

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



EFFECTO DE LA PROPORCIÓN DE GRASA DE CERDO, SALVADO DE ARROZ, CARRAGENINA Y AGUA SOBRE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, TEXTURA INSTRUMENTAL Y SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE MORTADELA TIPO ITALIANA.

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autor

CRISTINA TERESITA ÁLVAREZ DÍAZ

TRUJILLO, PERÚ

2014

La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente jurado:

Ing. Dr. Fernando Rodríguez Ávalos
PRESIDENTE

Ing. Ms. Gabriela Barraza Jáuregui
SECRETARIO

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna
VOCAL

Ing. Ms. Elena Urraca Vergara
ASESOR

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mis padres, Javier y Erlinda, por su confianza y amor incondicional.

A Angie, Adrián y Cristian mis pequeños y amorosos hermanos, por su amor, cariño, preocupación y ocurrencias.

A mi gran amor David, por sus ánimos y apoyo constante, durante toda la elaboración de esta investigación; y a mis buenas amigas Gabriela y Gretee.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi madre por sus consejos, confianza, amor y compañía. A mi padre por el apoyo brindado, por sus sabios consejos y ánimos constantes. Ambos hicieron posible mi realización profesional. A ellos mi más sincero agradecimiento.

A mis hermanos que con su dulzura, ocurrencias y amor, de alguna manera me apoyaron y ayudaron a recorrer este largo camino y salir exitosa, y a toda mi familia en general.

A mi novio David que con su amor, consejos, apoyo, ánimo y compañía logró mantenerme constante y firme en mis ideales a lo largo de la realización de esta investigación.

A mi asesor, la M.Sc. Elena Urraca, quien amablemente puso su confianza en mi, me brindo sus consejos, experiencia y enseñanzas para realizar este trabajo.

A mi buen amigo Ing. Jesús Obregón por el apoyo en la realización del análisis estadístico de esta investigación.

A mis buenos amigos Gabriela Rocha, Gretee Jiménez, Jesús Obregón y demás amigos y compañeros por el apoyo brindado durante toda la ejecución de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	<i>i</i>
Aprobación por el jurado de Tesis.....	<i>ii</i>
Dedicatoria.....	<i>iii</i>
Agradecimiento.....	<i>iv</i>
Índice General.....	<i>v</i>
Índice de Cuadros.....	<i>vi</i>
Índice de Figuras.....	<i>vii</i>
Índice de Anexos.....	<i>ix</i>
Resumen.....	<i>x</i>
Abstract.....	<i>xi</i>
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Arroz.....	4
2.1.1. Salvado de arroz.....	4
2.1.2. Propiedades funcionales de la fibra del salvado de arroz.....	9
2.2. Carragenina.....	10
2.2.1. Propiedades.....	13
2.2.2. Uso en productos cárnicos.....	16
2.2.3. Beneficios.....	16
2.3. Mortadela.....	18
2.3.1. Materias primas.....	19
2.3.2. Insumos.....	24
2.3.3. Empaques.....	27

III. MATERIALES Y METODOS	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.2. Materiales y equipos.....	28
3.3. Métodos.....	29
3.3.1. Esquema experimental.....	29
3.3.2. Método experimental.....	32
3.3.3. Métodos de análisis.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
4.1. Capacidad de retención de agua.....	40
4.3. Textura instrumental.....	45
4.5. Textura sensorial.....	51
4.6. Aceptabilidad general.....	53
4.7. Fibra dietaria.....	57
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. BIBLIOGRAFIA	61
VIII. ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Aminoácidos en el arroz.....	5
Cuadro 2. Composición química proximal del salvado de arroz.....	6
Cuadro 3. Composición química proximal de la mortadela tipo italiana...	19
Cuadro 4. Composición química proximal de la carne de cerdo.....	21
Cuadro 5. Composición química proximal de la carne de res.....	23
Cuadro 6. Formulación de la mortadela tipo italiana con las proporciones de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua.....	31
Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana.....	42
Cuadro 8. Análisis de varianza para la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana.....	42
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la capacidad de retención de agua de la mortadela tipo italiana.....	43
Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para la textura instrumental en la mortadela tipo italiana.....	48
Cuadro 11. Análisis de varianza para la textura instrumental en la mortadela tipo italiana.....	48
Cuadro 12. Prueba de Duncan para la textura instrumental de la mortadela tipo italiana.....	49
Cuadro 13. Prueba de Friedman para la textura sensorial de la mortadela tipo italiana.....	51
Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para textura sensorial en la mortadela tipo italiana.....	53

Cuadro 15. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana.....	54
Cuadro 16. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en la mortadela tipo italiana.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de carragenina tipo kappa, iota y lambda.....	11
Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de mortadela tipo italiana.....	30
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de mortadela tipo italiana.....	32
Figura 4. Cartilla para la textura sensorial de la mortadela.....	37
Figura 5. Cartilla para la prueba de aceptabilidad general de mortadela.....	38
Figura 6. Capacidad de retención de agua en mortadela tipo italiana.....	40
...	
Figura 7. Textura instrumental en mortadela tipo italiana.....	45

INDICE DE ANEXOS

Anexo1.	Valores de capacidad de retención de agua y textura instrumental de la mortadela tipo italiana.....	68
Anexo 2.	Estadística descriptiva correspondiente a la media y desviación estándar de la capacidad de retención de agua y textura instrumental de la mortadela tipo italiana.....	69
Anexo 3.	Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana.....	70
Anexo 4.	Calificaciones correspondientes a la prueba de ordenamiento de la textura sensorial de la mortadela tipo italiana.....	71
Anexo 5.	Resultados de análisis de fibra dietética en mortadela tipo italiana.....	72
Anexo 6.	Vistas fotográficas de la preparación y análisis de la mortadela tipo italiana.....	73

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto de la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua sobre la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana.

Se estudiaron cuatro tratamientos con proporciones de grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%; 15.0; 1.0; 1.0; 3.0%; 10.0; 2.0; 1.5; 6.5% y 5.0; 3.0; 2.0; 10.0%). El análisis de varianza mostró un efecto significativo de las proporciones de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua, sobre la capacidad de retención de agua y textura instrumental.

La prueba de Duncan indicó que la mortadelas elaboradas con las proporciones P₂ (grasa de cerdo al 15.0%, salvado de arroz al 1.0%, carragenina al 1.0% y agua al 3.0%), P₃ (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) y P₄ (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%), permitieron obtener los mayores valores de textura instrumental: 3.43, 3.77 y 3.77 N respectivamente. Además, las proporciones P₃ y P₄, permitieron obtener los valores más bajos de capacidad de retención de agua: 10.99 y 6.23% respectivamente, en la mortadela tipo italiana.

Las proporciones P₃ (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) y P₄ (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%) permitieron obtener los valores más altos de textura sensorial con rango promedio de 2.89 y 3.31 respectivamente en la mortadela tipo italiana.

La proporción P₃ grasa de cerdo al 10.0%; salvado de arroz al 2.0%; carragenina al 1.5% y agua al 6.5% permitió obtener la mayor calificación en la prueba de aceptabilidad general con valor de moda 7 (me agrada moderadamente), a esta proporción se le determinó el contenido de fibra

dietética, el cual fue de 1.55%, esta cantidad cubre el 4.43% de los valores diarios recomendados (DVR%).

ABSTRACT

The goal research was evaluated the effect of the proportion of pork fat, rice bran, carrageenan and water on the water retention capacity, instrumental and sensory texture and overall acceptability of italian mortadella type.

Four treatments were studied with proportions of pork fat; rice bran; carrageenan; water (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%; 15.0; 1.0; 1.0; 3.0%; 10.0; 2.0; 1.5; 6.5% y 5.0; 3.0; 2.0; 10.0%). The analysis of variance showed a significant effect of the proportions of pork fat, rice bran, carrageenan and water, on the water retention capacity, and instrumental texture.

Duncan's test indicated that the mortadellas prepared with proportions P₂ (pork fat to 15.0%, rice bran 1.0%, 1.0% carrageenan and 3.0% water), P₃ (pork fat to 10.0%, bran rice to 2.0%, carrageenan 1.5% and 6.5% water) and P₄ (pork fat to 5.0%, bran rice to 3.0%, carrageenan 2.0% and 10.0% water), has yielded the lowest values of water retention capacity: 19.14, 12.41 and 6.7% respectively (greater retention of water in the food) and higher values of instrumental texture: 3.43, 3.77 and 3.77 N respectively. Also, P₃ and P₄, proportions allowed to obtain the lowest values of water holding capacity: 10.99 and 6.23%, respectively, in the Italian mortadella type.

The P₃ proportions (pork fat to 10.0%, bran rice to 2.0%, carrageenan 1.5% and 6.5% water) and P₄ (pork fat to 5.0%, bran rice to 3.0%, carrageenan 2.0% and 10.0% water) allowed to obtain the highest values of sensory texture with average range of 2.89 and 3.31 respectively in the italian mortadella type.

The proportion P₃ pork fat to 10.0%; rice bran at 2.0%; carrageenan 1.5% and 6.5% water, yielded the highest score on the test of general acceptability value moda 7 (I like moderately), this ratio is determined by the content of dietary fiber,

which was 1.55%, this amount covers 4.43% of the recommended daily values (DVR%).

I. INTRODUCCION

La mortadela italiana es un embutido escaldado, de forma cilíndrica, de color rosado claro, compuesto por una emulsión de carne de res, cerdo y grasa, condimentada con especias, originario de la región italiana de Bolonia. Existen teorías acerca del origen de la palabra mortadela, se menciona que el relleno de carne que contiene este embutido fue tradicionalmente finamente molido hasta llegar a una consistencia de goma, empleando a veces un mortero (mortaio), indicando que el origen del nombre podría provenir del empleo de este instrumento (Silva y Mira, 2011).

En el Perú se consume productos cárnicos en forma de embutidos como complemento o acompañamiento del desayuno, del mismo modo, se convierte muchas veces en sustituto de la carne en diversos platillos. La mortadela con un 4% de consumo ocupa el sexto lugar entre los embutidos de mayor consumo en nuestro país (Sáenz, 2008).

La alimentación juega un papel predominante en el desarrollo del ser humano, es por ello que en los últimos tiempos se ha puesto especial atención a la relación dieta y salud, porque muchas personas han modificado sus hábitos alimenticios, buscando productos que satisfagan sus preferencias dietéticas y nutritivas y al mismo tiempo sea agradable (Sáenz, 2008).

Cumpliendo con estas nuevas disposiciones de que los alimentos sean nutritivos, agradables y con menor aporte de calorías, la industria alimentaria ha generado una nueva línea de productos llamados sustitutos de grasa, provenientes de proteínas, carbohidratos, grasas modificadas y sintéticas, para la fabricación de alimentos con bajo contenido calórico; se incluyen en este grupo los productos cárnicos, lo cual resulta interesante no sólo desde el punto de vista económico, sino, desde el aporte de

beneficios a la salud de la población. Instituciones como el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha promovido el consumo de productos cárnicos bajos en grasa (Echeverri y otros, 2004).

Entre un 40 - 50% de la cantidad neta de carne es transformada en productos cárnicos, con lo cual el consumidor tiene asegurada una variada oferta de productos, de los cuales los embutidos representan el 70%. La formulación de la mortadela ha ido cambiando, debido principalmente a la necesidad de abaratar el producto y obtener mayor producción, empobreciéndola nutricionalmente, por lo que se han de modificar algunos de sus ingredientes para proporcionar algún beneficio a la salud, bajando el contenido de grasa y reemplazándola con carragenina (ampliamente usados para reemplazar la grasa en productos cárnicos), que posee propiedades de formar coloides o geles, además, de adicionar fibra de salvado de arroz, haciendo de la mortadela un alimento funcional. Según Pacheco y Vivas (2003) las proteínas presentes en el salvado de arroz poseen buena actividad de emulsificación. Además, la fibra que aporta el salvado de arroz es rica en vitamina E, posee propiedades antioxidantes y tiene entre sus componentes a la γ -orizanol, que reduce el colesterol y mejora la tolerancia a la glucosa, reduciendo los factores de riesgo cardiometabólicos asociados a la obesidad (Dolores, 2012).

Sin embargo, se conoce que la grasa contribuye a la textura y los atributos sensoriales de los productos cárnicos. La reducción del contenido de grasa, se traduce en una disminución de la textura, aceptabilidad sensorial y global de los productos cárnicos elaborados. En esta investigación se evaluó el efecto de los sustitutos de la grasa, como el salvado de arroz y carragenina, hasta un nivel aceptable, lo cual permitió conservar las propiedades del producto y la preferencia del consumidor y competir como una alternativa más saludable frente a similares productos cárnicos.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%; 15.0; 1.0; 1.0; 3.0%; 10.0; 2.0; 1.5; 6.5% y 5.0; 3.0; 2.0; 10.0%) sobre la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana?

Los objetivos fueron:

- Evaluar el efecto de la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua sobre la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana.
- Determinar la proporción de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua que permita obtener la menor capacidad de retención de agua, la mayor textura instrumental y sensorial y la mayor aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es el fruto de la herbácea anual de la familia de las gramíneas. Es el cereal más cultivado en el mundo, cerca de la mitad de la población lo consume. Debido a que este se produce con muchos otros propósitos aparte del consumo humano, se puede decir que es el arroz el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual; es fuente de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo (Sánchez y otros, 2013).

El arroz constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina. El arroz integral contiene una cantidad importante de fibra alimenticia. El perfil de aminoácidos del arroz indica que presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante (FAO, 2004). En el Cuadro 1, se aprecia el contenido de aminoácidos presentes en el arroz.

2.1.1. Salvado de arroz

Uno de los subproductos del arroz es el salvado que se obtiene como resultado de pulir o blanquear el arroz integral para producir el arroz blanco; el cual, representa el 10% del peso del grano. Es una buena fuente energética (12 - 15% de grasa y 23 - 28% de almidón), tiene un alto contenido de fibra (20%) y un 13% de proteína de buena calidad biológica, además, presenta un alto contenido de vitaminas del complejo B. El salvado de arroz ha sido ampliamente utilizado en el Japón y en el Sureste de la India como polvo de especias (Sánchez y otros, 2013; Pacheco y Vivas,

2003). En el Cuadro 2, se aprecia la composición química proximal del salvado de arroz.

Cuadro 1. Aminoácidos presentes en el arroz

Componente	Cantidad (mg/100 g de porción comestible)
Alanina	421
Arginina	480
Cistina	93
Fenilalanina	328
Glicina	345
Histidina	143
Isoleucina	286
Leucina	556
Lisina	244
Metionina	143
Prolina	354
Serina	345
Tirosina	219
Treonina	236
Triptofano	76
Valina	412
Ácido aspártico	670
Ácido glutámico	1330

Fuente: FAO (2004)

El salvado de arroz estabilizado es fuente de fibra dietética, proteína y ácidos grasos insaturados. Sin embargo, si se almacena el salvado de arroz sin inactivar la lipasa, la grasa del salvado se hidroliza rápidamente y se oxida, enranciando el salvado de arroz y haciéndose desagradable al

paladar por lo que se debe inactivar las lipasas por calor (80 °C por 30 minutos) (Pacheco y Peña, 2006).

Cuadro 2. Composición química proximal del salvado de arroz

Componente	Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)
Humedad(g)	6.13
Proteína (g)	13.35
Grasa (g)	20.85
Carbohidratos (g)	49.69
Fibra (g)	21.00
Potasio (mg)	1485.00
Fosforo (mg)	1677.00
Hierro (mg)	18.54
Sodio (mg)	5.00
Magnesio (mg)	781.00
Calcio (mg)	57.00
Cobre (mg)	0.73
Zinc (mg)	6.04
Manganeso (mg)	14.21
Vitamina B ₁ (mg)	2.75
Vitamina B ₂ (mg)	0.28
Vitamina B ₃ (mg)	33.99
Vitamina B ₆ (mg)	4.07
Vitamina E (mg)	6.05
Acido Fólico (μg)	63.00

Fuente: Pacheco y Peña (2006)

El salvado de arroz es un compuesto bioactivo que se utiliza como ingrediente funcional en productos cárnicos; desde el punto de vista de la alimentación, se considera fibra a aquellas partes de los vegetales que no pueden ser digeridos por el organismo humano. Tradicionalmente se ha considerado como un carbohidrato complejo y químicamente está conformada por un tipo especial de hidratos de carbono llamados polisacáridos no almidonosos o PNA, que en la mayoría de los casos corresponde a las paredes de las células de los alimentos vegetales (Peel, 2005).

Las fibras dietéticas forman la parte estructural de las plantas y por tanto se encuentran en todos los alimentos derivados de los productos vegetales como puede ser las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres (Yun y otros, 2005).

Algunos constituyentes de las fibras dietéticas son la celulosa, las hemicelulosas, las pectinas, las gomas y los mucílagos. Las fibras dietéticas pueden incluir también algunos compuestos no polisacáridos como puede ser la lignina (polímeros de varias docenas de moléculas de fenol y alcohol orgánico con fuertes lazos internos que los hacen impermeables a las enzimas digestivas), la cutina y los taninos (Daniel, 2006).

Según Pérez y Zamora (2002), los dos tipos de fibra dietética que aportan los vegetales, frutas, cereales y legumbres son:

a. Fibra dietética insoluble

No se disuelve en agua pero que tiene la capacidad de absorberla, se encuentra formada por:

- Celulosa: es la parte no digerible de la pared celular de los alimentos vegetales.

- Hemicelulosa: es otro elemento estructural de la célula vegetal que acompaña a la celulosa.
- Almidón no digerible: se encuentra fundamentalmente en los tubérculos.
- Lignina: un tipo de fibra no soluble, no pertenece a los carbohidratos, es el componente de los vegetales que proporciona rigidez, se combina con la celulosa para formar las paredes celulares y constituye el material de unión o relleno entre las células.

La fibra dietética insoluble predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, algunas verduras y en general en todos los cereales. Los componentes de este tipo de fibra son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino, su principal efecto en el organismo es el de limpiar como un cepillo natural las paredes del intestino desprendiendo los desechos adheridos a ésta, además de aumentar el volumen de las heces y disminuir su consistencia y su tiempo de tránsito a través del tubo digestivo.

b. Fibra dietética soluble

Se disuelve en agua, al disolverse forma una especie de gel o gelatina en el intestino, se encuentra formada por:

- Pectina: forma parte de la pared celular de las plantas, especialmente en la piel de las frutas. Tiene la capacidad de formar un gel cuando se combina con el azúcar o con ácidos.
- Mucílagos: es un tipo de fibra soluble de naturaleza viscosa, lo producen las semillas de ciertas plantas, frutos, plantas y legumbres.

- Gomas: esta fibra dentro de la planta cumple una función de protección, encontrándose en las maderas o en las semillas.

Las fibras dietéticas solubles controlan el nivel de colesterol en la sangre y mantienen los niveles de azúcar estables en personas diabéticas. Estas fibras predominan en las legumbres, en los cereales (avena y cebada) y en algunas frutas además de captar agua es capaz de disminuir y ralentizar la absorción de grasas y azúcares de los alimentos (índice glucémico), lo que contribuye a regular los niveles de colesterol y de glucosa en sangre.

2.1.2. Propiedades funcionales de la fibra del salvado de arroz

Estudios demuestran que el consumo de productos alimenticios enriquecidos con fibra dietética reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la hipertensión, la obesidad y algunas enfermedades gastrointestinales y algunos tipos de cáncer. Las propiedades que posee la fibra del salvado de arroz se debe al perfil balanceado de ácidos grasos, además, contiene antioxidantes (con efectos hipocolesterolémicos) como los tocoferoles, especialmente el gama oryzanol el cual provoca una reducción del colesterol en la sangre inhibiendo la enzima HMG-CoA reductasa que regula la síntesis de colesterol (Pacheco y Vivas, 2003).

Las proteínas del salvado de arroz son ricas en albúminas y globulinas, y reflejan un PER que oscila entre 2.18 - 2.03. Los contenidos de lisina disponibles oscilan de 5.4 - 5.8 g/100 g proteína. Debido a que en el salvado de arroz predomina la fibra insoluble, es reconocida su capacidad de absorción de agua, mejorando la función intestinal. Este ingrediente libre de gluten es una buena fuente de fibra para personas alérgicas al gluten de trigo (Pacheco y Peña, 2006).

Para Escudero y Gonzales (2006) en productos cárnicos procesados, la fibra dietética puede ser utilizada con tres diferentes propósitos:

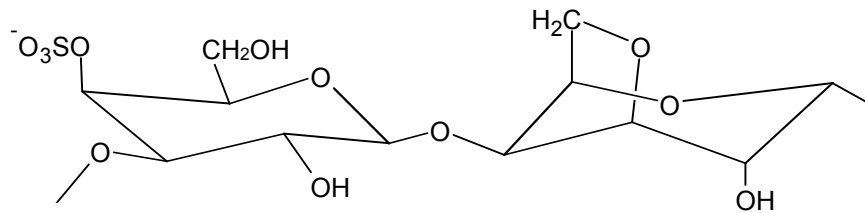
- Las fibras dietéticas solubles cuando se calientan forman geles que pueden ligar y atrapar el agua.
- Emulan la textura y la sensación a grasa en la boca como si la tuviera.
- La fibra dietética soluble derivadas de la celulosa disminuyen la concentración de sal en la elaboración de salchichas. Algunas fibras dietéticas integrales pueden incrementar el pH de los sistemas emulsionados, lo que a su vez incrementa la capacidad de retención de agua ya que precisamente el pH se aleja más del punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas solubles en sal.

2.2. Carragenina

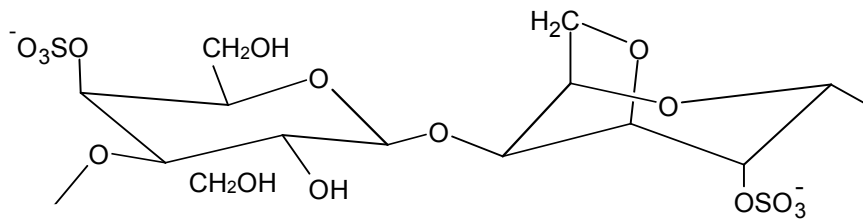
Las carrageninas son un grupo de polisacáridos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (*Rhodophyceae*). Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy bajas concentraciones. Debido a estas excepcionales propiedades funcionales son ampliamente utilizados como ingredientes en diversas aplicaciones. Las principales variedades de algas marinas utilizadas para la extracción de carrageninas son las siguientes:

- Especies Gigartina: crecen en aguas frías, principalmente en las costas del sur de Chile. Producen carrageninas de tipo kappa I, kappa II y lambda.
- Especies Eucheuma: crecen en aguas cálidas, principalmente en Filipinas e Indonesia. Producen carrageninas del tipo kappa I e iota.

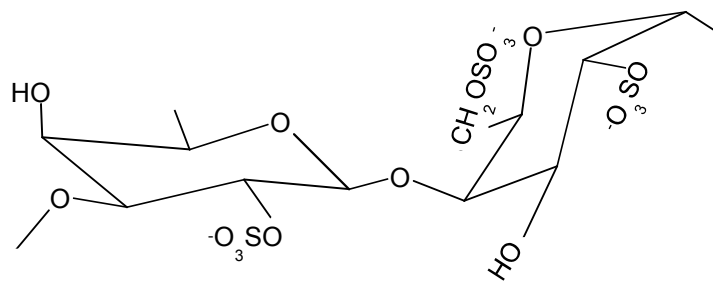
Químicamente las carrageninas son poligalactanos, polímeros lineales de moléculas alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-D-galactosa (3,6 AG). En la Figura 1, se presenta la estructura química de carragenina tipo kappa, iota y lambda.



Carragenina kappa



Carragenina iota



Carragenina lambda

Figura 1. Estructura química de carragenina tipo kappa, iota y lambda

Fuente: Fennema (2000).

Las moléculas de galactosa y 3,6-anhidro-D-galactosa se encuentran parcialmente sustituidas por grupos sulfato y piruvato, por lo que las carrageninas se encuentran generalmente como sales de sodio, potasio o calcio. El contenido y posición de sustitutos de éster sulfatos en estas

moléculas dan las diferencias primarias entre los diversos tipos de carrageninas (Ruiz, 2002).

a. Carragenina kappa I

Esta fracción tiene un contenido de 24 - 25% de éster sulfato y de 34 - 36% de 3,6-anhidro-D-galactosa. Forma geles firmes y quebradizos en agua con cierta sinéresis. Posee buenas características de retención de agua (Salas y otros, 2009).

b. Carragenina kappa II

Esta fracción tiene un contenido de 24 - 26% de éster sulfato y de 32 - 34% de 3,6-anhidro-D-galactosa. Forma geles firmes y elásticos, baja sinéresis y de muy alta reactividad (Salas y otros, 2009).

c. Carragenina iota

Esta fracción tiene un contenido de 30 - 32% de éster sulfato y de 28 - 32% de 3,6-anhidro-D-galactosa. Forma geles elásticos en agua con baja sinéresis. Buena estabilidad a ciclos de congelado - descongelado (Salas y otros, 2009).

d. Carragenina lambda

Esta fracción tiene un contenido aproximadamente de 35% de éster sulfato y 0% de 3,6-anhidro-D-galactosa. Por la ausencia de 3,6-anhidro-D-galactosa no gelifica y debido a su alto grado de sulfatación es la fracción más soluble en agua fría, impartiendo alta viscosidad (Salas y otros, 2009).

2.2.1. Propiedades

a. Apariencia

La carragenina es un polvo de color blanco cremoso, de buena fluidez con una higroscopicidad moderada. Los extractos refinados forman soluciones transparentes en agua sin olor y sabor (Ruiz, 2002).

b. Solubilidad

Las carrageninas tienen un comportamiento hidrofílico, es decir son solubles en agua e insolubles en solventes orgánicos. La solubilidad está influenciada por el contenido de grupos sulfatados que tienen características más hidrofílicas y de los 3,6-anhidro-D-galactosa que son menos hidrofílicos. Por esta razón la kappa carragenina es menos soluble que la iota carragenina y ésta menos soluble que la lambda carragenina. Las carrageninas tipo kappa e iota necesitan calor para disolverse completamente debido a su contenido de 3,6-anhidro-D-galactosa. En solución acuosa las kappa carrageninas requieren temperaturas sobre 75 °C y la iota carragenina temperaturas sobre 40 °C para disolverse. La lambda carragenina se disuelve a temperatura ambiente en agua ya que no tiene 3,6-anhidro-D-galactosa y tiene un alto contenido de ésteres sulfato. Además, indica que la solubilidad se ve afectada también por el tipo de sal asociada con los grupos éster sulfatos. Las sales de sodio son más solubles que las de potasio las que necesitan de calentamiento para su completa disolución. La presencia de otros solutos como sales y azúcares en altas concentraciones afectan la solubilidad e hidratación de las carrageninas al competir ambos por el agua disponible. Concentraciones de azúcar sobre un 50% dificultan la solubilidad de la carragenina y niveles de cloruro de potasio sobre 3% y de

cloruro de sodio sobre 5% previenen la disolución de la carragenina (Salas y otros, 2009).

c. Viscosidad

Las carrageninas forman soluciones pseudoplásticas en agua. La viscosidad de estas soluciones depende del peso molecular promedio y del tipo de carragenina de que se trate. La carragenina lambda es la que produce mayor viscosidad seguida por la iota y kappa II. La carragenina kappa I tiene baja viscosidad (Ruiz, 2002).

d. Gelificación

Todas las carrageninas se dispersan en agua fría y al calentar sobre 80 °C se logra su completa solubilización. Durante el enfriamiento se forma una estructura molecular tipo doble hélice, las que se alinean para formar en presencia de ciertos cationes una red tridimensional tipo gel en medio acuoso. Este mecanismo de gelificación es básico para las carrageninas tipo kappa I, kappa II e iota. Estas carrageninas forman geles en concentraciones sobre un 0.5% en agua y sobre un 0.2% en leche. Los iones de potasio y calcio son necesarios para la gelificación de estas carrageninas en agua pero no en leche. La carragenina lambda no gelifica a estas bajas concentraciones. La textura de los geles dependerá de la combinación de carrageninas que se utilicen. La carragenina kappa I forma geles más rígidos y quebradizos, la kappa II geles moderadamente elásticos y la iota geles muy elásticos. Estos geles son termoreversibles y pueden ser sometidos a ciclos de calentamiento-enfriamiento con poca pérdida en su estructura de gel. Las temperaturas de fusión y gelificación dependen de la concentración de cationes siendo directamente

proporcional al contenido de cationes en solución (Salas y otros, 2009).

e. pH

Las carrageninas son estables a pH mayores a 3.7. El efecto del pH y la temperatura produce una degradación en las carrageninas perdiendo viscosidad y fuerza de gel. En medios ácidos se recomienda agregar la carragenina al final del proceso o antes del llenado en los envases (Ruiz, 2002).

f. Agente espesante y texturizante

Las carrageninas permiten lograr un amplio rango de características de flujo, pasando desde agregar cuerpo a un líquido, por distintos grados de espesamiento hasta llegar a un estado sólido. A altas temperaturas la carragenina imparte una mínima viscosidad lo que facilita el procesamiento y mejora la transferencia de calor. Las carrageninas tipo lambda pueden actuar como agente espesante en frío o en caliente. Las carrageninas tipo kappa e iota producen geles estables en agua a temperatura ambiente sin necesidad de refrigeración. Estos geles son transparentes y termo reversibles, consiguiéndose una amplia variedad de texturas desde muy elásticas y cohesivas hasta geles firmes y quebradizos, dependiendo de la combinación de fracciones que se utilice (Ruiz, 2002).

g. Retención de agua

Las carrageninas kappa por su alto poder de gelificación poseen excelentes propiedades de captación y retención de agua. Esto permite retener el agua natural de los productos cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos (Salas y otros, 2009).

h. Suspensión y estabilización

Debido a su poder para formar matrices tridimensionales y a su fuerte interacción electrostática las carrageninas tienen la propiedad de estabilizar emulsiones y espumas. Además en ciertas aplicaciones sus propiedades espesantes tixotrópicas ayudan a estabilizar emulsiones inhibiendo la coalescencia y posterior separación de fases. A bajas concentraciones se produce un gel imperceptible tipo matriz de kappa carragenina, el que permite suspender sólidos sin impartir mucha viscosidad en la bebida (Salas y otros, 2009).

2.2.2. Uso en productos cárnicos

Durante el procesado de la carne, el agua es añadida como tal o como salmuera. Esto, hasta un cierto punto, influye en la jugosidad y consistencia del producto final. No obstante, durante el tratamiento térmico, el agua se escapa a menudo de la carne, dando como resultado una purga. Y además después, el agua difundida junto con las proteínas de la carne que han sido extraídas por ésta, puede aparecer en la superficie del producto como una sustancia de aspecto gelado. Aquí, es donde la carragenina ayuda al productor mediante una reducción tanto en la pérdida en la cocción como en el purgado. De acuerdo al tipo de carragenina se forma un gel, que en productos cárnicos ha demostrado una serie de ventajas al aumentar el rendimiento, la consistencia, rebanabilidad, untabilidad y cohesividad, disminuyendo por el contrario la sinéresis, el contenido de grasa y las pérdidas en el corte (Silva y Mira, 2011).

2.2.3. Beneficios

Ruiz (2002) clasifica a los beneficios que se obtienen de la utilización de las carrageninas en las siguientes razones:

Razones tecnológicas

- Utilizando la carragenina es posible mejorar enormemente las características de retención de agua en el producto cárnico. Esto significa una gran reducción del purgado, o su total eliminación, ya que la carragenina se caracteriza por sus propiedades de retención de agua.
- Debido, a las excelentes propiedades de gelificación de la carragenina, es posible mejorar la consistencia y el rebanado en los productos cárnicos.
- La carragenina se caracteriza por unas propiedades funcionales excelentes en productos de alta ganancia de peso.

Razones económicas

- Debido a la propiedad de retención de agua de la carragenina en los productos cárnicos, es posible una reducción en el costo de producción.
- La carragenina ofrece excelentes propiedades funcionales con una pequeña concentración 0.2 – 1.0%.

Razones organolépticas

- La utilización de carragenina no enmascara el sabor del producto final, ya que es insaboro.
- La utilización de carragenina no decolora el producto final.

2.3. Mortadela

La mortadela es un embutido escaldado, muy grueso, de forma cilíndrica, de color rosa claro, de sabor delicado e inconfundible, compuesto por una emulsión de carne vacuna (res), carne de cerdo y grasa de cerdo finamente picada, mezclada con dados de tocino de cerdo en cubos (10 x 10 mm) y embutidos en una tripa natural como la vejiga o sintética como celofán, fibrosa o poliamida (Verdesoto, 2005).

Este tipo de productos reciben un tratamiento térmico posterior que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica al producto. La diferencia entre la mortadela y los otros tipos de embutidos escaldados es su formulación y su presentación, ya que son embutidos gruesos similares a los jamones. Opcionalmente se puede ahumar (FAO, 2006).

La Norma Técnica Peruana NTP 201.006. 1999, señala que la mortadela es un embutido constituido por una masa compacta de carnes rojas y/o blancas, y/o grasa de porcino, y/o ave, y/o vacuno y/o equino, las que deben estar molidas o mezcladas. A esta masa se le agrega trozos de grasa dura de porcino, puede o no tener agregados de harinas o féculas y/o almidones (como ligantes) y puede tener agregados de especias y aditivos.

En el Perú, la mortadela y la jamonada son dos productos muy populares; probablemente porque son relativamente baratos (Téllez, 1992). En el Cuadro 3, se presenta la composición química proximal de la mortadela tipo italiana.

Cuadro 3. Composición química proximal de la mortadela tipo italiana

Componente	Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)
Agua (g)	57.90
Proteína (g)	9.80
Lípidos (g)	17.90
Carbohidratos (g)	9.40
Ceniza (g)	3.20

Fuente: Reyes y otros (2009)

2.3.1. Materias primas

a. Carne

La materia prima utilizada en la industria cárnica está representada por las carcasas de los diversos animales de abasto, la mortadela tiene en su composición principalmente carne de res y cerdo, aunque se puede usar diversos tipos de carne, dependiendo de lugar donde se elabore y consuma (Pietrasik y Janz, 2009).

La carne se define como el cuerpo de los animales de abasto después sacrificados y sangrados, desprovistos de vísceras torácicas y abdominales con o sin riñones, piel, patas o cabeza. La carne debe tener ciertas características importantes en cuenta de su procesado. La heterogeneidad, la cual es propia de carnes de diferentes especies animales. Su calidad intrínseca, la cual se mide por sus propiedades bioquímicas (pH, CRA, grasa y color), calidad microbiológica y su diversidad intramuscular (Tellegen, 2003).

La parte muscular de los animales de abasto está constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto incluyendo nervios y aponeurosis, y que haya sido declarada apta para el consumo humano antes y después de matanza o faenado por la inspección veterinaria oficial. Además se considera carne al diafragma, no así, los músculos del aparato del corazón, esófago y lengua (Montañés y Pérez, 2007).

La mayor parte del consumo de carne de los seres humanos proviene de mamíferos, si bien apenas se usa para alimentación de una pequeña cantidad de las 3000 especies que existen. Se consume sobre todo carne de animales ungulados, domesticados para proveer alimento. Las especies de abasto básicas para el consumo son el ganado ovino, bovino, porcino y las aves de corral, mientras que las especies complementarias son el ganado caprino, equino y la caza (Aberle, 2001).

El ingrediente principal de la mortadela es la carne de res y cerdo, aunque realmente se puede utilizar cualquier tipo de carne animal. También es bastante frecuente la utilización carne de pollo. La grasa de la carne tiene un gran valor nutricional por tener un aporte energético; el agua como regulador de la temperatura corporal y medio de transporte de los nutrientes y el oxígeno; las sales minerales y vitaminas son los reguladores de los diferentes procesos metabólicos (Montañés y Pérez, 2007).

Carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*)

La carne de cerdo es la que más porcentaje de población ha alimentado en el resto del mundo. Posee su ganadería algunas ventajas: es relativamente pequeño, es omnívoro, tiene buen ratio

de crecimiento y se consume casi todas las partes de su organismo. Las desventajas son: que transmite enfermedades procedentes de parásitos y tiene un porcentaje de contenido graso relativamente alto (Aberle, 2001). En el Cuadro 4, se muestra la composición química proximal de la carne de cerdo.

Cuadro 4. Composición química proximal de la carne de cerdo

Componente	Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)
Agua (g)	69.20
Proteína (g)	14.40
Lípidos (g)	15.10
Carbohidratos (g)	0.10
Ceniza (g)	1.20

Fuente: Reyes y otros (2009)

Características nutricionales de la carne de cerdo

La grasa del cerdo es una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados. La grasa en la carne de cerdo depende en gran medida de los factores externos y muy especialmente en el tipo de alimentación. En la grasa del cerdo predominan los ácidos oleico, palmítico, esteárico en dietas similares a los animales rumiantes. La grasa de la capa externa del tocino es más insaturada que la de la interna, la grasa perirenal presenta el grado de saturación más alto y es la más rica en ácido esteárico. Los ácidos grasos de menor presencia en la carne de cerdo son el mirístico (aproximadamente 1%), el palmítico (2 - 3%), el ácido láurico y los insaturados. La composición de la grasa varía según la región corporal, la edad y la composición de la dieta. En cuanto a la región corporal las carnes del dorso, espalda y panceta contienen aproximadamente el 10%

más ácido oleico y linoleico que la grasa intestinal y ventral, la cual presenta cantidad abundante de ácidos palmítico y esteárico. La carne de cerdo es fuente de zinc, 100 g de carne de cerdo magra proporcionan el 20% de la cantidad recomendada de este mineral para un día. Como en el caso del hierro, el zinc de origen animal ayuda a que el que contienen los productos de origen vegetal se utilice y aproveche en mayor cantidad. La carne de cerdo es una excelente fuente de fósforo, importante componente de la estructura de los huesos, de la membrana celular, del sistema nervioso y del metabolismo energético. En sólo 100 g de carne de cerdo magra hay más del 70% de la B₁, más del 16% de la vitamina B₂, el 25% de la vitamina B₆, el 50% de la vitamina B₁₂ y más del 25% de la niacina que se necesita durante un día (Aberle, 2001).

Producción nacional

La población porcina en el Perú, es de 4.7 millones, representa el 2.7% del valor bruto de la producción agropecuaria peruana, sobresalen regiones productoras de carne de cerdo como Lima, Huánuco y Piura. El mercado de carne de cerdo mueve al año US\$ 100 millones en Perú. Si se suma toda la cadena de valor, desde la crianza hasta su industrialización (embutidos), esta industria mueve US\$ 200 millones al año. El sector porcicultor tiene grandes perspectivas de crecimiento en Perú para los próximos años, tomando en cuenta que el consumo per cápita de carne de cerdo es uno de los más bajos de región 4.5 kg al año, mientras que el promedio de Sudamérica está en 8.0 kg (MINAG, 2012).

Carne de res (*Bos taurus*)

La carne de res procede del tejido animal del ganado vacuno, conocida también como carne roja, tiene una composición química bastante compleja y variable en función de un gran número de factores tanto extrínsecos como intrínsecos. El conocimiento detallado de su composición y la manera en que estos componentes se ven afectados por las condiciones de manipulación, procesamiento y almacenamiento determinan finalmente su valor nutricional, la durabilidad y el grado de aceptación por parte del consumidor (Valera y otros, 2001). En el Cuadro 5, se muestra la composición proximal de la carne de res.

Cuadro 5. Composición química proximal de la carne de res

Componente	Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)
Agua (g)	75.90
Proteína (g)	21.30
Lípidos (g)	1.60
Carbohidratos (g)	0.00
Ceniza (g)	1.10

Fuente: Varela y otros (2001)

Características nutricionales de la carne de res

La carne de vacuno es de un gran aporte de proteínas (20% de su peso) y aminoácidos esenciales, siendo además responsable de reactivar el metabolismo del cuerpo humano, 100 g de carne roja aportan 21.30 g de proteínas. La carne aporta muy pocos carbohidratos. La ventaja de una dieta que incluya la carne respecto a la exclusivamente vegetariana es fundamentalmente la mayor

facilidad para aportar la cantidad y variedad necesaria de aminoácidos esenciales (Varela y otros, 2001).

b. Grasa

Las grasas son muy importantes en la elaboración de productos cárnicos, ya que confieren textura (dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad), color y sabor. Estas características también dependen de la presencia de ácidos grasos insaturados y de cadena corta, vale decir de la composición de la grasa. Otra de las características de la grasa es la temperatura de fusión; que se utiliza para determinar el grado de temperatura en la cual cambia de estado la grasas, pasando de sólido a líquido y el cual se ve reflejado en los productos cárnicos (Tellegen, 2005).

La grasa más recomendable para la mortadela es la del tocino dorsal y del cuello, estas deben ser frescas y tienen que ser enfriadas con anterioridad para elaborar productos cárnicos (Verdesoto, 2005).

Hay que tener cuidado con la oxidación, ya que la grasa se puede enranciar. Este proceso químico se acelera en presencia de sal (NaCl), oxígeno y luz. La grasa rancia no se debe usar para producir embutidos, porque afecta su calidad (Tellegen, 2005).

2.3.2. Insumos

Los insumos alimentarios que se emplean en la elaboración de productos cárnicos deben ser inocuos para el manipulador y consumidor final. Su aplicación debe estar regulada por normas de aplicación universal, deben desempeñar una función útil, no deben alterar el valor nutricional del alimento, y su inclusión no debe buscar enmascarar problemas microbiológicos, organolépticos o nutricionales del producto. Los aditivos

se pueden considerar sustancias operadoras, porque, mejoran el poder de conservación, el aroma, el color, el sabor y la consistencia. Además, contribuyen para obtener un mayor rendimiento en peso, por su capacidad fijadora de agua (Piñero y Ferrer, 2004).

a. Nitritos y nitratos

Los nitratos y nitritos desempeñan un importante papel en el desarrollo de características esenciales en los embutidos, ya que intervienen en la aparición del color rosado característico de estos, dan un sabor y aroma especial al producto y poseen un efecto protector sobre determinados microorganismos como *Clostridium botulinum*. En altas cantidades el nitrito es una sustancia tóxica que puede atacar a la hemoglobina de quienes lo consumen. Está permitido el uso de nitrito hasta 0.02% y de nitrato hasta un máximo de 0.05% del peso total del producto. En Europa y Estados Unidos, el nitrito se usa normalmente premezclado con sal común en forma de sal con 0.6 % de nitrito (Tellegen, 2003).

b. Sal

La cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos es de 1 - 1.7%. Las funciones son dar sabor al producto, conservar, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano pero favorece el enranciamiento de las grasas (Verdesoto, 2005).

c. Fosfatos

Su principal función es la retención de agua de los productos, al contribuir en la solubilización de las proteínas cárnicas, lo que le ofrece una estructura elástica y agradable al producto terminado. Otras funciones de los fosfatos son emulsificar la grasa, disminuir las pérdidas de proteínas durante la cocción y reducir el encogimiento (Verdesoto, 2005).

d. Aglutinantes

Son sustancias que se esponjan al incorporar agua, lo que facilita la capacidad fijadora de agua; también mejoran la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes, los más empleados son el gluten de trigo y productos lácteos (Montañés y Pérez, 2007).

e. Extensores

Reemplazan un porcentaje determinado de la materia prima cárnica. Ofrece un valor nutricional muy semejante de carne, se usa la proteína vegetal texturizada o proteína concentrada. También se usa harinas y almidones vegetales que desempeñan una función de relleno en las formulaciones, que le confieren una mejor consistencia al producto cárnico, se usan harinas de trigo, maíz, soya, quinua entre otras, así como almidones de papa, yuca, almidones modificados e hidrocoloides; salvado de arroz (Téllez, 1992) (Rodríguez y Galindo, 2012)

f. Ácido ascórbico

La adición de ácido ascórbico en productos cárnicos ayuda a mantener el color rojo en carnes curadas e impide la formación de nitros aminas, previene la pérdida de color y de sabor al reaccionar con el oxígeno indeseable, es un excelente antioxidante para embutidos y otros productos cárnicos (Verdesoto, 2005).

g. Condimentos y especias

La adición de determinados condimentos y especias da lugar a la mayor característica distintiva de los embutidos crudos curados entre sí. Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no. Además de impartir aromas y sabores especiales al embutido, ciertas especias como la pimienta

negra, el pimentón, el tomillo o el romero y condimentos como el ajo, tienen propiedades antioxidantes (Piñero y Ferrer ,2004).

h. Agua y hielo

Está presente en mayor cantidad (50 - 60%) en el producto final. Puede agregarse junto a los ingredientes cárnicos, de dos maneras: como hielo o agua helada, dependiendo de la temperatura de la mezcla. El agua ayuda a disolver la sal y demás ingredientes, contribuye en la estabilidad de las emulsiones cárnicas al mantener baja la temperatura de la masa y disminuye costos de producción (Montañés y Pérez, 2007).

2.3.3. Empaques

Los empaques empleados en la elaboración de productos cárnicos pueden ser naturales (tripas) o artificiales (sintéticos como poliamida), con medidas de 10 - 15 cm de diámetro (Montañés y Pérez, 2007).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales, análisis fisicoquímicos y análisis sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Ciencias de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y equipos

Materia prima

- Carne de res (camal San Francisco Supemsa)
- Carne de cerdo (camal San Francisco Supemsa)
- Grasa de cerdo (camal San Francisco Supemsa)

Insumos

- Salvado de arroz pulverizado (Ayni)
- Carragenina kappa II (Montana).
- Sal común 99.5% (Emsal).
- Sal de cura (Alejandro Su Man).
- Azúcar blanca refinada (Cartavio)
- Pimienta blanca molida (Alejandro Su Man).
- Pimienta negra entera (Alejandro Su Man).
- Tripa artificial (Alejandro Su Man).
- Polifosfatos (Alejandro Su Man).
- Glutamato monosódico (Ajinomoto).
- Ácido ascórbico (Alejandro Su Man).

- Extensor (harina de trigo)
- Aglutinante (Gluten de trigo)
- Ajos frescos molidos.
- Hielo en escamas.

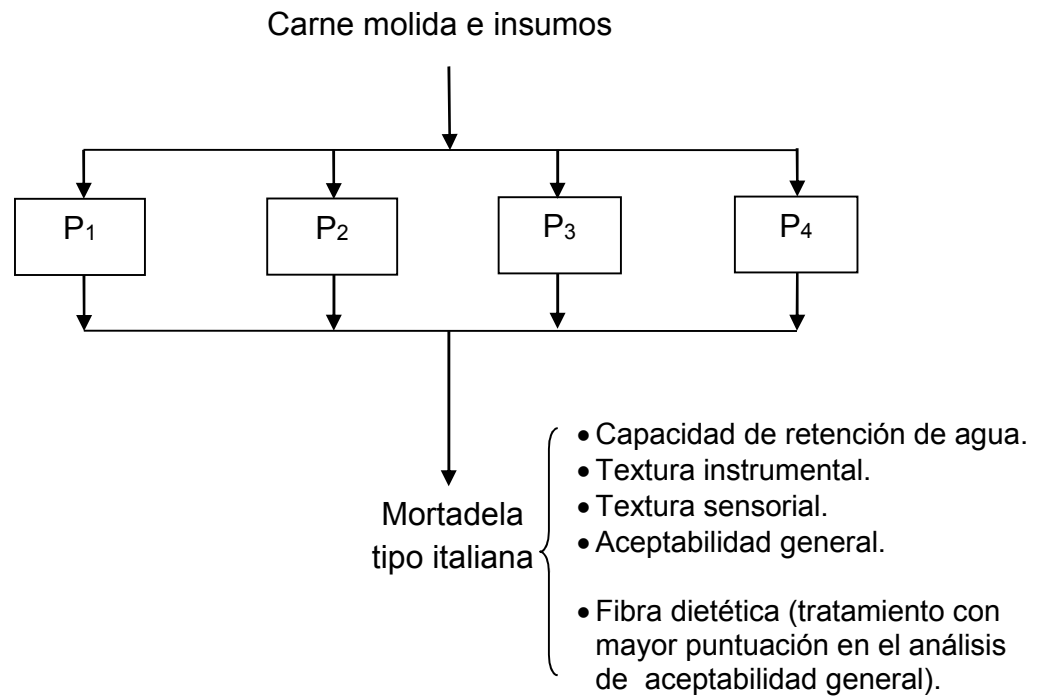
Equipos

- Cutter de carne. Marca Skymssen, Modelo PSEE-22.
- Balanza Analítica marca Mettler Toledo (capacidad de 0 - 210 g; sensibilidad 0.0001 g).
- Texturómetro marca Instron. Modelo 3342: Capacidad de carga de 0,5 kN (112 lbf). Espacio de ensayo vertical de 651 mm.
- Balanza, Marca Sartorius, type 2403. Rango de operación de 0 - 2300 g; sensibilidad 0.1 g.

3.3. Métodos

3.3.1. Esquema experimental

En la Figura 2, se muestra el esquema experimental, que tiene como variable independiente la proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua, y como variables dependientes el contenido de fibra, la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana.



Leyenda:

P₁: proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%).

P₂: proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (15.0; 1.0; 1.0; 3.0%).

P₃: proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (10.0; 2.0; 1.5; 6.5%).

P₄: proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (5.0; 3.0; 2.0; 10.0%).

Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de mortadela tipo italiana

Formulación para la elaboración de mortadela

En el Cuadro 6, se presenta los porcentajes de cada ingrediente utilizados en la formulación de la mortadela tipo italiana, con las proporciones de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua.

Cuadro 6. Formulación de la mortadela tipo italiana con las proporciones de grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua

Ingredientes	Cantidad (%)			
	P1	P2	P3	P4
Grasa de cerdo	20.0	15.0	10.0	5.0
Salvado de arroz	0.0	1.0	2.0	3.0
Carragenina kappa II	0.0	1.0	1.5	2.0
Agua	0.0	3.0	6.5	10.0
Total proporción	20.0	20.0	20.0	20.0
Carne de res	32	32	32	32
Carne de cerdo	25.5	25.5	25.5	25.5
Hielo en escamas	16.4	16.4	16.4	16.4
Aglutinante	3	3	3	3
Polifosfatos	0.3	0.3	0.3	0.3
Sal común	1.2	1.2	1.2	1.2
Pimienta blanca molida	0.15	0.15	0.15	0.15
Pimienta negra entera	0.15	0.15	0.15	0.15
Ajos frescos molidos	0.3	0.3	0.3	0.3
Glutamato monosódico	0.3	0.3	0.3	0.3
Sal de cura	0.3	0.3	0.3	0.3
Azúcar blanca refinada	0.37	0.37	0.37	0.37
Ácido ascórbico	0.03	0.03	0.03	0.03
Total otros ingredientes	80.0	80.0	80.0	80.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaborado a partir de la formulación propuesta por Tellegen (2003)

3.3.2. Método experimental

En la Figura 3, se observa el flujo de proceso seguido para la obtención de la mortadela tipo italiana.

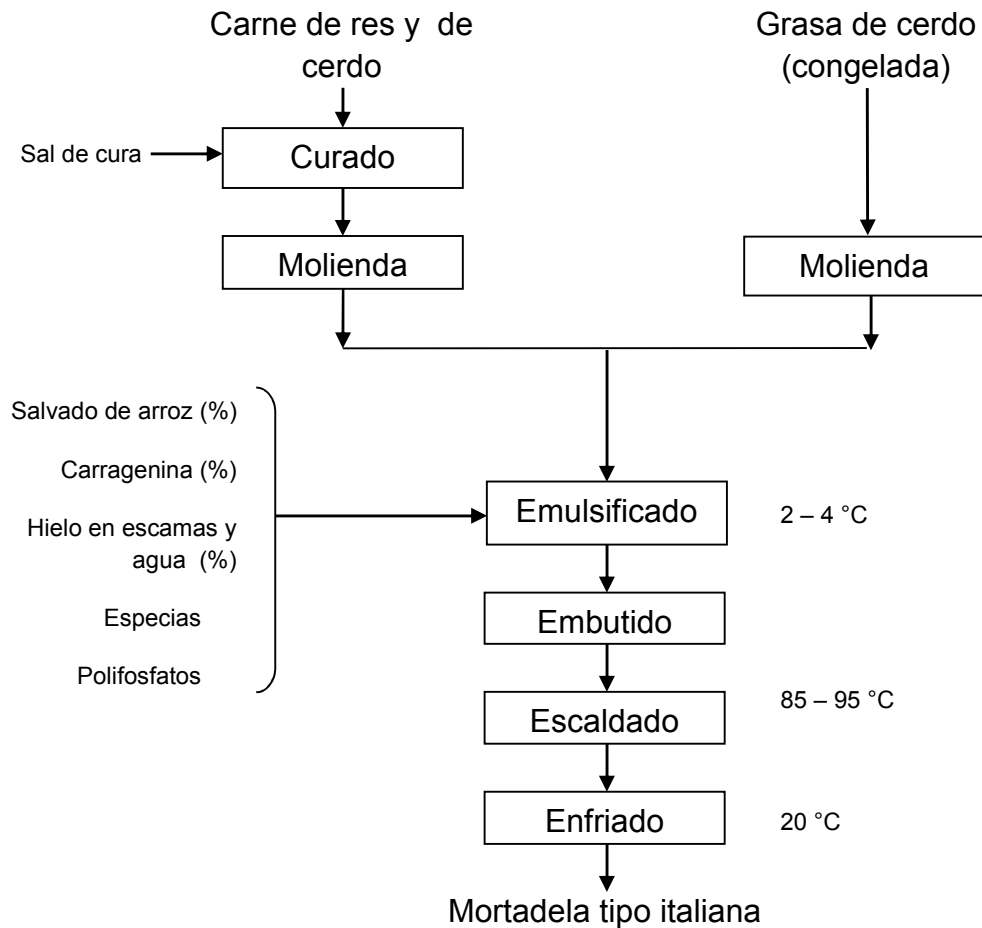


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de mortadela tipo italiana

A continuación se describe cada operación realizada para obtener la muestra experimental (Téllez, 1992; Tellegen, 2003; Verdesoto, 2005):

Recepción

Se trabajó con piezas de carne de res y de cerdo las cuales presentaron pH de 5.8 – 6.0, de esta manera se garantizó que la mortadela presentara las características de retención de agua y textura final adecuadas.

Curado

Los trozos de carne se curaron con la mezcla de curación (sal de cura, sal común y azúcar), con el fin de obtener una adecuada capacidad de conservación del producto final, vigilando la estabilidad del color y formación final del aroma.

Molienda

Se realizó un molido grotesco a los trozos de carne y grasa (se verificó que la temperatura de la carne y grasa no supere los 4 °C) en una moledora de carne semiindustrial, de esta manera se acondicionó a las materias primas cárnicas para el posterior emulsificado.

Emulsificado

Se colocó la carne molida fresca (2 - 4 °C) en el plato del cutter. Se empezó a emulsificar con velocidad lenta e inmediatamente se agregó la cantidad restante de sal, el salvado de arroz (molido y estabilizado), los polifosfatos y las especias. Luego se agregó el 50% del hielo y cuando la temperatura de la pasta llegó a 4 °C, se agregó la grasa y la carragenina (previamente hidratada a 80 °C con la cantidad de agua de cada formulación y refrigerada a 4 °C) para cada uno de los tratamientos que llevaron este hidrocoloide en su formulación; se aumentó la velocidad y se siguió emulsificando hasta llegar a 8 °C, momento en que se agregó la mitad del saldo de hielo y el

ácido ascórbico. Se tuvo cuidado de que la temperatura final de la pasta no excediera de 12 °C.

Embutido

Se colocó la pasta en la embutidora manual y se embutió en el tipo establecido de tripa sintética (10 cm de diámetro). Las piezas fueron todas iguales, con un peso de 2 kg.

Escaldado

Las mortadelas ya formadas se llevaron a un tanque escaldador. Esta operación se llevó a cabo a una temperatura de agua entre 85 a 95 °C por 90 minutos, hasta que la temperatura interna de la mortadela llegó a 70 °C, se mantuvo en esas condiciones durante 15 minutos.

Enfriado

Terminado el proceso de cocción los embutidos pasaron por duchas de agua fría potable, hasta llegar a la temperatura de 20 °C.

3.3.3. Métodos de análisis

3.3.3.1. Análisis fisicoquímicos

Capacidad de retención de agua

Se realizó por el método de Hamm (1960), citado por Razzeto (2008). Se colocó una tajada de mortadela de aproximadamente 1 gramo sobre papel milimetrado, entre dos láminas de vidrio transparente, se prensó con una fuerza perpendicular de 1 kg-f, con ayuda de un cilindro de 18 cm de diámetro, durante 10 minutos. Después del tiempo de prensado, se midió las dos áreas circulares, una correspondiente a la muestra y la otra al exudado (que incluyó el área de la muestra) formadas sobre el papel

milimetrado. Con estas áreas obtenidas se usó la siguiente ecuación para calcular la capacidad de retención de agua (CRA):

$$CRA = \left[1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \right] \times 100$$

Donde:

A_1 = área de la muestra.

A_2 = área de exudado, incluye área de la muestra.

Valores de capacidad de retención de agua más bajos (CRA), indican mayor capacidad de retención de agua (Candongan y Kolsarici, 2002).

Análisis de textura instrumental

Para este análisis se empleó el texturómetro marca Instron, modelo 3342, el cual midió la resistencia a la penetración (fuerza máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material que fue expresada en N). Se evaluó una muestra de mortadela de forma cúbica de 3 cm de espesor, la cual se apoyó sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarla (velocidad de 10 mm/segundo). El diámetro del pistón fue de 4.8 mm (Pérez y otros, 2009).

Fibra dietética

Se realizó a la mortadela elaborada con la formulación que obtuvo la mayor calificación en la prueba de aceptabilidad general.

Se realizó mediante el uso del método gravimétrico-enzimático recomendado por la AOAC (1995), el análisis de fibra dietética se llevó a cabo en la mortadela, donde se pesó 1 gramo de muestra previamente deshidratada, se gelatinizó con α -amilasa y

posteriormente se hizo una digestión con proteasa y amiloglucosidasa. Se adicionó etanol al 78% para precipitar la fibra, el residuo se filtró y lavó con etanol al 78% y etanol al 95%. Posteriormente el residuo se secó a 70 °C por 12 horas y, luego, se pesó. Paralelamente una muestra se analizó para determinar proteína por el método Kjeldahl y ceniza por incineración a 525 °C. La determinación de la cantidad de fibra dietética se realizó por diferencia de peso.

$$\% \text{ Fibra dietética} = \frac{P_r - P_p - P_c}{\text{muestra (g)}} \times 100$$

Donde:

Pr: Peso del residuo (g)

Pp: Peso de proteína (g)

Pc: Peso de ceniza (g)

3.3.3.2. Análisis sensoriales

Textura sensorial

La textura sensorial fue evaluada por medio de una prueba de ordenamiento, donde se ordenó las muestras de mortadela de acuerdo al incremento de la intensidad de textura (de menor a mayor intensidad). Se usó un panel no entrenado de 35 jueces, conocedores y consumidores habituales de mortadela. Las muestras fueron presentadas a los panelistas todas a la vez, en forma de cubos de 1 cm³ (Pietrasik y Janz, 2009). Para la evaluación de la textura sensorial de la mortadela se usó la cartilla que se muestra en la Figura 4.

PRUEBA DE TEXTURA SENSORIAL MORTADELA TIPO ITALIANA	
Nombre del juez.....Fecha.....	
Instrucciones: pruebe las muestras de mortadela que se le han proporcionado y ordénelas según su incremento en intensidad de textura, de la muestra de menor textura a mayor textura, para lo cual deberá colocar en la cartilla el código de cada muestra de mortadela secuencialmente de izquierda a derecha.	
Ensayo	Muestras ordenadas de menor.....a.....mayor intensidad
Textura	_____, _____, _____, _____
Comentarios.....	

Figura 4. Cartilla para la textura sensorial de la mortadela

Fuente: Pietrasik y Janz (2009)

Aceptabilidad general

La aceptabilidad general se evaluó por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos, desde 1 (me desagrada muchísimo) a 9 (me agrada muchísimo). Se usó un panel de 35 jueces habituales consumidores de mortadela (Pietrasik y Janz, 2009; Pacheco y Vivas, 2003; Ureña y otros, 1999). Las muestras fueron presentadas a los panelistas todas a la vez. En la Figura 5, se muestra la cartilla para la evaluación de aceptabilidad general de la mortadela.

PRUEBA DE ACEPTACION DE MORTADELA TIPO ITALIANA				
Nombre del juez.....Fecha.....				
Instrucciones: pruebe de una en una las tajadas de mortadela que se le han proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.				
ESCALA	MUESTRAS			
	234	567	432	128
Me agrada muchísimo				
Me agrada mucho				
Me agrada moderadamente				
Me agrada poco				
No me agrada ni me desagrada				
Me desagrada poco				
Me desagrada moderadamente				
Me desagrada mucho				
Me desagrada muchísimo				
Comentarios.....				

Figura 5. Cartilla para la prueba de aceptabilidad general de mortadela

Fuente: Pietrasik y Janz (2009)

3.3.3.3. Análisis estadístico

El método estadístico correspondió a un diseño factorial, con 3 repeticiones. Para la capacidad de retención de agua y textura instrumental, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas (Montgomery, 2004), posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó

la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. La textura sensorial y la aceptabilidad general fueron evaluadas mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon (datos relacionados).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 20.0 y para la elaboración de los gráficos se usó el paquete estadístico Statistica versión 10.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Capacidad de retención de agua

En la Figura 6, se muestra el comportamiento de la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana. Se observa una disminución de los valores de 25.16 a 6.23% a medida que aumentó las proporciones de salvado de arroz, carragenina y agua, usados como sustitutos de grasa. Resultados similares fueron reportados por Pietrasik y Janz (2009) quienes investigaron en mortadela tipo Bologna la influencia de reemplazar grasa por la proporción de fibra de arveja al 4%, observaron que los valores de la capacidad de retención de agua disminuyeron de 8.3 – 4.6%, es decir incrementaron la retención de agua dentro de la mortadela.

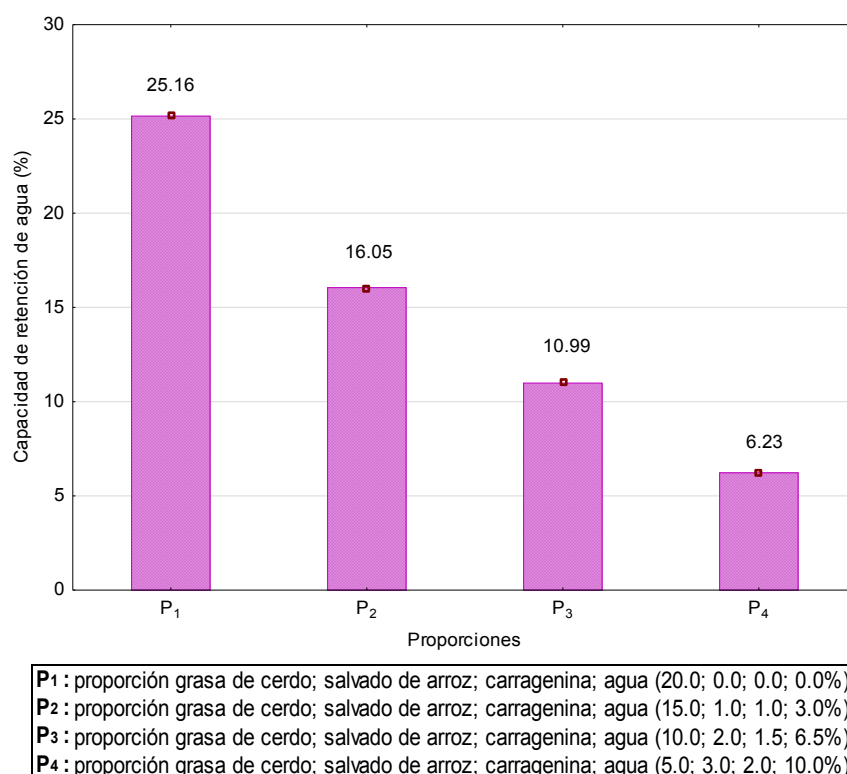


Figura 6. Capacidad de retención de agua en mortadela tipo italiana

Valores de capacidad de retención de agua más bajos (CRA), indican que el embutido presenta mayor capacidad para retener agua dentro de la emulsión cárnica (Candongan y Kolsarici, 2002; Pietrasik y Janz, 2009, Rodríguez y Galindo, 2012).

Candongan y Kolsarici (2002) evaluaron el efecto de la carragenina (0.3, 0.5 y 0.7%) sobre la capacidad de retención de agua en salchichas Frankfurt, observaron que al aumentar los niveles de sustitución de grasa por carragenina y agua, los valores de la capacidad de retención de agua disminuían de 7.21 – 2.13%, lo que se reflejó en que las salchichas captaron mayor cantidad de agua.

Rodríguez y Galindo (2012) evaluaron el efecto del salvado de arroz (12.5, 25.0 y 50.0%), como extensor en la elaboración de hamburguesas precocidas; determinaron el comportamiento de la capacidad de retención de agua, donde a medida que se usó mayor concentración de salvado de arroz los valores de la capacidad de retención de agua fueron disminuyendo (las hamburguesas captaron mayor cantidad de agua en la emulsión), los valores oscilaron de 52.25 - 43.92%,

La retención de agua dentro de la mortadela se debe al salvado de arroz y a la carragenina. La fibra del salvado de arroz tiene la capacidad de captar (absorber) agua, algunas fibras dietéticas integrales pueden incrementar el pH de los sistemas emulsionados, lo que a su vez incrementa la capacidad de retención de agua ya que precisamente el pH se aleja más del punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas solubles en sal (Pérez y Zamora, 2002; Escudero y Gonzales, 2006). La carragenina forma geles con estructura molecular tipo doble hélice, las que se alinean creando una trama tridimensional tipo gel en medio acuoso, lo que retiene abundantes cantidades de agua (Guerra y Cepero, 2006).

4.2. Efecto de la proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua sobre la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de capacidad de retención de agua, se observa que existió homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$).

Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana

Variable	Estadístico de Levene	p
CRA	0.490	0.698

El Cuadro 8 contiene el análisis de varianza para los valores de la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Capacidad de retención de agua (%)	Proporción	590.115	3	196.705	11.566	0.003
	Error	136.052	8	17.007		
	Total	726.167	11			

$p < 0.05$, existe diferencias significativas.

El análisis de varianza muestra que las proporciones (grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua) presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana.

Pietrasik y Janz (2009) encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de grasa por fibra de arveja al 4% sobre la capacidad de retención de agua en mortadela Bolonia baja en grasa.

Candongan y Kolsarici (2002) reportaron efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de la grasa de cerdo por carragenina (0.3, 0.5 y 0.7%) y agua sobre la capacidad de retención de agua, en salchichas tipo Frankfurt.

Rodríguez y Galindo (2012) evaluaron el uso de harina de salvado de arroz (12.5, 25.0 y 50.0%), en la elaboración de hamburguesas pre-cocidas, encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la capacidad de retención de agua.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de la capacidad de retención de agua en la mortadela tipo italiana. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la capacidad de retención de agua de la mortadela tipo italiana

Proporciones	Subconjunto		
	1	2	3
P₄	6.23		
P₃	10.99	10.99	
P₂		16.05	
P₁			25.16

P₁ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%).
P₂ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (15.0; 1.0; 1.0; 3.0%).
P₃ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (10.0; 2.0; 1.5; 6.5%).
P₄ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (5.0; 3.0; 2.0; 10.0%).

En el Cuadro 9, se observa al subgrupo 1, donde se encuentran las mortadelas elaboradas con las proporciones P_4 y P_3 (estadísticamente iguales), con valores de capacidad de retención de agua de 6.23 y 10.99% respectivamente, Candongan y Kolsarici, (2002) mencionan que valores de capacidad de retención de agua más bajos indican mayor retención de agua dentro de la emulsión cárnica. En esta investigación los valores más bajos de capacidad de retención de agua se obtuvieron con las proporciones P_4 con valor de 6.7% (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%) y P_3 con valor de 12.41% (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%), estos valores están cercanos a los obtenidos por Pietrasik y Janz (2009), quienes determinaron que el uso de fibra de arveja al 4%, fue la que presentó menor valor de capacidad de retención de agua de 4.6% (hubo mayor retención de agua dentro del alimento).

Flores y otros (2000) determinaron que el uso de fibra de avena y trigo en salchichas tipo Viena en concentraciones del 1.5%, brindaron la mejor capacidad de retención de agua con valor de 6.21%.

Candongan y Kolsarici (2002) evaluaron el efecto de la carragenina (0.3, 0.5 y 0.7%) sobre la capacidad de retención de agua en salchichas Frankfurt, determinaron que la concentración de carragenina al 0.5%, brindo menor valor de capacidad de retención de agua 2.13%, lo que reflejó, que las salchichas captaron y retuvieron mayor cantidad de agua en la emulsión.

Cierach y otros (2009) determinaron para salchichas Frankfurt con formulación baja en grasa (10%) usando carragenina (0.00, 0.41 y 0.57%), que el menor valor de capacidad de retención de agua (1.24%) se obtuvo con la formulación de carragenina al 0.7%. comparada con la salchicha con el total de grasa en su formulación (20%) cuyo valor fue de 4.81%.

Rodríguez y Galindo (2012) determinaron en hamburguesa que la mejor capacidad de retención de agua, se obtuvo con el 50% de harina de salvado de arroz (usado para reemplazar la harina de trigo), con un valor de capacidad de retención de agua de 43.92%.

4.3. Textura instrumental

En la Figura 7, se muestra el comportamiento de la textura instrumental en la mortadela tipo italiana. Se observa un incremento de los valores de 2.56 a 3.77 N, a medida que aumentó las proporciones de salvado de arroz, carragenina y agua, usados como sustitutos de grasa. Tendencias similares fueron reportadas por Pietrasik y Janz (2009), quienes investigaron la influencia de la fibra de arveja al 4%, como reemplazante de grasa en mortadelas tipo Bologna, los valores de textura se incrementaron de 45.1 - 57.7 N.

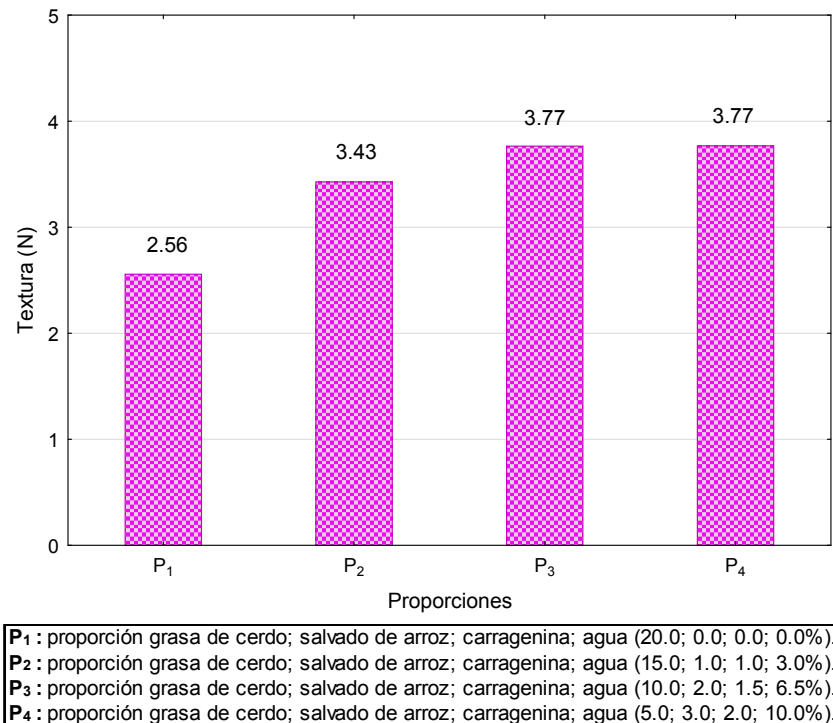


Figura 7. Textura instrumental en mortadela tipo italiana

Cierach y otros (2009) evaluaron el reemplazo de grasa de cerdo por seis concentraciones de carragenina (0.00, 0.50 y 0.70%) para la formulación con 10% de grasa y (0.00, 0.41 y 0.57%) para la formulación con 20% de grasa, evaluando la utilidad de la carragenina como sustituto de la grasa en salchichas tipo Frankfurt, los efectos obtenidos sobre la textura de las salchichas variaron debido a la cantidad de grasa, carragenina y agua utilizada en la producción. Se observó un aumento de la textura donde los valores oscilaron de 1.45 – 9.85 N.

Flores y otros (2000), quienes usaron fibra de avena y trigo en salchichas tipo Viena en concentraciones de 0.5, 1.0 y 1.5%, donde, observaron una tendencia creciente de los niveles de textura conforme aumentaba la concentración de fibra en la salchicha, los valores oscilaron de 8.72 – 11.78 N.

Bloukas y Paneras (2007) evaluaron salchichas tipo Frankfurt bajas en grasa (10% de grasa), donde, para reducir la cantidad de grasa usaron salvado de arroz (1.5 y 3.0%), observaron que a mayor sustitución de la grasa por salvado de arroz los valores de textura se incrementaron de 6.45 -12.48 N.

Sang Choi y otros (2009) evaluaron la textura instrumental, al reducir los niveles de grasa de cerdo de 30 a 20% en pasta de carne (para luego aplicarlo en emulsiones cárnicas), sustituyendo parcialmente la grasa de cerdo por fibra de salvado de arroz (0 y 2%) y una mezcla de aceite de semilla de uva (0, 5, 10 y 15%), a medida que se redujo grasa y se reemplazó por fibra de salvado de arroz los valores de textura instrumental presentaron tendencia creciente de 3.04 – 3.89 N.

Candongan y Kolsarici (2002) evaluaron el efecto de la carragenina (0.3, 0.5 y 0.7%) como sustituto de la grasa de cerdo, sobre la textura en las salchichas Frankfurt, los valores de textura tuvieron tendencia a disminuir

a medida que se reemplazó la grasa por carragenina y agua, los valores oscilaron de 119.5 – 189.0 N.

Rodríguez y Galindo (2012) evaluaron el efecto de la harina de salvado de arroz (12.5, 25.0 y 50.0%), como extensor en la elaboración de hamburguesas pre-cocidas; determinaron el comportamiento de la textura instrumental, donde observaron tendencias crecientes de los valores de textura al aumentar la concentración de harina de salvado de arroz, estos oscilaron de 23.47 – 35.47 N.

La textura aumenta, debido a que la fibra insoluble del salvado de arroz forma redes tridimensionales que modifican las propiedades reológicas de la fase continua de la emulsión, dependiendo de la cantidad de grasa que contenga el producto, ya que ésta es atrapada por la fibra. Otra razón puede ser el contenido de fibra soluble e insoluble, los cuales tienen una forma muy distinta de interactuar con los diferentes ingredientes de los productos cárnicos, como son las proteínas, carbohidratos, grasa, agua, sales, etc. (Flores y otros, 2000).

La carragenina produce un aumento en la textura de los sistemas cárnicos cuando se mezclan con grasa y agua, creando una trama tridimensional que retiene abundantes cantidades de agua, posee capacidad de ligar el agua y formar gel, modifica las características reológicas en distinto grado según las condiciones de elaboración del gel como pH, temperatura, presión, hidratación y fuerza iónica (Guerra y Cepero, 2006).

4.4. Efecto de la proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua sobre la textura instrumental en la mortadela tipo italiana

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de textura instrumental, se observa que existió homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$).

Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para la textura instrumental en la mortadela tipo italiana

Variable	Estadístico de Levene	P
Textura (N)	0.892	0.200

El Cuadro 11 contiene el análisis de varianza para los valores de textura instrumental en la mortadela tipo italiana.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la textura instrumental en la mortadela tipo italiana

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Textura (N)	Proporción	2.934	3	0.978	4.824	0.033
	Error	1.622	8	0.203		
	Total	4.555	11			

$p < 0.05$, existe diferencias significativas

El análisis de varianza muestra que las proporciones (grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua) presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la textura instrumental en la mortadela tipo italiana.

Pietrasik y Janz (2009) encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la influencia de la fibra de arveja (4%) usados como reemplazantes de la grasa, sobre la textura instrumental en mortadelas tipo Bologna.

Bloukas y Paneras (2007) no encontraron efecto significativo ($p > 0.05$) de la formulación de salvado de arroz en niveles de 1.5 y 3.0% sobre la textura instrumental, en salchichas Frankfurt bajas en grasa (10%).

Cierach y otros (2009) encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la carragenina (0.00, 0.50 y 0.70%) para la formulación con 10% de grasa y (0.00, 0.41 y 0.57%) para la formulación con 20% de grasa, sobre la textura instrumental de la salchicha tipo Frankfurt.

Sang Choi y otros (2009) evaluaron la textura instrumental, al reducir los niveles de grasa de cerdo de 30 a 20% en pasta de carne (para luego aplicarlo en emulsiones cárnicas), donde encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la fibra de salvado de arroz (0 y 2%) y una mezcla de aceite de semilla de uva (0, 5, 10 y 15%), sobre la textura instrumental.

Rodríguez y Galindo (2012) encontraron efecto significativo ($p < 0.05$) de la harina de salvado de arroz (12.5, 25.0 y 50.0%), sobre la textura instrumental, en hamburguesas pre-cocidas.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de textura instrumental en la mortadela tipo italiana. A partir de esta prueba se determinó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la textura instrumental de la mortadela tipo italiana

Proporciones	Subgrupos	
	1	2
P₁	2.56	
P₂		3.43
P₃		3.77
P₄		3.77

P₁ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%).
P₂ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (15.0; 1.0; 1.0; 3.0%).
P₃ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (10.0; 2.0; 1.5; 6.5%).
P₄ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (5.0; 3.0; 2.0; 10.0%).

En el Cuadro 12, se aprecia al subgrupo 2, donde se tuvo a las mortadelas elaboradas con las proporciones P₂, P₃ y P₄ (estadísticamente iguales) con valores de textura instrumental de 3.43, 3.77 y 3.77 N respectivamente. En esta investigación las proporciones P₂ con valor de 3.43 N, (grasa de cerdo al 15.0%, salvado de arroz al 1.0%, carragenina al 1.0% y agua al 3.0%), P₃ con valor de 3.77 N (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) y P₄ con valor de 3.77 N (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%), estos valores de textura instrumental están cercanos al valor reportado por Cierach y otros (2009) quienes determinaron en salchichas tipo Frankfurt, que los mayores valores de textura instrumental fueron obtenidos con la concentración de carragenina al 0.50%, con valor de 4.2 N.

Sang Choi y otros (2009) determinaron que el uso de fibra de salvado de arroz al 2%, presento valores de textura semejantes al tratamiento que contenía el total de grasa en su formulación, cuyos valores fueron 3.04 y 3.32 N respectivamente.

Pietrasik y Janz (2009) investigaron la influencia de la fibra de arveja (4%), como reemplazante de grasa en mortadelas tipo Bolonia, observaron que usando fibra los valores de textura (45.1 N) fueron semejantes a los valores de la mortadela con alto contenido de grasa (49.7 N).

Candongan y Kolsarici (2002) evaluaron el efecto de la carragenina (0.3, 0.5 y 0.7%) como sustituto de la grasa de cerdo, sobre la textura en las salchichas Frankfurt, el mayor valor de textura se consiguió usando carragenina al 0.7% con valor de textura instrumental de 154.5 N, similar a la textura de la salchicha con alto contenido de grasa con 119.5 N.

Flores y otros (2000) determinaron en salchichas tipo Viena que las mejores características de textura se obtuvieron usando fibra de avena 0.5% y trigo al 1.5%, cuyo valor de textura fue de 8.72 N. También observaron que al

aumentar la cantidad de fibra de avena y trigo las salchichas obtuvieron mayor textura, siendo muy duras y alejadas de los valores de la muestra control 7.22 N.

Rodríguez y Galindo (2012) determinaron que la hamburguesa pre-cocida obtenida con el 25.0% de salvado de arroz presentó el mayor valor de textura con 35.47 N.

4.5. Textura sensorial

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la textura sensorial de la mortadela tipo italiana. Además, se observó que la proporción P₄ (grasa al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%) presentó el mayor valor de rango promedio (3.31).

Cuadro 13. Prueba de Friedman para la textura sensorial de la mortadela tipo italiana

Proporciones	Rango promedio
P ₁	1.31
P ₂	2.49
P ₃	2.89
P ₄	3.31
Chi-cuadrado	46.577
p	0.000

P₁ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%).
P₂ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (15.0; 1.0; 1.0; 3.0%).
P₃ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (10.0; 2.0; 1.5; 6.5%).
P₄ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (5.0; 3.0; 2.0; 10.0%).

En productos cárnicos procesados, la fibra dietética forma geles que pueden ligar y atrapar el agua, emulan la textura y la sensación a grasa en la boca como si la tuviera (Escudero y Gonzales, 2006).

Cierach y otros (2009) evaluaron la utilidad de la carragenina como sustituto de la grasa en salchichas tipo Frankfurt, usando carragenina (0.00, 0.50 y 0.70%) para la formulación con 10% de grasa y (0.00, 0.41 y 0.57%) para la formulación con 20% de grasa, los efectos obtenidos sobre la textura sensorial de las salchichas variaron debido a la cantidad de grasa, carragenina y agua utilizada en la producción. Mientras más se reemplazó la grasa por carragenina y agua se observó un aumento en la textura sensorial.

Pietrasik y Janz (2009) investigaron la influencia de la fibra de arveja (4%), como reemplazante de la grasa en mortadela, se evaluó los efectos sobre la textura sensorial, los panelistas encontraron pocos cambios en la textura, esta fue similar a las que contenían altos niveles de grasa (20%).

La prueba de Wilcoxon o múltiples comparaciones (Cuadro 14) es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa. En esta prueba se comparó a las mortadelas tipo italiana en referencia a la textura sensorial, donde, la proporción P_4 (la que presentó mayor rango promedio de 3.31) se comparó con las demás proporciones, observándose que fue significativamente diferente a P_1 y P_2 , caso contrario ocurrió con la proporción P_3 .

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para textura sensorial en la mortadela tipo italiana

Proporciones		Z	p
P ₁	P ₂	-4.512	0.000
	P ₃	-4.300	0.000
	P ₄	-4.789	0.000
P ₂	P ₃	-1.202	0.229
	P ₄	-3.049	0.002
P ₃	P ₄	-1.737	0.082

P₁ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (20.0; 0.0; 0.0; 0.0%).
P₂ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (15.0; 1.0; 1.0; 3.0%).
P₃ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (10.0; 2.0; 1.5; 6.5%).
P₄ : proporción grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina; agua (5.0; 3.0; 2.0; 10.0%).

4.6. Aceptabilidad general

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana. Además, se observó que la proporción P₃ (grasa al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) presentó valor modal de 7 (me agrada moderadamente) más alto después de la proporción P₁ (con contenido total de grasa al 20%) con valor de moda de 8 (me agrada mucho).

Cuadro 15. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana

Proporciones	Moda	Rango promedio
P₁	8	3.01
P₂	5	2.41
P₃	7	2.87
P₄	6	1.70
Chi-cuadrado		24.971
P		0.000

P₁ : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (20.0, 0.0, 0.0 y 0.0%).
P₂ : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (15.0, 1.0, 1.0 y 3.0%).
P₃ : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (10.0, 2.0, 1.5 y 6.5%).
P₄ : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (5.0, 3.0, 2.0 y 10.0%).

Bloukas y Paneras (2007) evaluaron la aceptabilidad general en salchichas Frankfurt bajas en grasa (10%), donde observaron que a mayor concentración de salvado de arroz (3.0%) las calificaciones sensoriales de aceptabilidad disminuían y fueron juzgadas como “poco aceptables”; por lo que determinaron que la formulación que contenía salvado de arroz inferior al 1.5% tuvo efecto favorable sobre la aceptabilidad general de las salchichas evaluadas.

Cierach y otros (2009) usaron carragenina como sustituto de la grasa, (0.00, 0.50 y 0.70%) para la formulación con 10% de grasa y (0.00, 0.41 y 0.57%) para la formulación con 20% de grasa, en salchichas tipo Frankfurt. Usando una escala hedónica de 5 puntos observaron efectos beneficiosos de la carragenina sobre la aceptabilidad general, todas las salchichas producidas con carragenina, independientemente del contenido de grasa, se caracterizaron por su alta significancia, comparadas con la salchicha control.

Ruiz y Pacheco (2007) elaboraron dos formulaciones de salchichas de cerdo bajas en grasa tipo Wieners, por medio de la utilización de carragenina (1.08%) e inulina (3.5%) como sustitutos de la grasa, en la prueba de aceptabilidad general destacó la preferencia por la salchicha control y la de carragenina; demostraron que es posible obtener alimentos de alto consumo con bajos contenidos de grasa empleando inulina o carragenina como hidrocoloides, manteniendo las características sensoriales.

Pietrasik y Janz (2009) determinaron que la fibra de arveja al 4%, usada como reemplazante de la grasa en mortadela, presentó calificaciones de aceptabilidad equivalentes a las mortadelas con alto contenido de grasa (20%), no comprometió cambios en la aceptabilidad.

Flores y otros (2000) evaluaron el nivel de agrado de salchichas tipo Viena, usando concentraciones de fibra de avena y trigo 0.5, 1.0 y 1.5%, mediante una escala hedónica de 5 puntos aplicada a 35 jueces, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que la adición de fibra a la salchicha no afectó las características en el nivel de agrado. Sin embargo, los tratamientos que tuvieron mayor aceptación en el nivel de agrado, fueron aquellos que contaban con 1% de fibra de trigo, es decir, entre menor cantidad de fibra de trigo contenían más agradable era la salchicha.

La prueba de Wilcoxon o múltiples comparaciones (Cuadro 16) es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa. En esta prueba se comparó la mortadela elaborada con la proporción que brindó las mayores calificaciones en aceptabilidad general P_3 (la más cercana en valor modal a la proporción P_1 con grasa en su totalidad) con las demás mortadelas, donde, se observó que fue significativamente diferente a las proporciones P_2 y P_4 , caso contrario ocurrió con la proporción P_1 , siendo estas dos estadísticamente

iguales, por lo que la proporción P_3 es la mejor en cuanto a aceptabilidad general.

Cuadro 16. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en la mortadela tipo italiana

Proporciones		Z	p
P_1	P_2	-1.645	0.100
	P_3	-0.634	0.526
	P_4	-3.290	0.001
P_2	P_3	-2.327	0.020
	P_4	-2.142	0.032
P_3	P_4	-3.997	0.000

P_1 : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (20.0, 0.0, 0.0 y 0.0%).
 P_2 : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (15.0, 1.0, 1.0 y 3.0%).
 P_3 : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (10.0, 2.0, 1.5 y 6.5%).
 P_4 : proporción grasa de cerdo, salvado de arroz, carragenina y agua (5.0, 3.0, 2.0 y 10.0%).

Rivera (2012) menciona que las características sensoriales en productos cárnicos están condicionadas tanto por la cantidad y tipo de grasa. Las razones que explican la influencia que la reducción del nivel de grasa ejerce sobre el gusto y aroma característico de los productos cárnicos se pueden atribuir a factores como la modificación de la fase lipídica y acuosa en el producto reformulado y por tanto de la solubilidad de los compuestos aromáticos volátiles en tales constituyentes, que origina cambios en dichas características organolépticas. Al variar el contenido en grasa puede alterarse la generación de algunos compuestos capaces de contribuir al gusto típico de los productos cárnicos. Algunas sustancias como sal, especias y saborizantes, al estar situados en un medio diferente con respecto a la relación agua/grasa, pueden variar su comportamiento, acentuando o disminuyendo su contribución al gusto. De hecho, la disminución del contenido en grasa hace resaltar el sabor salado en el producto, lo que si bien por un lado plantea la conveniencia de reducir su

nivel, por otro lado esto presenta ciertos inconvenientes en relación con la funcionalidad de las proteínas del sistema.

4.7. Fibra dietética

Se realizó el análisis del contenido de fibra dietética en la mortadela tipo italiana elaborada con la proporción que presentó las mayores calificaciones en la prueba de aceptabilidad general, la proporción P₃ (grasa al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%), presentó un contenido de fibra dietaría de 1.55% (Anexo 5).

Según la Fundación Opti (2007) investigadores de la Universidad de Complutense de Madrid, desarrollaron una mortadela hipocalórica añadiendo en su composición fibras de fruta (naranja y manzana), las cuales reemplazaron las grasas sin afectar al sabor y textura de la mortadela, añadieron fibra de manzana y naranja entre el 15 – 25%, el contenido final de fibra dietética en la mortadela alcanzó el 1.5%.

Pacheco y Vivas (2003) evaluaron el contenido de fibra dietética en salchichas, donde usaron subproductos agrícolas provenientes del arroz; elaboraron salchichas con harina de salvado de arroz estabilizado a 0.9, 1.5 y 3.0%. Los valores del contenido de fibra dietética, oscilaron de 1.0 - 1.1%.

Reyes (2012) uso fibra de salvado de arroz en concentraciones de 2 – 4% en la elaboración de hamburguesa pre-cocida, el contenido final de fibra dietética fue de 1.9%, además, a este nivel de uso de fibra de salvado de arroz las muestras eran aceptadas sensorialmente, a mayor concentración de fibra, se observó una disminución en las calificaciones de aceptabilidad general.

En esta investigación, para una porción de 100 g de mortadela, el aporte de fibra dietética es de 1.55 g, siendo 35 g la cantidad recomendada para una persona adulta según la American Dietetic Association citada por

Rayas y Romero (2008), por lo que con un consumo diario de 100 g de mortadela se cubre el 4.43% de los valores diarios recomendados de fibra dietética (DVR%).

V. CONCLUSIONES

El efecto de la proporción de grasa de cerdo; salvado de arroz; carragenina y agua sobre la capacidad de retención de agua, textura instrumental y sensorial y aceptabilidad general de mortadela tipo italiana, fue significativa.

Las proporciones P₂ (grasa de cerdo al 15.0%, salvado de arroz al 1.0%, carragenina al 1.0% y agua al 3.0%), P₃ (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) y P₄ (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%), permitieron obtener mayores valores de textura instrumental: 3.43, 3.77 y 3.77 N respectivamente, en la mortadela tipo italiana.

Las proporciones P₃ (grasa de cerdo al 10.0%, salvado de arroz al 2.0%, carragenina al 1.5% y agua al 6.5%) y P₄ (grasa de cerdo al 5.0%, salvado de arroz al 3.0%, carragenina al 2.0% y agua al 10.0%), permitieron obtener los valores más bajos de capacidad de retención de agua: 10.99 y 6.23%, y los valores más altos de textura sensorial con rango promedio de 2.89 y 3.31, respectivamente, en la mortadela tipo italiana.

La proporción P₃ grasa de cerdo al 10.0%; salvado de arroz al 2.0%; carragenina al 1.5% y agua al 6.5% permitió obtener la mayor calificación en la prueba de aceptabilidad general con valor de moda 7 (me agrada moderadamente) en la mortadela tipo italiana.

El contenido de fibra dietética para la mortadela elaborada con la proporción que recibió las mayores calificaciones en la prueba de aceptabilidad general (P₃), fue de 1.55%, esta cantidad cubre el 4.43% de los valores diarios recomendados (DVR%).

VI. RECOMENDACIONES

Utilizar la metodología de diseño de mezclas, con la finalidad de encontrar la mezcla óptima de salvado de arroz, carragenina y agua, hasta un nivel donde la aceptabilidad general no sea afectada al reemplazar la grasa.

Realizar investigaciones en productos cárnicos emulsionados usando como reemplazantes de grasa fibras de frutas (manzana y naranja) e hidrocoloides como la pectina.

VII. BIBLIOGRAFIA

Aberle, E. 2001. Principles of meat science. Kendall Hunt. Recuperado el 20 de marzo de 2013 de:

<http://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=8449522494&searchurl=ds%3D30%26isbn%3D9780787247201%26sortby%3D13>.

AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, volumen II.

Bloukas, J. y Paneras, E. 2007. Quality characteristics of low-fat frankfurters manufactured with potato starch, finely ground toasted bread and rice bran. *Journal of Muscle Foods*.

Candogan, K y Kolsarici, N. 2002. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*. Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Ankara University.

Cierach, M., Modzewska, M. y Szacito, K. 2009. The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science*. Chair of Meat Technology and Chemistry. Faculty of Food Sciences. University of Warmia and Mazury,

Cuenca, M., Torres, O. y Gaviles, P. 2004. Determinación de la capacidad de retención de agua utilizando almidón nativo de maíz y de yuca en la elaboración de salchicha Frankfurt. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta. Ecuador.

Daniel A. 2006. Emprego deas e amido de aveia (*avena sativa* L.) modificado em produtos cárneos. Universidade Federal de Santa Maria Rio Grande do Sul - Brasil. Recuperado el 14 de enero de 2013 en: <http://jararaca.ufsm.br/websites/ppgcta/download/ANA%20PAULA.pdf>.

Dolores, M. 2012. Demuestran el beneficio de un extracto de salvado de arroz en la obesidad. Universidad de Sevilla. España. Recuperado el 20 de febrero de 2013 en: <http://personal.us.es/mdherrera/docs/prensa/abc-26032012.pdf>.

Echeverri, L., Palacio, S., Rincón, P., López, J. y Restrepo, D. 2004. Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa. Parte I. productos de picado grueso. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol. 57 N°1.

Escudero, E. y Gonzales, P. 2006. La fibra dietética. Unidad de dietética y nutrición. Hospital la Fuenfria. Madrid, Vol, 2, Edición N°21, Páginas 61-72. Recuperado el 12 de diciembre de 2012 en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0212-16112006000500007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

FAO. 2004. El arroz y la nutrición humana. Recuperado el 12 de diciembre de 2012 en: <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>.

FAO. 2006. Ficha técnica de productos frescos y procesados. Mortadela Bologna. Recuperado el 15 de diciembre de 2012 en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/CARN1.HTM.

Fennema, O. 2000. Química de los Alimentos. 2da. Edición Ed. Acribia Zaragoza. 1258 Pág.

Flores, E.; Burciaga, A.; Soriano, T.; Alonso N.; Ramírez, B. 2000. Uso de fibra de avena y trigo en salchicha viena evaluando nivel de agrado y perfil de textura. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

Fundacion Opti. 2007. Revista Sector Alimentario. Boletín en línea. 3ra edición. Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. Madrid. España.

Guerra, M. y Cepero, Y. (2006). Utilización de almidones y gomas en productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana – Cuba.

Indecopi, 1999. NTP 201.006 1999. Carne y productos cárnicos. Embutidos con tratamiento térmico después de embutir o enmoldar. Definiciones, clasificación y requisitos. Lima – Perú.

MINAG. 2012. Ministerio de Agricultura y sector privado impulsan mayor consumo de carne de cerdo. Recuperado el 15 de enero de 2012 en: <http://www.minag.gob.pe/portal/institucionalidad-y-consensos/7072-ministerio-de-agricultura-y-sector-privado-impulsan-mayor-consumo-de-carne-de-cerdo>.

Montañés, C. y Pérez, I. 2007. Elaboración y evaluación de una salchicha tipo frankfurt con sustitución de harina de trigo por harina de quinua desaponificada. Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia.

Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Universidad estatal de Arizona. Editorial Limusa S.A. México.

Official Methods of Analysis A.O.A.C. 1990. 15th Editixon, Estados Unidos de America.

Pacheco, E. y Vivas, N. 2003. Efecto de la harina desgrasada de germen de maíz y del salvado de arroz en algunas propiedades químicas, físicas y sensoriales de salchichas. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Maracay Venezuela. Recuperado el 15 de diciembre de 2012 en: http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-55042003000400006&nrm=iso.

Pacheco, E. y Peña. J. 2006. Efecto del salvado de arroz sobre parámetros químicos, físicos y sensoriales de arepas precocidas y congeladas. Laboratorio de Bioquímica de Alimentos. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Apto 4105. Maracay Edo. Aragua Venezuela. Recuperado el 2 de diciembre de 2012 en:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037878182006000200010&script=sci_arttext.

Peel L. 2005. Hortalizas, frutas y plantas comestibles. España. Revista Botanical on line. Recuperado el 23 de enero de 2012 en:

<http://www.tuquelees.com/libro/b/&letra=P&cboAutor=Peel,%20Lucy&p=a/14892/hortalizas-frutas-y-plantas-comestibles>.

Pérez F. y Zamora S. 2002. Nutrición y alimentación humana. Editorial EDINUM. Murcia - España.

Pérez, M., Morón, O., Gallardo, N., Vila, V., Arzalluz, A. Pietrosevoli, S. 2009. Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. Revista Científica, vol. XIX, núm. 2, marzo-abril. Pág. 134-138. Universidad del Zulia. Venezuela

Pietrasik, Z y Janz, J. 2009. Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. Food Processing Development Centre, Alberta Agriculture and Rural Development, Leduc, AB, Canada T9E 7C5. Food Research International. Volume 43, Issue 2, March 2010, Pág. 602–608.

Piñero, M. y Ferrer, M. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesas de res bajas en grasas elaboradas con beta-glucano. Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela. Vol. 9, No.6.

Rayas, P. y Romero, A. 2008. Fibra a base de frutas, vegetales y cereales, función de salud. Revista mexicana de agronegocios. Departamento de investigación y postgrado en alimentos. Universidad de Sonora, México. Recuperado el 15 de abril de 2014 en:

[http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/45841/2/Rayas-RomeroOSU-U\\$ON_.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/45841/2/Rayas-RomeroOSU-U$ON_.pdf)

Razzeto, F. 2008. Efecto del contenido de proteína aislada de soya en una pre emulsión de grasa sobre la capacidad de retención de agua, contenido de humedad, pH y la aceptabilidad general de pate de cerdo. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias: Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.

Reyes, F. 2012. Evaluación de la sustitución del extendedor por salvado de arroz, en la elaboración de una hamburguesa pre-cocida. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad la Salle.

Reyes, M., Gomez, L., Espinoza, C., Bravo, F. y Ganoza, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Lima. Perú.

Rivera, I. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados, una revisión. Nacameh. Publicación arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne. Laboratorio de alimentos. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. México.

Rodríguez, V. y Galindo, T. 2012. Evaluación de la sustitución del extendedor por salvado de arroz (*Oryza Sativa*) en la elaboración de una hamburguesa pre-cocida. Universidad de La Salle. Recuperado el 24 de noviembre del 2012 en: http://prezi.com/6peqhh_djc82/evaluacion-de-la-sustitucion-del-extendedor-por-salvado-de-arroz-oryza-sativa-en-la-elaboracion-de-una-hamburguesa-pre-cocida/.

Ruiz, H. 2002. Evaluación de tres niveles de carragenato en la elaboración de chuleta de cerdo curada y ahumada. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

Ruiz, D. y Pacheco, E. 2007. Utilización de inulina y carragenina en la elaboración de salchichas de carne bajas en grasa. Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua. Venezuela. Recuperado el 5 de enero del 2013 en:
http://revistaagronomiaucv.org.ve/revista/articulos/2007_33_3_2.pdf.

Saenz, R. 2008. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de embutidos. Universidad Mayor de San Marcos. Lima. Peru.

Sánchez, J., Quintero, A. y González, G. 2013. El salvado de arroz en la elaboración de alimentos de alto valor nutricional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN. Morelos. México. Recuperado el 5 de enero del 2013 en:
http://hypatia.morelos.gob.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=94.

Sang Choi, Y., Choi, H., Han, D., a, Youn, K., Lee, M., Kim, H., Lee, J., Chung, L y Cheon, K. 2009. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. Meat Science. Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Sundan-ri, Pochon-si, Kyunggi 487-711, Republic of Korea.

Salas, N., Córdova, C., Lengua, R. y Anaya, F. 2009. Cuantificación de kappa y lambda carragenanos a partir de la macroalga *Chondracanthus chamissoi*. Recuperado el 5 de enero de 2013 en:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v75n4/a03v75n4.pdf>.

Silva, E. y Mira, J. 2011. Elaboración de mortadela con la adición de proteína de soya más carragenatos. Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

Tellegen, B. 2003. Manual técnico: criterios técnicos de producción de las industrias cárnicas y maquinarias y producción de embutidos. Instituto de Producción Audiovisual para la Capacitación de la Pequeña y Microempresa IPACE, Convenio SENATI-HOLANDA. Recuperado el 12 de enero de 2013 en: <http://es.scribd.com/doc/38314503/8/MORTADELA-JAMONADA>.

Téllez, V. 1992. Tecnología e industrias cárnicas. Editorial Isadata. Lima. Perú. 525 páginas.

Ureña, M., D'Arrigo, M. y Girón, O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú.

Valera, G., Beltran, B., Cuadrado, C., Moreiras, O., Avila, J., Cerdeño, A. y Ruiz, A. 2001. La carne de vacuno en la alimentación humana. Fundación Española de la Nutrición. Madrid. España.

Verdesoto, G. 2005. Elaboración de mortadela de pollo con la adición de diferentes porcentajes de harina de quinua. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

Yun A., Bazar A. y Lee P. 2005. A new mechanism for diverticular diseases: aging related vagal withdrawa. Journal Medical Hypotheses. Edición N° 64, páginas 2252-255. Recuperado el 5 de enero del 2013 en: http://www.researchgate.net/publication/8121617_A_new_mechanism_for_diverticular_diseases_aging-related_vagal_withdrawal.

VIII. ANEXOS

Anexo1. Valores de capacidad de retención de agua y textura instrumental de la mortadela tipo italiana

Repeticiones	Proporciones	A ₁ (cm ²)	A ₂ (cm ²)	A ₁ /A ₂	1-(A ₁ /A ₂)	CRA%
I	P ₁	30.25	39.04	0.775	0.225	22.515
	P ₂	36.00	42.90	0.839	0.161	16.084
	P ₃	36.00	39.04	0.922	0.078	7.787
	P ₄	36.00	36.60	0.984	0.016	1.639
II	P ₁	20.25	25.44	0.796	0.204	20.401
	P ₂	36.00	42.21	0.853	0.147	14.712
	P ₃	36.00	40.95	0.879	0.121	12.088
	P ₄	36.00	39.65	0.908	0.092	9.206
III	P ₁	30.25	44.85	0.674	0.326	32.553
	P ₂	30.25	36.60	0.827	0.173	17.350
	P ₃	30.25	34.80	0.869	0.131	13.075
	P ₄	36.00	39.06	0.922	0.078	7.834

Proporción	CRA%			Textura (N)		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
P ₁	22.52	20.40	32.55	2.48	2.34	2.85
P ₂	16.08	14.71	17.35	3.07	3.65	3.56
P ₃	7.79	12.09	13.08	4.55	3.37	3.38
P ₄	1.64	9.21	7.83	3.76	3.35	4.19

R₁: Repetición 1

R₂: Repetición 2

R₃: Repetición 3

Anexo 2. Estadística descriptiva correspondiente a la media y desviación estándar de la capacidad de retención de agua y textura instrumental de la mortadela tipo italiana

Proporciones	Estadística	CRA%	Textura (N)
P ₁	Media	25.16	2.56
	Desviación estándar	6.49	0.26
P ₂	Media	16.05	3.43
	Desviación estándar.	1.32	0.31
P ₃	Media	10.99	3.77
	Desviación estándar.	2.81	0.68
P ₄	Media	6.22	3.77
	Desviación estándar	4.03	0.42

Anexo 3. Calificaciones de la prueba de aceptabilidad general de la mortadela tipo italiana

JUECES	PROPORCIONES			
	P1	P2	P3	P4
1	6	8	8	5
2	5	6	6	5
3	8	9	7	7
4	8	7	7	6
5	8	7	7	7
6	6	6	8	4
7	7	6	7	4
8	7	5	9	4
9	2	1	7	4
10	7	3	4	4
11	9	4	7	2
12	8	7	7	6
13	5	5	4	4
14	7	5	6	6
15	3	2	6	1
16	8	7	5	4
17	6	4	7	3
18	7	5	6	8
19	8	9	7	6
20	7	7	6	7
21	7	9	6	6
22	2	4	7	6
23	6	4	8	6
24	8	7	7	7
25	4	3	5	3
26	7	5	6	5
27	4	4	9	6
28	7	7	7	5
29	8	8	7	6
30	7	6	8	5
31	8	8	7	7
32	2	5	7	3
33	8	8	7	8
34	8	6	7	5
35	3	5	6	3
PROMEDIO	6.3	5.8	6.7	5.1

Anexo 4. Calificaciones correspondientes a la prueba de ordenamiento de la textura sensorial de la mortadela tipo italiana

JUECES	PROPORCIONES			
	P1	P2	P3	P4
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	2	3	1	4
7	4	3	1	2
8	1	2	4	3
9	2	1	3	4
10	1	2	4	3
11	2	3	1	4
12	3	4	2	1
13	1	2	4	3
14	1	2	3	4
15	2	1	3	4
16	1	2	3	4
17	1	3	2	4
18	1	3	4	2
19	1	3	2	4
20	1	4	2	3
21	1	2	4	3
22	1	2	4	3
23	1	2	4	3
24	1	3	4	2
25	1	2	4	3
26	1	2	4	3
27	1	2	3	4
28	1	4	2	3
29	1	4	2	3
30	2	4	1	3
31	1	4	3	2
32	1	2	3	4
33	1	3	2	4
34	2	1	4	3
35	1	2	3	4
PROMEDIO	1.3	2.5	2.9	3.3

Anexo 5. Resultados de análisis de fibra dietética en mortadela tipo italiana



INFORME DE ENSAYO N° 3-09998/13

Pág. 1/1

Solicitante	: ALVAREZ DÍAZ, CRISTINA TERESITA
Domicilio Legal	: Calle 25 de Diciembre N° 309 – La Esperanza Trujillo – La Libertad
Producto Declarado	: MORTADELA
Cantidad de muestra para ensayo	: 01 muestra x 800 g. Muestra proporcionada por el solicitante
Forma de Presentación	: En bolsa de polietileno, cerrada y refrigerada
Fecha de Recepción	: 2013 – 10 – 16
Fecha de Inicio del ensayo	: 2013 – 10 – 18
Fecha de Término del ensayo	: 2013 – 10 – 22
Ensayo realizado en	: Laboratorio de Físico Química
Identificado con	: H/S 13013929 (16296)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Fibra dietaria (g/100g)	1.55

Método:

Fibra dietaria: CERPER LE ME FDA, versión 01 enero 2006. Determinación de fibra dietaria

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 24 de Octubre del 2013
MB

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


LIC DELIA R. SÁNCHEZ BARRANTES
JEFE SECCIÓN BIOLOGÍA
CBP. 3064

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

Anexo 6. Vistas fotográficas de la preparación y análisis de la mortadela tipo italiana.



Figura A. Emulsión de la pasta cárnica



Figura B. Escaldado de la mortadela tipo italiana



Figura C. Conservación en refrigeración de la mortadela tipo italiana



Figura D. Presentación de la mortadela tipo italiana en cubos para la prueba de aceptabilidad general



Figura E. Análisis de textura instrumental de la mortadela tipo italiana