

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Efecto del método de deshidratación sobre la caracterización física, funcional y espectrofotométrica del polvo del mesocarpo de limón (*Citrus limón*) y su incorporación en la elaboración de un producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter

Presentado por:

Roció Aldoradin Santaria

Henry Arsenio Solano Bazán

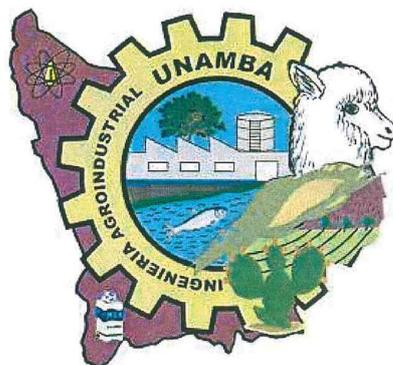
Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“TESIS”

“EFECTO DEL MÉTODO DE DESHIDRATACIÓN SOBRE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA, FUNCIONAL Y ESPECTROFOTOMÉTRICA DEL POLVO DEL MESOCARPO DE LIMÓN (CITRUS LIMÓN) Y SU INCORPORACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO CÁRNICO FUNCIONAL TIPO SALCHICHA FRANKFURTER”

Presentado por **Rocio Aldoradin Santaria** y **Henry Arsenio Solano Bazán**, para optar el

Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Sustentado y aprobado el 30 de setiembre del 2021, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca

Primer Miembro:



M.Sc. Luis Fernando Pérez Falcón

Segundo Miembro:



Ing. Alex Ernesto Muñoz Cáceres

Asesor:



Ph.D. Fulgencio Vilcanqui Pérez

Dedicatoria

A mi padre Roel Aldoradin Pauca:

el hombre más importante de mi vida, mi consejero y mi mejor amigo y a mi madre Margarita Santaria Huarcaya, quienes gracias a su convicción, fortaleza y paciencia han logrado que esta soñadora tenga seguridad y quiera comerse al mundo.

A todos y cada uno de mis amigos que se han dado la tarea de enseñarme sobre la realidad de la vida, por sus aportes invaluableles que tomo como lecciones de vida y que ayudaron a mi evolución personal.

Para todos esos que confiaron en mí. Y, sobre todo, para todos esos que nunca lo hicieron.

Roció

A mi padre Arsenio Solano Aguirre:

Tu recuerdo está conmigo, te siento en mi corazón, vives en él y así será eternamente. Gracias por todo.

A mi madre Valentina Bazán Durand, por su comprensión y su apoyo incondicional.

Henry

Efecto del método de deshidratación sobre la caracterización física, funcional y espectrofotométrica del polvo del mesocarpo de limón (*Citrus limón*) y su incorporación en la elaboración de un producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter

Línea de Investigación: Caracterización, Desarrollo de procesos e Innovación en la Agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema.....	4
1.2 Enunciado del Problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.2.3 Justificación de la investigación.....	5
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación.....	8
2.2.1 Objetivo general.....	8
2.2.2 Objetivos específicos.....	8
2.2 Hipótesis de la investigación.....	8
2.2.3 Hipótesis general.....	8
2.2.4 Hipótesis específicas.....	8
2.3 Operacionalización de variables.....	9
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	11
3.1 Antecedentes.....	11
3.2 Marco teórico.....	12
3.2.1 El limón.....	12
3.2.2 La fibra dietaria.....	12
3.2.3 Clasificación de fibras alimentarias.....	13
3.2.4 Métodos de deshidratación.....	14
3.2.4.1 Método de deshidratación por convección forzada.....	14
3.2.4.2 Secado Natural.....	16
3.2.5 Propiedades funcionales del PML.....	16
3.2.5.1 Capacidad <i>de absorción y retención de agua</i>	16
3.2.5.2 Capacidad <i>de hinchamiento (CH)</i>	16
3.2.5.3 Capacidad <i>de adsorción de aceite</i>	17
3.2.5.4 Solubilidad.....	17
3.2.6 Características físicas del PML.....	17
3.2.6.1 <i>Humedad</i>	17



3.2.6.2 Cenizas	18
3.2.7 Caracterización FTIR.....	18
3.2.8 Salchicha	19
3.2.8.1 Propiedades <i>nutricionales de la salchicha</i>	19
3.2.8.2 <i>Microorganismos indicadores de alteración y de calidad higiénica en alimentos</i>	20
3.2.8.2.1 <i>Mesófilos aerobios</i>	20
3.2.9 Alimentos funcionales	20
3.3 Marco conceptual	21
CAPÍTULO IV	22
METODOLOGÍA	22
4.1 Tipo y nivel de investigación	22
4.2 Diseño de la investigación.....	22
4.3 Población y muestra	23
4.3.1 Población	23
4.3.2 Muestra	24
4.4 Procedimiento	24
4.4.1 Obtención del PML.....	25
4.4.2 Determinación de propiedades funcionales del PML.....	27
4.4.3 Caracterización física del PML	29
4.4.4 Caracterización espectrofotométrica FTIR del PML.....	30
4.4.5 Elaboración y caracterización de la salchicha	30
4.4.5.1 Elaboración de la salchicha	31
4.4.5.2 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter	33
4.4.5.3 Determinación de la composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	33
4.4.5.4 Caracterización microbiológica del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	35
4.5 Técnica e instrumentos	35
4.6 Análisis estadístico	36
CAPÍTULO V	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
5.1 Análisis de resultados.....	38
5.1.1 Características físicas del PML.....	38
5.1.2 Características funcionales del PML.....	39
5.1.3 Caracterización espectrofotométrica FTIR del PML	43
5.1.4 Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	46
5.1.5 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter	48
5.1.6 Características microbiológicas del producto cárnico tipo salchicha frankfurter	54
5.2 Discusión	54
5.2.1 Características físicas del PML.....	55



5.2.2 Características funcionales del PML.....	56
5.2.3 Caracterización espectrofotométrica del PML.....	59
5.2.4 Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	62
5.2.5 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	64
5.2.6 Características microbiológicas del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	65
CAPÍTULO VI.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
6.1 Conclusiones.....	66
6.2 Recomendaciones.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	77



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables I Etapa	9
Tabla 2 — Operacionalización de variables II Etapa	10
Tabla 3 — Propiedades nutricionales de la salchicha	22
Tabla 4 — Plan de tratamiento de datos I Etapa	23
Tabla 5 — Plan de tratamiento de datos II Etapa	38
Tabla 6 — Resultados de la caracterización física del PML con respecto al método de deshidratación.....	40
Tabla 7 — Resultados de la caracterización funcional del PML con respecto al método de deshidratación.....	46
Tabla 8 — Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter	54
Tabla 9 — Resultados del recuento de colonias de aerobios mesófilos.....	95
Tabla 10 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de hinchamiento	95
Tabla 11 — correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de absorción de agua.....	95
Tabla 12 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de retención de agua.....	96
Tabla 13 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de absorción de aceite.....	96
Tabla 14 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de solubilidad en agua	97
Tabla 15 — Correspondiente a los resultados iniciales de la humedad del PML	97
Tabla 16 — Tabla correspondiente a los resultados iniciales de cenizas del PML	98
Tabla 17 — Correspondiente a los resultados iniciales del rendimiento del PML	98
Tabla 18 — Correspondiente a los resultados iniciales del recuento de colonias del PML.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Diagrama de flujo del proceso de obtención del PML.....	25
Figura 2 — Diagrama de flujo de la elaboración de salchicha de pollo.....	31
Figura 3 — Espectros de las muestras obtenidas de los métodos de deshidratación por convección forzada 1 y 2 (lecho fluidizado y estufa) y secado natural y picos más importantes para el estudio.....	34
Figura 4 — Gráfico circular que muestra la frecuencia de consumo de las salchichas cocidas expresado en porcentaje.....	49
Figura 5 — Gráfico circular que muestra la preferencia de consumo del tipo de salchichas expresado en porcentaje.....	49
Figura 6 — Gráfico circular que muestra el tipo de salchicha más sano de acuerdo a la percepción del consumidor expresado en porcentaje.	50
Figura 7 — Gráfico circular que muestra las circunstancias para el consumo de salchichas expresados en porcentajes.	5050
Figura 8 — Gráfico circular que muestra el motivo del consumo de salchichas expresado en porcentaje.....	50
Figura 9 — Gráfico circular que muestra la opinión de los consumidores encuestados en relación a la salchicha y su posición en la denominación de alimento sano y equilibrado expresado en porcentaje.....	50
Figura 10 — Gráfico circular que muestra el género al que pertenecen los consumidores encuestados expresados en porcentaje.....	51
Figura 11 — Representación gráfica de los resultados de la prueba de aceptabilidad.....	52
Figura 12 — Espectro de infrarrojo del durazno.....	61
Figura 13 — Espectro del plátano.....	61
Figura 14 — lavado y desinfectado del limon.....	87
Figura 15 — Pelado del limón y separación del mesocarpo.....	87
Figura 16 — Pelado del limón y separación del mesocarpo.....	87
Figura 17 — Deshidratación del mesocarpo de limón por el método de convección forzada 2 (estufa)	87
Figura 18 — Deshidratación del mesocarpo de limón por el método de secado natural	88
Figura 19 — Pulverizado del mesocarpo del limón deshidratado	88
Figura 20 — Evaluación y determinación de la capacidad de hinchamiento (izquierda), capacidad de absorción de agua (medio) y capacidad de retención de agua (derecha) del PML.....	88
Figura 21 — Determinación de la capacidad de absorción de aceite del PML.....	89
Figura 22 — Operación de calentamiento como parte del procedimiento de determinación de la solubilidad en agua del PML	89
Figura 23 — Pesado del PML para evaluar la humedad	89
Figura 24 — Preparación de muestras para la determinación de cenizas totales.....	89
Figura 25 — Pesado del PML para determinar el rendimiento.....	90
Figura 26 — Inserción del PML en el espectrofotómetro FTIR	90
Figura 27 — Ingredientes para la elaboración del producto cárnico tipo salchicha frankfurter antes de dosificar	90
Figura 28 — Masa cárnica resultante de la molienda y cutedo de los ingredientes.....	91
Figura 29 — Operación de embutido.....	91
Figura 30 — Cocción del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	91

Figura 31 — Enfriamiento y shock térmico del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.....	91
Figura 32 — Producto cárnico obtenido.....	92
Figura 33 — Preparación de muestras para prueba de aceptación.....	92
Figura 34 — Prueba de selección.....	92
Figura 35 — Prueba de aceptación	93
Figura 36 — Algunas muestras de harina de producto cárnico tipo salchicha preparadas y Rotuladas para análisis proximal en el laboratorio de control de calidad de la UNALM.....	93
Figura 37 — Determinación de la humedad de los productos cárnicos tipo salchicha Frankfurter.....	93
Figura 38 — Presentación de muestra del producto cárnico tipo salchicha para determinación de fibra dietaria en el laboratorio de control de calidad de la UNALM.....	93
Figura 39 — Dilución de 10^{-2}	94
Figura 40 — Cultivo en placas con Agar Plate Count.....	94
Figura 41 — Desarrollo de la microbiota durante 72 horas.....	94
Figura 42 — Recuento de colonias por el método de cuadrantes.....	94



INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos generados por el uso del limón representan aproximadamente el 18% del producto total y además contienen algunos hidrocoloides y compuestos que forman parte de la fibra dietética, los cuales podrían servir para la inclusión en productos alimentarios deficitarios en este componente. Se sabe que las fibras dietarias solubles e insolubles tienen variados niveles de propiedades funcionales tales como: capacidad de hinchamiento, capacidad de absorción de agua, capacidad de retención de agua, capacidad de absorción de aceite y solubilidad en agua, por lo que su aplicación también es variada dependiendo el resultado esperado, pues se puede utilizar como espesante, estabilizante, controlador reológico, aditivo de suspensión, formador de cuerpo, modificador de estructura y consistencia y retención de agua.

La salchicha es un producto muy consumido por la población; sin embargo, tiene un nulo contenido de fibra bruta (0%). Este tipo de productos son catalogados como chatarras y repercuten negativamente en la salud de las personas y causan algunas enfermedades no transmisibles como la hipertensión arterial, el sobrepeso y la obesidad y el estreñimiento. Por consiguiente, existe la necesidad de formular productos cárnicos con la inclusión de fuentes de fibra dietética como el polvo de mesocarpo de limón (*Citrus limon*).

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron evaluar el efecto de tres métodos de deshidratación sobre las características del polvo de mesocarpo de limón (PML) y su incorporación en un producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

RESUMEN

Los objetivos de la investigación fueron evaluar el efecto de métodos de deshidratación sobre las características del polvo de mesocarpo de limón (PML) y su incorporación en un producto cárnico tipo salchicha frankfurter. La investigación se ha dividido en dos etapas: en la primera etapa, bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) se utilizó deshidratación por convección forzada (lecho fluidizado y estufa) y secado natural; midiendo las características físicas, funcionales y espectrofotométricas del PML. En la segunda etapa, bajo un DCA se ha incorporado desde 1% hasta 5% de PML para la elaboración del producto cárnico tipo salchicha frankfurter, del cual fue identificada la composición nutricional, características sensoriales y microbiológicas. El secado en lecho fluidizado, resultó el más adecuado para obtener el PML con las mejores propiedades funcionales (capacidad de hinchamiento: 18,86 ml/g, capacidad de absorción de agua: 17,45 g/g, capacidad de retención del agua: 9,71 g/g, capacidad de adsorción de aceite: 8,82 g/g y solubilidad en agua: 31,38 %). La salchicha elaborada con la incorporación del 4 % de PML fue el que presentó la mayor cantidad de fibra cruda (4 %, b.s.) y la formulación con el 1 % tuvo la mayor aceptabilidad de la salchicha. La deshidratación en el equipo de lecho fluidizado permite obtener el PML con el mejor rendimiento y con las mejores propiedades funcionales; además, la salchicha elaborada con el 4 % de PML, podría comportarse como un producto funcional por el alto contenido de fibra bruta.

Palabras clave: *método de deshidratación, propiedades funcionales, espectrofotometría, salchicha frankfurter.*

ABSTRACT

The objectives of the research were to evaluate the effect of dehydration methods on the characteristics of lemon mesocarp powder (PML) and its incorporation into a frankfurter sausage-type meat product. The research has been divided into two stages: in the first stage, under a completely randomized design (DCA), forced convection dehydration (fluidized bed and oven) and natural drying were used; measuring the physical, functional and spectrophotometric characteristics of PML. In the second stage, under a DCA, from 1% to 5% of PML has been incorporated for the elaboration of the frankfurter sausage-type meat product, of which the nutritional composition, sensory and microbiological characteristics were identified. The fluidized bed drying was the most suitable to obtain the PML with the best functional properties (swelling capacity: 18.86 ml / g, water absorption capacity: 17,45 g / g, water retention capacity: 9.71 g / g, oil adsorption capacity: 8.82 g / g and solubility in water: 31.38%). The sausage made with the incorporation of 4% PML was the one that presented the highest amount of crude fiber (4%, b.s.) and the formulation with 1% had the highest acceptability of the sausage. The dehydration in the fluidized bed equipment allows to obtain the PML with the best performance and with the best functional properties; Furthermore, the sausage made with 4% PML could behave as a functional product due to its high crude fiber content.

Keywords: *dehydration method, functional properties, spectrophotometry, frankfurter sausage*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En el transcurso de los años, se incrementaron aceleradamente los casos de enfermedades no transmisibles como la obesidad, cáncer en el colon, entre otros, alrededor del mundo y una de las causas frecuentes es el bajo o nulo consumo de fibra dietaria (Vilcanqui, 2018). La Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura ha informado que el Perú es el tercer país de la región con más casos de sobrepeso y obesidad, siendo el primero y segundo México y Chile, respectivamente (FAO, 2018). Asimismo, según cifras del Ministerio de Salud, el 53.8% de peruanos mayores de 15 años, tiene un exceso de peso. De ése total, el 18.3% es obeso (MINSa, 2017). En consecuencia, se observa que la gran mayoría de jóvenes universitarios optan por las comidas rápidas, que deriva en enfermedades, no sólo por un déficit de nutrientes, sino también por la falta de fibra en su dieta. Puesto que, según la OMS una persona debería consumir 30 g/día de fibra dietaria en promedio por cada 2500 kcal/día de dieta; sin embargo, el consumo actual llega tan solo a 17 g/día. Ello propone la necesidad de identificar nuevas fuentes de fibra dietaria y enriquecer productos de consumo diario con fibra dietaria (Vilcanqui, 2018).

Según el gerente general de la Asociación de Productores de Cítricos del Perú, el consumo de cítricos ha ido creciendo de manera exponencial en los últimos años, pues son frutos que se utilizan desde la preparación de comidas, bebidas y meriendas hasta productos industrializados en cantidades significativas (ProCitrus, 2019), sin embargo, de manera paralela se desechan las cáscaras que representan un porcentaje significativo del producto, los cuales suelen terminar como parte de residuos sólidos, de manera que, no se aprovechan las propiedades de las mismas y contribuyen a los problemas ambientales. Las cáscaras de limón podrían ser una fuente de fibra dietaria, de ahí el interés de evaluar los métodos de deshidratación de la materia prima para obtener mejores rendimientos y calidad en la obtención de PML con alto contenido de fibra dietaria.

En general, según las Normas Técnicas Peruanas, los productos cárnicos procesados como la salchicha, hot dog o hamburguesa, contienen alto contenido de grasas saturadas, y como aditivo utilizan almidones, sales y otros conservantes y tiene un escaso contenido

de fibra dietética (INACAL, 2019). Por lo que este tipo de alimentos representa una amenaza para la salud del consumidor si se consumen frecuentemente.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será la influencia de los métodos de deshidratación (Convección forzada y secado natural) sobre la caracterización física, funcional y espectrofotométrica FTIR del polvo proveniente del mesocarpo del limón (*Citrus limon*)? y, ¿Cuál será el efecto de la incorporación del PML (*Citrus limon*) en la elaboración del producto cárnico tipo salchicha Frankfurter?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de los métodos de deshidratación (convección forzada y secado natural) sobre la caracterización física (humedad, cenizas y rendimiento), funcional (capacidad de absorción de agua, capacidad de retención de agua y capacidad de hinchamiento) y espectrofotométrica FTIR (grupo funcional y componentes principales) del PML (*Citrus limon*)?
- ¿Cuál será la influencia de la proporción del polvo proveniente del limón (*Citrus limon*) sobre la composición nutricional (energía, humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y fibra dietaria), caracterización sensorial (textura, aspecto visual, sabor, color, olor y aceptación global) y el análisis microbiológico (recuento de mesófilos aerobios) del producto cárnico tipo salchicha Frankfurter?

1.2.3 Justificación de la investigación

El gran volumen de residuos sólidos por día generados en casas, restaurantes, mercados, etc., contribuyen a la contaminación ambiental, toda vez que en su mayoría no se le asigna una disposición final adecuada. Dichos residuos sólidos contemplan plásticos, cartones, papel, materia orgánica entre otros; dentro de los residuos orgánicos se tienen a las cáscaras de los vegetales. Dichas cáscaras, en la mayoría de los casos, contienen mayor cantidad de micronutrientes que el producto mismo; así también, sustancias funcionales. El limón es un fruto cultivado en distintas ciudades del Perú, en el departamento de Apurímac se desarrolla una producción notable de este fruto, el cual al consumirse se

desechan sus residuos. De allí la importancia de aprovechar las cáscaras y darles valor agregado.

La fibra dietética está constituida por polisacáridos y lignina de alta demanda en la industria alimentaria, pues actúa como agente gelificante, espesante y conservante en la elaboración/fabricación de diferentes productos, asimismo, como insumo para convertir a un producto en prebiótico; es por ello, que la necesidad de suministro de dicho compuesto ha ido aumentando exponencialmente a medida que crecen dichas industrias. De tal modo, y al crearse una importante demanda de materia prima para su obtención, se busca nuevas fuentes, a partir de biomasa propia de la región.

Debido a la gran importancia industrial de la fibra dietética, se requieren métodos con mayor rendimiento de obtención y que den como resultado un producto de buena calidad; asimismo, aprovechar nuevas fuentes de fibra dietética como las cáscaras del limón (*Citrus limon*).

Por otro lado, el método de deshidratación no se encuentra estandarizada para materias primas específicas; por ello, si se desea aprovechar la cáscara del limón (*Citrus limon*) como fuente de fibra alimentaria en la industria, es necesario realizar el estudio de comparación de método de deshidratación, así determinar el método recomendable para realizar dicha operación.

La comida rápida está contemplada en gran magnitud dentro de la dieta de la población juvenil, por lo general se encuentran alimentos ricos en grasas con una carga alta de calorías, desencadenando enfermedades que pueden llegar a ser crónicas (FAO, 2018). Es allí, donde surge el interés de estudiar la incorporación del PML en salchicha, para la reducción de grasas en su formulación y convertirlo en un alimento funcional y prebiótico, que aporte en la salud de los consumidores.

El propósito de la incorporación de ingredientes funcionales en productos cárnicos no únicamente se refiere a conferirle ciertas propiedades deseables, sino también, modificar la imagen negativa que se le ha asignado estos años. Es importante señalar que las carnes y sus productos procesados forman parte de

una categoría de alimentos con atributos nutricionales positivas, ya que, son las principales fuentes de varios compuestos bioactivos (Camou y otros, 2014).

En la formulación de algunos productos cárnicos, se incorpora una variedad de ingredientes no cárnicos como las harinas, que actúan como relleno, aglutinante, diluyente y extensor, para mejorar las características físicas, la nutrición y el sabor, para así complementar un aporte proteico y funcional, asimismo, disminuir costos de producción (Hleap y otros, 2017).

CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Determinar la influencia de los métodos de deshidratación (convección forzada y secado natural) sobre las características físicas, funcionales y espectrofotométricas FTIR del PML (*Citrus limon*) y su incorporación en un producto cárnico funcional tipo salchicha Frankfurter.

2.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los métodos de deshidratación (convección forzada y secado natural) sobre las características físicas (humedad, cenizas y rendimiento), funcional (capacidad de absorción de agua, capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento) y espectrofotométrica FTIR (grupo funcional y componentes principales) del PML.
- Evaluar el efecto de la incorporación del PML sobre la composición nutricional (Energía, humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y fibra dietaria), las características sensoriales (textura, aspecto visual, sabor, color, olor y aceptación global) y el análisis microbiológico (recuento de mesófilos aerobios) del producto cárnico tipo salchicha Frankfurter.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

Los métodos de deshidratación (convección forzada y secado natural) influyen sobre la caracterización física, funcional y espectrofotométrica FTIR del PML (*Citrus limon*) y se elabora un producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter de calidad mediante la incorporación del PML en su formulación.

2.2.4 Hipótesis específicas

- Las características físicas (humedad, cenizas y rendimiento) del PML (*Citrus limon*), las propiedades funcionales (capacidad de absorción de agua, capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento) y la caracterización espectrofotométrica FTIR (grupo funcional y componentes



principales) están influenciadas por los métodos de deshidratación (convección forzada y secado natural).

- La incorporación del PML en la formulación influye sobre la composición nutricional (Energía, humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y fibra dietaria), las características sensoriales (textura, aspecto visual, sabor, color, olor y aceptación global) y la calidad sanitaria del producto cárnico tipo salchicha Frankfurter.

2.3 Operacionalización de variables

A continuación, se muestran las Tablas 1 y 2, las cuales detallan la operacionalización de variables para la I Etapa y II Etapa respectivamente.

Tabla 1 — Operacionalización de variables I Etapa

VARIABLES INDEPENDIENTES			
VARIABLES	Descripción de variables	Indicadores	Índices
Método de deshidratación de MP	La deshidratación es un procedimiento de conservación de alimentos que, al eliminar la totalidad del agua libre de este, impide la actividad microbiana y reduce la actividad enzimática. Recibe diferentes denominaciones, como secado, desecado e hidratación.	<ul style="list-style-type: none"> - Convección forzada de aire 1 (estufa) - Convección forzada de aire (lecho fluidizado) - Secado natural 	Adimensional
VARIABLES DEPENDIENTES			
Características físicas del PML	Las propiedades del alimento de importancia ya que hacen que los alimentos, sean consumibles y aceptables comercialmente con un valor adecuado.	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Cenizas totales - Rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - % - % - %
Propiedades funcionales del PML	Las propiedades funcionales son indicadores del efecto potencialmente positivo en la salud más allá de la nutrición básica.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de absorción de agua - Capacitación de retención de agua - Capacidad de hinchamiento - Capacidad de adsorción de aceite. - Solubilidad 	<ul style="list-style-type: none"> - g/g m.s. - g/g m.s. - ml/g m. s. - g/g m.s. - %
Características espectrofotométrica FTIR del PML	La espectrofotometría Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) es una técnica empleada para obtener la “huella dactilar molecular” de una muestra biológica que absorbe la onda infrarroja de acuerdo con los enlaces químicos y estructurales de las moléculas.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de onda 	cm ⁻¹

Nota: %: porcentaje, g: gramos, m.s.: muestra seca.



Tabla 2 — Operacionalización de variables II Etapa

VARIABLES INDEPENDIENTES			
VARIABLES	Descripción de variables	Indicadores	Índices
Proporción de PML añadido en la formulación del producto cárnico tipo salchicha frankfurter	La proporción de PML es la relación de correspondencia entre los porcentajes de PML y el total de masa cárnica para la elaboración del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.	Proporciones	%
VARIABLES DEPENDIENTES			
Composición nutricional del producto cárnico funcional tipo frankfurter salchicha	La composición nutricional de los alimentos se determina según su valor energético, que se expresa en calorías, y según la cantidad de nutrientes que lo componen.	<ul style="list-style-type: none"> - Energía - Humedad - Proteínas - Lípidos - Carbohidratos - Fibra dietaria 	<ul style="list-style-type: none"> - Kcal - % - % - % - % - %
Características sensoriales del producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter	Es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos.	<ul style="list-style-type: none"> - Color - Aspecto visual - Textura - Sabor - Olor - Aceptación global 	Adimensional
Características microbiológicas del producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter	El control microbiológico permite identificar el número de microorganismos que están presentes en el alimento analizado lo que permite conocer las condiciones higiénicas generales del alimento	- Número de mesófilos aerobios.	- UFC

Nota: %: porcentaje, Kcal: kilocalorías, UFC: unidades formadoras de colonia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En el estudio de Flores y otros (2012), se evaluaron la textura y el nivel de agrado de salchichas adicionadas con 3 proporciones de fibra de avena y de trigo (0.5%, 1.0% y 1.5%), lo cual ha revelado que la adición de dichas fibras afectaba la textura a medida que se incrementaban las proporciones y se realizó una prueba de Nivel de Agrado con una escala hedónica de 5 puntos aplicada a 35 jueces consumidores, llegando a concluir que no existe diferencia significativa en los tratamientos, por lo que, la adición de fibra a la salchicha, no cambia sus características en el nivel de agrado.

- b) En el año 2015, se realizó una investigación en el cual se elaboraron salchichas cocidas a base de carne de pollo, bajas en grasas saturadas y ricas en fibra y omega-3 ya que, se incluyeron semillas de chía en su formulación. Este estudio, se realizó en dos etapas: En la primera etapa se estudiaron tres hidrocoloides como sustitutos de la grasa para emular las características sensoriales que proporciona la grasa en este tipo de producto. Además, se observó el efecto de la adición de chía, en forma de harina o de semilla en las características funcionales de los hidrocoloides. En la segunda etapa, se analizaron diferentes formulaciones de salchichas, utilizando entre los ingredientes los hidrocoloides seleccionados en la primera etapa del trabajo: la fibra de guisante y el almidón de patata en diferentes proporciones y la chía en forma de semilla. Se obtuvo salchichas con menos del 60% de contenido calórico que las comerciales, con un contenido proteico similar y una reducción en el contenido lipídico de entre el 89-91%, fundamentalmente en lo referente a los ácidos grasos saturados, los cuales se redujeron en un 95% (García y otros, 2015).

- c) Asimismo, en el estudio de Ramírez y otros (2016), se desarrolló una mezcla de fibras utilizando cáscara de naranja, arveja y almidón de yuca para reemplazar 50% de grasa en salchichas. Se obtuvo la fibra de arveja y se mezcló con almidón hasta obtener 18 tratamientos. Se evaluó la capacidad de retención de agua y parámetros reométricos a las mezclas de fibras y a la pasta cárnica, análisis sensoriales de la salchicha. Los tratamientos al ser incluidos en la formulación mostraron comportamientos afines al patrón sensorial. Concluyendo que estos tratamientos, pueden ser utilizados para reemplazar la grasa la salchicha.

- d) Gutierrez y otros (2002), obtuvo y caracterizó fibra a partir de los residuos resultantes del procesamiento de la naranja, limón, mandarina, piña y maracuyá; las cuales se caracterizaron física y químicamente (humedad, cenizas, fibra cruda, proteína cruda, carbohidratos totales, hierro, fósforo, fibra dietaria total, fibra dietaria soluble y fibra dietaria insoluble). Concluyendo que, estos productos pueden considerarse como fuentes muy altas de fibra dietaria tanto soluble como insoluble, con buen contenido de fósforo, hierro y otros micronutrientes.

3.2 Marco teórico

3.2.1 El limón

El limón es un híbrido que procede naturalmente de dos elementos de la misma especie, con características inmensamente particulares, como: hesperidio, lo que significa que es de pulpa carnosa y cáscara dura. Cuando el limón está fresco segrega gran fragancia. El mesocarpo es blanco, esponjoso y sin aroma; el endocarpo es color amarillo pálido, el sabor del limón es ácido y está formada por sacos rellenos de zumo fuertemente unidos entre sí (Polanco, 2018). El Limón se cultiva ante todo por su sabor ácido. Su jugo, muy rico en vitamina C, se utiliza en bebidas y tiene varios empleos culinarios. Los principales productos secundarios son el ácido cítrico, que se extrae del jugo, y el aceite del limón, que se obtiene de la cáscara (Gimena, 2014).

3.2.2 La fibra dietaria

La fibra dietaria se encuentra en todos los alimentos vegetales y está constituida por polisacáridos y lignina resistentes a la acción de las enzimas digestivas que actúan sobre los alimentos y liberan sus constituyentes que son absorbidos en el intestino delgado. En el caso de las fibras, atraviesan intactas el intestino delgado, aunque con un aumento significativo de volumen y peso debido a su capacidad de absorción de agua y grasa (Saura, 2014). La fibra dietética está constituida por un conjunto heterogéneo de macromoléculas de origen vegetal, no digeribles por los enzimas digestivos humanos, pero susceptibles de ser hidrolizadas por las bacterias del colon (Cañedo, 2006).

En el año 1999, Trowell propuso la definición de fibra dietética, refiriéndose a esta como los oligosacáridos, polisacáridos, ligninas y otras sustancias asociadas a los vegetales; considerando componentes no estructurales como gomas, mucílagos y

aditivos industriales, por ejemplo, la celulosa modificada, pectinas modificadas, gomas comerciales y algas polisacáridos (Montufar, 2014). La fibra dietaria es una mezcla de polímeros de carbohidratos tanto oligosacáridos como polisacáridos indigestibles en el intestino delgado humano, entre los cuales se encuentran componentes como la celulosa, hemicelulosas, pectinas y gomas, entre otros, que pueden estar asociados a otros componentes diferentes a los carbohidratos como la lignina, otros polifenoles, saponinas, fitatos y proteína resistente, entre otros (Alarcón y otros, 2013).

Por otro lado, según Nieto Ramirez y otros (2012), la fibra dietaria de origen vegetal, puede incluir fracciones de lignina y/u otros compuestos asociados con los polisacáridos de la pared celular vegetal y si tales compuestos se han cuantificado mediante los métodos de la AOAC para el análisis de fibra dietaria, estas sustancias quedan incluidas en la definición de fibra por cuanto están efectivamente asociadas con la fracción polisacáridica u oligosacáridica de la fibra. La decisión sobre si se deben incluir los carbohidratos entre tres y nueve unidades monoméricas debe recaer en las autoridades nacionales.

3.2.3 Clasificación de fibras alimentarias

Con esta denominación nos referimos al total de las distintas clases de fibras que aparecen en un alimento. Incluye gran variedad de polisacáridos resistentes a las enzimas digestivas animales (Baciero, 2011).

Existen dos tipos distintos de fibra alimentaria, definidos por su comportamiento físico en el agua: la fibra insoluble, como la celulosa, lignina y algunas hemicelulosas, abundante en los cereales integrales, y la fibra soluble, como las gomas, mucílagos y pectinas, contenida sobre todo en legumbres, verduras y frutas, y los β -glucanos presentes en la avena, la cebada y algunas levaduras; una variedad particular de fibra soluble es el *psyllium*, un coloide hidrofílico procedente de la corteza del arbusto zaragatona (*Ispaghula*), utilizado como laxante no catártico por aumento del bolo fecal y como agente reductor del colesterol en pacientes con hipercolesterolemia moderada. También pueden incluirse dentro de las fibras solubles los polisacáridos no digeribles de cadena corta llamados *fructooligosacáridos* o *fructanos*, que son básicamente dos moléculas, la inulina y la oligofructosa. La mayoría de los vegetales comestibles contienen una mezcla de fibra

soluble e insoluble en una proporción aproximada de 1:3 (Sociedad Española de Cardiología, 2007).

Las propiedades de la fibra dietética se basan en los términos soluble/insoluble, fermentable/no fermentables y viscosa/no viscosa, que son la base de sus beneficios fisiológicos, por lo que desde un punto de vista práctico sería una clasificación apropiada, derivándose conceptos ampliamente aceptados como: fibra fermentable, soluble y viscosa y fibras escasamente fermentables, insolubles y no viscosas. Las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originándose soluciones de gran viscosidad. Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticarcinogénico. Las fibras insolubles o poco solubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal, también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (Ortiz, 2014).

3.2.4 Métodos de deshidratación

La eliminación de agua de los alimentos se consigue mayoritariamente utilizando aire seco (excepto la liofilización y deshidratación osmótica) que elimina el agua de la superficie del producto y la lleva hacia afuera. En la operación de deshidratación de los productos, no sólo afecta el contenido de agua en el alimento, sino también otras características físicas y químicas. Entre las características utilizadas para describir alimentos secos cabe citar la actividad de agua, isoterma de adsorción, deterioro microbiano, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, fenómenos físicos y estructurales y destrucción de nutrientes, aroma y gusto (Barbosa y otros, 2000).

3.2.4.1 Método de deshidratación por convección forzada

Este método se caracteriza en utilizar el aire como transporte de energía suficiente para el secado e impulsarla para que pase a través del alimento, de tal manera que el agua contenida en él cambie de estado de líquido a vapor y se desprenda al ambiente (UNAM, 2008).

El lecho fluidizado es un tipo de secador discontinuo que opera por convección forzada de aire donde el aire de secado se hace circular a través



del lecho del alimento (Barbosa y otros, 2000). El secado en lecho fluidizado se encuentra entre los métodos de secado más eficientes, debido al excelente contacto entre el aire de secado y las partículas, con elevados coeficientes de transferencia de calor y masa. El tiempo de secado en este tipo de secador es menor que el tiempo requerido en secadores de bandeja o de túnel, lo que puede contribuir a reducir las pérdidas de diferentes compuestos nutricionales y bioactivos durante el secado de alimentos. Por lo tanto, el secado en lecho fluidizado parece una buena alternativa para deshidratar alimentos. Por otra parte, el costo de operación de los secadores de lecho fluidizado es considerablemente menor que el de los liofilizadores, lo que representa una ventaja desde el punto de vista del proceso. El desempeño de los secadores de lecho fluidizado se puede mejorar con algunas modificaciones al diseño, tales como el ingreso del aire de secado en forma de pulsos. Este tipo de modificación se conoce como secado en lecho fluidizado pulsante, el cual se logra con la ubicación de un disco perforado rotatorio debajo de la cama perforada que sostiene el lecho de partículas, provocando la fluidización intermitente del sólido en las zonas donde circula el aire. El secador de lecho fluidizado pulsante facilita la fluidización de partículas que presentan una forma irregular, partículas frágiles o bien partículas con una distribución de tamaño heterogénea, y mejora la uniformidad de la fluidización reduciendo la formación de canales. Este tipo de secador también reduce los requerimientos de aire en un 30 a 50% con respecto a un secador de lecho fluidizado convencional, y disminuye la caída de presión (Mahn y otros, 2017).

La realización de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles (UNAM, 2008). La configuración básica del equipo, es una cámara donde se coloca el producto, está equipado con un ventilador y canales que permiten la circulación de aire caliente alrededor y a través del alimento. El agua es eliminada de la superficie del producto y llevada fuera del equipo en una sola operación. El aire calentado a su entrada mediante intercambiadores de calor o mezclado con gases de combustión (Barbosa y otros, 2000).



3.2.4.2 Secado Natural

El secado natural es donde el movimiento del aire de secado se debe a la acción de los vientos, y la energía para evaporar la humedad proviene de la capacidad de secado del aire y de la incidencia directa de la energía solar. Este método de secado es muy utilizado por la mayoría de los agricultores de los países en vías de desarrollo, por desconocimiento de técnicas más modernas y porque las condiciones climáticas permiten su uso a un costo muy reducido. Otra gran limitante para el uso de tecnologías más elaboradas lo constituye el nivel de inversiones que se requiere y que, por lo general, se encuentran muy por encima de las posibilidades de muchos productores rurales (FAO, 1998).

3.2.5 Propiedades funcionales del PML

3.2.5.1 Capacidad *de absorción y retención de agua*

Es una propiedad de los hidrocoloides en general, los cuales al contacto con el agua forman geles. Esta propiedad es susceptible a ser medida, pues, la composición de cada hidrocoloide y sus características inherentes son factores que influyen en esta propiedad. La capacidad de absorción y retención de agua está referida a la cantidad de agua atrapada por una cantidad conocida del peso de fibra seca en determinadas condiciones de temperatura, tiempo de hidratación y velocidad del centrifugado (Vilcanqui, 2018).

3.2.5.2 Capacidad *de hinchamiento (CH)*

Se denomina capacidad de hinchamiento a la propiedad funcional a la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de un exceso de agua en determinados parámetros (Umaña, 2013) (Vilcanqui, 2018). Existen operaciones como la molienda y el secado y factores como la porosidad, tamaño de partículas, pH y temperatura que afectan la capacidad de hinchamiento y la absorción de agua (Vilcanqui, 2018). Un dato importante es que los índices de solubilidad, absorción de agua y poder de hinchamiento en las harinas vegetales son directamente proporcionales a la facilidad para formar geles en presencia de calor y exceso de agua (Dussán y otros, 2019).



3.2.5.3 Capacidad de adsorción de aceite

Con esta denominación, se refiere a la cantidad de aceite adsorbido después de mezclado y centrifugado, en parámetros de tiempo y temperatura determinados. Este fenómeno está relacionado con la composición química y la porosidad de las fibras (Vilcanqui, 2018). La importancia de la capacidad de adsorción de aceite radica en su función de estabilizar emulsiones con alto contenido de grasa (Vilcanqui, 2018), teniendo como ejemplo las salchichas.

3.2.5.4 Solubilidad

Esta propiedad está relacionada a la estructura de los polisacáridos que contiene la fibra, los cuales, pueden presentarse en forma de cadenas lineales o ramificadas. Los polisacáridos lineales, forman matrices cristalinas y se identifican más estable insolubles a diferencia de las estructuras ramificadas que pueden presentar grupos iónicos que incrementan la solubilidad (Vilcanqui, 2018). La solubilidad se encuentra asociada con la capacidad de hinchamiento de los coloides hidrofílicos, en muchos casos la dilatación puede seguir a la solubilización. Para que una pectina muestre su poder gelificante debe estar completamente disuelta. La solubilidad de una pectina será rápida cuando muestra un alto grado de dispersión, lo cual previene la formación de grumos viscosos por fuera y secos por dentro después de la adición de agua. La capacidad de solubilidad y poder gelificante pueden ser limitados por el tamaño de gránulo de pectina. Numerosos autores han demostrado que las pectinas se disuelven mejor en soluciones que contienen no más de 25% de sólidos solubles (López, 2013).

3.2.6 Características físicas del PML

3.2.6.1 Humedad

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor grado, y puede aparecer de dos formas: como agua libre que se libera con facilidad por evaporación o secado y como agua ligada, que se encuentra combinada químicamente a la proteína (ALKEMI, 2017). Conocer la humedad de los alimentos permite determinar su composición centesimal, facilitar su



elaboración, prolongar su conservación y, especialmente, impedir que el producto sea adulterado (Márquez, 2014).

3.2.6.2 *Cenizas*

La determinación de cenizas es referida como el análisis de mesocarpos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento (Márquez, 2014). Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas, así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables. Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco para la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas (por oxidación) para muestras con alto contenido de grasa (carnes y productos cárnicos) como método de preparación de la muestra para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales. Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas (Márquez, 2014).

3.2.7 **Caracterización FTIR**

La espectrofotometría estudia la interacción entre la radiación electromagnética y la materia. La radiación incidente sobre la materia es diferente a la saliente por efecto de la interacción proporciona información útil sobre la sustancia involucrada con relación a su estructura molecular (Mondragón, 2017).

La espectroscopia de absorción infrarroja (IR) es el método utilizado para determinar las estructuras de moléculas con características de absorción de la radiación infrarroja según su vibración molecular. La región IR va de 12.800 a 10 cm^{-1} y se puede dividir en la región de IR cercano (NIR) (12.800-4000 cm^{-1}), IR medio (4.000-400 cm^{-1}) e IR lejano o FAR-IR (50-400 cm^{-1}). El espectro vibracional de una molécula se



considera una propiedad física única y por tanto característica de esta molécula. Así, entre otras aplicaciones, el espectro IR se puede usar como “huella dactilar” en la identificación de muestras desconocidas mediante la comparación con espectros de referencia (Laboratorio de técnicas instrumentales, 2016). Por ello, con la espectrofotometría FTIR, se puede determinar el grupo funcional predominante en la muestra que se analiza. Una de las grandes ventajas de la espectroscopia IR es su versatilidad, ya que permite estudiar prácticamente cualquier muestra con independencia del estado en que se encuentre: líquidos, disoluciones, polímeros, geles, fibras, films, gases o superficies son algunos ejemplos (Laboratorio de técnicas instrumentales, 2016).

3.2.8 Salchicha

Se denomina salchicha cocida al producto elaborado a base de carne picada y/o molida, adicionado de especias y condimentos, curado, cocido, ahumado o no, e introducido en tripas naturales o artificiales, envasado o no en medio líquido. El producto puede contener o no: carne deshuesada mecánicamente, vísceras comestibles, grasa y piel de animales, productos proteínicos y/o carbohidratos complejos. Se han realizado investigaciones con la finalidad de mejorar algunas propiedades funcionales de las salchichas, aumentar o disminuir la proporción de algunos de sus componentes o de ofrecer alternativas diferentes al consumidor (Cori y otros, 2014). La salchicha tipo Frankfurter está constituida por emulsiones cárnicas en las cuales la grasa forma la fase discontinúa, el agua la fase continua y las proteínas cárnicas actúan como emulsionantes. También puede ser denominada como un embutido constituido por una masa hecha en base de carnes rojas y/o blancas, y/o grasa y/o pellejo de ave y/o porcino, y/o vacuno, y/o equino, que además se le puede agregar algunos aditivos permitidos, inclusive se le puede agregar o no hortalizas, los cuales son escaldados a tratamientos térmicos de 75 a 80 grados de temperatura (Abanto, 2013).

3.2.8.1 Propiedades *nutricionales de la salchicha*

En la Tabla 3, se muestra la composición nutricional de la salchicha según las tablas peruanas de composición de alimentos.



Tabla 3 — Propiedades nutricionales de la salchicha

COMPONENTE	CANTIDAD (100g)
Energía (kcal)	364
Proteína (g)	11,00
Carbohidratos (g)	2,10
Grasa total (g)	34,30
Agua (g)	49,40
Fibra	-
Ceniza	3,2

Extraído de las Tablas Peruanas de composición de alimentos, 2017, p. 48.

Nota: Las propiedades nutricionales se dan en función a la porción sugerida (100g).

La Tabla 3 muestra que la salchicha tipo frankfurter no contiene fibra dietaria ni mucho menos cruda en su composición, además de una gran cantidad de grasas totales y, por ende, una elevada aporta una elevada cantidad de energía.

3.2.8.2 *Microorganismos indicadores de alteración y de calidad higiénica en alimentos*

3.2.8.2.1 *Mesófilos aerobios*

En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 35°C +/- 2°C en las condiciones establecidas. En este recuento se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos, refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación y las condiciones higiénicas de la materia prima (Campuzano y otros, 2015).

3.2.9 Alimentos funcionales

Un alimento funcional puede ser un alimento natural, un alimento al que se ha añadido un componente, o un alimento al que se le ha quitado un componente mediante medios tecnológicos o biológicos. También puede tratarse de un alimento en el que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o en el que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes, o cualquier combinación de estas posibilidades. Son, por tanto, alimentos naturales o

procesados, los cuales, aparte de su contenido nutritivo, contienen ingredientes que desempeñan una actividad específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, beneficiando la capacidad física y el estado mental (Sociedad Española de Cardiología, 2007). Los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales básicos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades (Fuentes y otros, 2015). Según Pérez y otros (2005), los alimentos funcionales como tal, tienen que tener unas características determinadas:

- Deben ser alimentos que se manipulen para conseguir algún beneficio extra, por eliminación, reducción o adición de algún componente.
- La presentación de un alimento funcional, tiene que ser como la de un alimento, sin modificar sus características. Nunca deben presentarse en forma de cápsulas o comprimidos.

3.3 Marco conceptual

- a) **Emulsión.** Es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera casi homogénea. Un líquido (fase dispersa) es dispersado en otro (fase continua o fase dispersante).
- b) **Método.** Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La presente investigación se ubica en el tipo de investigación cuasi experimental pues para la realización de este estudio se manipularon las variables, tales como el método de deshidratación y proporciones del PML para establecer relaciones causales inequívocas entre ellas.

La presente investigación es de nivel correlacional, porque se estableció la existencia de una relación entre las variables susceptible a ser medida y se determinó el grado de relación existente.

4.2 Diseño de la investigación

La investigación contiene 2 etapas. El plan de tratamiento de datos estuvo compuesto por un plan en cada etapa, es decir, la investigación se constituyó por dos planes de tratamiento de datos, donde se propuso un diseño completamente aleatorizado (DCA), conforme a las siguientes Tablas 4 y 5:

Tabla 4 — Plan de tratamiento de datos I Etapa

Factor	Niveles (s)	Variable de respuesta (y)	Repeticiones
<i>(f1)</i>	1	<i>y1</i>	3
<i>(f2)</i>	1	<i>y2</i>	3
<i>(f3)</i>	1	<i>y3</i>	3
Total		3	9

Para la primera etapa del presente trabajo de investigación, se trabajó con un diseño completamente aleatorizado (DCA), tal y como muestra la Tabla 4, siendo los factores en estudio los métodos de deshidratación con un nivel cada uno, que se realizarán por triplicado (tres repeticiones) haciendo un total de 9 observaciones. Donde *f*, es el método de secado (convección forzada 1, convección forzada 2 y secado natural); *s*, es el nivel de cada método secado; *y*, es la variable de respuesta expresado en las propiedades funcionales ($n=3$), características físicas ($n=3$) y caracterización espectrofotométrica ($n=1$).

El modelo estadístico está expresado por la siguiente ecuación: $y_{ik} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik}$. Donde y , es la variable de respuesta; μ , es la media general, T_i es el efecto de i -ésimo nivel de la tecnología de secado; ε_{ik} es el error experimental.

Tabla 5 — Plan de tratamiento de datos II Etapa

Niveles	FACTOR	Variable de respuesta (y)	Repeticiones
	Proporción del PML incorporada en la formulación de la salchicha (P)		
1	P1	y_1	3
2	P2	y_2	3
3	P3	y_3	3
4	P4	y_4	3
5	P5	y_5	3
Total		5	15

Para la segunda etapa del trabajo, se trabajó un diseño completamente aleatorizado (DCA), tal y como muestra la Tabla 5, siendo el factor en estudio la incorporación del PML en la elaboración de salchichas con cinco niveles y 3 repeticiones resultando un total de 15 observaciones. Donde P, es la proporción del PML insertada en la formulación de la salchicha (1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0% y 5.0%); y , es la variable de respuesta expresado en composición nutricional ($n=5$), características sensoriales ($n=6$) y características microbiológicas ($n=1$).

El modelo estadístico está expresado por la siguiente ecuación: $y_{ik} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik}$. Donde y , es la variable de respuesta; μ , es la media general, T_i es el efecto de i -ésimo nivel de la proporción del PML incluida en la formulación de la salchicha; ε_{ik} es el error experimental.

En ambos casos fueron medidos diferentes variables de respuesta, conforme al cuadro de operacionalización de variables.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

En esta investigación, la población estuvo compuesta por todos los limones de la especie *Citrus limon*, provenientes de la provincia de Abancay que llegaron a los

mercados como: mercado central de Abancay, mercado de las Américas y ferias sabatinas y dominicales de la ciudad. Además, cumplieron con criterios de incorporación en el estudio, tales como: índice de madurez adecuado, daño mecánico permisible y sin daños biológico o químico que se pueda presenciar a la vista.

4.3.2 Muestra

La muestra se tomó por muestreo no probabilístico o dirigida, pues la disponibilidad de la materia prima fue limitada y se seleccionó tomando en cuenta los criterios de incorporación en el estudio. La cantidad de la muestra fue de 112,7 Kg de limón (*Citrus limon*).

4.4 Procedimiento

Como la investigación está dividida en dos etapas, el procedimiento, se realizó respetando los lineamientos y el orden cronológico de éstas. A continuación, se muestran los diagramas de flujo para las dos etapas con su respectiva descripción del proceso productivo de cada uno. Cabe destacar que, para iniciar la segunda etapa y añadir las proporciones del PML en la formulación del producto cárnico tipo salchicha frankfurter, se seleccionó el método de deshidratación en función, principalmente, de las propiedades funcionales, seguido de las características físicas y espectrofotométricas.

4.4.1 Obtención del PML

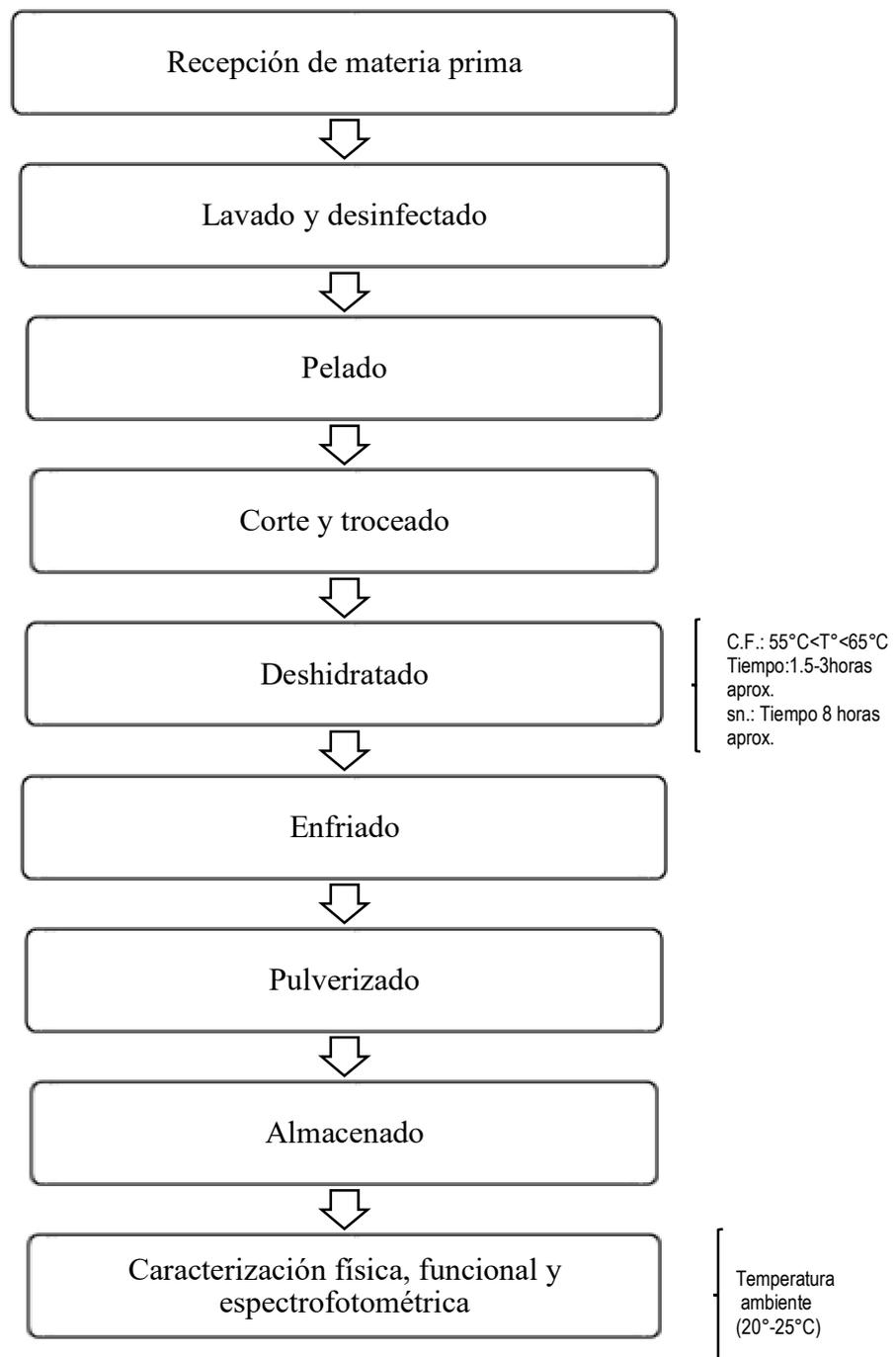


Figura 1 — Diagrama de flujo del proceso de obtención del PML

Adaptada de «Evaluación del estípite de shiitake como aportante de fibra y bioactivos en miras a su empleo en alimentos funcionales» por Nieto-Ramirez, Rojas-Luna y Suarez A., 2012, p.02.

Descripción del proceso:

- **Recepción de la Materia Prima:** En esta actividad se efectuó la recepción de los limones, donde se evaluaron el peso y características físicas adecuadas para el proceso, tomando en los criterios de evaluación: índice de madurez, posibles daños biológicos, físicos o químicos perceptibles a los sentidos. Para evaluar el peso, se empleó una balanza digital de capacidad de 30Kg.
- **Lavado y desinfección de la materia prima:** El limón fue colocado en un contenedor con agua potable, donde se eliminó cualquier partícula extraña que puede estar adherida a la fruta; seguidamente, se introdujo en otro contenedor con una solución clorada durante un tiempo de 2-5 minutos. Se secó por oreo en el ambiente.
- **Pelado:** Al limón limpio, se quitó el exocarpo cuidadosamente haciendo uso de un cuchillo limpio y desinfectado. Seguidamente, se retiró el mesocarpo y se guardó el endocarpo de cada fruto.
- **Corte y troceado:** Seguidamente, se tomó cada mesocarpo del limón y con ayuda de un cuchillo lavado y desinfectado, se cortaron en trozos simétricos de tal manera que queden homogenizados. El resultado de esta operación fue contenido en un contenedor transportable donde se dejó orear por 5 minutos aproximadamente.
- **Deshidratación:** Esta operación tuvo como principal objeto liberar la mayor cantidad de agua contenida en el mesocarpo del limón, se realizó por dos métodos, los cuales, tuvieron diferentes parámetros entre sí, que ya están establecidos para que la operación realizada sea la más eficiente y eficaz posible. Estos dos métodos son descritos a continuación:

a) Deshidratación por convección forzada de aire:

a.1) Lecho fluidizado:

El mesocarpo cortado, fue colocado en el lecho fluidizado adecuadamente, y se mantuvo a una temperatura comprendida entre los 55°C y los 65°C, Por un tiempo de aproximadamente 1.5 horas.

a.2) Estufa:

El mesocarpio cortado, fue colocado en contenedores dentro de la estufa, donde se mantuvo a temperatura aproximada de 60°C por un tiempo relativo de 3 horas.

b) Secado natural

El mesocarpio cortado, fue colocado bandejas en un lugar donde reciba luz solar directa durante 8 horas, y almacenado en envases cerrados.

- **Enfriado:** Una vez cumplido el tiempo de deshidratado, se procedió a retirar y colocar en bandejas el mesocarpio deshidratado con la finalidad de enfriarlas a temperatura ambiente, con un tiempo mínimo de 5 minutos y máximo de 7 minutos. Esta operación sólo se realizó después de la deshidratación por convección de aire forzado. El mesocarpio deshidratado y frío se colocó en contenedores con tapa, para protegerlo de la humedad del ambiente.
- **Pulverizado:** El objetivo de esta operación fue reducir el tamaño de partículas del mesocarpio deshidratado, de tal manera que, se obtuvo PML dentro de los estándares de tamaño que le confieran esa denominación. En esta operación, se empleó un molino de cuchillas, ajustada a 3000 rpm por 4 minutos.
- **Almacenamiento:** El polvo obtenido, se envasó y almacenó a temperatura ambiente, en un lugar limpio, fresco y seco, perfectamente aislado del exterior para evitar el enmohecimiento o alteración de sus propiedades. De esta manera, continuar con la caracterización física, química y funcional, e incluirla en la formulación de un producto cárnico funcional tipo salchicha.

4.4.2 Determinación de propiedades funcionales del PML

a) Capacidad de absorción de agua (CAW) y capacidad de retención de agua (CRW)

La capacidad de absorción de agua y la capacidad de retención de agua, se determinaron por el método descrito en Vilcanqui (2018). Se pesaron 200 mg de PML de cada método de deshidratación (por triplicado), se colocaron en tubos cónicos y se hidrataron con 20 ml de agua. Los tubos fueron agitados en el agitador vortex hasta que se observó la homogenización de las mezclas. Para la CAW las muestras se dejaron a temperatura ambiente por una hora y para la

CRW las muestras fueron incubadas a 37 °C por 18 horas. Al concluir el tiempo, fueron centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos. Después se eliminaron los sobrenadantes y se pesaron. Finalmente se calculó la capacidad de absorción de agua para cada muestra, expresada en g/g, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$CAW/CRW = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

b) Capacidad de hinchamiento (CH)

La capacidad de hinchamiento se determinó por el método gravimétrico en base al método citado por Quintero (2016). Se pesaron 100 mg de PML de cada método de deshidratación (por triplicado), fueron colocados en tubos de graduación volumétrica anotando el volumen inicial de cada una y se añadieron 15 ml de agua destilada. Seguidamente se agitaron en el agitador vortex hasta que las mezclas estuvieron homogenizadas. Luego se dejaron reposar durante 18 horas a temperatura ambiente. Al culminar el tiempo de reposo, se midió el volumen final de cada mezcla.

Finalmente, se calculó la capacidad de hinchamiento para cada muestra expresada en ml/g, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{\text{Volumen de la muestra hidratada} - \text{Volumen de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}}$$

c) Capacidad de adsorción de aceite (CAA)

La capacidad de adsorción de aceite se ha determinado siguiendo los lineamientos del método descrito en Vilcanqui (2018). Se han tomado 3 muestras de 200 mg de PML por cada método de deshidratación, se colocaron en tubos cónicos a las cuales se les agregaron 10 ml aceite de oliva a cada uno. Dichas mezclas se agitaron en el agitador vortex hasta que se observó la homogeneidad de las mismas y se dejaron reposar por 18 horas a temperatura ambiente. Culminado el tiempo, se procedió a centrifugarlas a 3000 rpm por 10 minutos. Seguidamente, a cada tubo se le retiró el aceite sobrenadante y se pesaron

individualmente. Finalmente, se calculó la capacidad de adsorción de aceite expresada en g/g, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$CAA = \frac{\text{Peso de la muestra con aceite} - \text{Peso seco de la muestra}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

d) Solubilidad

La solubilidad en el agua se ha determinado aplicando el procedimiento descrito en Vilcanqui (2018). Se tomaron 3 muestras PML de 100 mg por cada método de deshidratación, se colocaron en tubos cónicos y se aforaron a 10ml. Seguidamente, fueron calentadas a 90 °C por 30 minutos en un baño de agua con agitación. Culminado el tiempo, se retiraron del baño y se recuperó el sobrenadante de cada muestra, los cuales se secaron en una estufa por 2 horas a 105 °C. Luego, se pesó el sobrenadante seco. Finalmente, se calculó la solubilidad expresada en porcentaje, haciendo uso de la fórmula:

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{\text{Peso seco del sobrenadante}}{\text{Peso seco inicial de la muestra}} \times 100$$

4.4.3 Caracterización física del PML

a) Humedad

Este análisis se realizó conforme a los parámetros establecidos según AOAC 964.22. Se tomaron 3 muestras de 10 g del PML por cada método de deshidratación, las cuales fueron colocadas en placas Petri. Dichas placas fueron desecadas en la estufa a una temperatura de 100°C hasta que alcanzaron un peso constante. Finalmente, se calculó la humedad para cada muestra expresado en porcentaje, aplicando la fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

b) Cenizas totales (CT)

Para determinar las cenizas totales, se utilizó el método gravimétrico citado por Cabarcas y otros (2012). Se tomaron muestras de 5 g del PML de cada método por triplicado los cuales se colocaron en crisoles previamente pesados. Se calcinaron las muestras con un mechero y fueron colocadas en la mufla a 600°C



por 2 horas. Se pesaron los crisoles con la ceniza. Se calcularon las cenizas totales expresadas en g/g (gramos de ceniza sobre gramos del PML), donde se aplica la fórmula:

$$\% \text{ de cenizas base seca} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

c) Rendimiento

El rendimiento se ha obtenido tomando las cantidades iniciales del peso de la materia prima y las cantidades finales del PML. Aplicando la fórmula:

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Peso del polvo de mesocarpio}}{\text{Peso de la materia prima}} \times 100$$

4.4.4 Caracterización espectrofotométrica FTIR del PML

Para la identificación del grupo funcional predominante del PML, se separó cuidadosamente una fracción pequeña del polvo obtenido y se colocó sobre el espectrofotómetro FTIR (thermocientific) medio y cercano, modelo NICOLET iS10 con digitalización de espectros, dejando leer los grupos funcionales presentes por el método de transmisión, todo ello, siguiendo los lineamientos del manual del espectrofotómetro FTIR. Se guardaron los datos en un CD blanco y se analizaron.

4.4.5 Elaboración y caracterización de la salchicha

Este proceso forma parte de la segunda etapa de la investigación, para lo cual se ha utilizado PML deshidratado por el método de convección forzada 1 (lecho fluidizado), basándonos en los resultados de caracterización funcional realizada a las muestras y su aplicabilidad en la elaboración de las salchichas. Se realizó el procedimiento descrito por Arias (2015), el cual se detalla seguidamente:



4.4.5.1 Elaboración de la salchicha

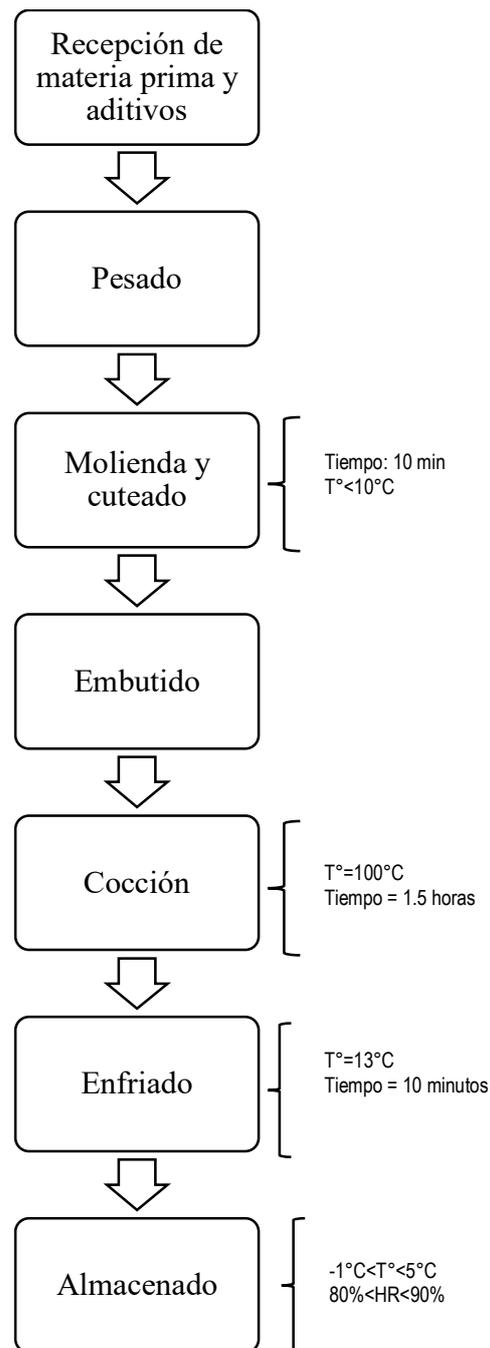


Figura 2 — Diagrama de flujo de la elaboración de salchicha de pollo. Adaptada de «Desarrollo y caracterización de una salchicha tipo frankfurt a base de carne de res y pollo», por Arias-Viteri, 2015, p. 7

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

- **Recepción de la materia prima y aditivos:** La carne de pollo fresca se recibió inspeccionando y analizando las características organolépticas, que se observaron a simple vista y que puedan dar señales del buen estado y calidad de la carne como el color y la textura. Los aditivos se recibieron teniendo en cuenta fechas de producción, vencimiento, lote, registro sanitario y la existencia del certificado de calidad o certificado de análisis.
- **Pesado:** Se pesaron cada uno de los aditivos respecto a la cantidad de carne de pollo. Asimismo, la proporción de PML que se vaya a utilizar.

Los ingredientes y las cantidades que se utilizaron se establecen en el Anexo 1.

- **Molienda y cutedado:** La carne se trituró en un molino de carne (cutter) alcanzando un tamaño idóneo para facilitar su emulsificación, se logró la emulsión de los componentes con el ingreso de las materias primas, aditivos usados en la formulación y el PML manteniendo una temperatura menor a 10 °C durante este proceso, con ayuda de la adición de hielo.
- **Embutido:** La masa ya emulsificada pasó a la embutidora, donde fue colocada en la tripa artificial. Se evitó dejar pasar el aire al momento de embutir, para impedir el desarrollo de defectos en la salchicha, tales como bolas de aire. En el llenado de la tripa se mantuvo el balance: no fue blando ni tampoco excesivamente repleto. Se hizo un doble amarre para evitar que se suelten en la siguiente etapa.
- **Cocción:** Las salchichas embutidas se introdujeron dentro de una olla acondicionada que hizo las veces de escaldadora y se cocció en agua a una temperatura de 100 °C por 90 minutos. Esta operación permitió incrementar la temperatura interna del producto hasta alcanzar 75 °C, de esta forma, se garantizó la destrucción de los microorganismos patógenos y se eliminó el riesgo biológico. Asimismo, se logró un cambio de textura en el producto y color propios del mismo.
- **Enfriado:** Después de la cocción, se bajó bruscamente la temperatura mediante la introducción de las salchichas en recipientes que contenían

agua helada durante un tiempo aproximado de 10 minutos, de tal manera que se desarrolló un shock térmico, luego, se dejaron oreando por dos horas aproximadamente.

- **Almacenado:** Las salchichas se almacenaron en temperaturas comprendidas entre -1 y 5°C (HR 80- 90%) y se continuó la caracterización de los mismos.

4.4.5.2 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Se realizó un análisis sensorial de los cinco productos cárnicos finalmente seleccionados (que representaron el 1%, 2%, 3%, 4% y 5%). Participaron 34 panelistas no entrenados, de edades comprendidas entre 21 y 50 años, bajo los lineamientos descritos en García Reyes y otros (2015) adecuados al marco de la pandemia, el método utilizado para la prueba de aceptación fue la denominada monádica secuencial. En primer lugar, se les realizó una encuesta para conocer los hábitos de consumo salchichas cocidas. Fichas de análisis sensorial en anexos. A continuación, se presentaron las cinco muestras codificadas y se les preguntó acerca de los atributos: aspecto visual y color de la muestra del 1 al 9 de muy poco atractivo a muy atractivo respectivamente; textura siendo el 1 muy suave y el 9 muy dura; y sabor siendo 1 me disgusta mucho a 9 me gusta mucho y la aceptabilidad global del 1 totalmente rechazable al 9 totalmente aceptable, marcando sus respuestas uno de los investigadores. Finalmente, se les expuso a los catadores los beneficios de las nuevas salchichas formuladas y se preguntó si modificarían los criterios de evaluación y si las comprarían.

4.4.5.3 Determinación de la composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Para determinar cenizas totales, proteínas, grasa, carbohidratos y fibra dietaria se ha requerido enviar a analizar las muestras en el laboratorio de calidad total de la UNALM, situado en la ciudad de Lima.

- a) Humedad



Para determinar los contenidos de humedad del producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter, se utilizó el método recomendado por AOAC (2005), 950.46.

b) Cenizas totales

Para hallar las cenizas totales que contiene el producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter, se empleó el método recomendado por AOAC (2005), 942.05.

c) Proteínas

Para la determinación de proteínas que contiene el producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter, se empleó el método detallado en AOAC (2005), 984.13.

d) Grasa

Para determinar el contenido de grasa del producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter, se aplicó la técnica detallada en AOAC (2005), 2003.05.

e) Carbohidratos

Se calculó por la diferencia de los datos porcentuales de la determinación de proteínas, determinación de grasas, determinación de humedad y determinación de cenizas al 100 % de muestra (Quino, y otros, 2014).

f) Energía

Teniendo conocimiento de que 1 gramo de grasa, carbohidratos y proteínas aportan 9 Kcal, 4 Kcal y 4 Kcal respectivamente, se hizo un cálculo de cantidad de energía que aporta cada 100 gramos de salchicha, sabiendo de antemano el análisis proximal de ésta.

g) Fibra cruda

Para determinar el contenido de fibra cruda del mesocarpio de limón se ha utilizado el método AOAC 985.29.

h) Fibra dietaria

Para cuantificar y cualificar el contenido de fibra dietaria del PML, se ha utilizado el método AOAC 985.29.

4.4.5.4 Caracterización microbiológica del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

a) Mésofilos aerobios

La ISO (2013), presentó y publicó la norma ISO 4833, donde describe el procedimiento para el cultivo y recuento de los aerobios mesófilos, esta investigación se realizó bajo dichos lineamientos. Se pesó 1 gramo del producto cárnico tipo salchicha frankfurter de cada proporción del PML (1%, 2%, 3%, 4% y 5%) por duplicado y se diluyó en 10 ml de caldo con lo que se obtuvo una dilución de 10^{-1} , se homogenizó la mezcla y se separó 1 ml para agregarlo en 10 ml de caldo, obteniendo así una dilución de 10^{-2} , y se realizó el mismo procedimiento para obtener la dilución de 10^{-3} . Las diluciones de 10^{-2} y 10^{-3} se sembraron en placas petri con Plate Count Agar a 45 °C en promedio. Las placas sembradas se envolvieron con papel kraft y se dejaron a temperatura ambiente por 72 horas. Finalizado el tiempo, se contaron las colonias de cada placa, se calculó el promedio aritmético de las repeticiones y se calcularon las unidades formadoras de colonia aplicando la fórmula:

$$UFC = \frac{\text{Nro de colonias por placa} \times \text{Factor de dilución}}{\text{ml de la muestra sembrada}} \times 100$$

4.5 Técnica e instrumentos

Para evaluar el efecto de los factores en estudio (Etapa I: Obtención y caracterización del PML y Etapa II: Elaboración y caracterización de productos cárnicos tipo salchichas con incorporación del PML en su formulación), sobre las medias de las variables de respuesta, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias de Tukey. En ambos casos se emplearon el programa estadístico SPSS Versión 20. Para la evaluación sensorial del producto cárnico tipo salchicha franfurter, se realizaron pruebas de selección y aceptación a 30 consumidores. Las edades de los participantes comprendieron de 21 a 50 años. Los datos obtenidos en la prueba de aceptación se analizaron estadísticamente usando la prueba de Friedman.

4.6 Análisis estadístico

En el análisis estadístico de los datos para la I etapa y la II etapa, se utilizó la prueba de TUKEY, a excepción de los resultados de aceptabilidad, los cuales se trabajaron con la prueba de Friedman.

PRUEBA DE TUKEY

a) Hipótesis nula y alterna

a.1) Ho: “todos los tratamientos son iguales “o“no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$) en la prueba de investigación”.

a.2) Ha: “por lo menos uno de los tratamientos es diferente” o “por menos la media de uno de los tratamientos es diferente a los demás ($\mu_1 \neq \mu_k$)”.

PRUEBA DE FRIEDMAN

a) Hipótesis nula y alterna

a.1) Ho: Las distribuciones de los tratamientos son las mismas ($\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_n$).

a.2) Ha: Por lo menos la distribución de uno de los tratamientos es diferente a los demás ($\phi_1 \neq \phi_k$).

b) Estadístico

El estadístico F puede calcularse como:

$$F = \frac{\left(\frac{RSS_0 - RSS_1}{m}\right)}{\left(\frac{1 - RSS_0}{n - k}\right)}$$

Donde:

RSS_0 : se refiere al coeficiente de determinación del modelo sin restringir (R^2)

RSS_1 : se refiere al coeficiente de determinación del modelo restringido (R^2)

m : se refiere al número de restricciones impuestas a los coeficientes estimados (coeficientes restringidos).

k : se refiere al número de coeficientes estimados en el modelo sin restricciones.

n : se refiere al número de observaciones del modelo.

El valor resultante debe entonces compararse con el valor correspondiente de la tabla de valores críticos.

c) Nivel de significancia

Esta investigación pretende alcanzar el 95% de confiabilidad, con un margen de error del 5%, es decir, un nivel de significancia: $\alpha=0,05$.

d) Región crítica

- Si $\alpha > 0.05$: entonces no existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se acepta la hipótesis nula.
- Si $\alpha < 0.05$: entonces sí existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Características físicas del PML

En la Tabla 6, se presentan los resultados de las características físicas del PML respecto al método de deshidratación: deshidratación por convección forzada 1 (deshidratación por lecho fluidizado), deshidratación por convección forzada 2 (deshidratación por estufa) y secado natural.

Tabla 6 — Resultados de la caracterización física del PML con respecto al método de deshidratación

Características físicas	Métodos de deshidratado		
	CF1	CF2	SN
Humedad (%)	9,40±0,36a	8,66±0,28a	11,11±0,75b
Ceniza (%)	0,50±0,85a	0,48±0,50a	0,47±0,50a
Rendimiento (%)	9,92±0,07a	9,91±0,09a	9,85±0,03a

Nota: CF1: convección forzada 1 (lecho fluidizado). CF2: convección forzada 2 (estufa); SN: secado natural.

En la Tabla 6, se puede apreciar los resultados de la humedad indican que los métodos de deshidratación por convección forzada 1 y 2 (lecho fluidizado y estufa) no tienen diferencia significativa entre sí; es decir, los usos de estos métodos no difieren la humedad del PML siendo de valores menores con respecto al PML deshidratado por el método de secado natural (SN) el cual indica evidente diferencia significativa, por lo que se puede afirmar que el método de deshidratación influye en la humedad del PML. El motivo de esta diferencia, se sitúa en los parámetros de cada método, siendo el método de secado natural el que indica temperatura ambiente (directo al sol) por un tiempo prolongado, afectándose la uniformidad de secado, puesto que la temperatura del ambiente varía según el tiempo transcurrido del día a diferencia de los métodos de convección forzada 1 y 2 los cuales alcanzan temperaturas uniformes durante el tiempo requerido.

La Tabla 6, también presenta los resultados de las cenizas totales expresados en porcentaje (%) y se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los métodos de convección forzada (Lecho fluidizado y estufa) y secado natural, lo que indica, que sea cual fuere el método de deshidratación (dentro de los métodos planteados), por lo que, lógicamente los resultados no varían. Lo cual indica que, el método de deshidratación que se utilice para obtener el PML no influye en la cantidad de cenizas totales que posee. Dado que la materia prima utilizada en la investigación provenía de un mismo lugar (provincia de Abancay) y la variedad era única, no se han observado diferencias en la cantidad de materia inorgánica resultante en el PML deshidratado por los tres métodos propuestos.

De acuerdo a los resultados del rendimiento expresados en porcentaje, la Tabla 6, muestra que no existen diferencias significativas entre los métodos de convección forzada (lecho fluidizado y estufa) y el secado natural para esta característica física, por ende, se puede utilizar cualquiera de los métodos de deshidratación planteados y se tendrá como resultado el mismo valor, evidentemente respetando los parámetros que se registran en el presente trabajo, lo que es indicativo que el método de deshidratación no influye en el rendimiento de la obtención del PML.

5.1.2 Características funcionales del PML

En la Tabla 7, se presentan los resultados de las características funcionales del PML respecto al método de deshidratación: deshidratación por convección forzada 1 (deshidratación por lecho fluidizado), deshidratación por convección forzada 2 (deshidratación por estufa) y secado natural.



Tabla 7 — Resultados de la caracterización funcional del PML con respecto al método de deshidratación.

Características funcionales	Métodos de deshidratado		
	CF1	CF2	SN
Capacidad de hinchamiento (ml/g)	18,86±0,48c	15,58±0,29b	13,39±0,50a
Capacidad de absorción de agua (g/g)	17,45±0,45b	17,13±0,18b	14,02±0,76a
Capacidad de retención del agua (g/g)	9,71±0,56ab	9,80±0,40b	8,76±0,20a
Capacidad de adsorción de aceite (g/g)	8,82±0,14c	7,80±0,14b	6,56±0,57a
Solubilidad en agua (%)	31,78±2,96b	29,80±0,51ab	25,03±1,67a

Nota: CF1: convección forzada 1 (lecho fluidizado). CF2: convección forzada 2 (estufa); SN: secado natural.

La Tabla 7 muestra los resultados de la capacidad de hinchamiento (expresados en ml de agua/g de PML) donde se evidencian diferencias significativas entre los tres métodos de deshidratación (convección forzada 1, convección forzada 2 y secado natural) y se puede apreciar que el PML deshidratado por el método de convección forzada 1 (Lecho Fluidizado) tiene mayor capacidad de hinchamiento, seguido por el método de convección forzada 2 (Estufa) y el método de secado natural que resultó con el menor valor de capacidad de hinchamiento. Ello indica que el método de deshidratación utilizado en el proceso de la obtención del PML influye sobre la capacidad de hinchamiento del mismo. Resulta de esta manera, puesto que los parámetros (tiempo y temperatura) de cada método varían entre sí, los cuales pueden afectar en diferente grado en la volatilización de compuestos orgánicos termosensibles que tienen que ver en esta propiedad funcional como los ésteres metílicos entre otros (Ferreira, 2007).

Por otro lado, la Tabla 7, también presenta los resultados de la capacidad de absorción de agua, expresada en g de agua/g de PML, presenta diferencias significativas solamente entre el método de secado natural y los métodos de convección forzada en bloque (lecho fluidizado y estufa). Para esta característica funcional, se observa que el PML que ha sido deshidratado por el método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado) y por el método de convección forzada 2 (Estufa) tienen mayor capacidad de absorción de agua que el PML que ha sido deshidratado por el método de secado natural. Ello indica que el método de deshidratación influye sobre la capacidad de

absorción de agua del PML. La razón principal de esa afirmación es la aplicación de los parámetros (tiempo y temperatura) distintos para cada método, los cuales además de afectar en diferente grado en la volatilización de compuestos orgánicos termosensibles que son fundamentales en esta propiedad funcional (gallegos y otros, 2018).

Asimismo, la Tabla 7 muestra los resultados para la capacidad de retención de agua, expresada en g de agua/g de PML, indican una evidente diferencia significativa entre el método de secado natural y el método de convección forzada 2 (Estufa), ubicándose en medio del método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado); es decir, no posee diferencia significativa entre los métodos antes mencionados. De tal modo, se observa que el PML que se ha deshidratado por el método de secado natural tiene menor capacidad de retención de agua en comparación del PML deshidratado por el método de convección forzada 2. Por ello, para esta característica funcional, el método de deshidratación por convección forzada 2 (estufa) y el método de secado natural influyen significativamente en la capacidad de retención de agua del producto final. Al igual que la capacidad de absorción de agua, la razón principal de la influencia del método de deshidratación sobre el PML es la aplicación de los parámetros (tiempo y temperatura) distintos para cada método, los cuales afectan en diferentes niveles la volatilización de compuestos orgánicos termosensibles que son fundamentales en estas propiedades funcionales e hidrolizan diferentes compuestos, como el almidón (Umaña y otros, 2013).

Además, la Tabla 7 muestra los resultados de la capacidad de absorción de aceite expresados en g de aceite/g de PML, presentan una evidente diferencia significativa entre los tres métodos de deshidratación (Convección forzada 1, convección forzada 2 y secado natural) teniendo al PML deshidratado por el método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado) con la mayor capacidad de absorción de aceite, seguido del PML deshidratado por el método de convección forzada 2 (Estufa) y, ocupando el tercer puesto con la menor capacidad de absorción de aceite, se tiene al PML deshidratado por el método de secado natural. De tal manera, según los resultados dados en cada prueba y aspectos de los procesos en los tres métodos se evidencia que los métodos de deshidratación influyen sobre la capacidad de absorción de aceite del PML. Esta característica funcional está relacionada con el número de cadenas no polares de las proteínas que se enlazan con las cadenas hidrocarbonadas de la grasa

(Vegas y otros, 2017), lo que quiere decir que, bajo los parámetros de cada método de deshidratación se han desnaturalizado las proteínas de las muestras y se ha llegado a eliminar algunos aminoácidos neutros no polares y, el método donde se evidencia menor pérdida de estos compuestos nitrogenados es el método de convección forzada 1 (lecho fluidizado).

Finalmente, la Tabla 7, también presenta los resultados de la solubilidad en agua, expresados en porcentaje, evidencian la diferencia significativa entre el método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado) y el método de secado natural, encontrándose en medio el método de convección forzada 2 (Estufa); situando al PML deshidratado por el método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado) con el mayor porcentaje de solubilidad en agua en comparación con el PML deshidratado con método de secado natural que se presenta con el menor porcentaje de solubilidad en agua. A su vez, el PML deshidratado con el método de convección forzada 2 (Estufa) se encuentra con un porcentaje de solubilidad en agua similar al que refieren los métodos de deshidratación anteriormente mencionados. Por ello, se puede evidenciar que según la experimentación de la investigación y los resultados de las pruebas que el método de deshidratación influye sobre la solubilidad en agua del PML, lo cual denota la volatilización de una cierta cantidad de aminoácidos alifáticos variando éstos según los parámetros de cada método aplicado.



5.1.3 Caracterización espectrofotométrica FTIR del PML

A continuación, se presentan detalladamente los resultados de la caracterización espectrofotométrica FTIR del PML

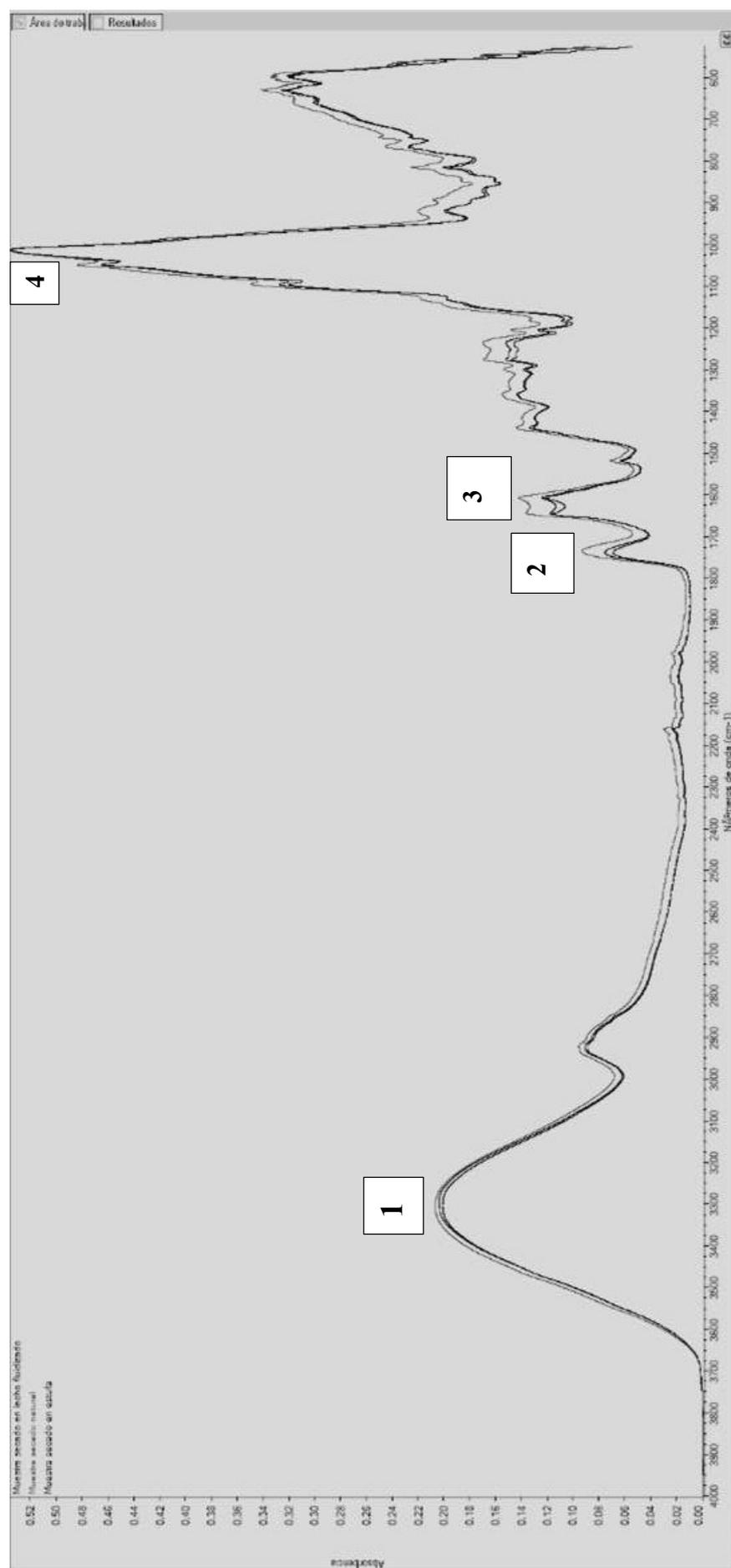


Figura 3 — Espectros de las muestras obtenidas de los métodos de deshidratación por convección forzada 1 y 2 (lecho fluidizado y estufa) y secado natural y picos más importantes para el estudio

La Figura 3 nos muestra que se obtuvo PML haciendo uso de los métodos de deshidratación de convección forzada 1(lecho fluidizado), convección forzada 2(estufa) y secado natural, siendo la materia prima del mismo origen y variedad, las representaciones gráficas de los números de onda ante los valores de absorbancia (curvas) son similares, con la única diferencia de la concentración de compuestos que posee cada muestra. Además, se observó que la absorbancia de las curvas que representan las muestras obtenidas por los métodos de deshidratación por convección forzada (lecho fluidizado y estufa) son similares, mientras que la curva marcada por la muestra obtenida por el método de secado natural expresa una ligera diferencia de concentración de las mismas, detalladas a continuación:

El primer pico más importante que se puede apreciar en las curvas del espectro de las muestras de PML deshidratado por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son $3292,86\text{cm}^{-1}$, $3003,95\text{cm}^{-1}$ y $3003,95\text{cm}^{-1}$ respectivamente con absorbancia entre 0,200 y 0,209. Esta región se caracteriza por mostrar el espectro del grupo hidroxilo (-OH), indicando la presencia de agua, por ende, la humedad de la muestra (Mondragón, 2017).

El segundo pico más importante que se puede apreciar en las curvas del espectro de las muestras de PML deshidratado por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son de $1738,51\text{cm}^{-1}$, $1738,51\text{cm}^{-1}$ y $1733,21\text{cm}^{-1}$ respectivamente con una absorbancia entre 0.076 y 0.102. En esta región, se pueden encontrar el enlace de estiramiento C=O del aldehído alifático y el enlace de estiramiento C=O alifático (indicio de presencia de ésteres) (Mondragón, 2017).

El tercer pico más importante que se puede apreciar en las curvas del espectro de las muestras de PML deshidratado por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son de $1606,41\text{cm}^{-1}$, $1606,41\text{cm}^{-1}$ y $1606,89\text{cm}^{-1}$ respectivamente, con una absorbancia entre 0,12 y 0,14. En esta región se pueden encontrar algunos grupos funcionales tales como el grupo amida (C=N), el enlace C=O y el de los alquenos aromáticos (C=C) (Mondragón, 2020) (De Almeida, 2007).



El cuarto pico más importante que se puede apreciar en las curvas del espectro de las muestras de PML deshidratado por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son $1011,96\text{cm}^{-1}$, $1012,45\text{cm}^{-1}$ y $1015,34\text{cm}^{-1}$ respectivamente, con absorbancia de 0,538 (el pico más elevado registrado). Esta región se caracteriza porque incida la presencia de grupos carbonilo (C=O) y el grupo hidroxilo (OH) (Mondragón, 2020).

5.1.4 Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

A continuación, se presentan detalladamente los resultados al análisis proximal de los productos cárnicos tipo salchicha a los cuales se les ha incorporado una determinada proporción (1%, 2%, 3%, 4% y 5%) de PML en su formulación.

Tabla 8 — Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Producto	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Carbohidratos	Energía (Kcal)	Fibra cruda
Producto A	69,04±0,07 ^a	1,54±0,20 ^{ab}	10,71±0,03 ^c	10,89±,08 ^d	7,81±0,28 ^b	171,10±0,92 ^e	0,04±0,06 ^a
Producto B	70,41±0,05 ^b	1,79±0,25 ^{ab}	11,01±0,03 ^d	9,49±0,07 ^a	7,26±0,15 ^b	166,06±0,14 ^d	0,04±0,03 ^a
Producto C	71,18±0,06 ^c	2,24±0,61 ^b	7,22±0,02 ^a	10,67±0,03 ^c	8,63±0,53 ^c	142,13±2,27 ^a	0,20±0,19 ^{ab}
Producto D	72,07±0,09 ^d	1,88±0,07 ^{ab}	10,65±0,03 ^c	10,05±0,15 ^b	4,95±0,11 ^a	155,87±0,39 ^c	0,40±0,08 ^b
Producto E	72,90±0,03 ^e	1,13±0,07 ^a	9,92±0,06 ^b	10,60±0,21 ^c	5,13±0,25 ^a	152,21±0,48 ^b	0,33±0,02 ^b

Nota: La denominación de “producto A” se refiere al producto cárnico tipo salchicha frankfurter al cual se le ha incorporado 1% de PML a su formulación, de igual manera, para el producto B, producto C, producto D y producto E (2%,3%,4% y 5% respectivamente). Todos los resultados se expresan en porcentaje (%).

La Tabla 8, muestra los resultados de la humedad expresados en porcentaje (%) de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter a los cuales se le ha incorporado proporciones de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML son $69,04 \pm 0,07\%$, $70,41 \pm 0,05\%$, $71,18 \pm 0,06\%$, $72,07 \pm 0,09\%$, $72,90 \pm 0,03\%$ respectivamente, donde se aprecia diferencia significativa entre cada muestra debido a la cantidad de hielo añadido en la elaboración del producto cárnico, por lo tanto, se evidencia que la incorporación de PML influye en la humedad del producto cárnico.

Asimismo, la Tabla 8 también presenta los resultados del contenido de cenizas totales expresados en porcentaje (%) de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter a los cuales se le ha incorporado proporciones de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML son $1,54 \pm 0,20\%$, $1,79 \pm 0,25\%$, $2,24 \pm 0,61\%$, $1,88 \pm 0,07\%$ y $1,13 \pm 0,07\%$ donde se aprecian diferencias significativas en las muestras provenientes de la incorporación del 3% y 5% de PML. Lo que indica que, la incorporación de mesocarpo de limón influye en el contenido de cenizas totales del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

En cuanto al contenido de grasas de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter a los cuales se les ha incorporado proporciones de PML de 1%, 2%, 3%, 4% y 5%, la Tabla 8 los presenta expresados en porcentaje (%), los cuales son: $10,71 \pm 0,03\%$, $11,01 \pm 0,03\%$, $7,22 \pm 0,02\%$, $10,65 \pm 0,03\%$ y $9,92 \pm 0,06\%$ respectivamente, donde se aprecia que las muestras a las que se ha incorporado 1% y 4% de PML tienen valores similares presentan diferencia significativa entre las muestras restantes. Por lo tanto, la incorporación de PML influye en el contenido de grasa del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

La Tabla 8, muestra también los resultados del contenido de proteínas expresados en porcentaje (%) de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter a los cuales se les incorporaron proporciones de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML son $10,89 \pm 0,08\%$, $9,49 \pm 0,07\%$, $10,67 \pm 0,03\%$, $10,05 \pm 0,15\%$ y $10,60 \pm 0,21\%$ respectivamente, donde las muestras a las cuales se les ha incorporado 3% y 5% de PML no presentan diferencia significativa entre sí, a diferencia de las muestras a las cuales se les ha incorporado 1%, 2% y 4% de PML que sí presentan dicha diferencia significativa. Por ello, se observa que la incorporación del PML influye en el contenido de proteínas del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.



Los resultados del contenido de carbohidratos expresados en porcentaje (%) de los productos cárnicos a los cuales se les incorporaron proporciones de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML según muestra la Tabla 8 son $7,81\pm 0,28\%$, $7,26\pm 0,15\%$, $8,63\pm 0,53\%$, $4,95\pm 0,11\%$ y $5,13\pm 0,25\%$ respectivamente, manifestando así diferencias significativas entre las muestras del 1% y 2% (en bloque), muestra del 3% y las muestras del 4% y 5% (en bloque). Porque según la formulación de la elaboración del producto cárnico, sus ingredientes contienen una cierta cantidad de carbohidratos así también como el almidón de papa y el PML por lo cual las diferencia es significativa. Por ello, podemos afirmar que la incorporación del PML influye en el contenido de carbohidratos del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

Asimismo, la Tabla 8 presenta los resultados del contenido de fibra cruda expresados en porcentaje (%) de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter a los que se les incorporaron 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML son: $0,04\pm 0,06\%$, $0,04\pm 0,03\%$, $0,20\pm 0,19\%$, $0,40\pm 0,08\%$ y $0,33\pm 0,02\%$ respectivamente, donde las muestras representativas de 1% y 2% (en bloque) presentan diferencias significativas con las muestras representativas de 4% y 5% (en bloque) mientras que la muestra representativa del 3% no presenta diferencias significativas con ninguna de las muestras.

Finalmente, realizando la cualificación y cuantificación de fibra dietaria de la muestra del producto cárnico al que se le ha incorporado 5% de PML, donde el valor obtenido fue de 4.60% de fibra dietaria, lo que indica que, la incorporación del PML influye en el contenido de fibra dietaria del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

5.1.5 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Con el fin de conocer las preferencias del consumidor y el grado de agrado del producto elaborado, se han realizado dos pruebas consecutivas a 34 catadores no entrenados, los cuales se han llevado a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en la metodología. La primera prueba fue la denominada “Prueba de selección” la cual constó de preguntas básicas de hábitos de consumo del producto, por lo que pudimos hallar la frecuencia, circunstancias, motivos de consumo y percepciones del

consumidor frente al producto, en este caso de la salchicha cocida. La segunda prueba fue la denominada “Prueba de aceptación”, donde los panelistas utilizaron sus sentidos y percibieron el color, sabor, aspecto visual, textura y aceptabilidad global. Estas pruebas se realizaron a catadores del distrito de Tamburco de la provincia de Abancay.

5.1.5.1 Prueba de selección

A continuación, se presentan los resultados de la prueba de consumo en gráficos circulares.

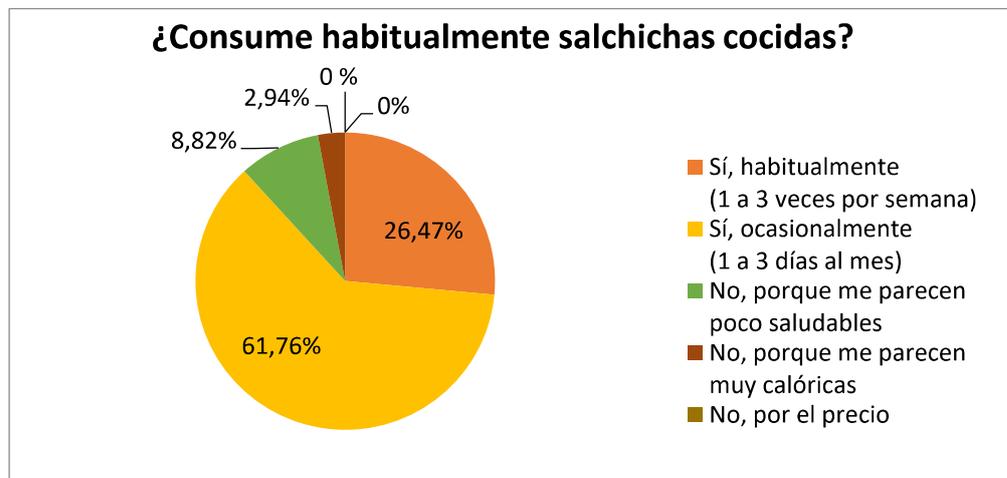


Figura 4 — Gráfico circular que muestra la frecuencia de consumo de las salchichas cocidas expresado en porcentaje

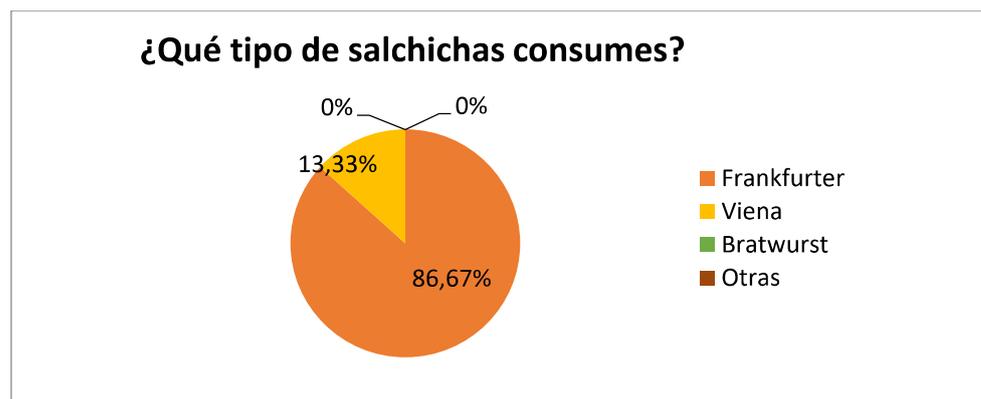


Figura 5 — Gráfico circular que muestra la preferencia de consumo del tipo de salchichas expresado en porcentaje

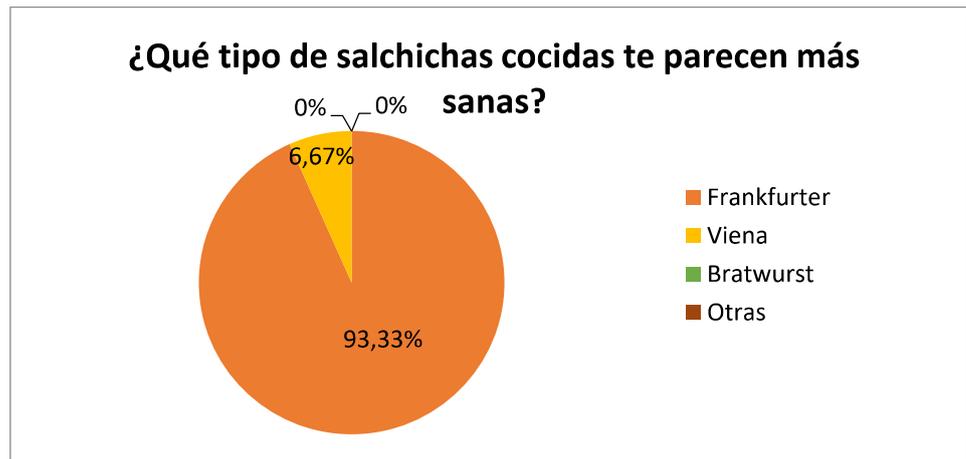


Figura 6 — Gráfico circular que muestra el tipo de salchicha más sano de acuerdo a la percepción del consumidor expresado en porcentaje

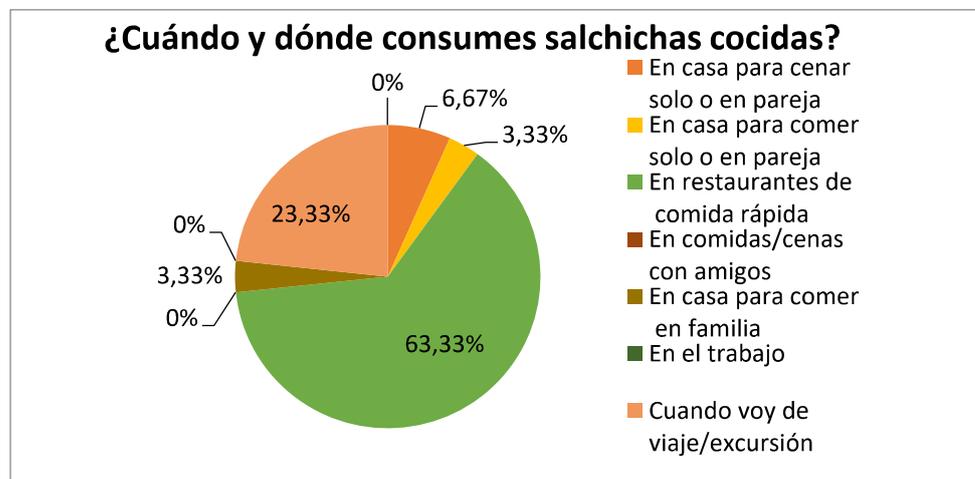


Figura 7 — Gráfico circular que muestra las circunstancias para el consumo de salchichas expresados en porcentajes

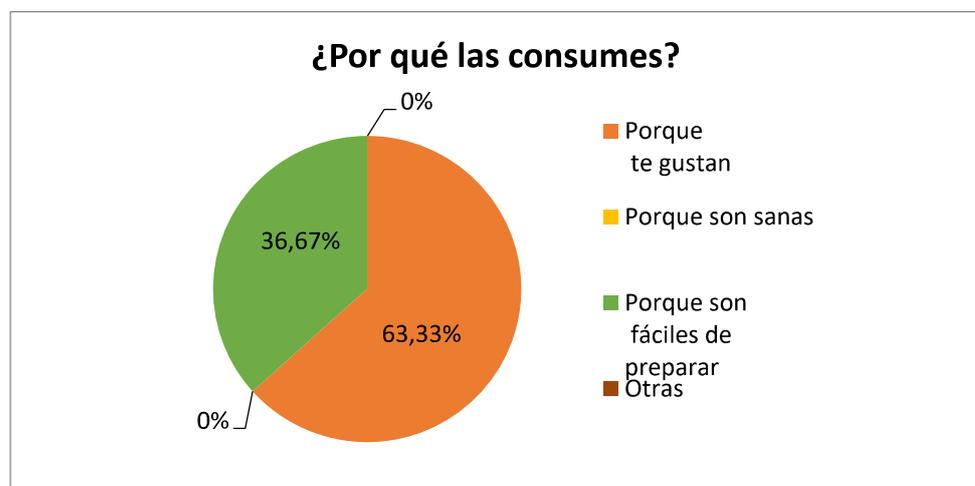


Figura 8 — Gráfico circular que muestra el motivo del consumo de salchichas expresado en porcentaje

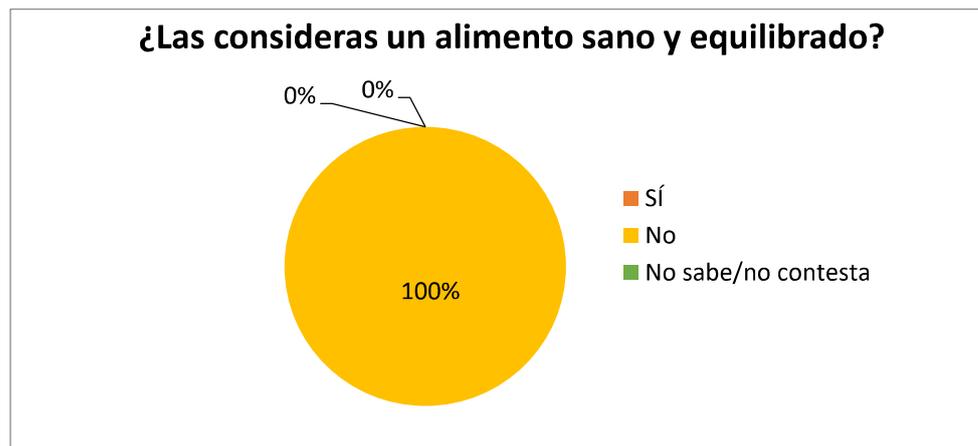


Figura 9 — Gráfico circular que muestra la opinión de los consumidores encuestados en relación a la salchicha y su posición en la denominación de alimento sano y equilibrado expresado en porcentaje

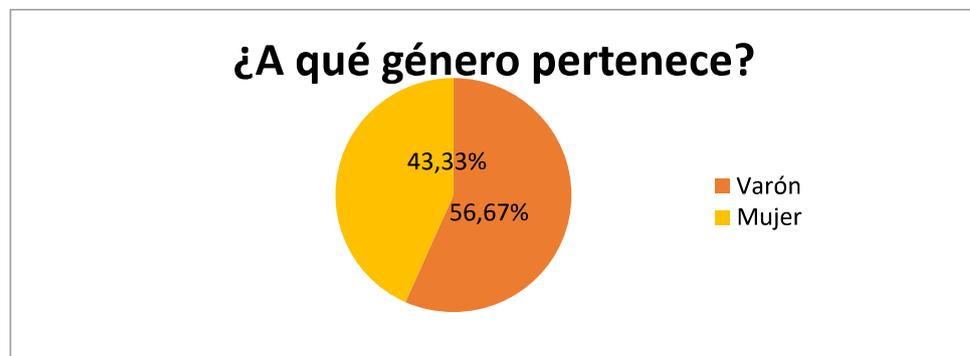


Figura 10 — Gráfico circular que muestra el género al que pertenecen los consumidores encuestados expresados en porcentaje

En la Figura 7 se observa que el 61,76% de los panelistas consumen salchichas cocidas con una frecuencia de 1 a 3 días al mes contrariamente a lo que refiere la Figura 12, donde todos los panelistas no consideran a este producto como un alimento sano y equilibrado. El motivo de consumo podría explicarse en la Figura 11, donde la gran mayoría (63,33%) indica que las consumen porque les gusta este producto, sumado a esto al 36,67% de consumidores la consumen porque son fáciles de preparar. De acuerdo a la Figura 10, las circunstancias de consumo en su mayoría (63,33%) son en restaurantes de comida rápida (dentro de esta opción también se encuentran los puestos ambulantes de comida rápida), seguido del 23,33% que la consume en viajes o excursiones. Con respecto al tipo de salchicha que prefieren consumir y la que les parece más sana (comparando entre tipos de salchicha) la gran mayoría de los catadores eligió a la salchicha de tipo frankfurter tal y como muestran las Figuras 8 y 9. Finalmente, la Figura 13

nos muestra que el 56,67% de los catadores fueron de género masculino mientras que el 43,33% fueron de género femenino.

5.1.5.2 Prueba de aceptación

A continuación se presentan la Figura 14, donde se muestran gráficamente los resultados obtenidos de la prueba hedónica para los seis atributos.

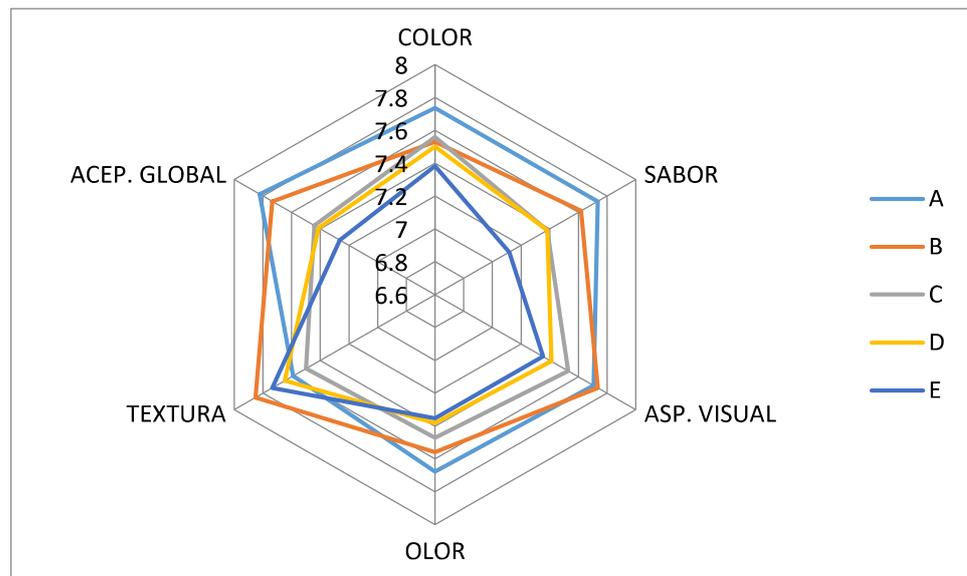


Figura 11 — Representación gráfica de los resultados de la prueba de aceptabilidad. Donde A se refiere al producto cárnico al cual se le ha incorporado 1% de PML, B se refiere al producto cárnico al cual se le ha incorporado 2% de PML y así sucesivamente hasta llegar a E

La Figura 14, muestra básicamente el grado de aceptación de los productos (A, B, C, D y E) para los atributos de color, aspecto visual, sabor, olor, textura y aceptación global, donde se hace notar que las puntuaciones para dichos atributos se encuentran dentro del rango de los valores de 6.8 y 8. Ello supone gran aceptación por parte de los catadores no entrenados, ya que se ha trabajado con la escala hedónica que tenía la puntuación de 1 a 9 (descrito a detalle en el ítem 4.4.5.2).

Ahora bien, el procesamiento de datos obtenidos de la prueba de aceptabilidad se ha realizado utilizando la prueba de Friedman, complementando lo que muestra la Figura 14: con respecto al color, se ha encontrado que existen diferencias estadísticamente significativas en la aceptabilidad de este atributo entre los productos A - B y A - D, donde los niveles de significancia alcanzada fueron de 0.034 y 0.033 respectivamente. Según la base de datos de los

resultados, el producto que presentó mayor aceptación fue el producto cárnico al cual se le incorporó 1% de PML al cual se le puede denominar como el producto/formulación ganadora en este atributo; con respecto al aspecto visual, se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la aceptabilidad de este atributo entre los productos A – E, donde el nivel de significancia alcanzada fue de 0.046. Según la base de datos de los resultados, el producto que presentó mayor aceptación fue el producto cárnico al cual se le incorporó 1% de PML al cual se le puede denominar como el producto/formulación ganadora en este atributo; con respecto al sabor, se ha evidenciado que existen diferencias estadísticamente significativas en la aceptabilidad de este atributo entre los productos B – E, siendo el valor del nivel de significancia alcanzada igual a 0.039. Según la base de datos de los resultados, el producto que presentó mayor aceptación fue el producto cárnico al cual se le incorporó 1% de PML al cual se le puede denominar como el producto/formulación ganadora en este atributo. Siendo el menos aceptado el producto cárnico al cual se le incorporó 5% de PML; con respecto a la aceptación global, se descubrieron diferencias estadísticamente significativas en la aceptabilidad de este atributo entre los productos A – E y B – E, alcanzando un nivel de significancia igual a 0.007 y 0.033 respectivamente. Según la base de datos de los resultados, el producto que presentó mayor porcentaje de aceptación fue el producto cárnico al cual se le incorporó 1% de PML al cual se le puede denominar como el producto/formulación ganadora en este atributo. Siendo el menos aceptado el producto cárnico al cual se le incorporó 5% de PML; finalmente, con respecto al olor y la textura, se evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de este atributo entre cinco productos. Para finalizar el análisis de los resultados de aceptabilidad, se concluye que existe evidencia suficiente para plantear que el producto con mayor aceptabilidad en la gran parte de los atributos es el producto 1.

Por otro lado, una de las preguntas en la encuesta fue el de la posibilidad de comprar uno de los productos catados, donde el 64,13% de catadores no entrenados se inclinaron por el deseo de comprar el producto 1. Existiendo, además, un evidente rechazo mayoritario de compra (72,34%) hacia el producto 5.



Después de la estimación de aceptabilidad de los productos cárnicos, se expusieron las propiedades y diferencias del producto en comparación de una salchicha comercial, y se les preguntó si modificarían los criterios evaluados al tener dicho conocimiento. El 78,91% estuvo de acuerdo con la modificación de forma positiva hacia los productos con mayor incorporación de PML, por ende, también las comprarían, de hecho, el porcentaje de deseo de compra del producto 5 llegó a 62,18%.

5.1.6 Características microbiológicas del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Se realizó el recuento de colonias de aerobios mesófilos según la ISO 4833 el cual indica que el recuento solamente se realiza a las placas que contengan más de 15 colonias y menos de 300 colonias. Descartamos las placas de la dilución de 10^{-3} , puesto que, contenían colonias menores a 15. Después de esta operación se ha recabado el número de unidades formadoras de colonia haciendo uso de la fórmula mencionada en la metodología, obteniendo como resultado los valores que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9 — Resultados del recuento de colonias de aerobios mesófilos

PRODUCTO	UFC (10^{-2})
Producto A (1%)	$9,25 \times 10^{-3}$
Producto B (2%)	1×10^{-4}
Producto C (3%)	$9,25 \times 10^{-3}$
Producto D (4%)	$8,6 \times 10^{-3}$
Producto E (5%)	$9,95 \times 10^{-3}$

Nota: UFC: Unidades Formadoras de Colonia.

5.2 Discusión



5.2.1 Características físicas del PML

Según la norma del CODEX para la harina de trigo, el parámetro de humedad permisible es de 15,5% como máximo y se recomienda que, tomando en cuenta las condiciones de transporte y almacenamiento este límite sea más bajo (Códex Alimentarius, 1985). Además, se ha observado que la harina de la cáscara de naranja presenta una humedad menor a 13% (Moreta, 2015) y se encontró también el valor de la humedad de la cáscara de papa igual a $9,37 \pm 0,14\%$ (Vega, 2020). Por lo que, comparando los resultados de humedad para el PML por los métodos de convección forzada 1 y 2 (Lecho fluidizado y estufa) es igual a $9,40 \pm 0,36\%$ en lecho fluidizado la humedad para el PML y $8,66 \pm 0,28\%$ en estufa, para el PML deshidratado por el método de secado natural es igual a $11,11 \pm 0,75\%$ de tal manera que se evidencia que se encuentran dentro de los límites establecidos y se podría recomendar tomar a cualquiera de los métodos de convección forzada (Lecho fluidizado o estufa) para la operación de deshidratación en el proceso de obtención del PML, ya que se propone que este producto sea utilizado como aditivo se recomienda la humedad mínima, por ser un producto higroscópico. Sin embargo, en la investigación titulada: “Caracterización tecnofuncional de harinas obtenidas de la cascara y semillas de pepino (*Cucumis sativus*) y su aplicación en un alimento funcional” se obtuvo harina de cáscara de pepino con humedad de $5,73 \pm 0,250\%$ (Gallegos y otros, 2018), asimismo, se encontró que la harina de residuos fibrosos del mango criollo tiene una humedad de $6,25 \pm 0,21\%$ (García, 2003), valores mucho menores a lo encontrado en los tratamientos realizados en la investigación, lo que ratifica que mientras menor sea la humedad de la harina o polvo, será mejor para la conservación del producto: baja actividad de agua asegurando la prevención de algún peligro biológico (Códex Alimentarius, 1985).

Asimismo, las cenizas totales para el PML deshidratado por el método de convección forzada 1 (Lecho fluidizado) igual a $0,50 \pm 0,8\%$, para el PML deshidratado por el método de convección forzada 2 (Estufa) igual a $0,48 \pm 0,50\%$ y para el PML deshidratado por el método de secado natural igual a $0,47 \pm 0,50\%$, lo que evidencia que dichos valores son mayores a lo hallado por Moreta (2015), quien en su investigación ha determinado las cenizas totales de la harina de cáscara de naranja con valores menores a 0,45% de harina de cáscara de naranja. Ahora bien, comparado con las cenizas totales de la harina de cáscara de papa ($4,22 \pm 0,13$) y las cenizas totales de la harina del residuo fibroso del mango criollo ($5,43 \pm 0,24$) (Vega,



2020) (García, 2003) dichos resultados son significativamente menores. Podemos presumir el principal motivo de estos resultados son la calidad y contenido de minerales de la tierra donde se encuentran los cultivos de limón y de las partes utilizadas de la cáscara, pues de la riqueza de la tierra depende la cantidad de minerales que puede absorber la planta y, por ende, el fruto (Gutiérrez, 1997).

Además, el rendimiento que hemos obtenido del PML deshidratado por los métodos de convección forzada 1 y 2 (Lecho fluidizado y estufa) y secado natural son $9,92 \pm 0,07\%$ en el método de Lecho fluidizado; $9,91 \pm 0,09\%$ en el método de estufa y $9,85 \pm 0,03\%$ en el método de secado natural, los cuales difieren con el resultado de rendimientos obtenidos para la harina de cáscara de naranja con valores mayores a 17% (Moreta, 2015), dicho rendimiento es mayor gracias a la utilización del mesocarpo y el exocarpo del fruto (cáscara propiamente dicha) a diferencia de nuestra investigación que sólo trabajó con el mesocarpo (parte blanca de la cáscara).

5.2.2 Características funcionales del PML

Para el PML deshidratado por los métodos de convección forzada 1 y convección forzada 2 (Lecho fluidizado y estufa) y secado natural se hallaron capacidades de hinchamiento igual a $18,86 \pm 0,48$ ml/g de PML, $15,58 \pm 0,29$ ml/g de PML y $13,39 \pm 0,50$ ml /g de PML respectivamente, lo que supone que, aunque los valores para cada método de deshidratación son diferentes, son mayores a las capacidades de hinchamiento de las harinas de plátano, ahuyama, garbanzo, lenteja, frijol, chachafruto, corteza de piña, pimentón, brócoli, cáscara de maracuyá y cáscara de naranja los cuales tienen como capacidad de hinchamiento valores entre 2,0 ml/g de muestra seca y 12,2 ml/g de muestra seca (Umaña y otros, 2013) (Sánchez, 2005). La importancia de determinar esta característica funcional en los alimentos radica en que han sido asociados con la reducción de colesterol en la sangre (Bauzá, 2016), por lo que, mientras mayor sea el valor de la capacidad de hinchamiento, mayor será la reducción de colesterol en la sangre del consumidor. Asimismo, esta característica funcional varía en función a la capacidad de absorción de agua, por lo que se puede afirmar que el PML deshidratado por los métodos de convección forzada 1 y convección forzada 2 tienen mayor capacidad de absorción de agua y mayor reducción de colesterol en la sangre del consumidor que el polvo deshidratado por el método de secado natural; además, independientemente al método de deshidratación,

el PML tiene una alta capacidad de absorción de agua en comparación de las harinas referidas.

Ahora bien, la capacidad de absorción de agua para los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (Lecho fluidizado), convección forzada 2 (Estufa) y secado natural es de $17,45 \pm 0,45$ g/g de PML, $17,13 \pm 0,18$ g/g de PML y $14,02 \pm 0,76$ g/g de PML respectivamente. Asimismo, observamos que dichos valores duplican o triplican a los valores de la capacidad de absorción de agua de las harinas de: plátano, ahuyama, garbanzo, lenteja, frijol, chachafruto, corteza de piña, pimentón, brócoli, cáscara de pepino, cáscara de maracuyá y cáscara de naranja, los cuales se encuentran entre 1 g/g de muestra seca y 8 g/g de muestra seca (Umaña y otros, 2013) (Gallegos y otros, 2018) (Sánchez, 2005). Estos resultados son directamente proporcionales al contenido de polisacáridos hidrófilos (Bauzá, 2016) y al tamaño de partícula del PML ($180 \mu\text{m}$) sobre las harinas comparadas; es decir, que el PML deshidratado por los métodos de convección forzada 1 y convección forzada 2, contienen mayor cantidad de hidrocoloides, la cual su composición es de macromoléculas de carbohidratos neutros o sus formas ácidas u oxidadas que el PML deshidratado por el método de secado natural; además, independientemente del método de deshidratación, el PML contiene mayor cantidad de polisacáridos hidrófilos que las harinas de cáscaras, corteza y alimentos anteriormente mencionadas y que es posible que el tamaño de partícula del PML sea menor al tamaño de partícula de las harinas referidas.

Además, los valores de la capacidad de retención de agua para el polvo de mesocarpio obtenido por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (Lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son $9,71 \pm 0,56$ g/g de PML, $9,80 \pm 0,40$ g/g de PML y $8,76 \pm 0,20$ g/g de PML respectivamente. Se observó que dichos valores son notablemente mayores a la capacidad de retención de agua de las harinas de plátano, garbanzo, lenteja, frijol, chachafruto, corteza de piña, quinua, soya y trigo, cuyos valores de su capacidad de retención de agua están comprendidos entre 1,0 g/g de muestra seca y 7,50 g/g de muestra seca (Umaña y otros, 2013) (Delgado y otros, 2012); no obstante, son mucho menores a la capacidad de retención de agua de las harinas de ahuyama, pimentón y brócoli, los cuales se encuentran entre 11,50 g/g de muestra seca y 14,50 g/g de muestra seca (Umaña y otros, 2013), aunque similares a los valores de capacidad de retención de agua de la harina de cáscara de

maracuyá y harina de desechos de naranja (cáscara, albedo y sacos de jugo), siendo éstos 8,70g/g de muestra seca y 8,23g/g de muestra seca respectivamente (Sánchez, 2005). Es relevante determinar los valores de esta característica funcional ya que son indicadores de la capacidad de reducción del nivel de glucosa en la sangre del consumidor (Bauzá, 2016), por lo que los alimentos con valores elevados de capacidad de retención de agua permitirán en el consumidor mayor reducción de glucosa. Sin embargo los resultados se relacionan directamente (como en la capacidad de hinchamiento y la capacidad de absorción de agua) con el tipo de polisacáridos hidrófilos que contiene (Bauzá, 2016) y al tamaño de partícula del PML sobre las harinas comparadas; es decir, la ahuyama, el pimentón y brócoli contienen el tipo de polisacáridos hidrófilos con mayor retención de agua, los cuales al ser derivados de alimentos con mayor porcentaje de agua han desarrollado mejor dicha propiedad; mientras que el plátano, el garbanzo, la lenteja, el frijol, el chachafruto, la corteza de piña, la quinua, la soya y el trigo contienen menor cantidad del tipo de polisacáridos hidrófilos con mayor retención de agua debido a su naturaleza, presentan humedades menores y en algunos casos el mínimo de humedad, por lo que no han desarrollado esta capacidad a diferencia del PML, sin embargo la materia prima es el limón, el cual contempla una humedad relativamente alta.

Al mismo tiempo, los valores de la capacidad de absorción de aceite de los polvos de mesocarpo de limón que se han obtenido por el método de deshidratación de convección forzada 1 (Lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural son $8,82 \pm 0,14$ g/g de PML, $7,80 \pm 0,14$ g/g de PML, $6,56 \pm 0,57$ g/g de PML respectivamente. Estos valores son mucho mayores a los reportados para la harina del bagazo de piña igual a 1,10 g/g de muestra seca (Ever, 2008), para la harina de la cáscara de pepino igual a $2,46 \pm 0,104$ g/g de muestra seca y para la harina de cáscara de maracuyá igual a 1,50 g/g de muestra seca (Gallegos y otros, 2018) (Sánchez, 2005). Estos resultados pueden deberse a la humedad de las muestras. La importancia de esta propiedad radica en que las estructuras alimentarias con buena absorción de aceite facilitan su empleo en la elaboración de embutidos, los cuales actúan como estabilizantes del producto cocido (Vegas y otros, 2017), por lo que podemos afirmar que el PML sería adecuado para utilizarlo como extensor cárnico en derivados cárnicos cocidos.



Asimismo, los valores de la solubilidad en agua de los polvos de mesocarpo de limón que se han obtenido por los métodos de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado), convección forzada 2 (estufa) y secado natural, son $31,78 \pm 2,96\%$, $29,80 \pm 0,51\%$ y $25,03 \pm 1,67\%$ respectivamente. Dichos valores son similares en comparación con el valor de solubilidad en agua de la harina de corteza de piña igual a 30% aproximadamente (Umaña y otros, 2013), en cambio las harinas de quinua y chontaduro son solubles en el agua en $11,18 \pm 0,49\%$ y $11,32 \pm 0,14\%$ respectivamente, lo que indica que el PML tiene casi el doble de solubilidad de los mismos. Esto tiene que ver con la cantidad de aminoácidos alifáticos que contienen las muestras: mientras contengan mayor cantidad, serán menos solubles en agua y de la cantidad de fibra soluble que contiene; es decir, que el PML obtenido por los métodos de deshidratación por convección forzada 1 y 2 (Lecho fluidizado y estufa) tienen menor cantidad de aminoácidos alifáticos con respecto al PML obtenido por el método de secado natural que es semejante a la harina de corteza de piña. No obstante, el PML independientemente del método utilizado para su deshidratación, contiene menor cantidad de aminoácidos alifáticos que las harinas de chontaduro y quinua (Umaña y otros, 2013).

5.2.3 Caracterización espectrofotométrica del PML

En el ítem 5.1.3 se han mencionado y descrito los resultados de la caracterización espectrofotométrica, teniendo 4 picos importantes para el estudio, donde:

En el primer pico más importante, los espectros registrados, se encuentran en el rango de vibración del grupo hidroxilo (OH) el cual representa al contenido de agua (H_2O) percibida en las muestras (Amaya, 2019) (Mondragón, 2020). En la Figura 3 se muestra que la humedad del PML deshidratado por los métodos de convección forzada 1 y 2 (lecho fluidizado y estufa) y secado natural se encuentran en una absorbancia similar lo que reflejan los resultados de humedad en la caracterización física detallados en el apartado 5.1.1.1.

En el segundo pico más importante, los espectros registrados, se encuentran en el rango de vibración del enlace C=O del aldehído alifático (Mondragón, 2020), el cual refleja la presencia de aminoácidos alifáticos los cuales se caracterizan por ser hidrofóbicas. La Figura 3 muestra que las concentraciones de estos compuestos son



mayores en el espectro de la muestra del PML deshidratado por secado natural y menores en el espectro de la muestra de PML deshidratado por convección forzada 1(lecho fluidizado). Esta información se corrobora en el apartado 5.1.1.8, donde se refiere a los aminoácidos alifáticos y su relación con la solubilidad en agua del PML.

En el tercer pico más importante, los espectros registrados, se encuentran en el rango de vibración del grupo amida ($C=N$), el enlace $C=O$ y de los alquenos aromáticos ($C=C$) (Mondragón, 2020) (De Almeida, 2007), lo cual refleja la presencia de aminoácidos polares y apolares compuestos constituyentes de las proteínas. La Figura 3 indica que el espectro de la muestra de PML deshidratado por el método de secado tiene mayor concentración de aminoácidos polares y al espectro de la muestra de PML deshidratado por el método de convección forzada 1(lecho fluidizado) tiene la menor concentración de los mismos. Sin embargo, este último posee la mayor concentración de aminoácidos apolares, lo que corresponde a los resultados de la capacidad de absorción de aceite detallado en el apartado 5.1.1.7.

En el cuarto pico más importante, los espectros registrados denotan la presencia de los grupos carbonilo ($C=O$) y el grupo hidroxilo (OH); por lo que existe la presencia del grupo funcional de los ácidos carboxílicos y, por ende, de monosacáridos, polisacáridos y oligosacáridos (Mondragón, 2020). La Figura 3 muestra que la concentración de estos compuestos se encuentra en el mismo rango por lo que se puede apreciar las curvas sobrepuestas. Estas concentraciones son directamente proporcionales a los resultados de las propiedades funcionales tales como la capacidad de hinchamiento, la capacidad de absorción de agua y la capacidad de retención de agua detallados en los apartados 5.1.1.4, 5.1.1.5 y 5.1.1.6 respectivamente.

Por otra parte, en la investigación de Mondragón (2017), donde se presenta las características espectrofotométricas de algunos alimentos, se observan algunos espectros que poseen curvas similares a los espectros hallados del PML, los cuales se presentan a continuación:

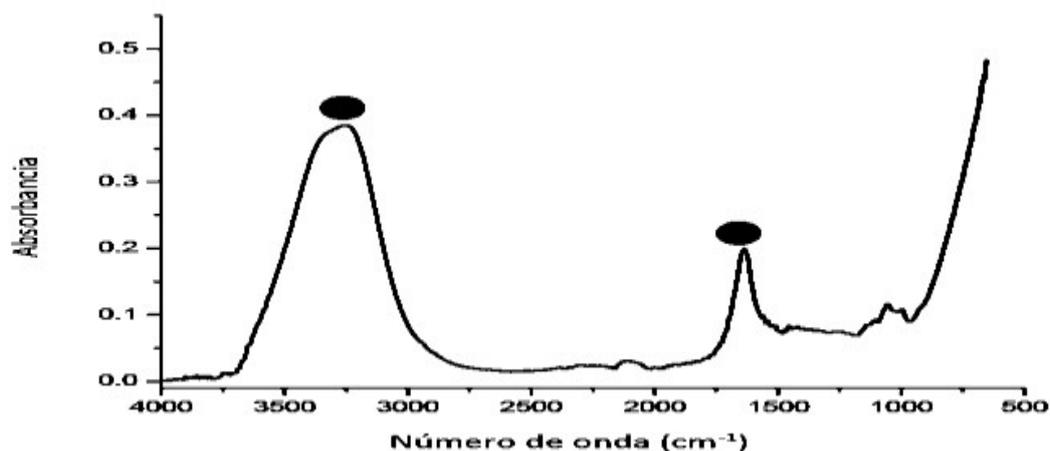


Figura 12 — Espectro de infrarrojo del durazno. Tomada de «Espectroscopia de infrarrojo para todos y 51 espectros de alimentos consumidos en México» por Mondragón-Cortez, 2017

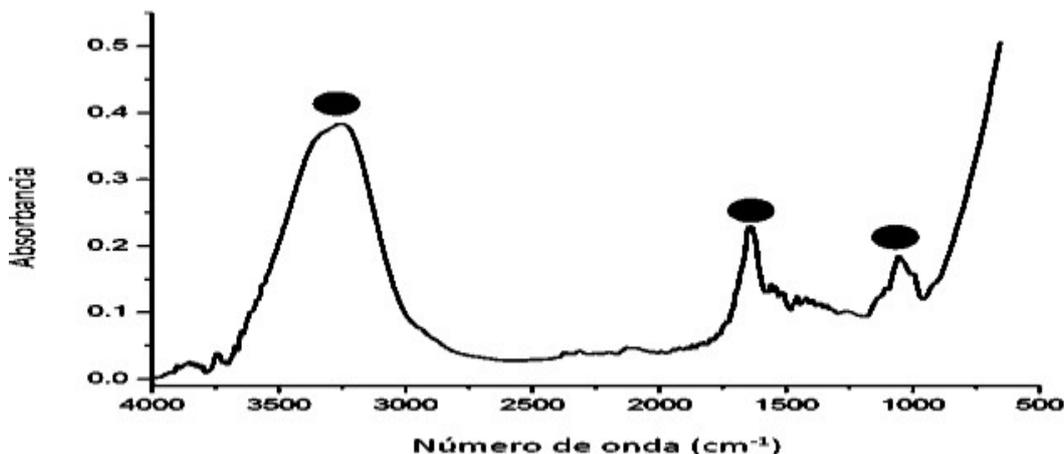


Figura 13 — Espectro del plátano. Tomada de «Espectroscopia de infrarrojo para todos y 51 espectros de alimentos consumidos en México» por Mondragón-Cortez, 2017

En los espectros anteriores, se evidencian las curvas características a la vibración de estiramiento de del enlace O-H: 3450 cm^{-1} en el durazno y 3250 cm^{-1} en el plátano, siendo las curvas más conocidas en los espectros de los alimentos, puesto que en la presente investigación también se ha observado dicha curva en el rango de 3000 cm^{-1} y 3290 cm^{-1} . De igual manera los espectros de las frutas mencionadas, señalan

la presencia del enlace C-O relacionado a carbohidratos: para el durazno en la región comprendida entre 1200cm^{-1} y 1000cm^{-1} , para el plátano en 1030cm^{-1} , presentándose en la investigación una curva similar desde 1011cm^{-1} hasta 1015cm^{-1} . Sin embargo, todas estas curvas, tienen mayor absorbancia en las frutas que en el PML, ya que se caracterizan por contener agua y azúcares en altos niveles a diferencia del PML, también por esta misma razón, no se encontraron picos importantes que puedan señalar presencia de otros compuestos como grasas o proteínas, al ser de menor concentración en comparación de los carbohidratos y el agua a diferencia del PML.

5.2.4 Composición nutricional del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Las tablas peruanas de composición de alimentos (2017), establecieron a la humedad de la salchicha el valor de 49,40%, lo cual es aproximadamente 36% menor a los valores encontrados en los cinco productos cárnicos y se deben a la cantidad de hielo que se ha requerido en la elaboración de este producto y la compleja interacción de propiedades funcionales de los ingredientes y aditivos. No obstante, en la investigación titulada: “Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en fibra y omega3” se obtuvieron humedades con valores que oscilan entre 70% y 75% de humedad (García y otros, 2015). Dichos valores se asemejan a los valores encontrados en el estudio y podrían deberse a la capacidad de retención de agua de los ingredientes del producto, entre ellos al PML y el almidón de papa. Por lo que, la variación reflejada se le puede adjudicar a la proporción del PML, donde el producto cárnico tipo salchicha frankfurter al cual se le ha incorporado 5% de PML presenta el mayor valor de humedad y el producto cárnico tipo salchicha frankfurter al cual se le ha incorporado 1% de PML presenta el menor valor de humedad. Estos resultados, van en función de las propiedades funcionales del PML (capacidad de absorción y retención de agua) incorporado en la formulación del producto cárnico tipo salchicha frankfurter.

Evaluando cada tratamiento, se puede notar que el mayor valor de cenizas totales se encuentra en el producto C de mesocarpio de limón, pese a que se le han incorporado mayor cantidad de PML a los productos D y E. Sin embargo, los valores de cenizas totales de los cinco productos son mucho menores a lo referido en las tablas peruanas de composición de alimentos (2017), donde indican que el contenido de cenizas



totales de la salchicha de pollo tipo frankfurter (hot dog) es de 3,2%. Ello se podría deber al gran porcentaje de sodio que contiene debido a los aditivos añadidos.

Las tablas peruanas de composición de alimentos (2017), refieren que el contenido de grasa de la salchicha de pollo tipo frankfurter (hot dog) es de 34,30%, lo que es un valor que prácticamente triplica a los resultados obtenidos en el presente estudio. Ello básicamente fue resultado de la formulación utilizada con menor cantidad de grasas, puesto que, en la investigación de García y otros (2015), se encontraron valores de contenido de grasas en salchichas de pollo comprendidos entre 1,71% y 2,14%, mucho menor a los resultados antes mencionados. Estos últimos se deben a la sustitución de grasas en la formulación por diversas mezclas de hidrocoloides.

Las tablas peruanas de composición de alimentos (2017) refieren que el contenido de proteínas en la salchicha de pollo tipo frankfurter (hot dog) es de 11,00%, los valores obtenidos en la investigación son menores, ya que van desde 9.49% hasta 10.9%. Asimismo, la investigación de García y otros (2015) obtuvieron valores de proteínas comprendidos entre 11,34% y 11,55% en salchichas ricas en fibra y omega3. La diferencia de contenido de proteína que se evidencia en los resultados del estudio, se adjudica a la composición nutricional de la materia prima, por ser fuente de proteínas (pollo y la proteína de soya), ya que, el PML contiene proteínas en cantidades mínimas.

Por otro lado, los valores de contenido de carbohidratos hallados, son mucho mayores a lo referido por las tablas peruanas de composición de alimentos (2017) donde el contenido de carbohidratos de la salchicha de pollo tipo frankfurter (hot dog) es de 2,10%. Por otro lado, García y otros (2015) encontraron valores de contenido de carbohidratos comprendidos entre 4,24% y 6,28% en salchichas de pollo altas en fibra y omega 3. Dentro de este rango, se encuentran los productos cárnicos a los cuales se les incorporaron proporciones de 4% y 5% de PML. El motivo de estos resultados altos es la adición de PML y el almidón de papa, utilizado como extensor, los cuales contienen monosacáridos y polisacáridos.

No obstante, los resultados de la energía expresados en Kilocalorías (Kcal) de los productos cárnicos a los cuales se les incorporaron proporciones de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% de PML son $171,10 \pm 0,92 \text{Kcal}$, $166,06 \pm 0,14 \text{Kcal}$, $142,13 \pm 2,27 \text{Kcal}$,

155,87±0,39Kcal y 152,21±0,48Kcal respectivamente, donde se presentan diferencias significativas entre cada muestra; lo que significa que la incorporación de PML influye en la energía del producto cárnico tipo salchicha frankfurter. Estos valores, son menos del 50% de lo indicado en las tablas peruanas de composición de alimentos (2017) donde se refiere que la energía de la salchicha de pollo tipo frankfurter es de 364 Kcal. La energía varía de esta manera, debido a los valores bajos de proteínas, carbohidratos, principalmente de grasas y de la gran cantidad de agua contenida en el producto.

Según las tablas peruanas de composición de alimentos (2017) y la rotulación de salchichas comerciales indican que este producto carece de fibra cruda por ello se lleva dicha investigación. Se denomina fibra cruda al residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20 - 50% de la fibra dietética total (Ecured, 2017). Por lo que, la aparición de los valores de fibra cruda encontrada en el presente estudio por cada muestra es sinónimo de lograr obtener un producto cárnico funcional.

Es así que, en la investigación titulada: “Elaboración de salchichas de pollo bajas en grasa y ricas en fibra y omega3” se encontraron valores comprendidos entre 3.28% y 4.96% de fibra dietaria, los cuales se asemejan a los resultados del presente estudio. La fibra dietaria total incluye todos los compuestos que no son digeribles por las enzimas del intestino humano (Ecured, 2017). En el apartado 1.1 se menciona que la OMS recomienda 30g/día de fibra dietaria, por lo que una porción de 100 g de esta formulación cubriría el 15,3% de esta necesidad.

5.2.5 Caracterización sensorial del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

En el estudio de García y otros (2015), al realizar la prueba de aceptabilidad, se ha encontrado que para las formulaciones realizadas de la salchicha de pollo bajas en grasas saturadas y alto en fibra y omega 3, no varía el nivel de agrado con respecto al atributo sabor al igual que el presente estudio y los cinco productos cárnicos funcionales que se testearon. Asimismo, en la investigación de Ramírez y otros (2016) donde se desarrolló una mezcla de fibras y almidones como reemplazante de grasa para productos de pasta fina tipo salchicha y al realizar la caracterización sensorial los atributos de sabor y textura, no presentaron diferencias significativas. Pero, además del atributo de sabor, nuestros productos no presentaron diferencias

significativas en el nivel de agrado del atributo textura, lo que es buen indicador para la calidad del producto final (Ramírez y otros, 2016). No obstante, lo que ha variado irrefutablemente han sido los atributos de color, olor, aspecto visual y aceptación global que, pese a los diferentes grados de agrado, se puede afirmar que el grado de aceptabilidad a los productos testados es alto, ya que la puntuación alcanzada fue mayor a 6 (siendo la escala hedónica del 1 al 9).

5.2.6 Características microbiológicas del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

La norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano indica que para los embutidos con tratamiento térmico, el límite aceptable por gramo de aerobios mesófilos es de $m = 5 \times 10^4$; es decir, valores mayores de este límite se considera de calidad rechazable, aunque no presentan un riesgo para la salud; sin embargo, los valores microbianos mayores a $M = 5 \times 10^5$ tienen la categoría de inaceptable y representan un riesgo para la salud (DIGESA, 2003). Según la Tabla 8, nuestro resultado de la cantidad de unidades formadoras de colonias evidencia que están muy por debajo de los límites mencionados, por lo que inferimos que estos alimentos son aptos para el consumo humano y tienen una vida en anaquel relativamente larga. Asimismo, se ha verificado que la temperatura aplicada en el proceso fue la adecuada y las condiciones de elaboración, almacenamiento y transporte fueron óptimas (Food news, 2015).

En síntesis, se presenta que las tres caracterizaciones realizadas, indican que este producto funcional E contiene mayor cantidad de fibra dietaria el cual es de 4,60% lógicamente en comparación de los productos estudiados. No obstante, el producto cárnico que ha tenido mayor aceptabilidad fue el producto al cual se le incorporó 1% de PML, aunque al conocer los beneficios después de la cata el 62,18% de los encuestados afirmaron el deseo de comprar el producto cárnico al cual se le incorporó el 5% de PML. En cuanto al recuento de mesófilos aéreos, todos los productos se han encontrado dentro del rango de los límites permisibles apto para consumo humano, por lo que, las condiciones de elaboración y almacenamiento fueron las adecuadas para este producto. Por tanto, en pro de la buena salud, se recomienda utilizar la formulación de los productos cárnicos a los cuales se les ha incorporado 5% de PML.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se obtuvo polvo de mesocarpo de limón y tras las evaluaciones y caracterizaciones de la misma, se encontró que el método de convección forzada 1 (lecho fluidizado) es el método más recomendable para poder obtener PML con favorables características físicas y funcionales: humedad igual a $9,40 \pm 0,36\%$, cenizas totales igual a $0,50 \pm 0,85\%$, rendimiento igual a $9,92 \pm 0,07\%$, capacidad de hinchamiento igual a $18,86 \pm 0,48$ ml/g), capacidad de absorción de agua igual a $17,45 \pm 0,45$ g/g de muestra seca, capacidad de retención de agua igual a $9,71 \pm 0,56$ g/g de muestra seca, capacidad de absorción de aceite igual a $8,82 \pm 0,14$ g/g de muestra seca y solubilidad igual a $31,78 \pm 2,96\%$ con presencia de grupos funcionales y compuestos que ayudan a la salud humana.

Se logró elaborar un producto cárnico funcional tipo salchicha frankfurter, ya que, se pudo observar una cantidad significativa de fibra dietaria ($4,60\%$) en la formulación al que se le incorporó 5% de PML, asimismo, el producto cárnico al que se le ha incorporado 5% de PML a su formulación es el producto en comparación con los otros productos estudiados que presenta mejor composición nutricional en cuanto a la meta de elaborar un producto cárnico funcional, pese a tener el menor valor de cenizas totales ($1,13 \pm 0,07\%$), brinda la menor energía ($152,21 \pm 0,48$ Kcal), mayor humedad ($72,90 \pm 0,03\%$), cantidad de proteínas relativamente mayor ($10,60 \pm 0,21\%$), cantidad de carbohidratos relativamente menor ($5,13 \pm 0,25\%$) y mayor cantidad de fibra cruda ($0,33 \pm 0,02\%$), por lo que dicha formulación es el más recomendado para cumplir con el fin de una dieta equilibrada (<3000 Kcal).



6.2 Recomendaciones

- Se recomienda incluir en el proceso productivo del polvo de mesocarpio de limón la operación de desamargado, el cual ayuda a la eliminación del sabor indeseable lo que brindará mayores aplicaciones a este producto pues no solamente se puede utilizar como extensor de productos cárnicos, sino también como estabilizante de productos acuosos y como aditivo para la industria de panificación.
- Para la aplicación de esta investigación a gran escala, se recomienda utilizar la tecnología del método de deshidratación de convección forzada 1 (lecho fluidizado) ya que tiene mayores beneficios en la producción a comparación de los otros métodos estudiados, en especial el tiempo de procesamiento que se requiere en la deshidratación propiamente dicha.
- Si se desea utilizar el PML como aditivo, es necesario realizar pruebas e investigaciones para cada caso aplicable; por ejemplo: formulación adecuada en la elaboración del yogurth para evitar la sinéresis y cuánto cambia las características organolépticas de éste o encontrar la proporción adecuada para incluirla en la formulación de galletas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANTO RODRIGUEZ, Jonathan Abel. 2013. *Efecto de la proporción de grasa: Harina de quinua (Chenopodium quinoa): carragenina lambda sobre la textura, color aceptabilidad general de salchicha de pollo tipo frankfurter* [en línea]. Tesis de grado. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego [consulta: noviembre de 2019]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/842>.

ALARCÓN GARCÍA, Miguel Ángel, LÓPEZ VARGAS, Jairo Humberto y RESTREPO MOLINA, Diego Alonso. 2013. Caracterización de la Funcionalidad Tecnológica de una Fuente Rica en Fibra Dietaria Obtenida a partir de Cáscara de Plátano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, vol.66, no.1. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/39534>.

ALKEMI. 2017. Determinación de la humedad alimentaria: métodos. En: *ALKEMI*. [en línea]. Disponible en: <https://alkemi.es/blog/determinacion-humedad-alimentaria/> [consulta: 13 de Enero de 2019].

AMAYA PINOS, Jorge Braulio. 2019. Estudio de la dosificación del almidón extraído del banano en un polímero de tipo termoplástico. *Revista Colombiana de Química* [en línea]. Ecuador: Universidad Nacional de Colombia, vol.48, no.1. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3090/309058491012/html/index.html>.

ARIAS VITERI, Mónica Ninibeth. 2015. *Desarrollo y caracterización de una salchicha tipo frankfurt a base de carne de res y pollo* [en línea]. Tesis de grado. Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral [consulta: octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/34990/D-CD88193.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.

BACIERO, Gemma. 2011. Las fibras: distintos tipos, distintos beneficios. En: *DOCPLAYER* [en línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/11395842-Las-fibras-distintos-tipos-distintos-beneficios.html> [consulta: noviembre de 2019].

BADUI DERGAL, Salvador. 2006. *Química de los alimentos*. Cuarta edición. México: Pearson Educación. ISBN: 970-26-0670-5.

BARBOSA CÁNOVAS, Gustavo, VEGA MERCADO, Humberto e IBARZ RIBAS, Alberto. 2000. *Deshidratación de alimentos*. Puerto Rico : ACRIBIA, S.A., 2000. ISBN: 8420009180, 9788420009186.

BAUZÁ FLORIT, Cosme. 2016. *Fibra alimentaria: Caracterización fisicoquímica de variedades autóctonas de higo (Ficus carica) de las Islas Baleares* [en línea]. Tesis de grado. Palma: Universitat de les Illes Balears [consulta: septiembre de 2019]. Disponible en: https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/145735/Bauza_Cosme.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CABARCAS HENAO, Esteban, GUERRA BENEDETTI, Adrian Fernando y HENAO BALSEIRO, César Augusto. 2012. *Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción* [en línea]. Trabajo de grado. Cartagena: Universidad de Cartagena [Consulta: octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/46245324/Trabajo-de-grado-Extraccion-y-caracterizacion-de-pectina-apartir-de-cascaras-de-platano-para-desarro/>.

CAMOU ARRIOLA, Juan Pedro, GONZÁLEZ RÍOS, Humberto y VALENZUELA MELENDRES, Martín. 2014. Alimentos funcionales cárnicos. Alimentos funcionales cárnicos. En: *Researchgate* [en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299605528_Cap_12_Alimentos_Funcionales_Carnicos_en_Los_Alimentos_Funcionales_Un_nuevo_reto_para_la_industria_de_alimentos_ISBN_978-607-7551-37-9 [consulta: octubre de 2019].

CAMPUZANO F, Silvia; MEJIA FLOREZ, Dayana; MADERO IBARRA, Catalina and PABON SANCHEZ, Paola. 2015. Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Nova* [en línea]. Bogotá: vol.13, n.23. ISSN: 1794-2470. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000100008&lng=en&nrm=iso.

CAÑEDO ARGÜELLES, C. Arana. 2006. Fibra dietética. *Rev Pediatr Aten Primaria* [en línea]. Leganés: vol.8, Supl 1:S83-97 [septiembre de 2019]. Disponible en: <http://archivos.pap.es/files/1116-530-pdf/555.pdf>.



CARRASCAL DELGADO, Fabian Alfredo. 2005. *Obtención de dextrinas de alta solubilidad y mínima retrogradación a partir de almidón industrial de yuca* [en línea]. Trabajo de grado. Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander [consulta: septiembre de 2019]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/121003.pdf>.

CÓDEX ALIMENTARIUS (1985). Norma del codex para la harina de trigo. *Codex Stan 152-1985*. 1985. Disponible en: http://www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf.

CORI, María Elena., DE BASILIO, Vasco, FIGUEROA RUIZ, Rosana, RIVAS, Nilo, MARTÍNEZ, Shimazú y RODRÍGUEZ, Iraima. 2014. Composición química y evaluación microbiológica de salchichas de pollo y codorniz. *Revista Científica* [en línea] Venezuela: vol.24, no.1.[consulta: septiembre de 2019]. Recuperado de:<https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15841>.

DE ALMEIDA BARBOSA, Luis Claudio.2007. Espectroscopia infrarroja. Editora UFV. ISBN: 9788572692809.

DELGADO C., Natalia y ALBARRACÍN H., William. 2012. Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa w*) y chachafruto (*Erythrina edulis*). *Vitae* [en línea]. Medellín: Universidad de Antioquía, vol.19, no.1, pp. S430-S432 [consulta: septiembre de 2019]. ISSN: 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914135.pdf>.

DIGESA. 2003. *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. (NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01.) [en línea]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf.

EVER HERNÁN, Miguel Hajar. 2008. *Obtención de fibra dietética a partir de piña (Ananas comusus) del cultivar cayena lisa* [en línea]. Tesis de grado. Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2632/Miguel%20Hajar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [consulta: septiembre de 2019].



FAO. 2018. Erradiquemos el hambre, el sobrepeso y la obesidad. En: *Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe* [en línea]. Jamaica [consulta: mayo de 2020]. Disponible en : <http://www.fao.org/about/meetings/larc35/es/>.

FAO. 1998. Métodos de secado. En: *fao.org* [en línea]. Disponible en: [http://www.fao.org/3/x5027s/x5027s05.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20secado%20natural,energ%C3%ADa%20solar%20\(figura%20\)](http://www.fao.org/3/x5027s/x5027s05.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20secado%20natural,energ%C3%ADa%20solar%20(figura%20).). [consulta: julio de 2020].

FERREIRA ARDILA, Salomón. 2007. Pectinas: Aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1ra edición. ISBN: 978-958-701-862-2.

FLORES, E. A., BURCIAGA, A. A., SORIANO, T. C., ALONSO N. M., RAMÍREZ, B. P. 2012. Uso de fibra de avena y trigo en salchicha viena evaluando nivel de agrado y perfil. En: *VII Congreso nacional de ciencia de los alimentos y III foro de ciencia y tecnología de alimentos* [en línea]. Guanajuato : Universidad Juárez del Estado de Durango. Disponible en: <http://docplayer.es/44191556-Uso-de-fibra-de-avena-y-trigo-en-salchicha-viena-evaluando-nivel-de-agrado-y-perfil-de-textura.html>. [consulta: junio de 2020].

FOOD NEWS. 2015. ¿Qué son los aerobios mesofilos?. *Food news latam.news*. 15 de Mayo de 2015 [en línea]. Control de Calidad Bolivia. Disponible en: <https://www.foodnewlatam.com/inocuidad/2499-%C2%BFque-son-los-aerobios-mesofilos.html>.

FUENTES BERRIO, Lorenzo, ACEVEDO CORREA, Diofanor y GELVEZ ORDOÑEZ, Victor Manuel. 2015. Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea]. Cartagena: vol.13, no.2 [consulta: septiembre de 2019]. DOI:10.18684/BSAA(13)140-149. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a16.pdf>.

GALLEGOS GARZA, M.M., AGUILAR PÉREZ, S.A., GUZMÁN DÍAZ D.A., BÁEZ GONZÁLEZ, J., ALANÍS GUZMÁN, G. y AMAYA-GUERRA, C.A. 2018. Caracterización tecnofuncional de harinas obtenidas de la cascara y semillas de pepino (*Cucumis sativus*) y su aplicación en un alimento funcional. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea]. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León. Vol.3, no.1, pp. 602-606. [consulta: julio de 2020]. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/9/99.pdf>

GARCÍA LUNA, Itzel Nashielli. 2003. *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos del mango (Mangifera indica L.) y su incorporación en galletas* [en línea]. Tesis de grado. Huajuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca [consulta: agosto de 2021]. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8487.pdf.

GARCÍA REYES, Marta, DE JESÚS, Carlos y PAGÁN, Jesús. 2015. *Elaboración de salchichas de pollo, bajas en grasa y ricas en fibra y omega3* [en línea]. Máster Gestión y Seguridad Alimentaria. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia [consulta: noviembre de 2019]. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56852/GARC%C3%8DA-REYES%20-%20ELABORACI%C3%93N%20DE%20SALCHICHAS%20DE%20POLLO%2C%20BAJAS%20EN%20GRASA%20Y%20RICAS%20EN%20FIBRA%20Y%20OMEGA-3..pdf?sequence=1>.

GIMENA CAMERONI, María. 2014. Ficha técnica de aceite esencial de limón. En: *Alimentos argentinos* [en línea]. Disponible

en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/2014/02Feb_limón.pdf [consulta: septiembre de 2019].

GUTIÉRREZ, Ester Lucia, MEDINA, Gilma Beatriz, ROMAN, María Orfilia, FLOREZ, Oscar A., MARTÍNEZ, Olga Lucía. 2002. Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *Vitae* [en línea]. Medellín: Universidad de Antioquía. Vol. 9, no.1., pp.5-14 [consulta: julio de 2020]. ISSN: 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169818118001.pdf>.

GUTIÉRREZ, Marco. 1997. Nutrición mineral de las plantas: avances y aplicaciones. En *II Congreso Nacional de Suelos*. San José: Universidad de Costa Rica.

HLEAP ZAPATA, José Igor, BURBANO PORTILLO, Margoth Yaqueline y MORA VERA, Jenny Maricel. 2017. Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*). *Rev. Bio. Agro* [en línea]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia vol.15, no.2, pp.61-71 [consulta: septiembre de 2019]. ISSN 1692-3561. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692_35612017000400061&script=sci_arttext&tlng=es.

INACAL. 2019. *Carne y productos cárnicos. Embutidos. Definiciones, clasificación y requisitos*. (R.D. N° 013-2019-INACAL/DN) [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/475291144/NTP-201-007>.

ISO. 2013. Aerobios mesófilos ISO 4833. Disponible en: http:// analisisavanzados.com/modules/mod_tecdata/Aerobios%20mesofilos%20ISO%204833.pdf.

LABORATORIO DE TÉCNICAS INSTRUMENTALES. 2016. Espectrofotometría FTIR. En: *Laboratorio de técnicas instrumentales.es* [En línea] Laboratorio de técnicas instrumentales UVA, 2016. Disponible en: <http://laboratoriotecnicasinstrumentales.es/analisis-qumicos/espectrometra-ftir> [consulta: agosto de 2019].

LÓPEZ GAMARRA, Milagros Sofía. 2013. *Extracción de pectina de cocona (Solanum sessiliflorum dunal) por acidulantes y su caracterización físicoquímica* [en línea]. Tesis de pregrado. Tarma: Universidad Nacional del Centro del Perú [consulta: septiembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1952>.

MAHN, Andrea V; PEREZ, Carmen E y REYES, Alejandro. 2017. E. Efecto de las Condiciones de Secado en Lecho Fluidizado Pulsante sobre el Contenido de Sulforafano de Brócoli. *Información Tecnológica* [en línea]. La Serena: vol.28, no.4, pp.17-28 [consulta: septiembre de 2019]. ISSN 0718-0764. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000400004.

MÁRQUEZ SIGUAS, Betsy Madeleyne. 2014. *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones* [en línea]. Trabajo de investigación. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín [consulta: agosto de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4188>.

MINSA, 2017. Situación de salud de los adolescentes y jóvenes en el Perú. En: *Ministerio de la Salud* [en línea]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4143.pdf>. [consulta: noviembre de 2019].

MONDRAGÓN CORTEZ, Pedro Martín. 2017. Espectroscopia de infrarrojo para todos y 51 espectros de alimentos consumidos en México. En: *CIATEJ Repositorio* [en línea]. Universidad de Tecnología Alimentaria. México. ISBN: 978-607-97548-4-6.

MONDRAGÓN CORTEZ, Pedro Martín. 2020. La espectrofotometría FTIR-ATR aplicada al análisis de alimentos y bebidas. En: *CIATEJ Repositorio* [en línea]. México. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/744>

MONTUFAR LEYVA, Karen, DUBLAN GARCIA, Octavio. 2014. *Fibras dietarias y su aplicación en el desarrollo tecnológico de productos alimentarios como alternativa de alimentos funcionales* [en línea]. Tesis de licenciatura. Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México [consulta: octubre de 2019]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14492>.



- MORETA PIEDRA, Denise. 2015. *Harina de cáscara de naranja (Citrus sp) y bagazo de piña (Ananas sp) para la elaboración de galletas integrales* [en línea]. Tesis de grado. Santo Domingo: Universidad Tecnológica Equinoccial [consulta: enero de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/19158>.
- NIETO RAMIREZ, Ivonne J., ROJAS LUNA, Rocío y SUAREZ A., Carolina. 2012. Evaluación del estipite de shiitake como aportante de fibra y bioactivos con miras a su empleo en alimentos funcionales. *Vitae* [en línea]. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, vol.19, no.1, pp. S331-S333 [consulta: agosto de 2019]. ISSN: 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914103.pdf>
- ORTIZ JIMENEZ, Eika Haydeé. 2014. *Caracterización funcional, física y química de un producto adicionado con harina de berenjena* [en línea]. Tesis de grado. Buenavista Saltillo Coah. Mexico: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro [consulta: diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/302>
- PÉREZ RODRIGO, Carmen, GARÍN BARRUTIA, Usoa, CADAVAL, Ainara ARTIACH ESCAURIAZA, Belén y ARANCETA, Javier, 2005. Alimentos funcionales. En: *Localizador de Información de Salud* [en línea]. Disponible en: <http://liscuba.sld.cu/index.php?P=GoTo&ID=2245&MF=4>. [consulta: septiembre de 2020].
- POLANCO ZAMBRANO, D.A. 2018. Limonero, citrus limon, hoja, flor, cuidados y poda. En: *Paradise sphynx* [En línea]. Disponible en: <https://naturaleza.paradise-sphynx.com/plantas/arboles/limonero-citrus-limon-propiedades.htm>.
- PROCITRUS. 2019. Información actual sobre la industria citrícola del Perú. En: *X Seminario Internacional de Cítricos* [en línea] [consulta: septiembre de 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/noticias/procitrus/>.
- QUINO, Marco L. y ALVARADO, Juan A. 2014. Efectos fisicoquímicos y sensoriales del uso de fibra dietaria en salchichas tipo viena reducida en grasas. *Revista Boliviana de Química* [en línea]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, vol. 31, no.2., pp. 110-115 [consulta: octubre de 2019]. ISSN: 0250-5460. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682010.pdf>.
- QUINTERO VALBUENA, Mayra Alejandra. 2017. *Obtención y caracterización de hidrocoloides a partir de residuos de la industria frutícola* [en línea]. Tesis de maestría. Montevideo: Universidad Nacional de Colombia [consulta: noviembre de 2019]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59559>.
- RAMIREZ CAMARGO, Eduar E; MARULANDA, Alejandra M y ORREGO, Jose A. 2016. Desarrollo de una Mezcla de Fibras y Almidones como Reemplazante de Grasa para Productos de Pasta Fina tipo Salchicha. *Información tecnológica* [en línea]. Colombia: Universidad de Antioquia, vol.27, n.1, pp.41-52. [consulta: noviembre de 2019]. DOI: 10.4067/S0718-07642016000100006. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n1/art06.pdf>.



- REYES GARCÍA, María. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. En: *ins* [en línea]. Disponible en: www.ins.gob.pe [consulta: enero de 2021].
- SÁNCHEZ GUZMÁN, Balbina Senorina. 2005. *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto del nispero (Eriobotria japonica) y de la cáscara de mango obo (Mangifera indica L.)* [en línea]. Tesis de pregrado. Huajapan de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca [consulta: agosto de 2021]. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9637.pdf.
- SAURA CALIXTO, Fulgencio. 2014. Fibra alimentaria: Novedades. En: *Lafem- Instituto del frío* [en línea]. Disponible en: <https://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/02-Nutrientes/SaberMas/02-03.pdf>. [consulta: noviembre de 2019].
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA. 2007. *Alimentos funcionales y nutraceuticos* [en línea]. Primera edición. España. [consulta: noviembre de 2019]. Disponible en: <https://secardiologia.es/images/publicaciones/libros/2007-sec-monografia-nutraceuticos.pdf>.
- TAXONOMIA DE PLANTAS. 2018. En: *Taxonomía de plantas grado 93* [en línea]. Disponible en: <http://taxonomiadeplantasgrado93.blogspot.com/2018/08/taxonomia-del-limonero.html>. [consulta: diciembre de 2019].
- UMAÑA, Jairo, ÁLVAREZ, Carolina, LOPERA, Seneida M. y GALLARDO, Cecilia. 2013. Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea]. Medellín: Universidad de Antioquia, Vol.22, no.29, pp. 33-46 [consulta: noviembre de 2019]. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/230/223>
- UNAM. 2008. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos. En: *Departamento de alimentos y biotecnología* [en línea]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf. [consulta: septiembre de 2019].
- VEGA MONTAÑO, Noelia Paola. 2020. *Propiedades químicas, físicas y tecnofuncionales de la cáscara de papa (Solanum tuberosum) para uso como extensor en productos cárnicos frescos picados* [en línea]. Proyecto especial de Graduación. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. [consulta: agosto de 2021]. Disponibl en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6943/1/AGI-2020-T049.pdf>.
- VEGAS NIÑO, Rodolfo, IRIS ZAVALA, Amparo y VEGAS PEREZ, Carlos. 2017. Efecto del PH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis "tarwi" variedad criolla. *Agroindustrial science* [en línea]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, vol.7, no.1, pp.49-55 [consulta: septiembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327129357_Efecto_del_pH_y_cloruro_de_sodio_sobre_las_propiedades_funcionales_de_harina_de_semillas_de_lupinus_mutabilis_tarwi_variedad_criolla.



VILCANQUI PÉREZ, Fulgencio. 2018. *Propiedades funcionales y fisiológicas de dietas* [en línea]. Tesis doctoral. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina.[consulta: septiembre de 2019]. Disponible en:<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3508/vilcanqui-perez-fulgencio.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.



ANEXOS



ANEXO 1

Tabla 10 — Formulación del producto cárnico tipo salchicha Frankfurter

Formulación para elaborar salchichas (3Kg)					
Ingredientes	Cantidad (Kg)				
	T1 (1.0%)	T2 (2.0%)	T3 (3.0%)	T4 (4.0%)	T5 (5.0%)
Carne de pollo	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
Grasa de cerdo	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Almidón de papa	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Proteína de soya	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
PML	0.0015	0.031	0.047	0.063	0.079
Tripolifosfato	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Ácido ascórbico	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
Nitrito de sodio	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Glutamato monosódico	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Cebolla	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Ajo	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Comino	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Sabor a pollo	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015

ANEXO 2

PRUEBA DE SELECCIÓN

¡Gracias por participar!, su opinión es muy valiosa. Esta sesión tiene como objetivo evaluar la preferencia respecto a diferentes formulaciones de productos cárnicos tipo salchicha frankurter cocidas. Primeramente, le consultaremos según sus hábitos de consumo sobre las salchichas cocidas.

1. ¿Consume habitualmente salchichas cocidas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Sí, habitualmente (1 a 3 veces por semana).
- Sí, ocasionalmente (1 a 3 días al mes).
- No, porque me parecen poco saludables.
- No, porque me parecen muy calóricas
- No, por el precio.
- No, otros motivos. Si desea puede especificar _____

2. ¿Qué tipo de salchichas cocidas consumes? *Puede preguntar al encuestador/a sobre cada tipo pedir ejemplos.

- Frankfurter
- Viena
- Bratwurst
- Otras: _____

3. ¿Qué tipo de salchichas cocidas te parecen más sanas?

- Frankfurter
- Viena
- Bratwurst
- Otras: _____

4. ¿Cuándo y dónde consumes salchichas cocidas? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- En casa para cenar solo o en pareja
- En casa para comer solo o en pareja
- En restaurantes de comida rápida
- En comidas/cenas con amigos
- En casa para comer en familia
- En casa para comer en familia
- En el trabajo
- Cuando voy de viaje/excursión
- Otras: _____

5. ¿Por qué las consumes? (elija sólo la opción que se adapte mejor a su situación):

- Porque te gustan
- Porque son sanas
- Porque son fáciles de preparar
- Otras: _____

6. ¿Las consideras un alimento sano y equilibrado?

- Sí
- No
- No sabe/no contesta

7. ¿A qué género pertenece?

- Varón.
- Mujer.

ANEXO 3

PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Edad: _____ Fecha: _____

A continuación, probarás 5 tipos de salchichas. Sigue las instrucciones de este cuestionario y del encuestador/a.

1. OBSERVA LA MUESTRA por su aspecto visual y olfativo.

¿De qué sabor crees que es la salchicha?.....

El **color** le resulta:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy poco atractivo					Muy poco atractivo			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy poco atractivo					Muy poco atractivo			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy poco atractivo					Muy poco atractivo			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy poco atractivo					Muy poco atractivo			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy poco atractivo					Muy poco atractivo			



El aspecto visual le resulta:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			



El **olor** le resulta:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Nada apetecible					Muy apetecible			

Comentarios:

.....

.....



2. Ahora PRUÉBALA y contesta los siguientes enunciados:

La **textura** le resulta:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy suave					Muy dura			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy suave					Muy dura			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy suave					Muy dura			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy suave					Muy dura			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Muy suave					Muy dura			



Con respecto al **sabor**:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me disgusta mucho					Me gusta mucho			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me disgusta mucho					Me gusta mucho			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me disgusta mucho					Me gusta mucho			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me disgusta mucho					Me gusta mucho			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me disgusta mucho					Me gusta mucho			



En vista de las características de las salchichas, valora la **aceptabilidad global** como:

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Totalmente Rechazable					Totalmente Aceptable			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Totalmente Rechazable					Totalmente Aceptable			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Totalmente Rechazable					Totalmente Aceptable			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Totalmente Rechazable					Totalmente Aceptable			

Código:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Totalmente Rechazable					Totalmente Aceptable			

1. ¿Modificarías los criterios de evaluación?

.....

.....

2. ¿Qué producto comprarías? Marca con un aspa.

[Código 1]	[Código 2]	[Código 3]	[Código 4]	[Código 5]	Ninguno
------------	------------	------------	------------	------------	---------

¡GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!



ANEXO 4



Figura 14 — Lavado y desinfectado del limón

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020



Figura 15 — Pelado del limón y separación del mesocarpo

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 16 — Deshidratación del mesocarpo de limón por el método de convección forzada 1 (lecho fluidizado)

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 17 — Deshidratación del mesocarpo de limón por el método de convección forzada 2 (estufa)

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 18 — Deshidratación del mesocarpio de limón por el método de secado natural

Nota. Fotografía tomada en los exteriores del pabellón de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 19 — Pulverizado del mesocarpio del limón deshidratado

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.

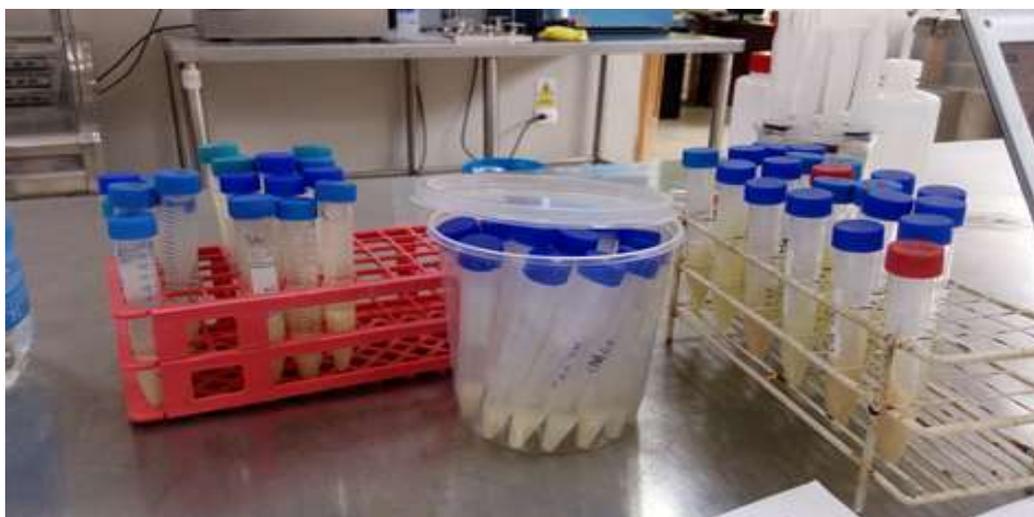


Figura 20 — Evaluación y determinación de la capacidad de hinchamiento (izquierda), capacidad de absorción de agua (medio) y capacidad de retención de agua (derecha) del PML

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.

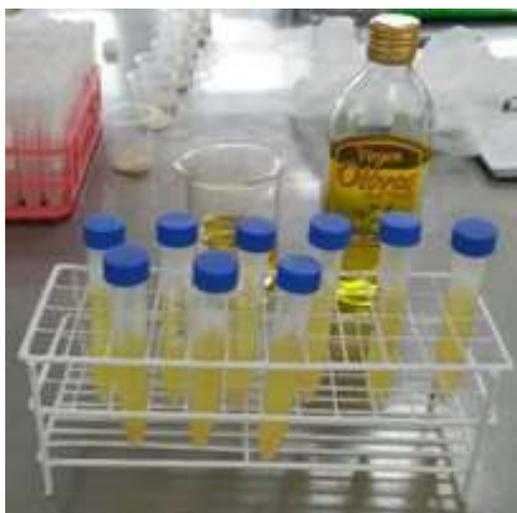


Figura 21 — Determinación de la capacidad de absorción de aceite del PML

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 22 — Operación de calentamiento como parte del procedimiento de determinación de la solubilidad en agua del PML

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 23 — Pesado del PML para evaluar la humedad

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020



Figura 24 — Preparación de muestras para la determinación de cenizas totales

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020



Figura 25 — Pesado del PML para determinar el rendimiento

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 26 — Inserción del PML en el espectrofotómetro FTIR

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Química General de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 27 — Ingredientes para la elaboración del producto cárnico tipo salchicha frankfurter antes de dosificar

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020



Figura 28 — Masa cárnica resultante de la molienda y cutedado de los ingredientes

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 29 — Operación de embutido

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 30 — Cocción del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 31 — Enfriamiento y shock térmico del producto cárnico tipo salchicha frankfurter

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 32 — Producto cárnico obtenido

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 33 — Preparación de muestras para prueba de aceptación

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 34 — Prueba de selección *Nota.* La prueba de selección fue llenada por el encuestador respetando las respuestas del encuestado, siguiendo los lineamientos recomendados para la prevención de contagios del COVID-19. Fotografía tomada en las inmediaciones de la plaza de Tamburco, 2020.



Figura 35 — Prueba de aceptación

Nota. La prueba de aceptación fue llenada por el encuestador respetando las respuestas del encuestado, siguiendo los lineamientos recomendados para la prevención de contagios del COVID-19. Fotografía tomada en las inmediaciones de la plaza de Tamburco, 2020.



Figura 36 — Algunas muestras de harina de producto cárnico tipo salchicha preparadas y rotuladas para análisis proximal en el laboratorio de control de calidad de la UNALM

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 37 — Determinación de la humedad de los productos cárnicos tipo salchicha frankfurter

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 38 — Presentación de muestra del producto cárnico tipo salchicha para determinación de fibra dietaria en el laboratorio de control de calidad de la UNALM

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Operaciones unitarias de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 39 — Dilución de 10^{-2}

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Microbiología general de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 40 — Cultivo en placas con Agar Plate Count

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Microbiología general de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 41 — Desarrollo de la microbiota durante 72 horas

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Microbiología general de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.



Figura 42 — Recuento de colonias por el método de cuadrantes

Nota. Fotografía tomada en las instalaciones del laboratorio de Microbiología general de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA, 2020.

ANEXO 4

Tabla 11 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de hinchamiento

CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO					
	réplicas	Po muestra	Vol inicial	Vol final	CH
CF1	1	0.2013	0.8	4.5	18.38052658
	2	0.2014	0.4	4.2	18.86792453
	3	0.2016	0.7	4.6	19.3452381
CF2	1	0.2018	0.6	3.7	15.3617443
	2	0.2011	0.8	4	15.91248135
	3	0.2004	0.7	3.8	15.46906188
SN	1	0.2021	0.6	3.4	13.85452746
	2	0.2007	0.6	3.3	13.4529148
	3	0.2023	0.6	3.2	12.8521997

Tabla 12 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de absorción de agua

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA						
	Replicas	P tubo	P muestra s	P final (t+m)	P muestra h	CAA
LF	1	6.2283	0.1025	8.0779	1.8496	17.044878
	2	5.4997	0.1021	7.4334	1.9337	17.9392752
	3	6.1341	0.1018	8.0032	1.8691	17.3605108
E	1	6.1281	0.1003	7.9339	1.8058	17.003988
	2	6.1091	0.1013	7.9658	1.8567	17.3287266
	3	6.2293	0.102	8.0702	1.8409	17.0480392
SN	1	6.1033	0.101	7.575	1.4717	13.5712871
	2	6.1201	0.1007	7.5901	1.47	13.5978153
	3	6.0214	0.1021	7.6445	1.6231	14.8971596

Tabla 13 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de retención de agua

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA						
	Réplicas	P tubo	P muestra s	P final (t+m)	P muestra h	CRA
LF	1	6.0847	0.5005	11.2945	5.2098	9.40919081
	2	6.1541	0.5016	11.8487	5.6946	10.3528708
	3	6.5417	0.5025	11.745	5.2033	9.35482587
E	1	6.5637	0.5006	11.9634	5.3997	9.78645625
	2	6.5395	0.5013	11.7589	5.2194	9.4117295
	3	6.0067	0.5004	11.6173	5.6106	10.2122302
SN	1	6.0909	0.5002	11.0859	4.995	8.9860056
	2	6.1334	0.5008	10.9643	4.8309	8.64636581
	3	6.0994	0.5008	10.9237	4.8243	8.6331869

Tabla 14 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de absorción de aceite

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE ACEITE						
	Réplicas	P tubo	P muestra s	P final (t+m)	P muestra h	CRAaceite
LF	1	6.1012	0.2069	8.1002	1.999	8.661672305
	2	6.1791	0.2086	8.2514	2.0723	8.934324065
	3	6.1198	0.2062	8.1534	2.0336	8.862269641
E	1	6.2474	0.2064	8.0925	1.8451	7.939437984
	2	6.0066	0.2116	7.8666	1.86	7.790170132
	3	6.1577	0.2277	8.1318	1.9741	7.669740887
SN	1	6.1853	0.2151	7.9393	1.754	7.154346815
	2	6.1229	0.2123	7.6124	1.4895	6.016015073
	3	6.1592	0.2373	7.9544	1.7952	6.565107459

Tabla 15 — Correspondiente a los resultados iniciales de la capacidad de solubilidad en agua

PORCENTAJE DE SOLUBILIDAD					
	Réplicas	P placa	P final (p+m)	P muestra f	Solubilidad
LF	1	6.2283	8.0779	1.8496	29.696707
	2	5.4997	7.4334	1.9337	35.1600996
	3	6.1341	8.0032	1.8691	30.4706477
Ei	1	6.1281	7.9339	1.8058	29.4675348
	2	6.1091	7.9658	1.8567	30.3923655
	3	6.2293	8.0702	1.8409	29.5522771
SN0	1	6.1033	7.575	1.4717	24.1131847
	2	6.1201	7.5901	1.47	24.0192154
	3	6.0214	7.6445	1.6231	26.9555253

Tabla 16 — Correspondiente a los resultados iniciales de la humedad del PML

PORCENTAJE DE HUMEDAD				
	Réplicas	P muestra	P muestra f	Humedad
LF	1	2.09	1.9	9.09090909
	2	2.04	1.85	9.31372549
	3	2.04	1.84	9.80392157
E	1	2.04	1.86	8.82352941
	2	2.04	1.86	8.82352941
	3	2.04	1.87	8.33333333
SN0	1	2.04	1.8	11.7647059
	2	2.04	1.81	11.2745098
	3	2.04	1.83	10.2941176

Tabla 17 — Tabla correspondiente a los resultados iniciales de cenizas del PML

PORCENTAJE DE CENIZAS				
	Réplicas	Muestra h	Ceniza	% Cenizas
LF	1	2.3	0.11	4.7826087
	2	2.01	0.12	5.97014925
	3	2.08	0.09	4.32692308
Ei	1	2.06	0.11	5.33980583
	2	2.08	0.1	4.80769231
	3	2.07	0.09	4.34782609
SN0	1	1.9	0.1	5.26315789
	2	2.01	0.09	4.47761194
	3	2.07	0.09	4.34782609

Tabla 18 — Correspondiente a los resultados iniciales del rendimiento del PML

PORCENTAJE DE RENDIMIENTO				
	Réplicas	P cáscara	P polvo	% rendimiento
LF	1	1995	196.5	9.84962406
	2	1992	199	9.98995984
	3	1997	198.3	9.92989484
E	1	1998	196.1	9.81481481
	2	1995	198.6	9.95488722
	3	1992	198.7	9.9748996
SN	1	1992	195.6	9.81927711
	2	1996	197.2	9.87975952
	3	1999	197.3	9.86993497

Tabla 19 — Correspondiente a los resultados iniciales del recuento de colonias del PML

	Réplicas	# colonias dilución 10(-2)	# colonias dilución 10(-3)	UFC 10(-2)
1%	1	89	9	9250
	2	96	11	
2%	1	101	21	10000
	2	99	5	
3%	1	83	10	9250
	2	102	9	
4%	1	97	7	8600
	2	75	13	
5%	1	103	11	9950
	2	96	8	

ANEXO 5

1 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP1 y ACEP2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,608	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP1 and ACEP2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,491	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

2 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP1 y ACEP3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,066	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP1 and ACEP3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,088	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

3 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP1 y ACEP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,029	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP1 and ACEP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,088	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

4 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP1 y ACEP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP1 and ACEP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,007	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

5 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP2 y ACEP3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,151	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP2 and ACEP3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,127	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

6 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP2 y ACEP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,118	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP2 and ACEP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,072	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



7 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 2% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP2 y ACEP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,032	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP2 and ACEP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,033	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

8 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP3 y ACEP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,765	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP3 and ACEP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,655	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

9 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP3 y ACEP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,532	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP3 and ACEP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,317	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



10 Resumen de prueba de hipótesis de aceptabilidad (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ACEP4 y ACEP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,575	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ACEP4 and ACEP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,841	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

11 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP1 y ASP2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,805	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP1 and ASP2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,467	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

12 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP1 y ASP3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,379	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP1 and ASP3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,491	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



13 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP1 y ASP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,110	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP1 and ASP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,157	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

14 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP1 y ASP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,033	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP1 and ASP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,046	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

15 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP2 y ASP3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,374	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP2 and ASP3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,346	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



16 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP2 y ASP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,167	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP2 and ASP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,251	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

17 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 2% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP2 y ASP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,097	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP2 and ASP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,074	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

18 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP3 y ASP4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,609	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP3 and ASP4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



20 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP3 y ASP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,524	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP3 and ASP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,655	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

21 Resumen de prueba de hipótesis de asp. visual (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ASP4 y ASP5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,907	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de ASP4 and ASP5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

22 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR 1 y COLOR2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,035	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR 1 and COLOR2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,034	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



23 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR 1 y COLOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,153	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR 1 and COLOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,248	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

24 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR 1 y COLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,033	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR 1 and COLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,033	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

25 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR 1 y COLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,049	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR 1 and COLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,074	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



26 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR2 y COLOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,782	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR2 and COLOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

27 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR2 y COLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,808	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR2 and COLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,593	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

28 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 2% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR2 y COLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,446	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR2 and COLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,317	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



29 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR3 y COLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,527	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR3 and COLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,527	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

30 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR3 y COLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,157	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR3 and COLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,197	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

31 Resumen de prueba de hipótesis de color (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre COLOR4 y COLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,513	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de COLOR4 and COLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,637	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



32 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR1 y OLOR2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,371	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR1 and OLOR2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,371	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

33 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR1 y OLOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,327	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR1 and OLOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,637	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

34 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR1 y OLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,094	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR1 and OLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,127	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



35 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR1 y OLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,069	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR1 and OLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,134	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

36 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR2 y OLOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,693	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR2 and OLOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,827	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

37 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR2 y OLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,338	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR2 and OLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,637	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



38 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 2% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR2 y OLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,330	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR2 and OLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,513	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

39 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR3 y OLOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,676	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR3 and OLOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

40 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR3 y OLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,523	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR3 and OLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



41 Resumen de prueba de hipótesis de olor (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre OLOR4 y OLOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,985	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de OLOR4 and OLOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,827	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

42 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR1 y SABOR2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,377	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR1 and SABOR2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,366	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

43 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR1 y SABOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,032	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR1 and SABOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,074	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

44 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR1 y SABOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,077	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR1 and SABOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,074	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

45 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR1 y SABOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,020	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR1 and SABOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,072	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

46 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR2 y SABOR3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,087	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR2 and SABOR3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,134	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



47 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR2 y SABOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,134	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR2 and SABOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,166	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

48 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 2% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR2 y SABOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,019	Rechazar la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR2 and SABOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,039	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

49 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR3 y SABOR4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,735	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR3 and SABOR4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



50 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR3 y SABOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,287	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR3 and SABOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,317	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

51 Resumen de prueba de hipótesis de sabor (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre SABOR4 y SABOR5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,233	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de SABOR4 and SABOR5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,491	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

52 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA1 y TEXTURA2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,128	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA1 and TEXTURA2 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,134	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

53 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 1% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA1 y TEXTURA3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,532	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA1 and TEXTURA3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,371	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

54 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 1% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA1 y TEXTURA4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,833	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA1 and TEXTURA4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

55 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 1% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA1 y TEXTURA5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,451	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA1 and TEXTURA5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,157	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



56 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 2% vs producto 3%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA2 y TEXTURA3 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,051	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA2 and TEXTURA3 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,127	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

57 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 2% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA2 y TEXTURA4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,124	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA2 and TEXTURA4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,197	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

58 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 1% vs producto 2%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA2 y TEXTURA5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,415	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA2 and TEXTURA5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,439	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



59 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 3% vs producto 4%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA3 y TEXTURA4 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,361	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA3 and TEXTURA4 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,593	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

60 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 3% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA3 y TEXTURA5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,189	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA3 and TEXTURA5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,108	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

61 Resumen de prueba de hipótesis de textura (Producto 4% vs producto 5%)

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TEXTURA4 y TEXTURA5 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,519	Retener la hipótesis nula.
2	Las distribuciones de TEXTURA4 and TEXTURA5 son las mismas.	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas	,808	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.



ANEXO 6 Informe de ensayo UNALM de análisis proximal de la harina de los productos cárnicos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1104/2020

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC
NOMBRE DEL PRODUCTO : 15 muestras de salchichas
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 09-11-2020
FECHA DE ANÁLISIS : Del 09/11/20 al 11/12/20
IDENTIFICACION : AQ20-1104/01-15

ELN² = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
- b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
- c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
- d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
- e.- Cenizas: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

Dr. Carlos Gómez Bravo
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 11 de Diciembre del 2020

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año de la Universalización de la Salud”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1104/2020

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO MUESTRA	AQ20-1104/01 POLVO DE SALCHICHA 005C	AQ20-1104/02 POLVO DE SALCHICHA 050B	AQ20-1104/03 POLVO DE SALCHICHA 055A	AQ20-1104/04 POLVO DE SALCHICHA 111A	AQ20-1104/05 POLVO DE SALCHICHA 121B	AQ20-1104/06 POLVO DE SALCHICHA 131C
Peso (gramos)	25	25	25	27	26	26
a- HUMEDAD, %	7.32	7.05	7.13	7.26	7.36	7.54
b- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	36.04	35.73	37.12	32.37	32.76	32.60
c- GRASA, %	34.12	34.00	33.82	31.97	32.06	32.09
d- FIBRA CRUDA, %	1.19	1.12	1.06	0.00	0.32	0.00
e- CENIZA, %	3.82	3.65	4.12	4.06	4.55	5.23
f- ELN ¹ , %	17.51	18.45	16.75	24.34	22.95	22.54



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS



“Año de la Universalización de la Salud”

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1104/2020

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO MUESTRA	AQ20-1104/07 POLVO DE SALCHICHA 232C	AQ20-1104/08 POLVO DE SALCHICHA 2228	AQ20-1104/09 POLVO DE SALCHICHA 202A	AQ20-1104/10 POLVO DE SALCHICHA 444C	AQ20-1104/11 POLVO DE SALCHICHA 1010C	AQ20-1104/12 POLVO DE SALCHICHA 1100B
Peso (gramos)	25 7.07	26 7.28	25 7.63	25 6.86	25 8.70	30 8.35
a.- HUMEDAD, %	29.67	29.97	29.56	33.89	33.89	33.99
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	34.41	34.51	34.48	35.56	22.24	22.95
d.- FIBRA CRUDA, %	0.18	0.00	0.20	1.13	0.00	0.72
e.- CENIZA, %	6.31	5.72	4.80	6.29	7.75	4.90
f.- ELN ¹ , %	22.36	22.52	23.33	16.27	27.42	29.09



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 1104/2020

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

CÓDIGO MUESTRA	AQ20-1104/13 POLVO DE SALCHICHA 1000A	AQ20-1104/14 POLVO DE SALCHICHA 440B	AQ20-1104/15 POLVO DE SALCHICHA 404A
Peso (gramos)	25	25	25
a.- HUMEDAD, %	8.35	7.11	6.86
b.- PROTEÍNA TOTAL (N x 6.25), %	33.76	32.93	33.66
c.- GRASA, %	22.85	35.43	35.48
d.- FIBRA CRUDA, %	0.87	1.62	1.21
e.- CENIZA, %	8.45	6.02	6.49
f.- ELN ¹ , %	25.72	16.89	16.30



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

Anexo 7 Informe de ensayos de la UNALM de la cuantificación de fibra dietaria en la harina del producto cárnico



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000091 - 2021

SOLICITANTE : ALDORADIN SANTARIA ROCIO
DIRECCIÓN LEGAL : JR. CRISTOBAL COLÓN S/N PUQUIJO-LUCANAS- AYACUCHO
RUC: 10702608649 **Teléfono:** 950 520 758
PRODUCTO : HARINA DE SALCHICHA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S/I
CANTIDAD RECIBIDA : 413,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque ziploc.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-003747 -2020
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/12/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :
ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Fibra Dietaria Total (g / 100 g de muestra original)	14,0

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :
 1.- AOAC 885.29 Cap. 45, Pág. 98-100. 21st Edition 2019
FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 28/12/2020 Al 18/01/2021.

ADVERTENCIA :
 1.- El usuario, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 18 de Enero de 2021



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM



M.V. Mg. Sc. Lya Angelo Zee Mendoza
DIRECTOR TÉCNICO
 CMV 6478

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal) de la Universidad Agraria - La Molina - Lima - Perú
 Tel: (511) 3485640 - 3482507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



Anexo 8 Tabla nutricional de la harina de salchicha ordenada a partir de los resultados del informe de ensayo

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL (g) por cada 100 g								
	Réplicas	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Carbohidratos	Energía (Kcal)	Fibra cruda
1%	1	7.26	4.06	31.97	32.37	24.34	514.57	0.00
	2	7.36	4.55	32.06	32.76	22.95	511.38	0.32
	3	7.54	5.23	32.09	32.60	22.54	509.37	0.00
2%	1	7.63	6.31	34.41	29.67	22.36	517.81	0.18
	2	7.28	5.72	34.51	29.97	22.52	520.55	0.00
	3	7.07	4.80	34.48	29.56	23.33	521.88	0.20
3%	1	8.35	8.45	22.85	33.76	25.72	443.57	1.21
	2	8.70	7.95	22.94	33.89	27.42	451.70	0.00
	3	8.35	4.90	22.95	33.99	29.09	458.87	0.72
4%	1	6.86	6.49	35.48	33.66	16.30	519.16	1.21
	2	7.11	6.02	35.43	32.93	16.89	518.15	1.62
	3	6.86	6.29	35.56	33.89	16.27	520.68	1.13
5%	1	7.32	3.82	34.12	36.04	17.51	521.28	1.19
	2	7.05	3.65	34.00	35.73	18.45	522.72	1.12
	3	7.13	4.12	33.82	37.12	16.75	519.86	1.06