarillo. Sin embargo, todos los tratamientos presentaron básicamente el mismo comportamiento a través del almacenamiento. Resultados similares se han reportado en productos cárnicos como los adicionados con fibra de cítricos (Viuda-Martos *et al.*, 2010), ciruelas deshidratadas (3 y

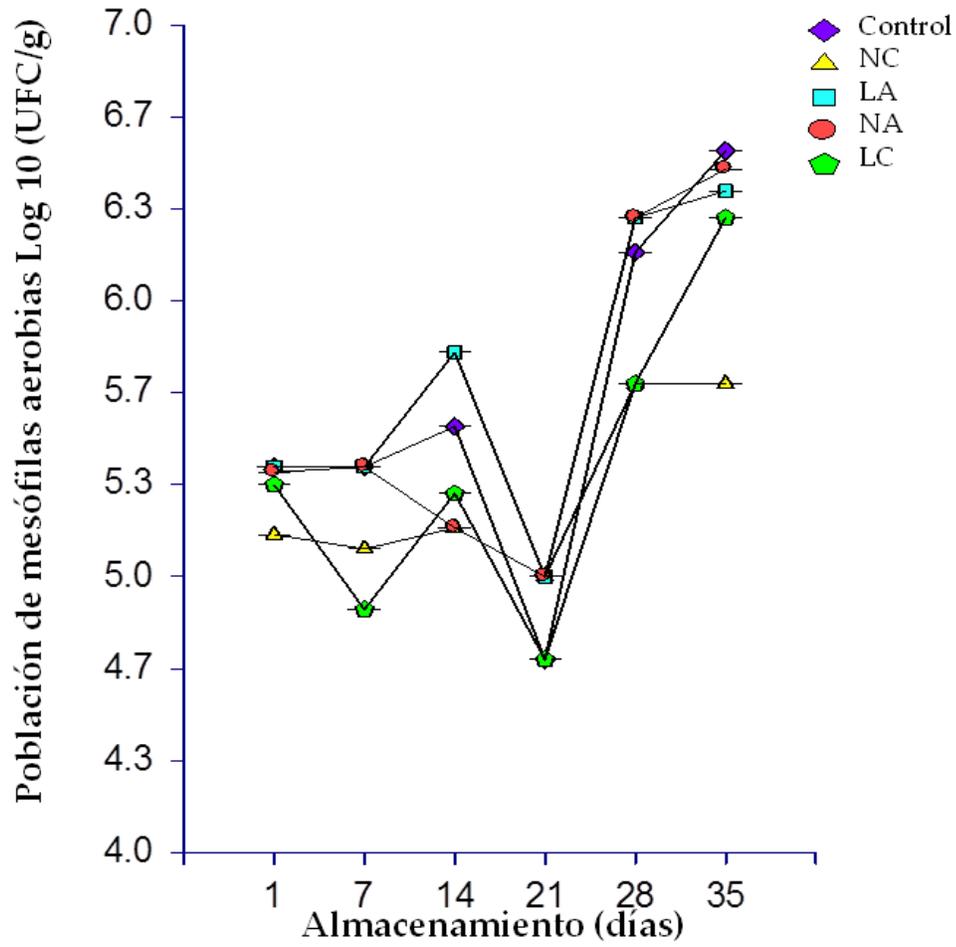
6 %) en salchichas de puerco (Nunez de Gonzalez *et al.*, 2008) y reestructurados cárnicos adicionados con nuez (Serrano *et al.*, 2006).

## Análisis Microbiológico

El objetivo principal de conservar y almacenar los alimentos es mantenerlos en buenas condiciones hasta que se consumen. La estabilidad microbiológica de productos cárnicos cocidos depende principalmente de factores intrínsecos como su composición, y de factores extrínsecos, especialmente el empaque y temperatura de almacenamiento.

### **Mesófilos y Psicrófilos**

Los resultados de mesófilos aerobios se muestran en la Figura 8. Hubo efecto ( $p < 0.05$ ) por la interacción de los factores (tratamientos x días de almacenamiento), se puede observar que la cuenta de bacterias inició con un crecimiento  $< 5.5 \text{ Log (UFC/g)}$ , manteniéndose cerca de esta cuenta hasta el día 21 (excepto el tratamiento LA). Los resultados de mesófilos a partir del día 28 superaron los límites máximos ( $5.77 \text{ Log}_{10}$ ) permisibles según la NOM-122-SSA1-1994. Sin embargo, estos resultados muestran el efecto de la manipulación sobre la calidad microbiológica final del producto, ya que las colonias fueron retiradas de la funda y transferidas a bolsas; es decir, esta manipulación pudo elevar la cuenta bacteriana con respecto a lo observado en otros estudios realizados con la incorporación de ingredientes no tradicionales.

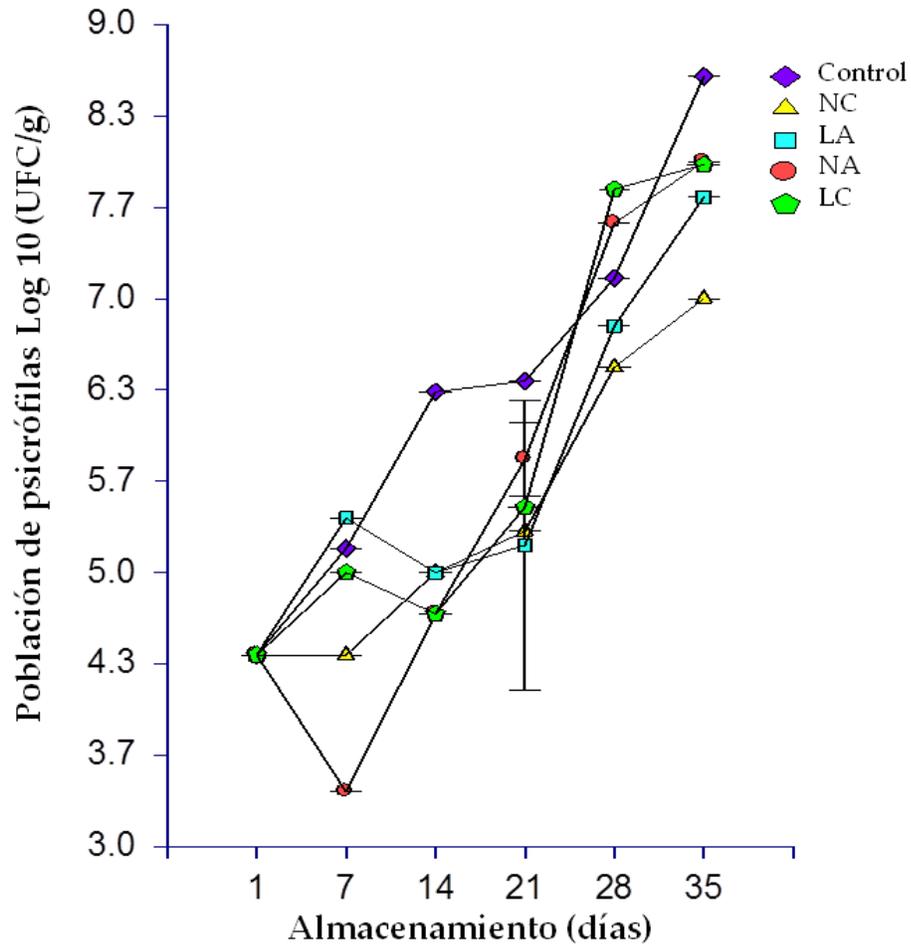


**Figura 8.** Población microbiana de mesófilos aerobios en muestras de bolonias. Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC) almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

Candogan y Kolsarici (2003) obtuvieron resultados similares en la cuenta de bacterias mesófilas aerobias en salchichas formuladas con diferentes niveles de carragenina y pectina. Este incremento de bacterias puede ser atribuido al incremento de la actividad de agua y tipo de empaque (Viuda-Martos *et al.*, 2010).

La cuenta de bacterias psicrófilas (Figura 9) es uno de los criterios de mayor importancia que deben tomarse para observar el deterioro de alimentos en refrigeración. Las bolonias almacenadas a  $0 \pm 2$  °C se vieron influenciadas ( $p < 0.05$ ) por la adición de ingredientes no cárnicos. En este estudio las bolonias presentaron valores desde 3.39 hasta 8.62  $\text{Log}_{10}$  (UFC/g). Sin embargo, los niveles permisibles de bacterias psicrófilas aerobias aún no han sido establecidos. No obstante, la cuenta de psicrófilos se encontró dentro de los límites máximos permitidos para mesófilos aerobios en productos cárnicos según NOM-122-SSA1-1994 (5.77  $\text{Log}_{10}$ ) hasta el día 21 para los tratamientos NC, LA, NS y LC, y hasta el día 14 para el Control; es decir, los tratamientos adicionados con ingredientes no tradicionales prolongó la vida de anaquel 7 d con respecto al Control.

Estudios realizados por Candogan y Kolsarici (2003) y Félix-Armenta *et al.* (2009) en salchichas formuladas con diferentes niveles de carragenina y un producto tipo gel emulsificado a base de calamar respectivamente, fueron almacenados en condiciones semejantes y obtuvieron cuentas bacterianas similares ( $\leq 5.77 \text{Log}_{10}$ ) obtenidas en este estudio. Viuda-Martos *et al.* (2010), observaron una disminución en la actividad microbiana en bolonias adicionadas con fibra de naranja y aceite de orégano, este efecto es atribuido a los compuestos bioactivos que presentan los alimentos de origen vegetal, mismos que contienen importantes cantidades de compuestos fenólicos. Por otra parte, Candogan y Kolsarici (2003) observaron una disminución de bacterias psicrófilas en salchichas formuladas con diferentes niveles de carragenina con respecto al Control, donde los tratamientos adicionados presentaron menores valores para  $a_w$ ; así mismo, la disminución bacteriana se fue influenciada por la cantidad de agua presente en la formulación de productos cárnicos (véase Cuadro 2).



**Figura 9.** Población microbiana de psicrófilos en muestras de bolonias. Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC) almacenadas durante 35 d a  $0 \pm 2$  °C.

El crecimiento microbiano es uno de los factores decisivos para el almacenamiento ya que una cuenta bacteriana alta ha sido relacionados con la producción de sustancias que modifican las características sensoriales, afectando la calidad y aceptabilidad de los productos cárnicos, por lo cual la incorporación de ingredientes no tradicionales benefició al producto al presentarse menor crecimiento microbiano (Viuda-Martos *et al.*, 2010).

### Evaluación Sensorial

El Cuadro 10 presenta los resultados del análisis sensorial de bolonias adicionadas con NC, LA, NA y LC. Los atributos de sabor, firmeza y jugosidad se vieron afectados ( $p < 0.05$ ) por los días de almacenamiento y tratamientos. No obstante, el color y satisfacción global solo se vieron influenciados ( $p < 0.05$ ) por la adición de ingredientes y no por su almacenamiento ( $p > 0.05$ ). Así mismo, no se observó efecto ( $p > 0.05$ ) por la interacción entre los días de almacenamiento y tratamientos sobre los atributos sensoriales. Sin embargo, todos los tratamientos fueron sensorialmente aceptables y agradables a los panelistas. En el día 21 se observó una disminución de sabor, siendo el tratamiento Control y la formulación NC los mejor calificados por el panelista. La textura y jugosidad de las bolonias presentaron una disminución en la calificación para el día 7; aun así, fueron sensorialmente aceptadas por los panelistas.

Cabe mencionar que los valores obtenidos para firmeza coinciden en parte con el análisis instrumental, donde aquellos que presentaron menores valores de dureza y EC son los que presentaron el mayor puntaje sensorial. Por otra parte, en los atributos de color y satisfacción global, el Control fue el que presentó las mejores puntuaciones, caso contrario fueron para aquellos adicionados con linaza (LA y LC), los cuales presentaron

**Cuadro 10.** Resultados sensoriales\* de bolonias almacenadas durante 28 d a  $0 \pm 2$  °C.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)					E.E
		1	7	14	21	28	
<i>Sabor</i> <sup>x,y</sup>	<i>Control</i>	7.41 <sup>c</sup>	7.08 <sup>bc</sup>	7.28 <sup>bc</sup>	6.72 <sup>c</sup>	8 <sup>b</sup>	0.04
	<i>NC</i>	6.83 <sup>bc</sup>	6.83	6.42	6.8	7.1	0.04
	<i>LA</i>	6.6 <sup>a</sup>	5.75	5.71	5.63	6.4	0.06
	<i>NA</i>	7.41 <sup>ab</sup>	6.5	6.28	5.72	6.7	0.06
	<i>LC</i>	6 <sup>a</sup>	5.41	5.71	5.72	6.6	0.05
<i>Firmeza</i> <sup>x</sup>	<i>Control</i>	7.58 <sup>b</sup>	6.91	6.85	7	7.6	0.03
	<i>NC</i>	7.08 <sup>ab</sup>	6.3	6	6.45	6.9	0.04
	<i>LA</i>	6.58 <sup>a</sup>	5.83	6.28	5.81	6.2	0.04
	<i>NA</i>	6.58 <sup>a</sup>	6.25	6.42	6.18	6.6	0.05
	<i>LC</i>	6 <sup>a</sup>	5.5	6.42	5.63	6.3	0.05
<i>Jugosidad</i> <sup>x,y</sup>	<i>Control</i>	7.25 <sup>b</sup>	6.33 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	7.27 <sup>b</sup>	7.4	0.04
	<i>NC</i>	6.75 <sup>ab</sup>	5.91	6.28	6.45	6.6	0.04
	<i>LA</i>	6.83 <sup>a</sup>	5.33	6.14	5.81	6.3	0.05
	<i>NA</i>	6.58 <sup>a</sup>	5.58	6.57	6.09	6.5	0.05
	<i>LC</i>	5.83 <sup>a</sup>	5.08	6.14	5.90	6.3	0.04
<i>Color</i> <sup>x</sup>	<i>Control</i>	7.75 <sup>c</sup>	7.83	8	7.54	7.6	0.04
	<i>NC</i>	7 <sup>b</sup>	6.16	6.85	6.45	6.7	0.04
	<i>LA</i>	5.83 <sup>a</sup>	5	4.85	5.09	5.9	0.05
	<i>NA</i>	6.5 <sup>b</sup>	6.5	6.57	6.36	6.9	0.04
	<i>LC</i>	5.5 <sup>a</sup>	4.83	5.42	5.18	5.6	0.05
<i>Satisfacción Global</i> <sup>x</sup>	<i>Control</i>	7.41 <sup>c</sup>	7.41	7.42	7.18	7.7	0.03
	<i>NC</i>	6.83 <sup>b</sup>	6.75	6.57	6.36	7	0.04
	<i>LA</i>	6.75 <sup>ab</sup>	6.08	5.42	5.90	6.20	0.04
	<i>NA</i>	6.75 <sup>ab</sup>	6.41	6.42	5.90	6.9	0.05
	<i>LC</i>	5.91 <sup>a</sup>	5.58	6.28	5.90	6.20	0.04

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC).<sup>x</sup>Efecto del tratamiento ( $p < 0.05$ ); <sup>y</sup>efecto de almacenamiento ( $p < 0.05$ );  $\infty$ efecto de la interacción (tratamiento x tiempo de almacenamiento) ( $p < 0.05$ ). E.E. Error estándar. \* Escala de atributos ANEXO B y C.

las calificaciones menores asignadas por los panelistas; así mismo, estos valores coinciden con el análisis de color, donde aquellos con mayor valor de luminosidad son los mejor evaluados por el panel.

Elif Bilek y Turhan (2009) han encontrado que la adición de linaza hasta un 6 % en carne para hamburguesa disminuyeron las características sensoriales del producto; sin embargo, la incorporación hasta un 6 % se considera óptimo para aumentar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados desde el punto de vista nutritivo. Efectos similares se han reportado con la adición de ciruela al 5 % en salchichas, donde el color y la apariencia global se ven mínimamente afectadas, además de conferirle notas aromáticas y mayor dulzor al producto (Nunez de Gonzalez *et al.*, 2008).

También, la incorporación de ciruela en productos cárnicos incrementa la textura y jugosidad, esto es debido al contenido de sorbitol que funciona como humectante, por lo tanto tiene el potencial de humectar el paladar del panelista (Yıldız-Turp y Serdaroglu, 2010). Estudios realizados con la adición de nuez (3 %), ciruela (5 %) y puré de arándano (5 %) en productos cárnicos, evidencian que los atributos sensoriales incrementan las calificaciones sensoriales de los productos y además le confieren de compuestos potencialmente saludables (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2003; Leheska *et al.*, 2006; Nunez de Gonzalez *et al.*, 2008).

### ETAPA III

---

#### Comparación y Evaluación del Perfil Nutricional de Bolonias Formuladas Contra un Suplemento Comercial Diseñado para Preservar la Masa Muscular en Adultos Mayores

##### Análisis Proximal

La composición proximal de los productos se muestra en el Cuadro 11. El contenido de lípidos presentó diferencias ( $p < 0.05$ ), los valores oscilaron entre 2.91-7.55 g/100g muestra), sin embargo los tratamientos formulados con NC, LA, NA y LC presentaron los valores más altos de este parámetro. Además cabe resaltar el alto contenido de proteína encontrado en las formulaciones propuestas, los valores oscilaron entre 16.69-19.88 g/100g de muestra. Los valores de carbohidratos fueron menores en las bolonias elaboradas en comparación con el suplemento comercial, sin embargo se puede observar que los valores energéticos de los productos elaborados fueron superiores en los tratamientos LC, LA, NA y NC con respecto al Control.

Aunque se observa un incremento del contenido de lípido en los tratamientos NC, LA, NA y LC, ninguno de los tratamientos evaluados sobrepasa las recomendaciones nutricionales en adultos mayores de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2002), la cual recomienda disminuir el consumo de lípidos, principalmente de las saturadas, evitando consumir cantidades superiores al 8 % de la energía total. Es por eso, que se ha recomendado tener una variedad de lípidos en la dieta, principalmente de AG  $\omega$ -3.

**Cuadro 11.** Análisis proximal (g/100 g o mL muestra en base húmeda).

<i>Tratamiento</i>	<b>Lípidos</b>	<b>Proteína</b>	<b>Carbohidratos<sup>‡</sup></b>	<b>Energía (Kcal)</b>
<i>Control</i>	2.91 <sup>a</sup>	18.36 <sup>a</sup>	2.93 <sup>a</sup>	111.41 <sup>a</sup>
<i>NC</i>	5.98 <sup>bc</sup>	18.81 <sup>a</sup>	5.59 <sup>ab</sup>	151.43 <sup>b</sup>
<i>LA</i>	7.55 <sup>d</sup>	18.68 <sup>a</sup>	6.07 <sup>ab</sup>	166.97 <sup>c</sup>
<i>NA</i>	4.73 <sup>b</sup>	20.54 <sup>a</sup>	7.84 <sup>b</sup>	156.08 <sup>b</sup>
<i>LC</i>	6.33 <sup>cd</sup>	20.95 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	154.44 <sup>b</sup>
<i>Suplemento•</i>	3.3 <sup>a</sup>	5.48 <sup>b</sup>	13.50 <sup>c</sup>	105.46 <sup>a</sup>
<i>E.E.*</i>	0.20	0.13	0.43	3.11
<i>Significancia</i>	**	**	**	**

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). \*\* Columnas con diferente literal indican diferencias (p<0.05). \*E.E. Error estándar. ‡ Calculado por diferencia.

• Ensure Muscle Health (Abbott Nutrition, Columbus , OH) componente principal β - hidroxil β - metilbutirato (HMB; Calcio HMB, 1.5 g ).

**Cuadro 12.** Análisis proximal (g/100 g o mL muestra en base seca)

<i>Tratamiento</i>	<b>Lípidos</b>	<b>Proteína</b>	<b>Carbohidratos<sup>‡</sup></b>	<b>Energía (Kcal)</b>
<i>Control</i>	7.06 <sup>a</sup>	62.95 <sup>c</sup>	20.87 <sup>ab</sup>	398.89 <sup>a</sup>
<i>NC</i>	17.73 <sup>bc</sup>	63.90 <sup>c</sup>	11.13 <sup>a</sup>	459.69 <sup>b</sup>
<i>LA</i>	16.60 <sup>bc</sup>	53.81 <sup>b</sup>	22.33 <sup>ab</sup>	454.03 <sup>b</sup>
<i>NA</i>	19.93 <sup>c</sup>	55.30 <sup>bc</sup>	17.92 <sup>ab</sup>	472.35 <sup>b</sup>
<i>LC</i>	13.08 <sup>b</sup>	52.08 <sup>b</sup>	27.25 <sup>b</sup>	472.35 <sup>ab</sup>
<i>Suplemento•</i>	16.36 <sup>bc</sup>	37.01 <sup>a</sup>	67.61 <sup>c</sup>	565.75 <sup>c</sup>
<i>E.E.*</i>	0.43	1.18	2.74	7.25
<i>Significancia</i>	**	**	**	**

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). \*\* Columnas con diferente literal indican diferencias (p<0.05). \*E.E. Error estándar. ‡ Calculado por diferencia.

• Ensure Muscle Health (Abbott Nutrition, Columbus , OH) componente principal β - hidroxil β - metilbutirato (HMB; Calcio HMB, 1.5 g ).

Uno de los puntos clave de este trabajo es observar si efectivamente los tratamientos propuestos contaban con un perfil nutricional adecuado, principalmente con un importante contenido de proteína. De acuerdo con los resultados obtenidos, los tratamientos propuestos presentan cantidades superiores de proteína hasta 3.2 veces más en comparación del suplemento comercial. De acuerdo con el reporte del Comité de la FAO/WHO/UNU (2007), debe mantenerse el balance proteico, para el cual recomendó una ingesta proteica no menor a 0.8 g/kg-pc/día para adultos mayores que presentar sarcopenia. Sin embargo, Volpi et al. (2013) han discutido si estos requerimientos son suficientes para prevenir o disminuir la pérdida de masa muscular. Por ese motivo se ha recomendado incrementar la ingesta proteica de 1.0-1.3 g/kg-pc/día para mantener y evitar la pérdida de masa muscular en el adulto mayor (Morais et al., 2006; Houston et al., 2008).

Así mismo, Paddon-Jones y Rasmussen (2009), han observado que la distribución de la ingesta proteica es determinante para el mantenimiento de la masa muscular. Demostraron que el consumo de 30 g de proteína en cada uno de los tres tiempos de comida es capaz de estimular la síntesis proteica muscular tanto en adultos mayores como en jóvenes. Además un estudio realizado por Ruiz-Valenzuela *et al.* (2013) en la población del Noroeste de México, evidencia que 25.6 % consumen por debajo de las recomendaciones para la prevención de sarcopenia y el 80.7 % consumía una cantidad menor a la recomendada de 30 g durante el desayuno. De acuerdo a lo anterior, los tratamientos NA, LA, NC, LC y Control pueden ser una estrategia para mantener y evitar la pérdida de la masa muscular en el adulto mayor, ya que 100 g de producto pueden llegar a cubrir el 50 % de la ingesta recomendada (IDR) para adultos mayores con sarcopenia (1.0 -1.3 g/kg-pc/día) para cada tiempo de comida.

Por otra parte, respecto al contenido energético y carbohidratos se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ), obteniéndose el mayor aporte energético en el tratamiento LA (166.97 kcal) seguido de los tratamientos LA, NA, LC y NC, por el contrario los valores más bajos fueron los del tratamiento Control y el suplemento comercial. En lo que respecta al contenido de carbohidratos el suplemento comercial presentó los valores más

altos (13.50 g/100 g) superando a los tratamientos propuestos hasta 2.2 veces más. Las diferencias encontradas se deben al porcentaje en el contenido de grasa, ya que los tratamientos propuestos (excepto el Control) presentaron los porcentajes más altos de lípidos (véase Cuadro 11).

Actualmente la ingesta energética diaria recomendada (IDR) es de 2300 kcal para hombres y 1900 kcal para mujeres, ambos mayores de 51 años de edad. Y con respecto a los datos obtenidos, por cada 100 g del tratamiento LA proporciona aproximadamente el 7.2 y 8.7 % de la IDR, 1.7 veces más que el tratamiento Control y suplemento comercial.

Estudios realizados sobre el consumo energético en adultos mayores, han revelado que éste disminuye progresivamente con la edad (Munro *et al.*, 1987; Morley *et al.*, 1995; Wilson y Morley, 2003). La disminución de energía es ocasionada por el gasto energético y la deficiente ingesta energética, a la cual se le ha relacionado con la pérdida de peso en el adulto. Los carbohidratos también pueden reducir el consumo total de calorías si los alimentos ricos en carbohidratos reemplazan a los alimentos con un alto contenido de grasa (WHO, 2002). Así mismo, la tasa metabólica basal (TMB) del adulto mayor se reduce de 10 a 20 % entre los 30 y 75 años de edad, esta disminución de la TMB se asocia con los cambios corporales, tales como el aumento de la masa grasa y la disminución de la masa magra (Morley *et al.*, 1995; Wilson y Morley, 2003).

Los resultados de composición proximal en base húmeda fueron comparados con los obtenidos en base seca (Cuadro 12) debido a que son matrices alimentarias diferentes. El contenido de lípidos fue similar ( $p>0.05$ ) y superior ( $>16\%$ ) en los tratamientos NC, LA, NA y suplemento en comparación con el tratamiento Control (7.06 %). Respecto al contenido proteico, todos los tratamientos diseñados resultaron superiores ( $p<0.05$ ) al suplemento comercial (37.01 %), los tratamientos con mayor contenido proteico fueron el Control, NC y NA (55.30 a 63.90 %).

## Vitamina A

Aunque no se ha asociado la deficiencia de vitamina A con la pérdida de masa muscular, se ha reportado que el adulto mayor presenta problemas visuales y cardiovasculares a causa de la deficiencia de esta vitamina (WHO, 2002). En la población del noroeste de México alrededor del 2 % de la población adulta presenta déficit de vitamina A (Alemán-Mateo *et al.*, 2008). En el Cuadro 13 se presentan los resultados del análisis de vitamina A. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El tratamiento NC presentó el valor más alto de vitamina A (1200.85  $\mu\text{g}$  retinol/100 g), seguido el tratamiento LC (1054.05  $\mu\text{g}$  retinol/100 g), y sin diferencias ( $p > 0.05$ ) los tratamientos LA, NA y Control ( $\geq 707.43$   $\mu\text{g}$  retinol/100 g). El notable aumento de vitamina A con respecto al suplemento comercial, se debe a que en la formulación se le incorporó hígado de cerdo, el cual ha demostrado estar dotado de una importante cantidad de esta vitamina hasta 5045  $\mu\text{g}$  retinol/100 g (USDA, 2013)

Además se puede observar que todos los tratamientos propuestos presentaron valores superiores al suplemento comercial (241.08  $\mu\text{g}$  retinol/100 mL). Los valores recomendados para vitamina A de acuerdo con la WHO (2002) son de 600-700  $\mu\text{g}$  retinol/d, lo cual quiere decir que un consumo <100 g de los tratamientos LC y NC, y un consumo de 100 g de los tratamientos LA, NA y Control proporcionan las cantidades de la ingesta diaria recomendada (IDR) para adultos mayores. Por el contrario el suplemento solo proporciona el 28 % de la IDR por cada 100 mL muestra. Por lo tanto, la adición de hígado a la formulación dota de una excelente cantidad de vitamina A en los productos propuestos.

**Cuadro 13.** Contenido de vitamina A ( $\mu\text{g}$  retinol/100 g) de los tratamientos evaluados.

<i>Tratamiento</i>	<b>Vitamina A (<math>\mu\text{g}</math> retinol/100 g)</b>	<b>E.E. *</b>
<i>Control</i>	707.43 <sup>b</sup>	29.35
<i>NC</i>	1200.95 <sup>c</sup>	1.40
<i>LA</i>	741.16 <sup>b</sup>	0.88
<i>NA</i>	755.44 <sup>b</sup>	1.83
<i>LC</i>	1054.05 <sup>d</sup>	1.91
<i>Suplemento</i>	241.08 <sup>a</sup>	2.97

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). Columnas con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ). E.E. Error estándar.

## Perfil de Ácidos Grasos

La composición de ácidos grasos de los productos resultaron con diferencias ( $p < 0.05$ ) entre ellas, tal y como se muestra en el Cuadro 14. Los ácidos grasos más abundantes para los tratamientos NC y NA fueron los monoinsaturados (AGM), seguido de los poliinsaturados (AGP) y por último los saturados (AGS). Mientras que para los tratamientos LA y LC los ácidos grasos principales fueron los AGP, posteriormente los AGM y por último AGS como se puede observar, el Control presentó mayores cantidades consecutivas de AGS, AGM y por último AGP. En el caso de los tratamientos NC, LA, NA y LC los AGM y AGP representan alrededor del 77 % del contenido total de los ácidos grasos. La relación AGP/AGS fue mayor en el tratamiento LC (2.20 %) hasta 5 veces más que el tratamiento Control que presentó la menor relación (0.43 %).

Los resultados en el contenido de ácidos grasos del Control son comparables a los reportados por Serrano *et al.* (2005), en la elaboración de reestructurados cárnicos; no obstante, el contenido de AGM en ácido oleico (C18:1 n-9) en los tratamientos NC, y NA, así como de  $\alpha$ -linolénico (C18: 3 n-3) en los tratamientos LA y LC están por encima de los reportados en otros estudios en el desarrollo de productos cárnicos adicionados con nuez y linaza (Serrano *et al.*, 2005; Valencia *et al.*, 2006; Elif Bilek y Turhan, 2009). Sin embargo, se puede observar que los porcentajes de ácido oleico de los tratamientos NC y NA oscilan alrededor del 50-52 % y en LA y LC 26-30 %. Este ácido graso ha demostrado tener beneficios a la salud, se ha estimado que puede reducir la presión arterial y el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en un 20-40 % como reemplazo de los AGS en la dieta (Kris-Etherton, 1999; Lopez-Huertas, 2010)

**Cuadro 14.** Contenido de ácidos grasos (%) de los tratamientos evaluados.

	Control	NC	LA	NA	LC	Suplemento *
<i>C12:0</i>	0.17 <sup>a</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.07 <sup>d</sup>	0.10 <sup>c</sup>	-
<i>C14:0</i>	1.58 <sup>d</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.79 <sup>bc</sup>	0.60 <sup>ab</sup>	0.69 <sup>bc</sup>	-
<i>C16:0</i>	23.86 <sup>c</sup>	13.21 <sup>a</sup>	15.02 <sup>b</sup>	13.28 <sup>a</sup>	13.26 <sup>a</sup>	-
<i>C18:0</i>	13.73 <sup>c</sup>	7.08 <sup>a</sup>	8.78 <sup>b</sup>	6.72 <sup>a</sup>	8.24 <sup>b</sup>	-
<i>C20:0</i>	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	-
$\Sigma$ <i>AGS</i>	39.88 <sup>c</sup>	21.09 <sup>a</sup>	25.09 <sup>b</sup>	20.90 <sup>a</sup>	22.52 <sup>ab</sup>	-
<i>C14:1</i>	0.04 <sup>c</sup>	0.02 <sup>ab</sup>	0.03 <sup>bc</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.02 <sup>ab</sup>	-
<i>C16:1</i>	2.60 <sup>d</sup>	0.96 <sup>ab</sup>	1.54 <sup>c</sup>	0.86 <sup>a</sup>	1.04 <sup>b</sup>	-
<i>C18:1 n-9</i>	39.56 <sup>c</sup>	50.45 <sup>d</sup>	31.22 <sup>b</sup>	52.53 <sup>d</sup>	26.75 <sup>a</sup>	-
<i>C20:1 n-9</i>	0.16	0.15	0.18	0.10	0.16	-
$\Sigma$ <i>AGM</i>	42.48 <sup>a</sup>	51.64 <sup>d</sup>	33.07 <sup>b</sup>	53.53 <sup>d</sup>	28.02 <sup>c</sup>	-
<i>C18: 2 n-6c</i>	14.15 <sup>a</sup>	24.58 <sup>b</sup>	16.32 <sup>a</sup>	23.19 <sup>b</sup>	16.02 <sup>a</sup>	-
<i>C18: 3 n-3</i>	0.89 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	23.68 <sup>b</sup>	1.10 <sup>a</sup>	31.57 <sup>c</sup>	-
<i>C18:3 n-6</i>	0.66 <sup>a</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.43 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.35 <sup>b</sup>	-
<i>C20:3n-3</i>	0.18 <sup>b</sup>	0.15 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>b</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.17 <sup>ab</sup>	-
$\Sigma$ <i>AGP</i>	17.32 <sup>a</sup>	27.26 <sup>b</sup>	41.83 <sup>c</sup>	25.55 <sup>b</sup>	49.44 <sup>d</sup>	-
<i>AGP/AGS</i>	0.43 <sup>a</sup>	1.29 <sup>b</sup>	1.66 <sup>c</sup>	1.23 <sup>b</sup>	2.20 <sup>d</sup>	-
<i>n-6/n-3</i>	14.73 <sup>c</sup>	18.37 <sup>d</sup>	0.74 <sup>a</sup>	20.09 <sup>e</sup>	0.55 <sup>a</sup>	-

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). Filas con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ). AGS: Ácidos grasos saturados. AGM: Ácidos grasos monosaturados. AGP: Ácidos grasos poliinsaturados.

En lo que respecta a los AGP especialmente los AG  $\omega$ -3, son agentes poderosamente antiinflamatorios, ya que disminuyen la producción de mediadores inflamatorios, citocinas, eicosanoides inflamatorios y EROS (Calder, 2006). Los tratamientos con mayor porcentaje de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA)  $\omega$ -3 fueron LC y LA representando alrededor del 21-31 % de la grasa total.

Los AG  $\omega$ -3 pueden actuar directamente en el metabolismo de lípidos mediante la sustitución de ácido araquidónico como un sustrato de eicosanoides y/o inhibición del metabolismo del ácido araquidónico. El ALA es un ácido graso esencial  $\omega$ -3 que puede llegar a ser elongado y desaturado hasta transformarse en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como eicosapentanoico (EPA) y docosahexanoico (DHA), los cuales han demostrado tener un potente efecto antiinflamatorio (Calder, 2001; Calder, 2006; Morales P *et al.*, 2012). Estudios realizados por Caughey *et al.* (1996) evaluaron el efecto de ALA observando una disminución de citocinas inflamatorias (TNF-  $\alpha$  e IL-1 $\beta$ ) en personas sanas que incluyeron en su dieta aceite de linaza, dicha dieta proporcionó en 4 semanas 13.7 g de ALA para poder observar este efecto.

Alguna evidencia sugiere que los AG  $\omega$ -3 proporcionados en la dieta pueden ser un componente útil en la prevención de la sarcopenia. Smith *et al.* (2011), suplementaron la dieta de adultos mayores con AG  $\omega$ -3 (1.5 g DHA y 1.86 de EPA) durante 8 semanas, teniendo resultados en el aumento de la SPM. Se cree que los AG  $\omega$ -3 actúan sobre el proceso de SPM a través de la activación de la vía de señalización de la proteína mTOR-p70s6k, el cual es un punto de control para el crecimiento celular del músculo. Otro estudio realizado por Rousseau *et al.* (2009), encontraron que existe una relación entre la ingesta de AG  $\omega$ -3, el rendimiento físico y la fuerza en extremidades (piernas) en adultos mayores, los cuales sugieren que las condiciones inflamatorias disminuyen al incrementar la ingesta de AG  $\omega$ -3.

## Contenido de Aminoácidos

El contenido de aminoácidos se presenta en el

Cuadro 15. Los tratamientos Control, NC, LA, NA y LC presentaron mayor cantidad en la mayoría de los aminoácidos en comparación al suplemento comercial. Tales resultados pueden ser atribuidos al contenido de proteína de las formulaciones cárnicas (Cuadro 11) o la formulación propuesta, ya que se adicionaron ingredientes con importantes cantidades y calidad de aminoácidos (véase Cuadro 2) carne de res (Serrano et al., 2005; Ayo et al., 2007).

El contenido de aminoácidos de los tratamientos evaluados es mayor a lo reportado en otros productos cárnicos como en salchichas formuladas con 25 % de nuez y 58 % carne de cerdo, reestructurados cárnicos formulados con 20 % de nuez y 87.7 % carne de res (Serrano *et al.*, 2005; Ayo *et al.*, 2007). Este estudio muestra que las bolonias Control, NC, LA, NA y LC podrían considerarse productos cárnicos potencialmente funcionales.

Recientemente se ha demostrado que los aminoácidos esenciales (AAE) provenientes de la dieta son los principales estimulantes de la SPM en adultos mayores. Investigaciones realizadas por Volpi *et al.* (2003) muestran que los AAE son los principales responsables de la estimulación del anabolismo proteico, en el estudio realizado por estos investigadores suplementaron la dieta de dos grupos de adultos mayores de 60 años con 18 g de AAE y 30 g de AA (18 g AAE y 22 g de no esenciales), los cuales observaron que ambos grupos incrementaron la SPM pero sin encontrar diferencia ( $p>0.05$ ) por la suplementación de 18 g de AAE o por la combinación de ambos (esenciales y no esenciales).

Se ha buscado cual es la cantidad óptima para lograr estimular la SPM en adultos mayores. Dos investigaciones realizadas al respecto muestran que una mezcla de 7 g de AAE reduce la estimulación de la SPM en comparación con los jóvenes, mientras que una ingesta de 15 g de AAE ha demostrado incrementar el estímulo de la SPM tanto en adultos mayores como en jóvenes (Paddon-Jones *et al.*, 2004; Katsanos *et al.*, 2005).

**Cuadro 15.** Contenido de aminoácidos (g/100 g de proteína) de los tratamientos evaluados.

	Control	NC	LA	NA	LC	Suplemento
Ácido aspártico	10.07 <sup>b</sup>	13.48 <sup>d</sup>	11.12 <sup>bc</sup>	11.86 <sup>bcd</sup>	12.86 <sup>cd</sup>	8.04 <sup>a</sup>
Ácido glutámico	24.14 <sup>b</sup>	24.05 <sup>b</sup>	23.06 <sup>b</sup>	23.65 <sup>b</sup>	23.66 <sup>b</sup>	20.77 <sup>a</sup>
Serina	3.79 <sup>ab</sup>	4.45 <sup>c</sup>	4.31 <sup>bc</sup>	5.30 <sup>d</sup>	4.15 <sup>bc</sup>	3.55 <sup>a</sup>
Histidina <sup>‡</sup>	3.56 <sup>c</sup>	2.94 <sup>b</sup>	3.08 <sup>b</sup>	2.97 <sup>b</sup>	3.13 <sup>b</sup>	1.71 <sup>a</sup>
Glicina/Treonina <sup>‡</sup>	8.92 <sup>b</sup>	7.22 <sup>b</sup>	9.33 <sup>b</sup>	9.12 <sup>b</sup>	9.01 <sup>b</sup>	2.08 <sup>a</sup>
Arginina	6.16 <sup>b</sup>	6.98 <sup>b</sup>	4.07 <sup>a</sup>	4.48 <sup>a</sup>	6.50 <sup>b</sup>	4.35 <sup>a</sup>
Alanina	7.54 <sup>c</sup>	6.77 <sup>b</sup>	6.98 <sup>b</sup>	7.20 <sup>bc</sup>	6.89 <sup>b</sup>	2.80 <sup>a</sup>
Tirosina	3.01 <sup>a</sup>	3.16 <sup>a</sup>	3.08 <sup>a</sup>	4.27 <sup>b</sup>	3.30 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>
Metionina <sup>‡</sup>	3.14 <sup>d</sup>	2.62 <sup>b</sup>	2.76 <sup>bc</sup>	3.07 <sup>cd</sup>	2.88 <sup>bcd</sup>	1.27 <sup>a</sup>
Valina <sup>*‡</sup>	6.85 <sup>ab</sup>	7.38 <sup>b</sup>	6.21 <sup>a</sup>	6.84 <sup>ab</sup>	6.88 <sup>ab</sup>	6.53 <sup>a</sup>
Fenilalanina <sup>‡</sup>	4.98 <sup>c</sup>	4.69 <sup>b</sup>	4.61 <sup>b</sup>	4.77 <sup>bc</sup>	4.73 <sup>b</sup>	3.53 <sup>a</sup>
Isoleucina <sup>*‡</sup>	6.02 <sup>bc</sup>	6.33 <sup>c</sup>	5.46 <sup>b</sup>	5.98 <sup>bc</sup>	6.02 <sup>bc</sup>	4.40 <sup>a</sup>
Leucina <sup>*‡</sup>	10.21 <sup>d</sup>	8.81 <sup>b</sup>	9.33 <sup>bc</sup>	9.50 <sup>c</sup>	8.98 <sup>bc</sup>	6.01 <sup>a</sup>
Lisina <sup>‡</sup>	1.55 <sup>d</sup>	1.06 <sup>c</sup>	0.87 <sup>b</sup>	0.90 <sup>bc</sup>	0.93 <sup>bc</sup>	0.68 <sup>a</sup>
AAE <sup>‡</sup>	38.93 <sup>c</sup>	37.90 <sup>bc</sup>	39.28 <sup>c</sup>	35.58 <sup>b</sup>	38.79 <sup>c</sup>	28.59 <sup>a</sup>
AACR <sup>*</sup>	23.09 <sup>c</sup>	22.54 <sup>bc</sup>	21.05 <sup>b</sup>	22.33 <sup>bc</sup>	21.89 <sup>bc</sup>	16.95 <sup>a</sup>

Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA); nuez-arándano (NA) y linaza-ciruela (LC). Hileras con diferente literal indican diferencias ( $p < 0.05$ ).

<sup>‡</sup>AAE: Aminoácidos esenciales

<sup>\*</sup>AACR: Aminoácidos de cadena ramificada (valina, leucina e isoleucina)

Entre los aminoácidos, se conoce que los de cadena ramificada (AACR: leucina, isoleucina y valina) especialmente la leucina son las más eficientes para estimular la SPM. Rieu *et al.* (2006) demostraron que la suplementación de leucina en la dieta de adultos mayores mejora la síntesis proteica muscular postprandial, considerando una estrategia nutricional para limitar las pérdidas de SPM. Como se puede observar los tratamientos evaluados presentan mayores cantidades de leucina (8.81 a 10.21 g/100 g proteína) en comparación en el suplemento comercial (6.01 g/100 g proteína).

También se ha logrado tener efecto en el aumento de la masa magra en adultos mayores con sarcopenia avanzada. Solerte *et al.* (2008) observaron que la suplementación con una mezcla de 8 g de AAE después de 18 meses mejora la SPM de adultos con sarcopenia y por consecuente el aumento de la masa magra de todo el cuerpo en relación de aquellos adultos mayores que no fueron suplementados con AAE. De acuerdo a los resultados del presente trabajo se logró obtener un máximo de 37.90 a 39.28 g/100 g proteína de AAE en los tratamientos Control, NC, LA y LC mientras que el suplemento comercial tuvo una cantidad de 28.59 g/100 g proteína de AAE. Además se obtuvieron cantidades superiores de AACR (1.2 a 1.35 veces) en comparación con el suplemento comercial. Por lo tanto 100 g de bolonia puede llegar a proporcionar hasta 7.1 g de AAE y 4.6 g de AACR mientras que el suplemento comercial solo proporciona 1.56 g AAE y 0.92 g de AACR en 100 g. Todos los tratamientos cubren los requerimientos propuestos por FAO/WHO/UNU (2007) en adultos.

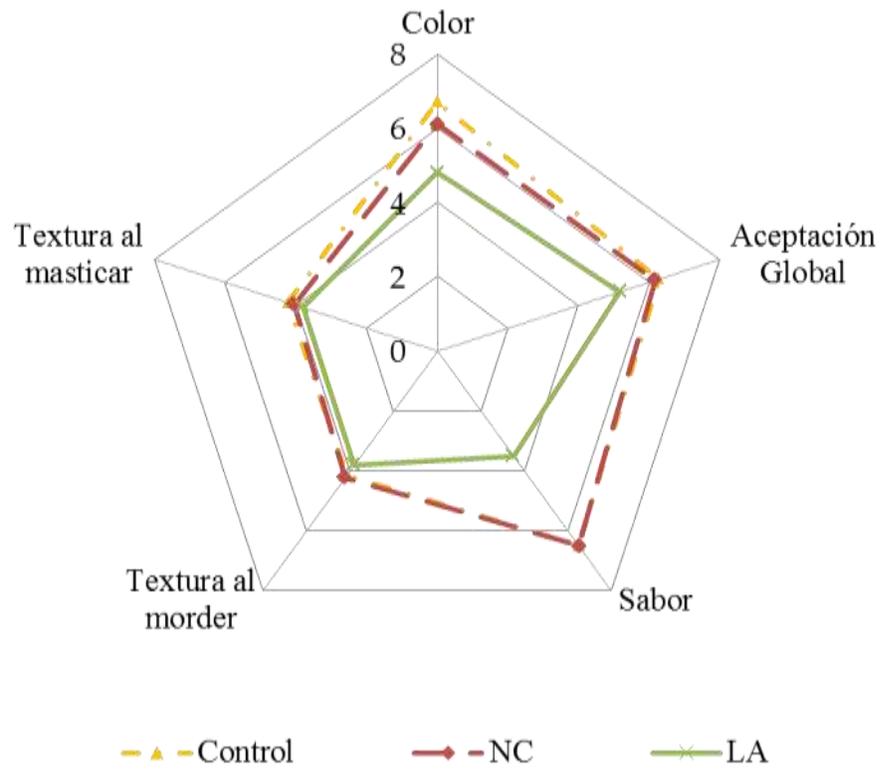
## Evaluación Sensorial

En la Figura 10 se presentan los resultados derivados de la evaluación sensorial con adultos mayores de los tratamientos Control, NC y LA. La adición de ingredientes no convencionales afectó ( $p < 0.05$ ) el atributo de color y sabor, no obstante los demás atributos como aceptación global, textura al morder y textura al masticar no presentaron diferencias ( $p > 0.05$ ).

En el color el Control y el tratamiento NC recibieron valores de “gusta poco”, y “ni gusta ni disgusta” para el tratamiento LA. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en el análisis sensorial de la Etapa I y II. Algunos de las observaciones realizadas por los panelistas fueron de que el tratamiento LA presentaba una decoloración, esta descripción se relacionan con los resultados de análisis de color, donde LA presentó uno de los valores más bajos luminosidad.

Para el parámetro de sabor, el tratamiento Control y NC presentaron los puntajes mayores o “poco deseable a moderadamente deseable”, por el contrario el tratamiento LA fue “moderadamente indeseable”. Según los comentarios de los adultos mayores, el tratamiento LA no tenía ningún sabor. Los resultados para este parámetro coinciden con los reportados en el análisis sensorial de la Etapa I y II, donde aquellos adicionados con linaza, presentaron calificaciones menores, así mismo aquellos adicionados con nuez mejoraron las puntuaciones de los tratamientos.

En la textura al morder y al masticar las calificaciones de los tratamientos oscilaron en “poco blando y moderadamente blando”. Según a los comentarios de los adultos, todos los tratamientos tenían una textura bastante agradable al paladar, por lo que la adición de ingredientes no convencionales no afecta este parámetro sensorial.



**Figura 10.** Resultados sensoriales y de bolonias formuladas<sup>y</sup>. Nuez-ciruela (NC); linaza-arándano (LA). <sup>y</sup>Escala de atributos ANEXO B y D.

Lutz R *et al.* (2008) desarrollaron nuevos alimentos destinados para el adulto mayor, los cuales fueron evaluados sensorialmente. De las tres formulaciones propuestas, la fórmula con antioxidantes y con AG  $\omega$ -3 obtuvieron las mejores evaluaciones “me gusta mucho”. Además, estos nuevos alimentos propuestos fueron incorporados a platillos típicos, los cuales resaltan y complementan las características organolépticas de los alimentos. Por lo tanto, la incorporación de ingredientes no tradicionales como antioxidantes y AG  $\omega$ -3 a productos cárnicos puede modificarse mediante el gusto gastronómico de cada región para mejorar las características sensoriales.

## CONCLUSIONES

Se concluye que todos los tratamientos evaluados presentaron una calidad fisicoquímica y sensorial aceptable, sin embargo los tratamientos NC, LA, NA y LC mejoraron el rendimiento, disminuyeron la  $a_w$ , y fueron mayormente aceptables sensorialmente en especial el tratamiento NC y NA. Además la incorporación de ingredientes no tradicionales duplicó la cantidad de fenoles totales y aumentó su capacidad antioxidante con respecto al Control.

No hubo efecto sobre la evaluación sensorial de los productos y únicamente la dureza se vio afectada durante su almacenamiento, sin embargo aquellos adicionados con nuez fueron mayormente aceptados por el panelista. La incorporación de nuez, linaza, ciruela y arándano como ingredientes no tradicionales prolongó la vida de anaquel del producto y logró disminuir la  $a_w$  de los tratamientos NC y NA.

Se logró obtener cantidades superiores 15 % de proteína, además estas cantidades fueron 3.2 veces superiores en los productos cárnicos en comparación del suplemento comercial. El contenido proteico de los tratamientos evaluados puede cubrir el 50 % de IDR en adultos con sarcopenia, además, tuvieron de 3 al 30 % de ALA, y un contenido de AAE de 7.1 g y 4.3 g de AACR, estos últimos superiores al suplemento comercial.

Los productos propuestos además de tener un contenido más elevado de proteína que el suplemento comercial, la incorporación de ingredientes no tradicionales proporcionó a los productos de otros nutrientes que el suplemento no contiene o lo presenta en menores cantidades como AG  $\omega$ -3 y antioxidantes principalmente fenoles, por lo tanto este producto cárnico diseñado podría ser una opción para la población geriátrica que ha perdido masa muscular o tiene sarcopenia.

Se sugiere realizar estudios clínicos en la población geriátrica para determinar su funcionalidad como un alimento que puede ayudar a prevenir o disminuir la pérdida de masa muscular relacionada con la edad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alemán-Mateo, H., Esparza-Romero, J., Romero, R. U., García, H. A., Pérez Flores, F. A., Ochoa Chacón, B. V., & Valencia, M. E. (2008). Prevalence of malnutrition and associated metabolic risk factors for cardiovascular disease in older adults from Northwest Mexico. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 46(3), 375-385. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2007.05.010>
- Alesón-Carbonell, L., Sayas-Barberá, M. E., Fernández-Ginés, J. M., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2002). La fibra dietética en la alimentación. *Alimentación, equipos y Tecnología*, 21(169), 83-90.
- Anderson, R. A., Roussel, A. M., Zouari, N., Mahjoub, S., Matheau, J. M., & Kerkeni, A. (2001). Potential antioxidant effects of zinc and chromium supplementation in people with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(3), 212-218.
- Anjum, F. M., Haider, M. F., Khan, M. I., Sohaib, M., & Arshad, M. S. (2013). Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. *Lipids in Health and Disease*, 12(13).
- Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004). The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 87(1), 69-74.
- AOAC. (2002). *Association of official analytical chemists*. Paper presented at the Official Methods of Analysis. , Arlington, Virginia, EUA.
- AOCS. (1997). Preparation of methyl esters of fatty acids, method Ce 2-66 A. o. O. A. Chemist (Ed.)
- Araya, L. H., & Lutz, R. M. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *Revista Chilena de Nutrición*, 30(1), 8-14.
- Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74(1), 219-229.

- Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2007). Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *Meat Science*, 77(2), 173-181. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.02.026>
- Badui, S. (1993). Química de los Alimentos. In P. Educación (Ed.), (3ra ed., pp. 34-35). Edo. de México, México.
- Baier, S., Johannsen, D., Abumrad, N., Rathmacher, J. A., Nissen, S., & Flakoll, P. (2009). Year-long changes in protein metabolism in elderly men and women supplemented with a nutrition cocktail of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB), l-arginine, and l-lysine. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 33(1), 71-82.
- Beasley, J. M., Shikany, J. M., & Thomson, C. A. (2013). The Role of Dietary Protein Intake in the Prevention of Sarcopenia of Aging. *Nutrition in Clinical Practice*, 28(6), 684-690.
- Bertram, H. C., Andersen, H. J., Karlsson, A. H., Horn, P., Hedegaard, J., Nørgaard, L., & Engelsen, S. B. (2003). Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. *Meat Science*, 65(2), 707-712. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00272-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00272-3)
- Best, R. L., & Appleton, K. M. (2013). The Consumption of Protein-Rich Foods in Older Adults: An Exploratory Focus Group Study. *Journal of Nutrition Education and Behavior*.
- Biesalski, H. (2005). Meat as a component of a healthy diet—are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509-524.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917.
- Bolet Astoviza, M., & Socarrás Suárez, M. M. (2009). La alimentación y nutrición de las personas mayores de 60 años. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8, 0-0.
- Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement* (2nd ed.). New York, U.S.A.: Academic Press.
- Brinkley, T. E., Leng, X., Miller, M. E., Kitzman, D. W., Pahor, M., Berry, M. J., Marsh, A. P., Kritchevsky, S. B., & Nicklas, B. J. (2009). Chronic inflammation is associated with low physical function in older adults across multiple comorbidities. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(4), 455.
- Burgos Peláez, R. (2006). Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 51-60.

- Caballero-García, J. C., & Benítez-Rivero, J. (2011). Manual de atención al anciano desnutrido en el nivel primario de salud Ergon (Ed.) (pp. 283). Retrieved from <http://sovpal.org/wp-content/uploads/2012/01/Manual-Anciano.pdf#page=83>
- Calder, P. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. *Lipids*, 36(9), 1007-1024. doi: 10.1007/s11745-001-0812-7
- Calder, P. C. (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(6), S1505-1519S.
- Calvo, M., García, M., & Selgas, M. (2008). Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science*, 80(2), 167-172. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.016>
- Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 64(2), 207-214. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00182-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00182-1)
- Castaneda, C., Charnley, J., Evans, W., & Crim, M. (1995). Elderly women accommodate to a low-protein diet with losses of body cell mass, muscle function, and immune response. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 62(1), 30-39.
- Caughey, G. E., Mantzioris, E., Gibson, R. A., Cleland, L. G., & James, M. J. (1996). The effect on human tumor necrosis factor alpha and interleukin 1 beta production of diets enriched in n-3 fatty acids from vegetable oil or fish oil. *The American journal of clinical nutrition*, 63(1), 116-122.
- Cesari, M., Pahor, M., Bartali, B., Cherubini, A., Penninx, B. W., Williams, G. R., Atkinson, H., Martin, A., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2004). Antioxidants and physical performance in elderly persons: the Invecchiare in Chianti (InCHIANTI) study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(2), 289-294.
- Cofrades, S., Serrano, A., Ayo, J., Solas, M. T., Carballo, J., & Colmenero, F. J. (2004). Restructured beef with different proportions of walnut as affected by meat particle size. *European Food Research and Technology*, 218(3), 230-236.
- Colmenero, F. J., Ayo, M., & Carballo, J. (2005). Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Sci*, 69(4), 781-788.
- Côté, J., Caillet, S., Doyon, G., Dussault, D., Salmieri, S., Lorenzo, G., Sylvain, J. F., & Lacroix, M. (2011). Effects of juice processing on cranberry antioxidant properties. *Food Research International*, 44(9), 2907-2914. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.052>

- Cunningham, D. G., Vannozzi, S. A., Turk, R., Roderick, R., O Shea, E., & Brilliant, K. (2004). *Cranberry phytochemicals and their health benefits*. Paper presented at the ACS Symposium Series.
- Cuthbertson, D., Smith, K., Babraj, J., Leese, G., Waddell, T., Atherton, P., Wackerhage, H., Taylor, P. M., & Rennie, M. J. (2005). Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. *The FASEB Journal*, 19(3), 422-424.
- Chambilla Mamani, E. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- Chen, Q., Anders, S., & An, H. (2013). Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging. *Food Quality and Preference*, 28(2), 419-428. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.008>
- Dawson, B. (2008). Serum 25-hydroxyvitamin D and functional outcomes in the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(2), 537S-540S.
- De Castro Cardoso-Pereira, P. M., & Dos Reis Baltazar-Vicente, A. F. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586-592. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>
- Dirks, A., & Leeuwenburgh, C. (2002). Apoptosis in skeletal muscle with aging. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(2), R519-R527.
- Donovan, J. L., Meyer, A. S., & Waterhouse, A. L. (1998). Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(4), 1247-1252.
- Elif Bilek, A., & Turhan, S. (2009). Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. *Meat Science*, 82(4), 472-477. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.002>
- FAO. (2003). Manual de técnicas de laboratorio de nutrición de peces y crustaceos Retrieved 10/Octubre, 2013, from <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab489s/ab489s03.htm>
- FAO/WHO/UNU. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation.
- Félix-Armenta, A., Ramirez-Suarez, J. C., Pacheco-Aguilar, R., Díaz-Cinco, M. E., Cumplido-Barbeitia, G., & Carvallo-Ruiz, G. (2009). Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle gelled-emulsified type product: formulation, processing and physicochemical characteristics. *International Journal of Food Science and*

*Technology*, 44(8), 1517-1524. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01709.x>

- Fernández-Ginés, J., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Álvarez, J. (2005). Meat products as functional foods: A review. *Journal of Food Science* 70(2), R37.
- Fernández-Ginés, J., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Pérez-Álvarez, J. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. *Meat Science*, 67(1), 7-13.
- Ferrucci, L., Penninx, B. W. J. H., Volpato, S., Harris, T. B., Bandeen-Roche, K., Balfour, J., Leveille, S. G., Fried, L. P., & Md, J. M. G. (2002). Change in Muscle Strength Explains Accelerated Decline of Physical Function in Older Women With High Interleukin-6 Serum Levels. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(12), 1947-1954. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50605.x
- Fielding, R., Vellas, B., Evans, W., Bhasin, S., Morley, J., Newman, A., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., & Breuille, D. (2011). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249-256. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>
- Fomento de Nutrición y Salud, A. C. (2001). Orientación Alimentaria: glosario de términos. *Cuadernos de Nutrición*, 24(1), 6.
- Franz, C. M. A. P., & von Holy, A. (1996). Thermotolerance of meat spoilage lactic acid bacteria and their inactivation in vacuum-packaged vienna sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 29(1), 59-73. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00022-4](http://dx.doi.org/10.1016/0168-1605(95)00022-4)
- Fulle, S., Protasi, F., Di Tano, G., Pietrangelo, T., Beltramin, A., Boncompagni, S., Vecchiet, L., & Fanò, G. (2004). The contribution of reactive oxygen species to sarcopenia and muscle ageing. *Experimental gerontology*, 39(1), 17-24.
- García-García, E., & Totosaus, A. (2008). Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and  $\kappa$ -carrageenan by a mixture design approach. *Meat Sci*, 78(4), 406-413.
- Gingras, A., White, P. J., Chouinard, P., Julien, P., Davis, T., Dombrowski, L., Couture, Y., Dubreuil, P., Myre, A., & Bergeron, K. (2007). Long-chain omega 3 fatty acids regulate bovine whole body protein metabolism by promoting muscle insulin signalling to the Akt-mTOR-S6K1 pathway and insulin sensitivity. *The Journal of Physiology*, 579(1), 269-284.
- Götterup, J., Olsen, K., Knøchel, S., Tjener, K., Stahnke, L. H., & Møller, J. K. S. (2008). Colour formation in fermented sausages by meat-associated

- staphylococci with different nitrite- and nitrate-reductase activities. *Meat Science*, 78(4), 492-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.023>
- Grunert, K. G., & Traill, W. B. (1997). *Products and Process Innovation in the Food Industry*: Springer.
- Hammer, G. (1992). Sustancias aditivas y aditivos *Tecnología de los embutidos escaldados*. Zaragoza, España: Editorial Acribia (pp. 83-106). Zaragoza, España: Edt. Acribia.
- Haub, M. D., Wells, A. M., Tarnopolsky, M. A., & Campbell, W. W. (2002). Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(3), 511-517.
- Hess, D., Keller, H., Oberlin, B., Bonfanti, R., & Schüep, W. (1991). Simultaneous determination of retinol, tocopherols, carotenes and lycopene in plasma by means of high-performance liquid chromatography on reversed phase. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 61(3), 232.
- Higgs, J., & Mulvihill, B. (2002). The nutritional quality of meat. . In J. K. Kerry, J. & Ledward, D. (Ed.), *Meat processing: improving quality* (pp. 64-104). Inglaterra.
- Higgs, J., Mulvihill, B., Henry, C., & Chapman, C. (2002). Enhancing the nutritional value of meat. *The Nutrition Handbook for Food Processors*, 209-246.
- Houston, D., Nicklas, B., Ding, J., Harris, T., Tyllavsky, F., Newman, A., Lee, J., Sahyoun, N., Visser, M., & Kritchevsky, S. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 150-155.
- Ji, L. L., Leeuwenburgh, C., Leichtweis, S., Gore, M., Fiebig, R., Hollander, J., & Bejma, J. (1998). Oxidative stress and aging: role of exercise and its influences on antioxidant systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 854(1), 102-117.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science and Technology*, 18(11), 567-578. doi: <http://dx.doi.org/0.1016/j.tifs.2007.05.006>
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59(1), 5-13.
- Jiménez-Colmenero, F., Serrano, A., Ayo, J., Solas, M., Cofrades, S., & Carballo, J. (2003). Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak

- with added walnuts. *Meat Science*, 65(4), 1391-1397. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00061-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00061-5)
- Justo, M. B., Alfaro, A. D. C., Aguilar, E. C., Wrobel, K., Wrobel, K., Guzmán, G. A., Sierra, Z. G., & Zanella, V. D. M. (2007). Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 57(1), 78-84.
- Karre, L., Lopez, K., & Getty, K. J. K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94(2), 220-227. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.007>
- Katsanos, C. S., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A., & Wolfe, R. R. (2005). Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *The American journal of clinical nutrition*, 82(5), 1065-1073.
- Kim, D.-O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81(3), 321-326.
- Kim, J., Wilson, J., & Lee, S. (2010). Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(1), 1-13.
- Korhonen, H. (2002). Technology options for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2), 79-88. doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1471-0307.2002.00050.x>
- Kris-Etherton, P. M. (1999). Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *circulation*, 100(11), 1253-1258.
- Kujoth, G., Hiona, A., Pugh, T., Someya, S., Panzer, K., Wohlgemuth, S., Hofer, T., Seo, A., Sullivan, R., & Jobling, W. (2005). Mitochondrial DNA mutations, oxidative stress, and apoptosis in mammalian aging. *Science*, 309(5733), 481-484.
- Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D., & Harris, T. (2010). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, 21(4), 543-559.
- Laureati, M., Pagliarini, E., Calcinoni, O., & Bidoglio, M. (2006). Sensory acceptability of traditional food preparations by elderly people. *Food Quality and Preference*, 17(1-2), 43-52. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.08.002>
- Lauretani, F., Semba, R. D., Bandinelli, S., Dayhoff-Brannigan, M., Giacomini, V., Corsi, A. M., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2008). Low plasma carotenoids

and skeletal muscle strength decline over 6 years. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(4), 376-383.

- Ledesma-López, L. (2010). *Optimización de formulación de un producto tipo gel-emulsificado a partir del músculo de calamar gigante (Dosidicus gigas): Efecto de una fibra cítrica sobre los parámetros de calidad y vida de anaquel*. Maestría en Ciencias, Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.
- Lee, C.-H., Reed, J. D., & Richards, M. P. (2006). Ability of various polyphenolic classes from cranberry to inhibit lipid oxidation in mechanically separated turkey and cooked ground pork. *Journal of Muscle Foods*, 17(3), 248-266. doi: 10.1111/j.1745-4573.2006.00048.x
- Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2005). Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. *Meat Science*, 71(2), 300-305.
- Leheska, J. M., Boyce, J., Brooks, J., Hoover, L. C., Thompson, L. D., & Miller, M. F. (2006). Sensory attributes and phenolic content of precooked pork breakfast sausage with fruit purees. *Journal of Food Science*, 71(3), S249-S252. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb15649.x>
- Lindhahl, G., Lundström, K., & Tornberg, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, 59(2), 141-151. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00064-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00064-X)
- Lopez-Huertas, E. (2010). Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research*, 61(3), 200-207. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrs.2009.10.007>
- Lutz R, M., Morales D, D., Sepúlveda B, S., & Alviña W, M. (2008). Evaluación sensorial de preparaciones elaboradas con nuevos alimentos funcionales destinados al adulto mayor. *Revista chilena de nutrición*, 35(2), 131-137.
- Mecocci, P., Fano, G., Fulle, S., MacGarvey, U., Shinobu, L., Polidori, M. C., Cherubini, A., Vecchiet, J., Senin, U., & Beal, M. F. (1999). Age-dependent increases in oxidative damage to DNA, lipids, and proteins in human skeletal muscle. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(3), 303-308.
- Meng, S. J., & Yu, L. J. (2010). Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1509-1526. doi: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms11041509>
- Meng, X., Zhu, K., Devine, A., Kerr, D. A., Binns, C. W., & Prince, R. L. (2009). A 5-Year Cohort Study of the Effects of High Protein Intake on Lean Mass and BMC

in Elderly Postmenopausal Women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 24(11), 1827-1834. doi: 10.1359/jbmr.090513

- Michelson, E., Blaum, C., Semba, R. D., Xue, Q.-L., Ricks, M. O., & Fried, L. P. (2006). Vitamin and carotenoid status in older women: associations with the frailty syndrome. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(6), 600-607.
- Morais, J., Chevalier, S., & Gougeon, R. (2006). Protein turnover and requirements in the healthy and frail elderly. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 10(4), 272-283.
- Morales P, J., Valenzuela B, R., González M, D., González E, M., Tapia O, G., Sanhueza C, J., & Valenzuela B, A. (2012). Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(3), 79-87.
- Morley, J. E., Glick, Z., & Rubenstein, L. Z. (1995). *Geriatric Nutrition* (Vol. Second edition). New York, EUA.: Raven Press.
- Mundt, M. F. (2002). Globalización y alimentos: tendencias y contratendencias. *Política y cultura*(18), 61-82.
- Munro, H. N., Suter, P. M., & Russell, R. M. (1987). Nutritional Requirements of the Elderly. *Annual Review of Nutrition*, 7(1), 23-49. doi: doi:10.1146/annurev.nu.07.070187.000323
- Nunez de Gonzalez, M. T., Boleman, R. M., Miller, R. K., Keeton, J. T., & Rhee, K. S. (2008). Antioxidant properties of dried plum ingredients in raw and precooked pork sausage. *Journal of Food Science*, 73(5), H63-71. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00744.x>
- Nuñez de Gonzalez, M. T., Hafley, B. S., Boleman, R. M., Miller, R. K., Rhee, K. S., & Keeton, J. T. (2008). Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. *Meat Science*, 80(4), 997-1004. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.04.014
- Nuñez de Gonzalez, M. T., Hafley, B. S., Boleman, R. M., Miller, R. M., Rhee, K. S., & Keeton, J. T. (2009). Qualitative effects of fresh and dried plum ingredients on vacuum-packaged, sliced hams. *Meat Science*, 83(1), 74-81. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.04.002
- Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., & Sánchez-Muniz, F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science, En prensa*(0). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.030>
- Oomah, B. D. (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 889-894.

- Orera, M. L. (2011). Ensure® PLUS Advance. *Nutrición hospitalaria: Organo oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, 4(4), 11-15.
- Paddon-Jones, D., & Rasmussen, B. B. (2009). Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia: Protein, amino acid metabolism and therapy. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 86. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MCO.0b013e32831cef8b>.
- Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Zhang, X. J., Volpi, E., Wolf, S. E., Aarsland, A., Ferrando, A. A., & Wolfe, R. R. (2004). Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 286(3), E321-E328.
- Palafox-Carlos, H., Yahia, E., Islas-Osuna, M., Gutierrez-Martinez, P., Robles-Sánchez, M., & González-Aguilar, G. (2012). Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. *Scientia Horticulturae*, 135, 7-13.
- Phillips, S. (2012). Nutrient-rich meat proteins in offsetting age-related muscle loss. *Meat Science*, 92(3), 174-178.
- Phillips, S. M., Tang, J. E., & Moore, D. R. (2009). The role of milk-and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *Journal of the American College of Nutrition*, 28(4), 343-354.
- Quiros-Sauceda, A. E. (2012). *Efecto de la presencia de fibra dietaria sobre el potencial antioxidante de los compuestos fenólicos de extractos de frutas tropicales*. Maestría, Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora.
- Raghavan, S., & Richards, M. P. (2007). Comparison of solvent and microwave extracts of cranberry press cake on the inhibition of lipid oxidation in mechanically separated turkey. *Food Chemistry*, 102(3), 818-826. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.049>
- Rieu, I., Balage, M., Sornet, C., Giraudet, C., Pujos, E., Grizard, J., Mosoni, L., & Dardevet, D. (2006). Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *The Journal of physiology*, 575(1), 305-315. doi: 10.1113/jphysiol.2006.110742
- Roland, A. M., Phillips, L. G., & Boor, K. J. (1999). Effects of Fat Content on the Sensory Properties, Melting, Color, and Hardness of Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 82(1), 32-38. doi: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75205-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75205-7)
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *The Journal of nutrition*, 127(5), 990S.

- Rousseau, J. H., Kleppinger, A., & Kenny, A. M. (2009). Self-Reported Dietary Intake of Omega-3 Fatty Acids and Association with Bone and Lower Extremity Function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 57(10), 1781-1788. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01870.x
- Ruiz-Valenzuela, R. E., Ponce, J. A., Morales-Figueroa, G. G., Aguilar-Muro, K., Ramírez-Carreón, V., & Alemán-Mateo, H. (2013). Insufficient amounts and inadequate distribution of dietary protein intake in apparently healthy older adults in a developing country: implications for dietary strategies to prevent sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1143-1148. doi: <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S49810>
- Sanchez-Zapata, E., Munoz, C. M., Fuentes, E., Fernandez-Lopez, J., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C., & Perez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. [Article]. *Meat Science*, 85(1), 70-76. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.006>
- Scott, D., Blizzard, L., Fell, J., Giles, G., & Jones, G. (2010). Associations Between Dietary Nutrient Intake and Muscle Mass and Strength in Community-Dwelling Older Adults: The Tasmanian Older Adult Cohort Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2129-2134. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03147.x
- Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J., & Visser, M. (2006). Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *The American Journal of Medicine*, 119(6), 526. e529-526. e517.
- Semba, R. D., Lauretani, F., & Ferrucci, L. (2007). Carotenoids as protection against sarcopenia in older adults. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 458(2), 141-145.
- Semba, R. D., Varadhan, R., Bartali, B., Ferrucci, L., Ricks, M. O., Blaum, C., & Fried, L. P. (2007). Low serum carotenoids and development of severe walking disability among older women living in the community: the women's health and aging study I. *Age and Ageing*, 36(1), 62-67.
- Serrano, A., Cofrades, S., & Jiménez-Colmenero, F. (2006). Characteristics of restructured beef steak with different proportions of walnut during frozen storage. *Meat Science*, 72(1), 108-115. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.06.008>
- Serrano, A., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Olmedilla-Alonso, B., Herrero-Barbudo, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2005). Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science*, 70(4), 647-654. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.014>

- Singleton, V., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, *16*(3), 144-158.
- Smith, G., Atherton, P., Reeds, D., Mohammed, B., Rankin, D., Rennie, M., & Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *93*(2), 402-412. doi: <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.110.005611>
- Solerte, S., Gazzaruso, C., Bonacasa, R., Rondanelli, M., Zamboni, M., Basso, C., Locatelli, E., Schifino, N., Giustina, A., & Fioravanti, M. (2008). Nutritional supplements with oral amino acid mixtures increases whole-body lean mass and insulin sensitivity in elderly subjects with sarcopenia. *The American Journal of Cardiology*, *101*(11), S69-S77.
- Steenblock, R. L., Sebranek, J., Olson, D., & Love, J. (2001). The Effects of Oat Fiber on the Properties of Light Bologna and Fat-free Frankfurters. *Journal of Food Science*, *66*(9), 1409-1415.
- Symons, T., Schutzler, S., Cocke, T., Chinkes, D., Wolfe, R., & Paddon, D. (2007). Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *86*(2), 451-456.
- Sze-Tao, K. W. C., & Sathé, S. K. (2000). Walnuts (*Juglans regia L*): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *80*(9), 1393-1401. doi: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0010\(200007\)80:9<1393::AID-JSFA653>3.0.CO;2-F](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0010(200007)80:9<1393::AID-JSFA653>3.0.CO;2-F)
- Tatpati, L. L., Irving, B. A., Tom, A., Bigelow, M. L., Klaus, K., Short, K. R., & Nair, K. S. (2010). The effect of branched chain amino acids on skeletal muscle mitochondrial function in young and elderly adults. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *95*(2), 894-902.
- Thebaudin, J., Lefebvre, A., Harrington, M., & Bourgeois, C. (1997). Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science & Technology*, *8*(2), 41-48.
- Toldrá, F., & Reig, M. (2011). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science and Technology*, *22*(9), 517-522. doi: 10.1016/j.tifs.2011.08.007
- Toth, M. J., Matthews, D. E., Tracy, R. P., & Previs, M. J. (2005). Age-related differences in skeletal muscle protein synthesis: relation to markers of immune activation. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, *288*(5), E883-E891.

- Tovunac, I., Galić, K., Prpić, T., & Jurić, S. (2011). Effect of packaging conditions on the shelf-life of chicken frankfurters with and without lactate addition. *Food Science and Technology International*, 17(2), 167-175.
- Ulloa, J. A. (2007). Factores de la conservación de la tecnología de obstáculos *Frutos autoestabilizadas en el envase por tecnología de obstáculos* (1 era ed.). Nayarit, México.
- USDA. (2013). National Nutrient Database for Standard Reference Retrieved Mayo, 2013, from <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2637?fg=&man=&facet=&count=&max=25&sort=&qlookup=pork+liver&offset=&format=Full&new=&measureby=>
- Valencia, I., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2006). Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Sci*, 73(2), 269-277. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.12.002>
- Van Hall, G., Steensberg, A., Fischer, C., Keller, C., Møller, K., Moseley, P., & Pedersen, B. K. (2008). Interleukin-6 markedly decreases skeletal muscle protein turnover and increases nonmuscle amino acid utilization in healthy individuals. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(7), 2851-2858.
- Vazquez-Ortiz, F., Caire, G., Higuera-Ciapara, I., & Hernandez-Watanabe, G. (1997). High performance liquid chromatographic determination of free aminoacids in shrimp-J. *Liquid Chromatography*, 18(10), 2059-2068.
- Verhoeven, S., Vanschoonbeek, K., Verdijk, L. B., Koopman, R., Wodzig, W. K., Dendale, P., & van Loon, L. J. (2009). Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5), 1468-1475.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernandez-Lopez, J., & Perez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control*, 21(4), 436-443. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.07.004>
- Volkert, D. (2011). The role of nutrition in the prevention of sarcopenia. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 161(17), 409-415. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10354-011-0910-x>
- Volpi, E., Campbell, W. W., Dwyer, J. T., Johnson, M. A., Jensen, G. L., Morley, J. E., & Wolfe, R. R. (2013). Is the Optimal Level of Protein Intake for Older Adults Greater Than the Recommended Dietary Allowance? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(6), 677-681.

- Volpi, E., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Mittendorfer, B., & Wolfe, R. R. (2003). Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(2), 250-258.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86(1), 196-213. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.05.008
- WHO. (2002). Keep fit for life: Meeting the Nutritional needs of older persons: World Health Organization.
- Wilson, M.-M. G., & Morley, J. E. (2003). Invited review: Aging and energy balance. *Journal of Applied Physiology*, 95(4), 1728-1736.
- Williams, R. J., Spencer, J. P., & Rice-Evans, C. (2004). Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*, 36(7), 838-849.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Ronald, L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12), 4026-4037. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/jf049696w>
- Yahia, E. M. (2009). The contribution of fruit and vegetable consumption to human health *Fruit and vegetable phytochemicals* (. represents 25% of the established ADI. It was therefore concluded that currently adult Belgian consumers are not at risk of excessive lycopene intake
- Yetim, H., Müller, W., & Eber, M. (2001a). Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Food Research International*, 34(2), 97-101.
- Yetim, H., Müller, W. D., & Eber, M. (2001b). Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Food Research International*, 34(2-3), 97-101. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00135-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00135-6)
- Yıldız-Turp, G., & Serdaroglu, M. (2010). Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties. *Meat Science*, 86(4), 896-900. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.009>
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E., & Ahn, D. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1), 15-31. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.04.018

# ANEXOS

## ANEXO A

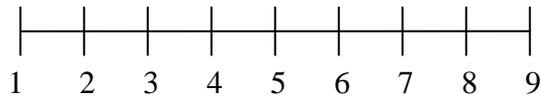
Formato en la evaluación sensorial en la Etapa I

### ANÁLISIS SENSORIAL DE BOLONIAS

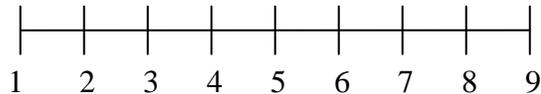
Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Marque con una X la escala que le asigne a cada una de las muestras de acuerdo a la intensidad de la percepción. Pruebe galleta y consuma agua antes de probar cada una de ellas.

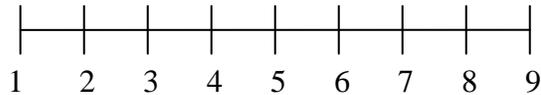
**COLOR**



**SABOR**



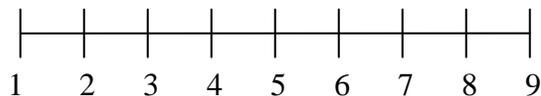
**TEXTURA AL  
MORDER**



**TEXTURA AL  
MASTICAR**



**ACEPTACIÓN  
GLOBAL**



## ANEXO B

### Escala de atributos sensoriales

<b>Puntuación</b>	<b>SABOR Y COLOR</b>	<b>TEXTURA AL MORDER Y AL MASTICAR</b>	<b>JUGOSIDAD</b>	<b>COLOR Y ACEPTACIÓN GLOBAL</b>
<b>1</b>	Extremadamente indeseable	Extremadamente blando	Extremadamente seco	Disgusta extremadamente
<b>2</b>	Muy indeseable	Muy Blando	Muy seco	Disgusta mucho
<b>3</b>	Moderadamente indeseable	Moderadamente blando	Moderadamente seco	Disgusta moderadamente
<b>4</b>	Poco indeseable	Poco blando	Poco indeseable	Disgusta poco
<b>5</b>	Ni indeseable ni deseable	Ni blando ni duro	Ni seco ni jugoso	Ni gusta, ni disgusta
<b>6</b>	Poco deseable	Poco duro	Poco jugoso	Gusta poco
<b>7</b>	Moderadamente deseable	Moderadamente duro	Moderadamente jugoso	Gusta moderadamente
<b>8</b>	Muy deseable	Muy duro	Muy jugoso	Gusta mucho
<b>9</b>	Extremadamente deseable	Extremadamente duro	Extremadamente jugoso	Gusta extremadamente

## ANEXO C

Formato en la evaluación sensorial en la Etapa II

### ANÁLISIS SENSORIAL DE BOLONIAS

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Asigne un valor según el atributo correspondiente a cada una de las muestras de acuerdo a la intensidad de percepción. Pruebe galleta y consuma agua antes de probar cada una de ellas.

#### CÓDIGOS

--	--	--	--	--

<b>SABOR</b>				
<b>JUGOSIDAD</b>				
<b>TEXTURA</b>				
<b>COLOR</b>				
<b>ACEPTACIÓN GLOBAL</b>				

COMENTARIOS

## ANEXO D

Formato en la evaluación sensorial en la Etapa III

### ANÁLISIS SENSORIAL DE BOLONIAS

Fecha: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Asigne un valor según el atributo correspondiente a cada una de las muestras de acuerdo a la intensidad de percepción. Pruebe galleta y consuma agua antes de probar cada una de ellas.

MUESTRA	COLOR	ACEPTACIÓN GLOBAL	SABOR	TEXTURA AL MORDER	TEXTURA AL MASTICAR

COMENTARIOS