

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ciencias Químicas  
Carrera de Ingeniería Química

## **“Extracción y uso de almidón de papa china (*Colocasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieras Químicas.

Autores:

María José Songor Loza

C.I.: 110434140-7

Angélica del Cisne Tenesaca Vergara

C.I.: 010519581-2

DIRECTOR:

Ing. Quím. Servio Rodrigo Astudillo Segovia

C.I.: 010148860-9

**Cuenca – Ecuador**

**Marzo 2019**



## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la extracción de almidón de papa china (*Colacasia Esculenta*) para aplicarlo como retenedor de humedad en un producto cárnico emulsionado, como es la salchicha Viena.

El proceso se llevó a cabo mediante vía húmeda, en donde la extracción de almidón se realizó mediante lavados de la pulpa. Posteriormente la solución se secó a 45°C durante 24 horas, el rango de temperatura de gelificación del almidón obtenido fue de 58-62°C, así como la capacidad de retención de agua fue de 1,89 g gel/g muestra. En base al proceso de extracción que se aplicó, el almidón tendría una pureza de 99% y con el análisis microbiológico que se realizó se concluyó que es apto para el uso en alimentos.

El almidón extraído se aplicó en la elaboración de salchicha Viena, con dosis de 3, 6, 9, 12 y 15% de almidón de papa china; se realizó la determinación de la dureza del producto final, con lo que se observó que a medida que aumenta la cantidad de almidón la salchicha se torna blanda y esto se vio reflejado en el análisis sensorial en donde, los tratamientos con mayor aceptabilidad fueron la salchicha Viena con 3 y 6% de almidón de papa china ya que los demás tratamientos no poseían una textura adecuada. Por otro lado, se realizó el análisis bromatológico con la ayuda de un simulador, en donde los tratamientos con 3, 6, y 9% de almidón son denominados como productos cárnicos cocidos de tipo I en base a la proteína total y en base al informe nutricional poseen alto contenido de grasa. De la misma forma se realizó un análisis microbiológico en base a los requisitos de la norma vigente y el producto es apto para el consumo humano, finalmente se determinó la ficha de estabilidad del producto en la cual se obtuvo que el producto tiene 21 días de vida útil.

**Palabras Clave:** Almidón. Papa china. Productos emulsionados. Salchicha.



## ABSTRACT

The objective of this project is the extraction of taro (*Colacasia Esculenta*) starch to apply it as a moisture retainer in an emulsified meat product, such as the Vienna sausage.

The process was carried out by wet process, where the extraction of starch was carried out by washing the pulp. Subsequently, the solution was dried at 45 ° C for 24 hours, the gelation temperature range of the starch obtained was 58-62 ° C, as well as the water retention capacity was 1.89 g gel / g sample. Based on the extraction process that was applied, the starch would have a purity of 99% and with the microbiological analysis that was carried out it was concluded that it is apt for use in food.

The extracted starch was applied in the Vienna sausage production, with doses of 3, 6, 9, 12 and 15% of taro starch; the determination of the hardness of the final product was made, with which it was observed that as the amount of starch increases the sausage becomes soft and this was reflected in the sensory analysis where the treatments with greater acceptability were the sausage Vienna with 3 and 6% taro starch since the others did not have an adequate texture. On the other hand, the bromatological analysis was carried out with the help of a simulator, where treatments with 3, 6, and 9% of starch are referred to as cooked type I meat products based on the total protein and based on the report nutritional possess high fat content. In the same way a microbiological analysis was carried out based on the requirements of the current norm and the product is suitable for human consumption, finally the stability sheet of the product was determined in which it was obtained that the product has 21 days of life useful.

**Keywords:** Starch. Taro. Emulsified products. Sausage.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1. Justificación .....	20
1.2. Objetivos .....	20
1.2.1 Objetivo General .....	20
1.2.2 Objetivos Específicos .....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 PAPA CHINA .....	22
2.1.1 Generalidades .....	22
2.1.2 Clasificación taxonómica .....	22
2.1.3 Descripción de la planta .....	23
2.1.4 Composición Química .....	23
2.2 ALMIDÓN .....	24
2.2.1 Componentes del almidón .....	24
2.2.1.1 Amilosa .....	24
2.2.1.2 Amilopectina .....	25
2.2.2 Propiedades fisicoquímicas del almidón .....	26
2.2.2.1 Contenido de materia seca .....	26
2.2.3 Propiedades funcionales del almidón .....	27
2.2.3.1 Gelatinización .....	27
2.2.3.2 Retrogradación .....	28
2.2.3.3 Índice de absorción de agua .....	28
2.2.4 Requisitos microbiológicos de la FAO.....	28
2.3 EMBUTIDOS .....	29
2.3.1 Generalidades .....	29
2.3.2 Proceso de elaboración.....	29
2.3.3 Clasificación .....	30
2.3.3.1 Embutidos Crudos .....	30
2.3.3.2 Embutidos Escaldados .....	31
María José Songor Loza .....	4
Angélica del Cisne Tenesaca Vergara .....	



2.3.3.3 Embutidos cocidos.....	31
2.3.4 Componentes en la elaboración de productos cárnicos.....	31
2.3.4.1 Carne.....	31
2.3.4.1.1 Propiedades funcionales de las proteínas cárnicas .....	33
2.3.4.1.1.1 Capacidad de retención de agua (CRA).....	33
2.3.4.1.1.2 Capacidad de emulsión de las proteínas cárnicas .....	34
2.3.4.1.1.3 Emulsiones cárnicas .....	35
2.3.4.1.1.4 Capacidad de gelificación .....	36
2.3.4.2 Grasa.....	36
2.3.4.3 Aditivos .....	36
2.3.4.4 Colorantes .....	37
2.3.4.5 Conservantes.....	37
2.3.4.6 Antioxidantes .....	38
2.3.4.7 Gelificantes, estabilizantes y espesantes.....	39
2.3.4.8 Potenciadores del sabor .....	40
2.3.4.9 Reguladores de pH.....	40
2.3.4.10 Condimentos y especias .....	40
2.4 SALCHICHAS.....	40
2.4.1 Requisitos según las normas INEN .....	41
3 METODOLOGÍA .....	43
3.1 Tipo de investigación .....	43
3.2 Lugar de la investigación .....	43
3.3 Extracción del almidón.....	43
3.3.1 Equipos y materiales .....	43
3.3.2 Diagrama de bloque del proceso de extracción del almidón de papa china. 44	
3.3.3 Diagrama de proceso de la extracción del almidón de papa china. ....	45
3.3.4 Procedimiento para la extracción de almidón. ....	45
3.3.4.1 Recepción y pesado de papa china .....	45
3.3.4.2 Lavado y pelado de papa china .....	46



3.3.4.3 Picado y lavado de papa china .....	46
3.3.4.4 Molido de papa china.....	47
3.3.4.5 Extracción y lavado de la pulpa.....	47
3.3.4.6 Secado .....	48
3.3.4.7 Triturado y tamizado .....	49
3.3.4.8 Almacenado.....	49
3.3.5 Caracterización de almidón .....	49
3.3.5.1 Humedad del Almidón.....	49
3.3.5.2 Temperatura de gelificación .....	50
3.3.5.3 Índice de absorción de agua .....	50
3.4 Uso del almidón en la elaboración de salchichas.....	51
3.4.1 Equipos y materiales .....	51
3.4.2 Formulación .....	51
3.4.3 Proceso de elaboración.....	53
3.4.3.1 Recepción de la materia prima, picado y congelado .....	55
3.4.3.2 Molido .....	55
3.4.3.3 Emulsificado .....	55
3.4.3.4 Embutido y porcionado .....	56
3.4.3.5 Secado y ahumado .....	56
3.4.3.6 Escaldado .....	56
3.4.3.7 Enfriado y oreo .....	57
3.4.3.8 Empaque y almacenamiento.....	57
3.4.4 Pruebas bromatológicas del producto terminado.....	57
3.4.4.1 pH.....	58
3.4.4.2 Dureza .....	58
3.4.5 Informe bromatológico.....	59
3.4.5.1 Cálculos del informe bromatológico .....	59
3.5 Análisis sensoriales del producto terminado .....	60
3.5.1 Calculo del número de catadores.....	60



3.5.2 Elaboración de la ficha de degustación.....	61
4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	62
4.1 Rendimiento del almidón extraído de la papa china.....	62
4.2 Resultados de la caracterización del almidón de la papa china. ....	62
4.2.1 Humedad.....	62
4.2.2 Temperatura de gelificación .....	63
4.2.3 Índice de absorción de agua.....	63
4.3 Informe microbiológico del almidón.....	63
4.4 Informe bromatológico del producto obtenido .....	63
4.5 Informe nutricional del producto terminado .....	66
4.6 Análisis de la factibilidad del producto final .....	69
4.7 Análisis sensorial del producto terminado .....	69
4.8 Propiedades físicas del producto terminado .....	74
4.9 Ficha de estabilidad del producto final .....	75
4.10 Informe microbiológico del producto terminado.....	76
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
6 BIBLIOGRAFÍA .....	78
7 ANEXOS .....	81



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valor nutricional de la papa china / 100g de porción comestible.....	23
Tabla 2 Cantidad de minerales presentes en la papa china. ....	24
Tabla 3 Tipo de almidón, % amilosa y % amilopectina .....	26
Tabla 4: Requisitos microbiológicos del almidón de yuca. ....	29
Tabla 5 Composición nutricional de varias carnes por cada 100 gramos. ....	32
Tabla 6 Conservantes .....	38
Tabla 7 Antioxidantes.....	39
Tabla 8 Estabilizantes. emulsificantes y gelificantes.....	39
Tabla 9 Agentes potenciadores o acentuadores del sabor .....	40
Tabla 10 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos. ....	41
Tabla 11 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos.....	42
Tabla 12 Requisitos bromatológicos para la conservación de carne .....	42
Tabla 13 Formulación de los diferentes tratamientos de salchicha tipo Viena .....	52
Tabla 14 Rendimiento del almidón de papa china. ....	62
Tabla 15 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena Testigo .....	64
Tabla 16 Evaluación de la fórmula de Salchicha tipo Viena con 3% de almidón de papa china .....	64
Tabla 17 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 6% de almidón de papa china .....	64
Tabla 18 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 9% de almidón de papa china .....	65
Tabla 19 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 12% de almidón de papa china .....	65
Tabla 20 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 15% de almidón de papa china .....	65
Tabla 21 Informe bromatológico de los diferentes tratamientos de salchicha Viena con almidón de papa china. ....	66
Tabla 22: Nutrientes de declaración obligatoria y su valor Diario.....	66
Tabla 23: Contenido de componentes y concentraciones permitidas. ....	67
Tabla 24 Informe nutricional de salchicha Viena tipo I con 3% de almidón de papa china .....	67
Tabla 25 Informe nutricional de salchicha Viena tipo I con 6% de almidón de papa china .....	68
Tabla 26 Valores que se utilizaron para el cálculo del número de catadores.....	70



Tabla 27 Dureza de la salchicha Viena de diferentes tratamientos con almidón de papa china .....74

Tabla 28 Ficha de estabilidad de salchicha Viena con 3% de almidón de papa china .75

Tabla 29 Ficha de estabilidad de salchicha Viena con 6% de almidón de papa china .75



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Papa china .....	22
Ilustración 2 Planta de la papa china.....	23
Ilustración 3 Diagrama esquemático de los principales factores que afectan la estabilidad de una emulsión cárnica (CRA: Capacidad de retención de agua) .....	35
Ilustración 4 a) Recepción de papa china. b) Pesado de papa china.....	46
Ilustración 5 a) Lavado de la papa china. b) Pelado de la papa china. c) Papa china pelada. ....	46
Ilustración 6 a) Picado en rodajas de papa china. b) Lavado de las rodajas de papa china. ....	47
Ilustración 7 Molido de las rodajas de papa china. ....	47
Ilustración 8 Extracción y lavado del almidón de papa china .....	48
Ilustración 9 a) Lavado de la pulpa de papa china. b) Residuo sólido.....	48
Ilustración 10 a) Bandeja de filtrado de almidón. b) Secador c) Almidón obtenido después del proceso de secado. ....	49
Ilustración 11 a) Trituración del almidón en la licuadora industrial. b) Pesado del almidón obtenido.....	49
Ilustración 12 a) Calentamiento a baño maría de la suspensión de almidón. b) Almidón gelificado.....	50
Ilustración 13 a) Tubos de ensayo con almidón. b) Tubos luego de la centrifugación..	51
Ilustración 14 Cubos de carne.....	55
Ilustración 15 Molido de la materia prima. ....	55
Ilustración 16 a) Ingredientes previamente pesados b) Mezclado de los ingredientes.	56
Ilustración 17 Salchichas en el horno .....	56
Ilustración 18 Oreo de las salchichas .....	57
Ilustración 19 Producto terminado .....	57
Ilustración 20 Determinación de pH.....	58
Ilustración 21 Determinación de la dureza.....	59
Ilustración 22 Semáforo nutricional de salchicha Viena tipo I con 3% de almidón de papa china .....	68
Ilustración 23 Semáforo nutricional de salchicha Viena tipo I con 6% de almidón de papa china .....	68



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Determinación del % de materia seca.....	27
Ecuación 2: Porcentaje de Humedad. ....	27
Ecuación 3 Índice de absorción de agua .....	50
Ecuación 4 Número de Feder de la carne .....	59
Ecuación 5 Porcentaje de proteína en base al número de Feder .....	60
Ecuación 6 Ecuación para calcular el contenido de proteína .....	60
Ecuación 7 Ecuación para calcular el porcentaje de grasa.....	60
Ecuación 8 Ecuación para calcular el porcentaje de humedad.....	60
Ecuación 9 Ecuación para calcular el porcentaje de almidón .....	60
Ecuación 10 Ecuación para calcular el número de catadores.....	61



## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Costo por kg de salchicha Viena con almidón de papa china.....	69
Gráfico 2 Aceptabilidad de las salchichas. ....	70
Gráfico 3 Menos aceptabilidad de las salchichas Viena .....	71
Gráfico 4 Evaluación del color en salchicha Viene con almidón de papa china. ....	71
Gráfico 5 Evaluación del olor en salchicha Viena con almidón de papa china.....	72
Gráfico 6 Evaluación del sabor en salchicha Viena con almidón de papa china .....	72
Gráfico 7 Evaluación de la textura en salchicha Viena con almidón de papa china .....	73
Gráfico 8 Evaluación del aspecto en salchicha Viena con almidón de papa china .....	74

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Diagrama de bloque del proceso de extracción del almidón de papa china .....	44
Diagrama 2 Proceso de extracción de almidón. ....	45
Diagrama 3 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de salchicha tipo Viena	53
Diagrama 4 Diagrama del proceso de elaboración de salchicha tipo Viena.....	54

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de captación de salchicha Viena tipo I.....	81
Anexo 2 Análisis microbiológico del almidón de papa china. ....	83
Anexo 3 Análisis microbiológico de la salchicha Viena tipo I .....	84



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, María José Songor Loza, autora del trabajo de titulación "Extracción y uso de almidón de papa china (*Colacasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 14 de marzo del 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a surname, positioned above a horizontal line.

María José Songor Loza

C.I: 110434140 7



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Angélica del Cisne Tenesaca Vergara, autora del trabajo de titulación “Extracción y uso de almidón de papa china (*Colacasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 14 de marzo del 2019

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line.

Angélica del Cisne Tenesaca Vergara

C.I: 010519581 2



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Yo María José Songor Loza en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Extracción y uso de almidón de papa china (*Colacasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de marzo del 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above a horizontal line.

María José Songor Loza

C.I: 110434140 7



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Yo Angélica del Cisne Tenesaca Vergara en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Extracción y uso de almidón de papa china (*Colacasia Esculenta*) en la elaboración de productos cárnicos emulsionados”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de marzo del 2019

---

Angélica del Cisne Tenesaca Vergara

C.I: 010519581 2



## Dedicatoria

*Quiero dedicar este logro a mi papi, por todo el esfuerzo que ha hecho a lo largo de su vida para sacar adelante a la familia, porque la mejor herencia que nos puede dejar son sus consejos y los valores inculcados, sobre todo la prudencia; gracias papi.*

*A mi mami, porque con el pasar de los años ha tenido las palabras adecuadas para cada momento, por intentar ser amiga a pesar de las diferencias.*

*A mis ñaños, para que sirva de inspiración y de motivación, que nunca dejen nada inconcluso, y que todos los objetivos que se planteen los cumplan a pesar de los impedimentos que se puedan presentar en el camino.*

*A mi tíos, Roge y Lore, porque no hubiera sido posible cristalizar este objetivo sin su cariño, paciencia, consejos y apoyo constante durante todos estos años y a toda mi familia, que ha estado presente durante toda mi vida.*

*Finalmente, a todas las personas que han aportado en este largo camino.*

MARÍA JOSÉ



## Dedicatoria

*Este proyecto se lo dedico principalmente a Dios quien me ha permitido alcanzar una meta más en mi vida, brindándome salud e inteligencia.*

*A mis papas que han sido el motor que me da fuerza para superarme, Cesar y Moncerath, que por sus sabios consejos y apoyo me han permitido seguir adelante, motivándome y enseñándome que todo lo que nos proponemos podemos alcanzarlo con esfuerzo y dedicación.*

*Por último, a todas las personas que han aportado con un grano de arena para lograr cumplir esta meta.*

ANGÉLICA



## Agradecimiento

*Queremos agradecer de forma muy especial al Ingeniero Servio Astudillo Segovia, por su apoyo y acompañamiento incondicional en la realización de este trabajo, así como su paciencia a lo largo de la realización de este trabajo.*

*De la misma forma queremos agradecer a todos los ingenieros que supieron satisfacer nuestras dudas a lo largo de este trabajo, así como fueron parte fundamental en la realización del mismo al permitir el acceso a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas.*

*Por otra parte, queremos agradecer a los profesores que han brindado sus conocimientos en las aulas de clase para formar profesionales con aptitud y con valores para afrontar los problemas de la industria.*

*Finalmente queremos agradecer a nuestros familiares que han sabido comprender el esfuerzo y el tiempo que implicó llevar a cabo este trabajo.*

*MARÍA JOSÉ Y ANGÉLICA*



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Justificación

En Ecuador se cultiva una gran diversidad de alimentos; entre ellos los tubérculos, los cuales gracias a su bajo costo y elevado valor nutritivo constituyen una de las principales fuentes de alimentación en los Ecuatorianos. En la provincia de Pastaza, existe una sobreproducción de papa china que ha generado una problemática local dada la importancia del cultivo y la falta de conocimiento de los productores para la elaboración de nuevos productos. Por lo tanto, es necesario explorar alternativas de industrialización de nuevos productos a gran escala, para mejorar los ingresos de los productores y asociados fomentando la matriz productiva y enfocada en los objetivos del Plan Nacional para el Buen Vivir 2012-2017 que actualmente se conoce como Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.

El almidón tiene diferentes usos tanto en la industria alimenticia, petrolera, farmacéutica, etc. En la industria alimenticia, se aplica en la elaboración de productos cárnicos emulsionados este influye en la consistencia del pastón debido a la capacidad de retención de agua que poseen los almidones. Actualmente, en la elaboración de productos cárnicos emulsionados se usan almidones de otra procedencia, por lo tanto, existe una gran variedad de tubérculos que también podrían ser utilizados en esta área como es la papa china.

Con el presente trabajo se busca determinar una nueva aplicación de la papa china, ya que es un tubérculo poco utilizado y generalmente desechado, al realizar la investigación, elaboración y evaluación del producto, se obtendrá la viabilidad del mismo, el cual será de interés para fábricas que se dediquen a la elaboración de productos emulsionados y con ello generará una nueva fuente de ingresos para los pequeños productores del Oriente.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

- Elaborar salchichas tipo I utilizando como retenedor de humedad el almidón de papa china.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Obtener el almidón de papa china mediante vía húmeda.
- Determinar las propiedades funcionales del almidón de papa china.
- Realizar un análisis microbiológico del almidón de papa china.



Universidad de Cuenca

- Formular un producto cárnico emulsionado salchicha tipo I, utilizando el almidón de papa china.
- Evaluar las características organolépticas del producto cárnico emulsionado elaborado.
- Determinar las propiedades microbiológicas y bromatológicas del producto terminado según la NTE INEN 1338.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 PAPA CHINA

#### 2.1.1 Generalidades

*Colacasia Esculenta* es el nombre científico de la papa china, se originó en la región de la India y Malasia, ocupa el lugar decimocuarto entre los cultivos de tubérculos de primera necesidad alrededor del mundo (Caicedo, Rodríguez, & Valle, 2013).



Ilustración 1 Papa china  
Fuente: (Propia)

La planta de papa china es una de las más eficientes productoras y almacenadoras de energía, pueden ser empleados para la alimentación humana y animal, además para otros usos industriales, ya que la harina es digestible (Ferreira, Ortiz, Asia, & Calima, 1990).

#### 2.1.2 Clasificación taxonómica

- Nombre científico: *Colacasia Esculenta* (L.) Schott
- Nombre común preferido: Taro
- Nombres comunes: Papa china, malanga, pituca, oreja de elefante viejo, taro pequeño, entre otros.
- Dominio: Eukaryota
- Reino: Plantae
- Phylum: Spermatophyta
- Subfilo: Angiospermas
- Clase: Monocotiledonea
- Orden: Arales
- Subclase: Araceae
- Género: *Colacasia*
- Especies: *Colacasia esculenta*

### 2.1.3 Descripción de la planta

*Colacasia Esculenta* es una planta herbácea de rápido crecimiento, llegando a medir hasta 1 m de altura. Se ha introducido en varias regiones tropicales y subtropicales para ser utilizado como cultivo alimenticio y forraje para animales. Esta clase de plantas están adaptadas para crecer en una gran variedad de sustratos y hábitats que van desde el sol hasta sombra profunda. Se adapta mejor en zonas de tierras bajas tropicales con precipitaciones anuales superiores a 2000 mm, a altas temperaturas entre (20-35 °C) y en condiciones de sombra. Estos tubérculos crecen mejor en suelos francos bien drenados, pero tiene el potencial de crecer en una amplia variedad de suelos, incluyendo arcillosos, arenosos y francos, con un pH entre 5.5 – 6.5 (Atherton & Rees, 2008).



Ilustración 2 Planta de la papa china.

Fuente Ing. Pedro Alarcón

### 2.1.4 Composición Química

La papa china se caracteriza porque presenta un gran valor nutricional como se presenta en la tabla 1:

Tabla 1 Valor nutricional de la papa china / 100g de porción comestible.

Energía	451	KJ
Humedad	68,3	%
Proteína	1,4	g
Grasa	0,2	g
Carbohidratos	26,2	g
Fibra dietética total	2,9	g
Almidón	25,1	g
Azúcares	1,1	g

Fuente: (FAO, 1997)

Los tubérculos de papa china, además de contener un alto contenido de almidón, se caracteriza por presentar una gran cantidad de minerales como se observa en la tabla 2:



Tabla 2 Cantidad de minerales presentes en la papa china.

Minerales	Valor (mg/ g MS)
Ca	24.7
Mg	79.6
Na	11.1
K	408
Zn	2,13
Fe	2,33

Fuente: (FAO, 1997)

## 2.2 ALMIDÓN

El almidón es el segundo polisacárido más abundante e importante que existe en la naturaleza, siendo la mayor fuente de energía obtenida de varias plantas. Se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz), tubérculos (papa), raíces (yuca, batata), semillas de leguminosas (frijoles, lentejas), frutas (bananas, manzana), troncos (palma) y hojas (tabaco). El almidón tiene una gran uso industrial, éste puede ser utilizado sin modificar (almidón nativo) y modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios de pH y temperatura, gelificación (Aristizábal, Sánchez, & Mejía, 2007).

La concentración de almidón varía según el estado de madurez de la fuente, constituyendo la mayor fracción de hidratos de carbono, el tamaño y forma de los gránulos de almidón son característicos de cada especie botánica, estudios han demostrado que en el mismo cereal se distinguen varios tipos de gránulos, los que se encuentran en la zona más exterior del endospermo son poliédricos, mientras que los del interior son redondos (Badui Dergal, 2012).

### 2.2.1 Componentes del almidón

El almidón está constituido por unidades de glucosa dispuesta en dos componentes: amilosa y amilopectina; su proporción varía de un tipo a otro según sea su fuente. Estas macromoléculas se caracterizan por su grado de polimerización o ramificación, lo cual afecta su comportamiento frente a los procesos de degradación (Aristizábal et al., 2007).

#### 2.2.1.1 Amilosa

Es un polímero lineal que consta de moléculas de glucosa unidas por enlaces glucosídicos  $\alpha$ -D-(1,4), el número de unidades varía entre los diferentes tipos de almidones, pero generalmente se encuentra entre 1000 unidades de glucosa por molécula de amilosa y tiene forma de espiral. En un extremo de la macromolécula la unidad de glucosa contiene el hidroxilo del carbono anomérico libre, por lo cual se llama



extremo reductor. En el extremo opuesto, el hidroxilo del carbono anomérico forma parte del enlace glucosídico (Aristizábal et al., 2007).

La presencia de grupos hidroxilos permite que presente propiedades hidrofílicas al polímero, permitiéndole tener afinidad con el agua, pero debido a su linealidad, los polímeros de la amilosa tienden a agruparse de forma paralela permitiendo la formación de puentes de hidrógeno, entre los hidroxilos de los polímeros adyacentes reduciendo así su afinidad por el agua. En soluciones diluidas, la estructura lineal del polímero permite la formación de películas fuertes, fenómenos relacionados con la asociación intermolecular entre las moléculas de amilosa, denominado retrogradación (Aristizábal et al., 2007).

### *2.2.1.2 Amilopectina*

Es un polímero ramificado formado por cadenas lineales constituidas por 15-35 moléculas de glucosa unidas por enlaces  $\alpha$ -D-(1,4). Estas cadenas están unidas entre ellas por enlaces  $\alpha$ -D-(1,6) que forman los puntos de ramificación. La amilopectina tiene 5-6% de enlaces  $\alpha$ -D-(1,6) y está constituida alrededor de 100 000 moléculas de glucosa (Aristizábal et al., 2007).

Debido al gran tamaño de la amilopectina se reduce la movilidad de los polímeros e interfieren su tendencia de orientarse estrechamente para permitir niveles significativos de enlaces de hidrógeno. Como resultado, las soluciones acuosas de amilopectina se caracterizan por su claridad y estabilidad como medida de la resistencia a gelificarse durante el almacenamiento (Badui Dergal, 2012).

Generalmente, los gránulos de almidón al colocarlos en agua a temperaturas superiores de 60° C, dependiendo del tipo se observa que sufre un proceso de hinchamiento, obteniendo una fracción soluble de amilosa en 15-30% y el resto de amilopectina, que es la fracción insoluble (Laguna, 1962). Existen cereales como el maíz, sorgo y arroz, tienen variedades llamadas “céreas” que están constituidas casi sólo por amilopectina; hay otras que tienen hasta 90% de amilosa. La concentración relativa de estos dos polímeros está regida por factores genéticos típicos de cada cereal (Aristizábal et al., 2007).

Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización. En ciertos casos, cuando una de las fracciones está en exceso, puede traer consigo algunos inconvenientes, esto se observa



en el caso del arroz cocido, cuya calidad mejora cuando se reduce el contenido de amilopectina, pues resulta menos pegajoso(Aristizábal et al., 2007).

El uso del almidón va incrementando a medida que surgen los alimentos procesados, ya que esta materia prima permite modificar la textura y la consistencia del alimento, se utiliza almidones nativos porque permiten regular y estabilizar la textura y propiedades espesantes y gelificantes, estas propiedades dependen del peso molecular de la amilosa y amilopectina y la organización molecular de estos glucanos dentro del granulo (Torres, Durán, & Montero, 2013), en la tabla 3 se puede ver el porcentaje de amilosa y amilopectina de los almidones más utilizados a nivel industrial.

*Tabla 3 Tipo de almidón, % amilosa y % amilopectina*

Tipo	Amilopectina (%)	Amilosa (%)
Yuca	82	18
Maíz	73	23
Papa	78	22
Papa china	75	25

*Fuente: (Orccottoma, 2012)*

## 2.2.2 Propiedades fisicoquímicas del almidón

Las propiedades físico químicas que presenta el almidón determina el uso del mismo, las más importantes son: contenido proximal de proteína cruda, fibra cruda, cenizas y humedad; características del gránulo como tamaño, color y forma, peso molecular y el contenido de amilosa. La proteína residual que presenta el almidón afecta el sabor y olor de los almidones de cereales y tienden a formar espumas(Aristizábal et al., 2007).

### 2.2.2.1 Contenido de materia seca

El contenido de materia seca en el almidón es extremadamente variable, lo que se debe a la variación de factores como la variedad del clima, prácticas de cultivo, duración de la temporada de cultivo, condiciones de suelos, plagas y enfermedades(Alvarado, Rogel, & Medina, 2010), si se obtienen altos valores indica que las condiciones de secado son excelentes pero menores valores indica la probabilidad de contaminación con hongos y microorganismos(Aristizábal et al., 2007). El contenido de materia seca se calcula en base a la NTE INEN 382:2013 “CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA (SOLIDOS TOTALES)” en donde se presenta la siguiente formula:



*Ecuación 1 Determinación del % de materia seca*

$$\% \text{ materia seca} = \frac{p_3 - p_1}{p_2 - p_1} * 100$$

Donde: p1 = masa de la cápsula (g)

p2 = masa de la cápsula con la muestra antes del secado (g)

p3 = masa de la capsula con la muestra después del secado (g)

*Ecuación 2: Porcentaje de Humedad.*

$$\% H = 100 - \% \text{ materia seca}$$

%H = porcentaje de humedad

### 2.2.3 Propiedades funcionales del almidón

Estas propiedades dependen de la relación amilosa-amilopectina, estas propiedades están influenciadas por factores como: edad de la planta, época de cosecha, fertilidad del suelo y la precipitación (Aristizábal et al., 2007).

Las características funcionales de los almidones son: solubilidad, capacidad de retención de agua, poder de hinchamiento, tendencia a retrogradar, digestibilidad enzimática, capacidad de emulsificación y propiedades de la pasta (Aristizábal et al., 2007).

Durante un tratamiento hidrotérmico, el almidón sufre una serie de modificaciones que van a influir sobre su estructura, pasando por tres fases importantes: gelatinización, gelificación y retrogradación, los cuales causan hinchamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón (Madrigal, Hernández, Carranco, Calvo, & Casas, 2018)

#### 2.2.3.1 Gelatinización

Debido a la estructura organizada de los gránulos de almidón, estos son insolubles en el agua, pero cuando se calientan, absorben el líquido en las zonas intermicelares amorfas de amilopectina, ya que son las menos organizadas y las más accesibles, porque los puentes de hidrogeno no numerosos y rígidos, a medida q se incrementa la temperatura se retiene más agua y el gránulo empieza a hincharse y aumentar de volumen, cuando la temperatura supera los 65°C, el gránulo alcanza su volumen máximo, perdiendo la propiedad de birrefringencia y al suministrar más calor, el gránulo se rompe parcialmente, la amilosa y la amilopectina hidratadas se dispersan en el seno de la disolución. En esta etapa se pierde la estructura original y la birrefringencia del gránulo, lo que genera el aumento de la viscosidad, este proceso se llama gelatinización,



es decir, es una transición de un estado ordenado de estructura cristalina a otro desordenado en el que se absorbe agua y calor (Badui Dergal, 2012).

Según, (Torres et al., 2013) si el almidón nativo presenta mayor temperatura de gelatinización, los gránulos van a presentar mayor estabilidad interna, lo que se encuentra asociado a una mayor presencia de zonas semicristalinas y mayor contenido de amilosa. Se ha demostrado que la temperatura de gelatinización en raíces y tubérculos es menor que en cereales porque el gránulo de almidón absorbe rápidamente agua por el debilitamiento entre las fuerzas de atracción de las moléculas de amilosa y amilopectina, éste fenómeno se encuentra asociado a menor presencia de amilosa y mayor presencia de regiones cristalinas dentro del gránulo que requieren menos temperatura de calentamiento.

#### *2.2.3.2 Retrogradación*

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan de forma paralela y reaccionan entre sí, por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos. Si una solución concentrada de amilosa se calienta y se enfría rápidamente hasta alcanzar temperatura ambiente, se forma un gel rígido y reversible, pero si las soluciones son diluidas, se vuelven opacas y precipitan cuando se dejan reposar y enfriar lentamente (Badui Dergal, 2012).

#### *2.2.3.3 Índice de absorción de agua*

Al colocar el almidón en agua caliente, se obtiene una solución acuosa, generada por la hinchazón de los gránulos por la absorción progresiva e irreversible de agua aumentando su tamaño, este índice se determina por la capacidad de absorción de agua al gránulo de almidón y la exudación de fracciones de almidón a medida que se aumenta la temperatura de las suspensiones de almidón (Aristizábal et al., 2007).

#### *2.2.4 Requisitos microbiológicos de la FAO*

Para que el almidón se comercialice en la industria alimentaria, debe de cumplir con los requisitos necesarios para garantizar la calidad del producto como es cumplir con los parámetros microbiológicos permitidos por la FAO, 2007 para el almidón de yuca, los mismo que se observa en la tabla 4.



Tabla 4: Requisitos microbiológicos del almidón de yuca.

Análisis microbiológico	Rango estándar
Conteo Total	200 000 – 300 000
Conteo de coliformes	< 10
Conteo de hongos y levaduras	1 000 – 5 000

Fuente: (FAO, 2007)

## 2.3 EMBUTIDOS

### 2.3.1 Generalidades

Según la NTE INEN 1217:2013 “CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DEFINICIONES”, los productos cárnicos “son los elaborados esencialmente con carnes, en piezas, troceadas o picadas o grasa/tocino o sangre o menudencias comestibles de las especies de abasto, aves y caza autorizadas, que se han sometido en su proceso de elaboración a diferentes tratamientos tales como tratamientos por calor, secado-maduración, oreo, adobo, marinado, adobado. En su elaboración pueden incorporarse opcionalmente otros ingredientes, condimentos, especias y aditivos autorizados.”

Los productos cárnicos se conocen como embutidos cuando han atravesado una “operación de introducción de un producto cárnico en una tripa o envoltura natural o artificial.” (Productos & Definiciones, 2013). Las tripas naturales son subproductos cárnicos que son permeables a la humedad y ahumado, y comestibles; y las tripas artificiales pueden estar hechas a base de celulosa, colágeno y plástico, en algunos casos son comestibles, caso contrario deben ser retiradas antes de su consumo. (Lago, 1997)

La elaboración de productos cárnicos tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar la conservación
- Desarrollar sabores diferentes
- Utilizar partes de animales que son difíciles de comercializar en estado fresco.

Según el método, se pueden variar el sabor de la carne mediante el uso de especias, la presentación, el grado de salazón, curación, desecación y ahumado. (Manuales para educación agropecuaria, 1984)

### 2.3.2 Proceso de elaboración

El proceso de elaboración de embutidos consta de cuatro pasos, estos son:

- Extracción de las proteínas
- Hidratación y activación de las proteínas



- Formación de la emulsión
- Formación de un gel mediante el cocimiento

El primer paso consiste en seleccionar el tipo de músculo y tipo de fibra con el cual se va a realizar el producto; estos se llevan en primera instancia al molino y luego al cutter, para liberar a las proteínas musculares (miofibrilares, sarcoplásmicas y del tejido conectivo).

En el segundo paso se agrega a la formulación la sal, el nitrito de sodio, fosfatos y una parte de hielo, mientras se continua con la agitación mecánica, con ello se termina de romper el tejido y solubilizar las proteínas activándolas mediante las cargas de cloro (-) y sodio (+).

En el tercer paso se añade la grasa y otra parte de hielo para mantener controlada la temperatura entre 8 y 14 °C, la agitación mecánica del cutter dispersa finos glóbulos de grasa que son atrapados en la matriz de la proteína cárnica.

En el cuarto paso se incorporan los demás ingredientes secos como los edulcorantes, proteínas no cárnica, especias y hielo; mientras se continua con la agitación mecánica, esta ayuda a obtener la textura adecuada mientras se mezclan todos los ingredientes homogéneamente. Se embute el producto, lo que permite una adecuada transmisión de calor durante la cocción, donde el sol se convierte en semisólido o gel. (Totosaus, 2007)

### 2.3.3 Clasificación

Los productos cárnica se dividen en las siguientes clases:

#### 2.3.3.1 Embutidos Crudos

Según la NTE INEN 1338:2012, los productos cárnica crudos “son los productos que no han sido sometidos a ningún proceso tecnológico ni tratamiento térmico en su elaboración.”

Esta clase de embutidos son elaborados a partir de la mezcla de carne cruda, grasa de cerdo, con adición de sal común, sustancias curantes, condimentos y algunos aditivos y productos coadyuvantes para el curado, todo ello introducido en una tripa natural o artificial, estos atraviesan un proceso de cocción en agua y pueden consumirse en estado fresco o cocinado posterior a una maduración.

Dentro de esta clasificación se encuentra el chorizo común.



### *2.3.3.2 Embutidos Escaldados*

Los embutidos escaldados se elaboran a partir de carne fresca, no completamente madurada, son sometidos al proceso de escaldado antes de la comercialización, este tratamiento se aplica con el fin de disminuir el contenido de microorganismos, favorecer la conservación de la carne y de coagular las proteínas, de manera que se forme una masa consistente.

El escaldado es el tratamiento suave con agua caliente a temperaturas no superiores a 70°C, durante un tiempo que depende del calibre del embutido. La calidad final de los embutidos escaldados depende mucho de las envolturas adecuadas, estas deben ser aptas para los cambios en el tamaño del embutido durante el proceso (Manuales para educación agropecuaria, 1984).

Algunos embutidos escaldados son: la mortadela, la salchicha tipo Viena, la salchicha coctel.

### *2.3.3.3 Embutidos cocidos*

Según la NTE INEN 1338:2012, los productos cárnicos cocidos “son los productos sometidos a tratamiento térmico que deben alcanzar como mínimo 70 °C en su centro térmicos o una relación tiempo temperatura que garantice la destrucción de microorganismos patógenos.”

Esta clase de embutidos se fabrican a partir de materias primas (carne y grasa de cerdo, vísceras, sangre, corteza, despojos y tendones) que son previamente sometidas a un tratamiento de calor antes de ser sazonadas, trituradas y embutidas. Los embutidos se someten nuevamente a un tratamiento de calor y opcionalmente se ahúman.

Los embutidos cocidos son de corta duración debido a la composición de las materias primas y a su proceso de elaboración. Algunas piezas de carne que se utilizan son cabezas, carne con tendones, entre otras. Estas deben ser frescas para evitar las pérdidas de peso durante el proceso y para obtener sabores más intensos en el producto terminado(Manuales para educación agropecuaria, 1984).

La morcilla y el paté son algunos ejemplos de embutidos cocidos.

## *2.3.4 Componentes en la elaboración de productos cárnicos*

### *2.3.4.1 Carne*

La carne es el ingrediente principal en la elaboración de productos cárnicos, este puede ser de diferente procedencia animal, siempre y cuando sea apta para el consumo humano.



La NTE INEN 1217:2013 indica que la carne es “tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post-rigor), comestible, sano, limpio e inocuo de animales de abasto mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano.

La FAO (Food Agricultural Organization, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), define a la carne como “el producto pecuario de mayor valor. Posee proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos.”

La composición de la carne varía según su procedencia, zona u órgano que se considera, en la tabla 5, se observa la composición de diversos tipos de carne, esto influirá en las propiedades que tendrá el producto final; además es recomendable que la carne a usar proceda de animales adultos (110-120 Kg), ya que la carne de los animales jóvenes suele ser pálida y de menor consistencia, por lo que el producto a obtener puede presentar problemas de color, falta de cuerpo y pérdidas excesivas de agua.

Tabla 5 Composición nutricional de varias carnes por cada 100 gramos.

En 100 g	Carne de vacuno (magra)	Carne de ternera (magra)	Carne de cerdo (magra)	Carne de pollo
Agua (g)	75	76,4	75,1	75,0
Energía (kJ)	116	98	112	105
Proteínas (g)	22,3	21,3	22,8	22,8
Grasas (g)	1,8	0,8	1,2	0,9
Cenizas (mg)	1,2	1,2	1,0	1,2

Fuente: (FAO)

La carne al estar formada de proteínas cumple diversas funciones en los productos cárnicos, y se pueden clasificar de acuerdo a su solubilidad en:

- **Sacroplasmáticas:** son solubles en agua y están disueltas en el líquido que empapa la fibra muscular (sacroplasma). Funcionalmente son enzimas.
- **Miofibrilares:** son la miosina y la actina, estas comprenden del 50 a 60% de todas las proteínas cárnicas, son insolubles en agua, pero solubles en soluciones salinas.
- **Conectivas:** totalmente insolubles en agua y en soluciones salinas. Son el colágeno y la elastina, y forman las membranas musculares (epimisio, perimisio y endomisio).



Las proteínas miofibrilares son irreversibles y gracias a sus propiedades funcionales dan características específicas a los productos cárnicos. Las principales son miosina, actina, mioglobina y colágeno, cada una cumple una función específica en la carne. La *miosina* es la más importante ya que tiene mayor capacidad de retención de agua, emulsión y gelificación; por otro lado, la *actina* tiene un alto valor biológico ya que contiene triptófano y cistina, en esta proteína se encuentra la 3-metil-histidina, al realizar la cuantificación de este aminoácido es posible determinar la cantidad de carne que se encuentra en el producto cárnico. La *mioglobina* es la responsable del color en la carne, se presenta en forma de Mioglobina-Fe<sup>2+</sup> (color rojo púrpura), Mioglobina oxigenada-Fe<sup>2+</sup> (color rojo brillante) y Mioglobina oxigenada-Fe<sup>3+</sup> (color pardo). El *colágeno* tiene una estructura cristalina, con rigidez y resistencia a la masticación, en cuanto a sus propiedades funcionales, tiene baja capacidad de retención de agua, al calentarse se encoje dejando escapar el agua, por lo que se tiene que tener en cuenta en la formulación de productos cárnicos; y su capacidad de emulsión es nula (Madrid Vicente, 2014).

#### 2.3.4.1.1 Propiedades funcionales de las proteínas cárnicas

Como se mencionó anteriormente, las proteínas miofibrilares son las responsables de algunas características en los productos cárnicos debido a las propiedades funcionales que proporcionan; cabe recalcar que ninguna proteína cárnica reúne todas las propiedades en la medida adecuada por lo que se debe mejorar o introducir dichas propiedades mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos; estas propiedades son:

- Capacidad de gelificación
- Capacidad de emulsión
- Capacidad de formación de espuma
- Capacidad de retención de agua
- Viscosidad

##### 2.3.4.1.1.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

Es la responsable del color, la ternura y jugosidad de los productos cárnicos; en base a esta se determinan dos parámetros económicos importantes como son las pérdidas de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos. Las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de transformación y distribución, por ejemplo, desde el oreo hasta el cocido del producto, dichas pérdidas pueden alcanzar del 4-5% del peso inicial.



El agua de músculo se encuentra en proporción del 70% en las proteínas miofibrilares, 20% en las sarcoplasmáticas y 10% en el tejido conectivo; el agua está ligada al músculo de tres formas como *agua de constitución* es decir, forma parte de la misma carne y no hay forma de extraerla; *agua de interfase* como su nombre lo indica está unida a la interfase proteína-agua y a su vez se subdivide en agua vecinal (más cercana a la proteína) y agua multicapas (más alejada de la proteína), y finalmente el *agua normal* está formada por agua ocluida que esta retenida en el músculo envuelta en las proteínas, y agua libre que es la que se libera durante un tratamiento térmico externo.

La capacidad de retención de agua depende del espacio libre donde se retiene el agua y de la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces dipolo-dipolo con las moléculas de agua. En estos factores influyen directamente el pH y los cambios *post-mortem*. Se debe trabajar a un pH diferente de 5, en este valor se encuentra el punto isoeléctrico de la mayoría de proteínas cárnicas, esto implica que no exista atracción entre las moléculas de agua ni repulsión entre las proteínas, porque no existen cargas eléctricas netas. A medida que aumenta el pH, aumenta la carga y la atracción dipolo-dipolo, y hay repulsión entre las moléculas de proteína cargadas de igual signo, aumentando el espacio libre donde se retiene el agua, lo que sería la capacidad de retención de agua; y los cambios *post-mortem* influyen de tal manera que el sacrificio se lo debe hacer de la forma más tranquila posible, ya que el estrés provoca un consumo excesivo de reservas energéticas y, el glucógeno se transforma en ácido láctico (por glucólisis, anaerobia) por lo que baja el pH hasta el punto isoeléctrico de las proteínas, con el tiempo se produce una degradación de proteínas que elevan el pH.

#### 2.3.4.1.1.2 Capacidad de emulsión de las proteínas cárnicas

Una emulsión es una dispersión termodinámicamente inestable de dos o más líquidos no miscibles o parcialmente miscibles. A pesar de ser soluciones termodinámicamente inestables, pueden llegar a ser estables gracias a la presencia de tensioactivos. Generalmente las emulsiones están formadas por una fase acuosa y la otra un aceite polar. Cuando la fase dispersa está formada por el aceite se conoce como emulsiones de *aceite en agua (oil-in-water, o/w)*, en cambio cuando la fase dispersa está formada por la fase acuosa se conoce como emulsiones de *agua en aceite (wáter-in-oil, w/o)*. (Aranberri, Binks, Clint, & Fletcher, 2006)

En una emulsión se representan una serie de fenómenos que pueden dañar su consistencia, puede ser el *desplazamiento* de las partículas de la fase discontinua hacia el fondo o a la superficie; la *floculación* que es el agrupamiento de partículas que

permanecen intactas; la *coalescencia* que es el agrupamiento de partículas que se unen para formar partículas más grandes y la inversión de la emulsión.

### 2.3.4.1.1.3 Emulsiones cárnicas

Las emulsiones cárnicas son mezclas de carne de única o diferente procedencia que se encuentran finamente troceadas, están compuestas de agua, proteína, grasa y sal; también contiene productos no cárnicos como aditivos, agua, especias entre otros, en las proporciones adecuadas. (Álvarez et al., 2007)

La obtención de una emulsión homogénea es fundamental en la obtención de un producto de calidad, ya que el objetivo es la formación de una textura pastosa, capaz de fluir durante el proceso de embutido y de transformarse en un producto semirrígido tras el cocinado de la proteína y su gelificación. Debe existir un equilibrio entre los factores químicos y factores físicos del proceso como se indica en la ilustración 3, cada uno tiene un efecto en la estabilidad de la emulsión por lo que se deberá controlar durante el proceso.

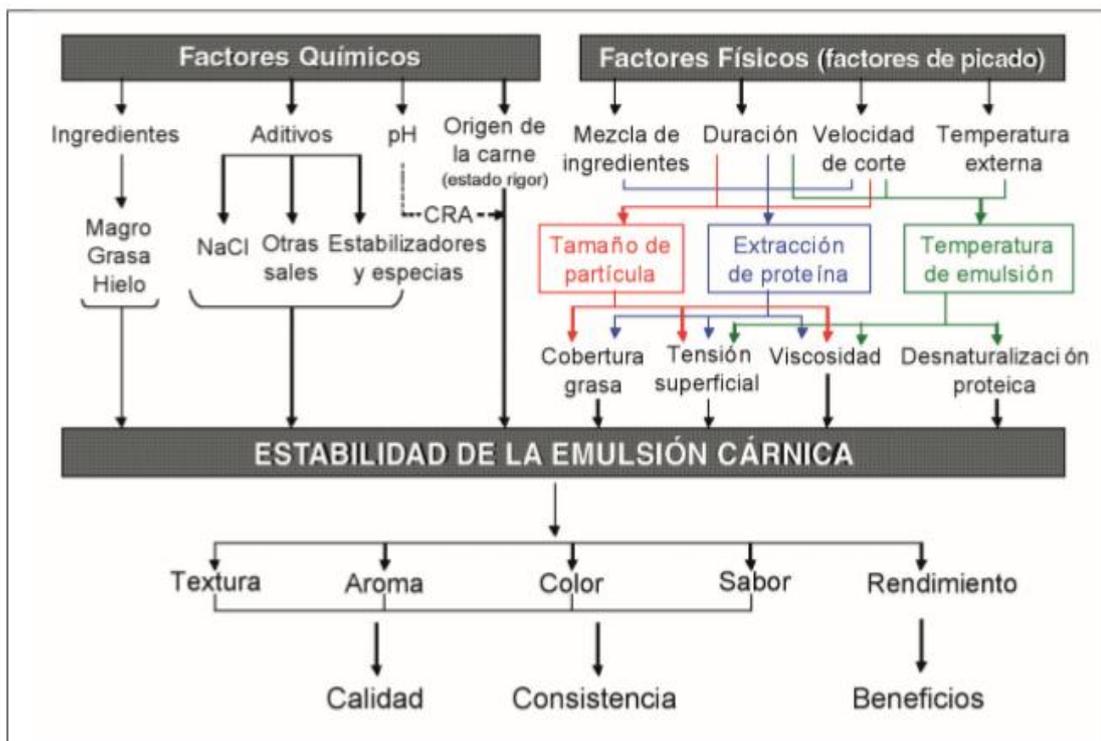


Ilustración 3 Diagrama esquemático de los principales factores que afectan la estabilidad de una emulsión cárnica (CRA: Capacidad de retención de agua)

Fuente: (Álvarez et al., 2007)

Dentro de los factores físicos influye principalmente el picado de la carne (proceso de corte), ya que de este modo se busca mejorar la extracción de proteínas solubles en sal



(principalmente la miosina), reducir la tendencia a la separación de la grasa y obtener un producto estable que no sufra la separación de agua-grasa. La duración de este proceso influye decisivamente en la emulsión al condicionar tanto la ligazón grasa-proteína como la tendencia a la exudación de agua y grasa durante la cocción (Aranberri et al., 2006).

#### 2.3.4.1.1.4 Capacidad de gelificación

Un gel es un sistema semisólido que mantiene una forma de sólido, pero los líquidos se desplazan por el gel. Los geles pueden ser reversibles e irreversibles. Los geles *reversibles* formados por el colágeno y la niacina son lo que al calentarse se transforman en solución y al enfriarse gelifican, y los geles *irreversibles* que al calentarse continúan como geles, lo que sucede con la miosina y la actina.

Los parámetros que caracterizan a los geles son la claridad, la turbidez y la rigidez. La gelificación es fundamental en la elaboración de productos cárnicos de pasta fina como las salchichas.

#### 2.3.4.2 Grasa

La fuente de grasa que se utiliza es el tocino, específicamente la parte dorsal; nunca se debe usar la barriga ni aquellos lugares donde la consistencia es blanda ya que presentan mayor número de grasas insaturadas, más fácilmente oxidables y poca resistencia al corte.

La grasa debe tener poco tiempo de almacenamiento con el fin de evitar que se den los procesos de oxidación y la conservación se debe llevar a cabo a 0 °C además con ello se evita el desarrollo de microorganismos (Lago, 1997).

La grasa puede ser agregada de diferentes formas:

- Una parte de la grasa se puede incorporar a la masa del embutido (dependiendo el producto) en forma de cubos de distintos tamaños que dan el aspecto de mosaica al corte.
- Otra parte finamente picada, que conforma el pastón.

#### 2.3.4.3 Aditivos

La NTE INEN 1338:2012 "CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS-MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS-COCIDOS. REQUISITOS" define a los aditivos alimentarios como sustancias o mezcla de sustancias de origen natural o artificial, de uso permitido que se agregan a los alimentos modificando directa o



indirectamente sus características físicas, químicas y/o biológicas con el fin de preservarlos, estabilizarlos o mejorar sus características organolépticas sin alterar su naturaleza y valor nutritivo. En la elaboración de productos cárnicos los aditivos ayudan a que los productos cárnicos:

- Puedan conservarse por más tiempo, puesto que la carne es un alimento que tiende rápidamente a descomponerse.
- Conserva la calidad y a su vez mejora el color, olor, sabor y aspecto.

#### 2.3.4.4 Colorantes

Los colorantes son sustancias que añadidas a otras les proporcionan, refuerzan o varían el color. En un principio se usaban colorantes extraídos naturalmente, hoy en día se emplean muchos colorantes artificiales o sintéticos, llamados así porque se obtienen de procedimientos químicos.

Los colorantes artificiales tienen excelentes propiedades por lo que son muy utilizados, proporcionan un color persistente, ofrecen colores uniformes y variados, y modifican los colores en la intensidad que se desee, son de alta pureza y bajo coste y se pueden obtener en grandes cantidades. (Vicente, 2014)

#### 2.3.4.5 Conservantes

Existen procedimientos de conservación físicos y químicos. Los procedimientos *físicos* son la esterilización, pasteurización, refrigeración, congelación; es decir, aplicación de frío o calor. En los procedimientos *químicos* entran los conservantes que son sustancias que al ser añadidas en pequeñas cantidades evitan el desarrollo de microorganismos como bacterias, mohos o levaduras; las mismas que pueden producir procesos no planeados como fermentaciones indeseables, enmohecimientos y putrefacción (Vicente, 2014).

Los conservantes deben cumplir algunas condiciones:

- No deben ser tóxicos ni perjudiciales para la salud humana.
- Al ser metabolizados, no deben desprender productos tóxicos.
- No deben emplearse para enmascarar ingredientes en mal estado, ni procesos de fabricación fraudulentos.
- Deben de ser de fácil detección en análisis químicos.

La NTE INEN 1336:2010 “CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS. CONSERVAS DE CARNE. REQUISITOS” recomienda algunos conservantes (tabla 6); el nitrito de sodio



se usa mucho en productos cárnicos, este evita el desarrollo de bacterias anaerobias y además le da un color atractivo a la carne.

Tabla 6 Conservantes

Nitrito, sales de potasio y/o sodio Dosis máxima añadida	200 mg/kg en total de nitritos, expresado como nitrito de sodio.
Nitrito, sales de potasio y sodio Dosis residual máxima, en el contenido neto total del producto final	125 mg/kg, en total de nitritos, expresado como nitrito de sodio
Ácido sórbico y sus sales de potasio o sodio	1500 mg/kg Dosis máxima añadida
Lactato de sodio y potasio	3000 mg/kg Dosis máxima añadida

Fuente: NTE INEN 1336:2010

Anteriormente se empleaba nitratos como conservante de los productos cárnicos ya que disminuían la actividad del agua y además le daban un color característico; con el paso de los años se descubrió que no eran los nitratos los que producían este efecto, ya que, por la acción de bacterias reductoras, estos eran reducidos a nitritos (Polenski, 1891). Por este motivo son los nitritos los empleados en la industria, sus funciones son:

- La formación y estabilización del color rojo característico de la carne curada.
- Inhibición del crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridium botulinum*.
- Contribución al aroma típico de la carne curada
- Efecto antioxidante, retardando el desarrollo de rancidez y evitando la aparición de alteraciones características sensoriales.

El riesgo de consumir nitritos se basa en la posibilidad de que estos actúen como precursores en la formación de nitrosaminas carcinógenas, tanto en el alimento como a nivel orgánico, pero esta producción se da siempre y cuando existan las condiciones adecuadas para su formación.(Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004)

#### 2.3.4.6 Antioxidantes

Son sustancias que se añaden a los alimentos para impedir o retardar la oxidación y el enranciamiento natural. Es común que en los alimentos con alto contenido de grasa se presente un olor y sabor rancio debido a la oxidación de las mismas; se debe controlar algunos factores como la temperatura, la luz (cualquiera que sea su procedencia), el aire y los metales (hierro, cobalto, cobre y manganeso) ya que aceleran el proceso de oxidación(Vicente, 2014). La NTE INEN 1336:2010, recomienda los antioxidantes que se presentan en la tabla 7.



Tabla 7 Antioxidantes

Ácido ascórbico y su sal de sodio ácido isoascórbico (eritorbato) y su sal de sodio	500 mg/kg Dosis máxima añadida (expresada como ácido ascórbico solo o mezclados)
BHA (Butilhidroxianisol) y BHT (Butilhidroxitolueno)	100 mg/kg (referido al contenido de grasa)

Fuente: (NTE INEN 1336:2010)

### 2.3.4.7 Gelificantes, estabilizantes y espesantes

Son sustancias que impiden el cambio de forma o naturaleza química de los alimentos a los que se incorporan. Se le puede llamar de muchas formas: emulgentes, espesantes, estabilizantes, gelificantes, etc.

- **Sustancias emulgentes:** Son las que añadidas a los alimentos tienen como fin mantener la dispersión uniforme de dos o más fases no miscibles. Para conseguir su finalidad se concentran en la interfase, reduciendo la tensión superficial y consiguiendo una emulsión estable.
- **Sustancias espesantes:** Son las que se añaden a los alimentos con el fin de aumentar su viscosidad.
- **Sustancias gelificantes:** Se utilizan para provocar la formación de una estructura de gel/flan.
- **Humectantes:** Son aquellas sustancias que tienen afinidad con el agua, por lo que su adición sirve para controlar el contenido de humedad.(Vicente, 2014)

Para obtener la textura adecuada en un embutido, es conveniente que la densidad y la viscosidad del sistema sea lo más próxima posible; el colágeno de la grasa contribuye en conseguir este efecto, pero no es suficiente para conseguir una viscosidad alta por ello se recurre a este tipo de aditivos. La NTE INEN 1336:2010 recomienda los que se presentan en la tabla 8.

Tabla 8 Estabilizantes. emulsificantes y gelificantes

Agar-Agar	Limitado por P.C.F
Alginato de potasio	Limitado por P.C.F
Alginato de sodio	1000 mg/kg en producto terminado
Carragenina y sus sales de Na, K Ca y NH <sub>4</sub>	Limitado por P.C.F
Goma Guar	1000 mg/kg



Goma Xantan	1000 mg/kg
Colágeno (gelatina)	Limitado por P.C.F

Fuente: (NTE INEN 1336:2010)

P.C.F Prácticas Correctas de Fabricación.

#### 2.3.4.8 Potenciadores del sabor

O también llamados agentes aromáticos, son sustancias que proporcionan y potencian el olor y el sabor de los alimentos (Vicente, 2014). En la elaboración de productos cárnicos se utiliza los potenciadores de sabor que se indica en la tabla 9.

Tabla 9 Agentes potenciadores o acentuadores del sabor

5'Gualinato disódico	500 mg/kg, expresado como ácido
5'Inosinato disódico	500 mg/kg, expresado como ácido
L Glutamato monosódico	2000 mg/kg, expresado como ácido glutámico

Fuente: (NTE INEN 1336:2010)

P.C.F Prácticas Correctas de Fabricación.

#### 2.3.4.9 Reguladores de pH

Son productos ácidos, bases o sales que se añaden a los productos con el fin de controlar su acidez, alcalinidad o neutralidad. (Vicente, 2014) En los productos cárnicos se usa para controlar su pH. No presentan toxicidad.

#### 2.3.4.10 Condimentos y especias

La función de los condimentos y especias es elevar el sabor, su uso y dosificación va a depender específicamente del producto, fabricante y localidad. Al agregar condimentos y especias se debe cuidar que no contaminen el producto y estén libres de microorganismos. (Lago, 1997)

## 2.4 SALCHICHAS

Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados. La NTE INEN 1217:2013 indica que la salchicha es “el producto elaborado a base de una masa emulsificada (pasta fina) preparada con carne seleccionada de animales de basto, grasa de porcino, condimentos y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, cocidas, ahumadas o no.”; a su vez, indica que la pasta fina es “masa uniforme de granulometría fina al tacto y bien ligada.”



En la elaboración de salchichas se emplea carne de res y de cerdo, grasa y hielo. La carne de cerdo confiere a la masa el color entre rosa claro y rojo mate; en cambio, la carne de res presenta un color rojo claro e intenso que le confiere consistencia a la masa y sabor fuerte. Es indispensable el uso de un cutter para formar la emulsión y para ayudar a esta formación se utiliza hielo. Posteriormente, reciben tratamiento térmico que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica; finalmente se ahúman para darles un sabor específico.(Vicente, 2014)

### 2.4.1 Requisitos según las normas INEN

Para que un producto cárnico pueda ser comercializado, deben cumplirse los requisitos bromatológicos y microbiológicos que se presenta en la normativa vigente. La NTE INEN 1338:2012 en la tabla 2 indica los requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos, como se observa en la tabla 10.

*Tabla 10 Requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos.*

REQUISITO	TIPO I		TIPO II		TIPO III		MÉTODO DE ENSAYO
	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	
Proteína total, % (% N x 6,25)	12	-	10	-	8	-	NTE INEN 781
Proteína no cárnica %	-	2	-	4	-	6	No existe método de diferenciación; se verifica por la formulación declarada por el fabricante.

*Fuente: (NTE INEN 1338:2012)*

Los requisitos microbiológicos que debe cumplir un producto cárnico cocido, están expuestos en la NTE INEN 1338:2016, como se puede ver en la tabla 11.



Tabla 11 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos.

Requisito	Caso	n	c	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos, ufc/g*	1 <sup>a</sup>	5	3	1,0 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>7</sup>	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i> , ufc/g*	10 <sup>b</sup>	5	-	< 10	-	NTE INEN 765
<i>Staphylococcus aureus</i> , ufc/g*	7 <sup>c</sup>	5	2	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	NTE INEN768
<i>Salmonella</i> , 25 g	10 <sup>d</sup>	5	0	0	—	NTE INEN-ISO 6579
<p>n = es el número de muestras a analizar,  c = es el número de muestras admisibles con resultados entre m y M,  m = es el límite de aceptación,  M = es el límite superado el cual se rechaza,</p> <p>* ufc/g = unidades formadoras de colonias por gramo.</p> <p><sup>a</sup>Caso 1 = La vida útil crece. ICMSF 8  <sup>b</sup>Caso 7 = Peligro moderado, peligro directo, difusión limitada. ICMSF 8  <sup>c</sup>Caso 10 = Peligro serio, incapacitante, raras secuelas, duración moderada. ICMSF 8</p> <p>NOTA. Se puede utilizar otros métodos de rutina alternativos que sean oficiales, verificados y/o validados.</p>						

Fuente: (NTE INEN 1336:2016)

En la tabla 12 se especifica los requisitos que se debe cumplir para la conservación de carne y productos cárnicos.

Tabla 12 Requisitos bromatológicos para la conservación de carne

Requisitos	Min.	Máx.	Método de ensayo
Masa total escurrida, % (Considerando el espacio de cabeza)	55	--	NTE INEN 792
pH	4,5	6,4	NTE INEN 783
Proteína, % (%N x 6,25)	10,0	---	NTE INEN 781
<b>N =</b> Nitrógeno total kjeldhal			
NOTA: Este valor de pH no se aplica a las conservas de carne en trozos preparadas en escabeche.			

Fuente: (NTE INEN 1336:2010)



## 3 METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de investigación

En este proyecto se aplicará dos tipos de investigación documental – experimental, ya que se inició el estudio mediante consulta bibliográfica, la misma que se tomó de libros, tesis, revistas y artículos científicos relacionados al tema, de esta manera se permitió desarrollar la fase experimental y elaborar el producto cárnico emulsionado utilizando el almidón de papa china como retenedor de humedad.

El método de recolección de datos se fundamentó en dos tipos: cuantitativo ya que se realizaron pruebas bromatológicas del almidón obtenido, así como del producto terminado y cualitativo para los análisis sensoriales, mediante las características organolépticas, como: color, olor, sabor, textura y aspecto.

### 3.2 Lugar de la investigación

La investigación bibliográfica se llevó acabo en la biblioteca de la Universidad de Cuenca, mientras que la fase experimental se realizó en el Laboratorio de Alimentos de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, ubicado en la calle Lorenzo Piedra y Av. Loja.

### 3.3 Extracción del almidón

La extracción del almidón se realizó por vía humedad, mediante el método descrito por Orccottoma, 2012.

#### 3.3.1 Equipos y materiales

- Molino marca Vall
- Tamiz número 100  $\mu\text{m}$
- Bandejas de acero inoxidable
- Licuadora industrial LM-12
- Cuchillos, recipientes plásticos, etc.

### 3.3.2 Diagrama de bloque del proceso de extracción del almidón de papa china.

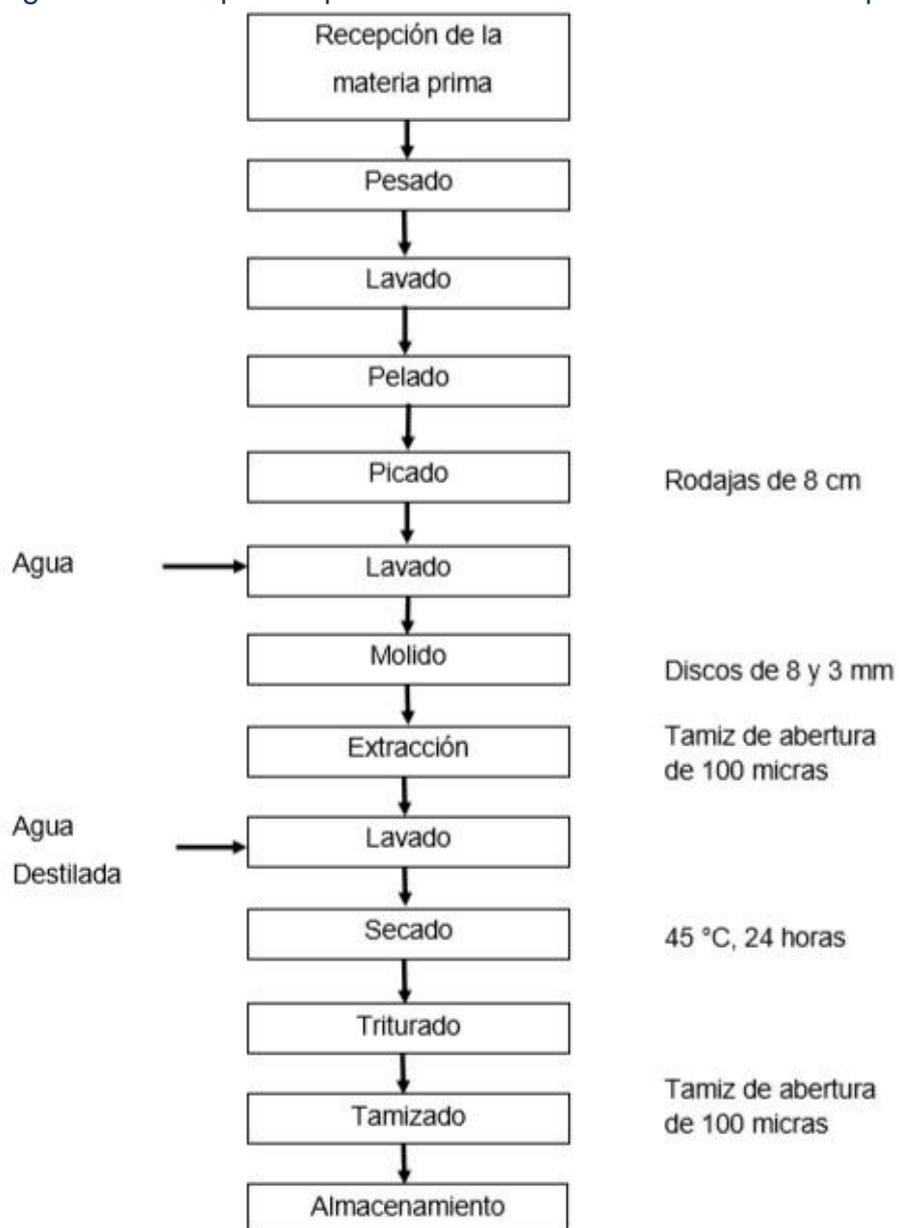


Diagrama 1 Diagrama de bloque del proceso de extracción del almidón de papa china

Fuente: (Propia)

### 3.3.3 Diagrama de proceso de la extracción del almidón de papa china.

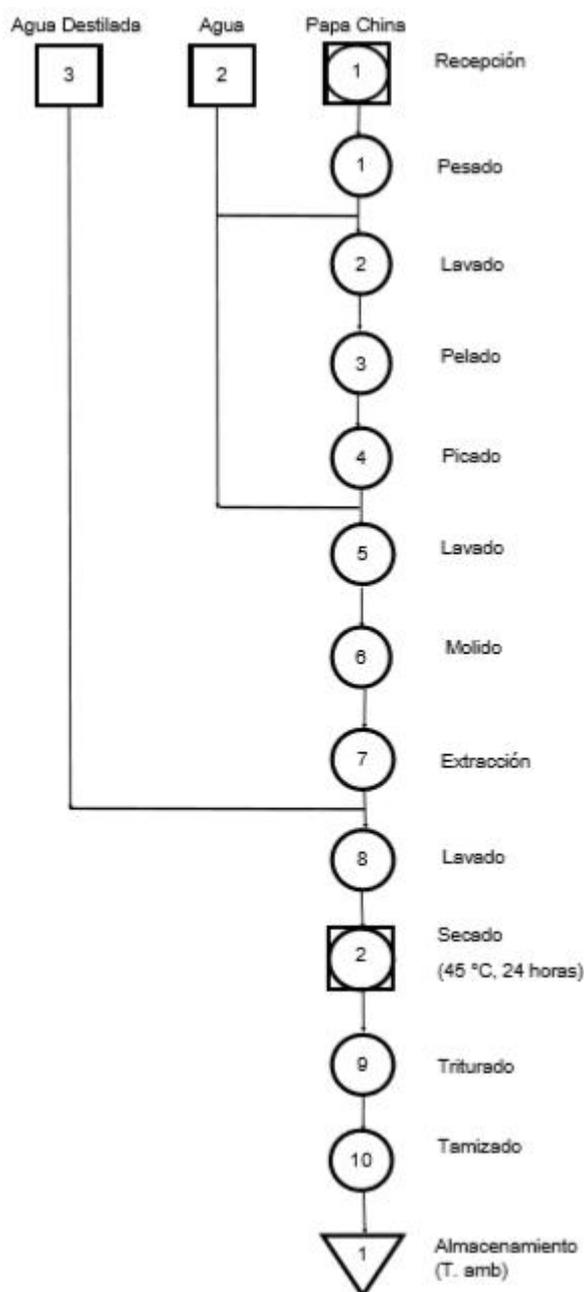


Diagrama 2 Proceso de extracción de almidón.

Fuente: (Propia)

### 3.3.4 Procedimiento para la extracción de almidón.

#### 3.3.4.1 Recepción y pesado de papa china

La procedencia de la papa china fue de la región Amazónica, se recepto y se conservó en un recipiente seco, a temperatura ambiente; según se realizaron las extracciones, se fue pesando para determinar el rendimiento.



*Ilustración 4 a) Recepción de papa china. b) Pesado de papa china.*

*Fuente: (Propia)*

### 3.3.4.2 Lavado y pelado de papa china

Se procedió a lavar la papa china con agua corriente y un cepillo de plástico durante 15 minutos para eliminar la tierra e impurezas que se encuentren adheridas, se retiró la cáscara y se colocaron en un recipiente con agua para evitar la oxidación de la papa china.



*Ilustración 5 a) Lavado de la papa china. b) Pelado de la papa china. c) Papa china pelada.*

*Fuente: (Propia)*

### 3.3.4.3 Picado y lavado de papa china

Se picó la papa china en rodajas de 8 cm aproximadamente y se realizó un segundo lavado para eliminar impurezas adheridas a la papa.



Ilustración 6 a) Picado en rodajas de papa china. b) Lavado de las rodajas de papa china.

Fuente: (Propia)

#### 3.3.4.4 Molido de papa china

Se molió las rodajas de papa china en el molino Vall utilizando los discos de 8 y 3 mm, para la obtención de una pasta fina y que de esta manera se logre separar la fibra de los gránulos de almidón.



Ilustración 7 Molido de las rodajas de papa china.

Fuente: (Propia)

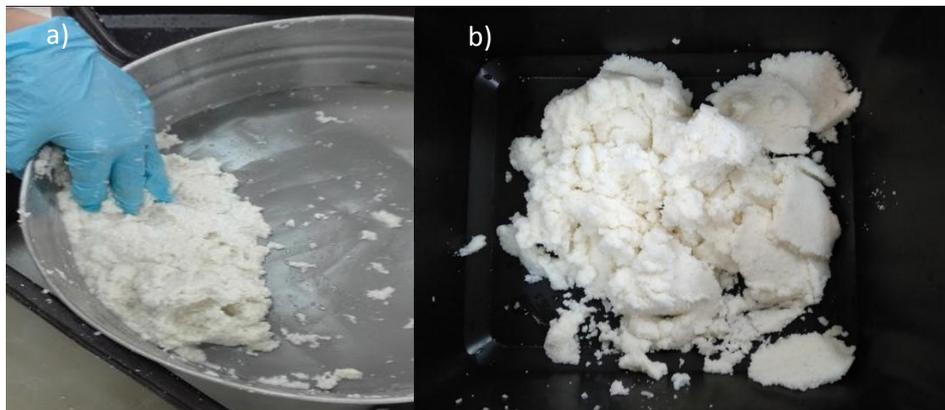
#### 3.3.4.5 Extracción y lavado de la pulpa

En esta etapa la pulpa obtenida del molino se colocó en el tamiz de abertura de 100  $\mu\text{m}$  y se lavó con agua destilada en una relación 2:1 en peso, se realizó dos lavados a la pulpa, obteniendo un residuo blanco que contiene fibra, minerales y proteína



*Ilustración 8 Extracción y lavado del almidón de papa china*

*Fuente: (Propia)*



*Ilustración 9 a) Lavado de la pulpa de papa china. b) Residuo sólido.*

*Fuente: (Propia)*

#### **3.3.4.6 Secado**

El filtrado obtenido se colocó en bandejas de acero inoxidable, y se procedió a dejar en el secador que pertenece al laboratorio de humidificación ubicado en el laboratorio de operaciones unitarias a temperatura de 45 °C durante 24 horas con el fin de retirar el agua del almidón, es importante no sobrepasar este tiempo ya que se corre el riesgo de que el almidón se quemé y por lo tanto su color se torne oscuro.



Ilustración 10 a) Bandeja de filtrado de almidón. b) Secador c) Almidón obtenido después del proceso de secado.

Fuente: (Propia)

### 3.3.4.7 Triturado y tamizado

Se retiró el almidón seco de las bandejas y se colocó en la licuadora industrial durante 15 minutos para disminuir la granulometría de las partículas y se procedió a tamizar utilizando una malla 100  $\mu\text{m}$ , las partículas que no pasaron el tamiz se volvieron a licuar, con el fin de obtener un gránulo fino.



Ilustración 11 a) Trituración del almidón en la licuadora industrial. b) Pesado del almidón obtenido.

Fuente: (Propia)

### 3.3.4.8 Almacenado

Se colocó en un recipiente hermético para evitar el contacto con algún agente contaminante.

## 3.3.5 Caracterización de almidón

### 3.3.5.1 Humedad del Almidón

La determinación de la humedad, nos permite saber el contenido de agua que presenta el almidón, se basa en obtener el peso constante. Se procedió a colocar 3 g de almidón

en una cápsula de porcelana previamente pesada y se secó en la estufa durante 24 horas a 80 °C, se enfrió en un desecador y se pesó, se regresó a la estufa y se repitió el procedimiento hasta obtener peso constante como indica la NTE INEN 382:2013.

### 3.3.5.2 Temperatura de gelificación

Se calentó agua en un vaso de precipitación de 250 ml a 85°C. En un vaso de precipitación se colocó 10 g de almidón y se disolvió con 100 ml de agua destilada, de esta solución se tomó 50 ml de la suspensión y se colocó en un vaso de 100 ml, introduciéndolo en el vaso de 250 ml a 85°C, se agitó con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se formó una pasta y a temperatura estable por unos segundos, la lectura obtenida nos dio la temperatura de gelificación (FAO, 2007)

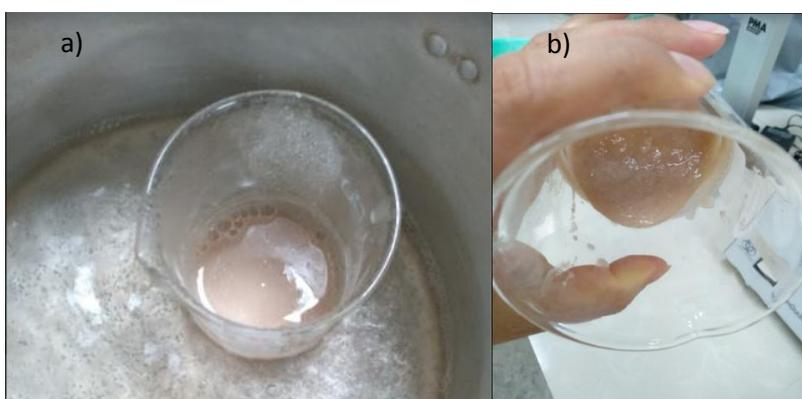


Ilustración 12 a) Calentamiento a baño maría de la suspensión de almidón. b) Almidón gelificado.

Fuente: (Propia)

### 3.3.5.3 Índice de absorción de agua

En una balanza analítica se pesó los tubos de la centrifuga secos a 60 °C, en cada tubo se colocó 0.40 g de almidón en base seca y se agregó 10 ml de agua destilada precalentada a 60 °C y se agitó. Los tubos se colocaron en agua a baño maría durante 30 minutos a 60°C, se agitó a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento, luego se colocó en la centrifuga (propiedad de Ing. Servio Astudillo) durante 45 minutos a 4900 RPM, el sobrenadante se decantó inmediatamente después de centrifugar y se midió el volumen (FAO, 2007). Finalmente se pesó los tubos de centrifuga del gel y se aplicó la ecuación 3.

Ecuación 3 Índice de absorción de agua

$$\text{Índice de absorción de agua} = \frac{\text{Peso de gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)bs}}$$

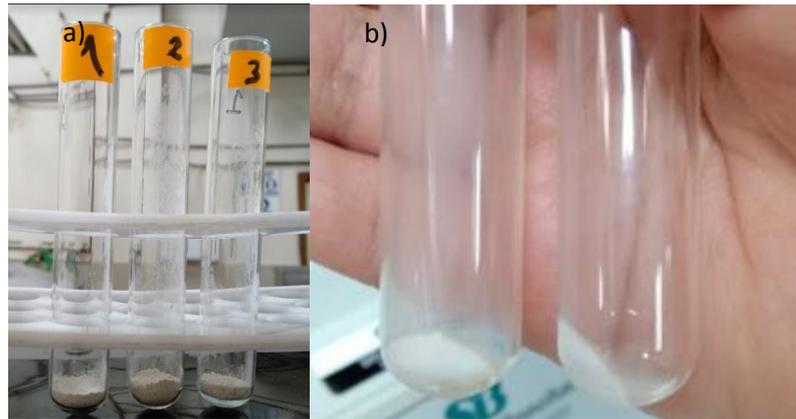


Ilustración 13 a) Tubos de ensayo con almidón. b) Tubos luego de la centrifugación

Fuente: (Propia)

## 3.4 Uso del almidón en la elaboración de salchichas

### 3.4.1 Equipos y materiales

- Balanza marca SARTORIUS
- Molino marca Vall
- Cutter
- Embutidora
- Selladora al vacío marca Vacmaster
- Equipos de tratamiento térmicos
- Envoltura de celulosa
- Cuchillos, recipientes, etc

### 3.4.2 Formulación

Para la elaboración de salchicha tipo Viena tipo I se utilizó carne de res, carne de cerdo y grasa de cerdo, aditivos según lo permitido en la NTE INEN 1338:2012 y algunos condimentos y especias. Se utilizó almidón de papa china como retenedor de humedad en proporciones de 3, 6, 9, 12 y 15% como se observa en la tabla 13 y cada tratamiento tuvo un peso aproximado de 2,5 kg de salchicha Viena.



Tabla 13 Formulación de los diferentes tratamientos de salchicha tipo Viena

Ingredientes	Unid	Testigo	Almidón de papa china				
			3%	6%	9%	12%	15%
Carne de res	g	670	670	670	670	670	670
Carne de cerdo	g	670	670	670	670	670	670
Grasa de cerdo	g	670	670	670	670	670	670
Agua	g	380	530	680	830	980	1130
Almidón	g	0	40	80	120	160	200
Retenedores de humedad	g	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2	40,2
Aditivos	g	89	97	104	112	119	123
Condimentos	g	45	49	53	57	60	62

Fuente: (Propia)

Al adicionar almidón de papa china en la formulación de los diferentes tratamientos, también es necesario agregar agua, en base a la capacidad de retención de agua que posee el mismo; por lo tanto, al adicionar almidón y agua aumenta el peso de cada tratamiento y se debe realizar la respectiva corrección en cada ingrediente para no alterar sus propiedades organolépticas, como se observa en la tabla 13.

### 3.4.3 Proceso de elaboración

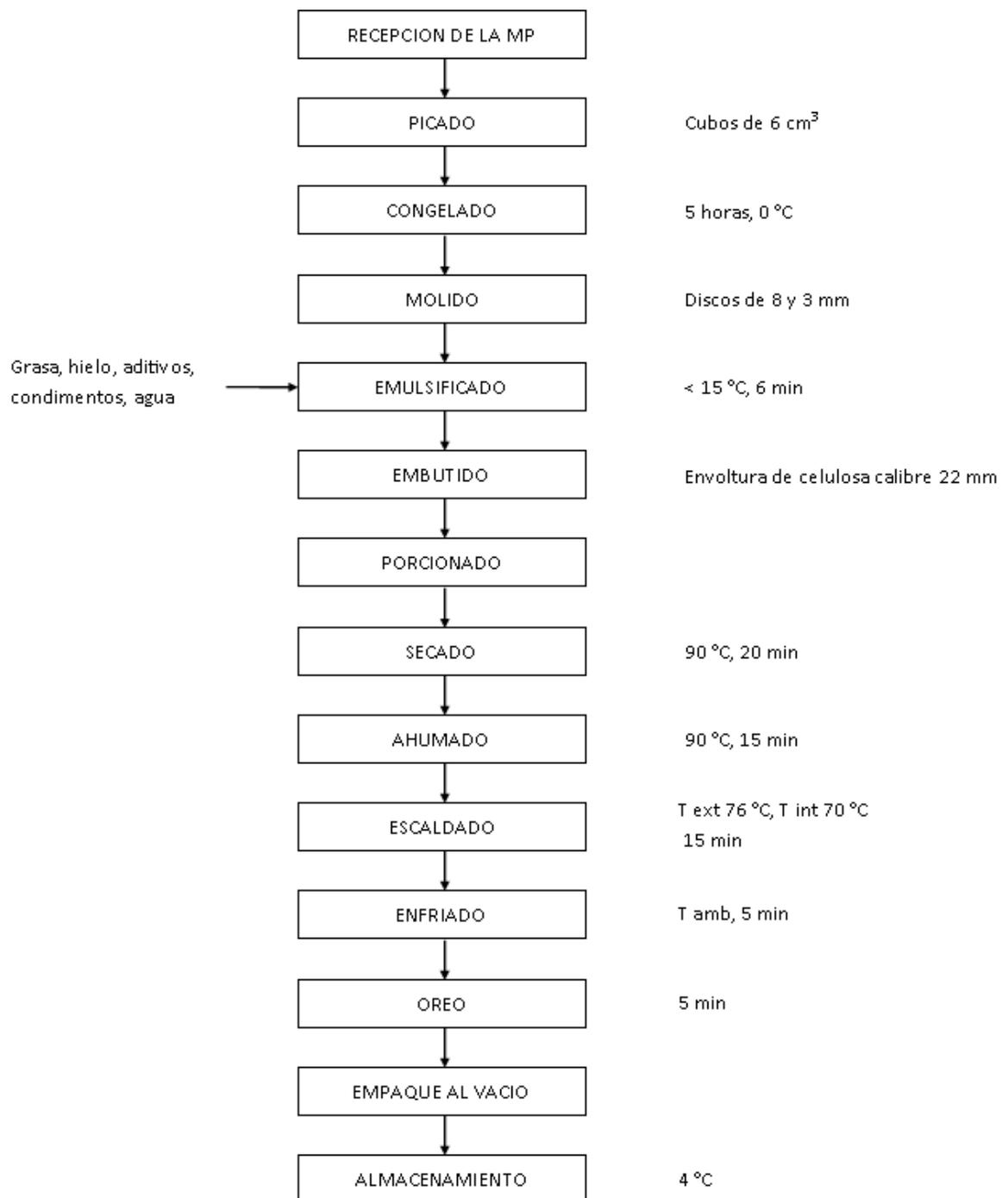


Diagrama 3 Diagrama de bloque del proceso de elaboración de salchicha tipo Viena

Fuente: (Propia)

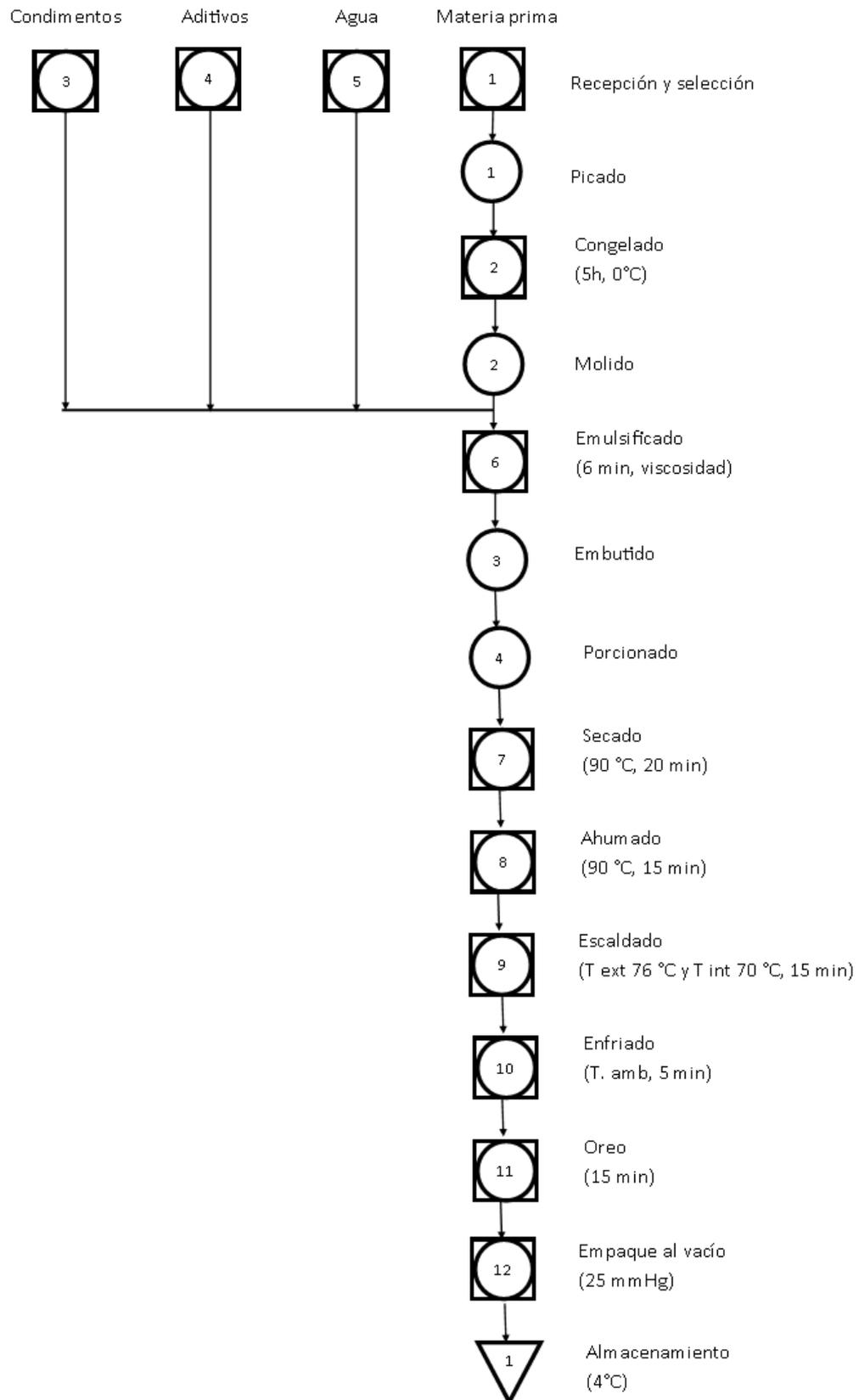


Diagrama 4 Diagrama del proceso de elaboración de salchicha tipo Viena

Fuente: (Propia)

### 3.4.3.1 Recepción de la materia prima, picado y congelado

La materia prima que se utilizó se cortó en pequeños cubos de 6 cm<sup>3</sup>, utilizando tablas de picar y cuchillos. Luego se llevó a congelación durante 5 horas, para un proceso de molido eficaz.



*Ilustración 14 Cubos de carne.*

*Fuente: (Propia)*

### 3.4.3.2 Molido

A continuación, la materia prima es llevada al molino, para reducir su tamaño; se utilizó discos de 3 y 8 mm; para una mejor disgregación.



*Ilustración 15 Molido de la materia prima.*

*Fuente: (Propia)*

### 3.4.3.3 Emulsificado

Con el fin de no aumentar la temperatura de la carne durante el proceso, previamente se pesó los aditivos, condimentos, agua, y el almidón para cada tratamiento. Por lo tanto, una vez molidas las materias primas, se llevó a la cutter para mezclar con los demás ingredientes.



Ilustración 16 a) Ingredientes previamente pesados b) Mezclado de los ingredientes

Fuente: (Propia)

#### 3.4.3.4 Embutido y porcionado

El embutido se realizó en envoltura de celulosa de calibre 22 y en el proceso de porcionado se llevó a cabo evitando que forme capsulas de aire en el pastón.

#### 3.4.3.5 Secado y ahumado

Las salchichas fueron llevadas al horno previamente calentado, el secado se realizó durante 20 min a temperatura de 90 °C; para la etapa de ahumado, se colocó aserrín en el horno y se dejó durante 15 min, manteniendo la misma temperatura.



Ilustración 17 Salchichas en el horno

Fuente: (Propia)

#### 3.4.3.6 Escaldado

Luego de la etapa de secado y ahumado, se sometieron al escaldado, que consiste en sumergir las salchichas en agua que no supere los 75 °C durante 15 min, pasado este tiempo se comprobó que el punto frío de la salchicha había alcanzado la temperatura de 70 °C.

### 3.4.3.7 Enfriado y oreo

Para la etapa de enfriamiento se sumergieron las salchichas en agua a temperatura ambiente, durante 5 minutos; a continuación, en la etapa de oreo se dejan las salchichas reposar durante 5 min.



Ilustración 18 Oreo de las salchichas

Fuente: (Propia)

### 3.4.3.8 Empaque y almacenamiento

Finalmente, se empacó al vacío las salchichas y se almacenó a 4 °C, para posteriormente determinar la ficha de estabilidad.



Ilustración 19 Producto terminado

Fuente: (Propia)

### 3.4.4 Pruebas bromatológicas del producto terminado

Una vez terminado el producto, se realizó algunas pruebas bromatológicas con el fin de determinar la calidad del producto obtenido. Se analizó el pH y la dureza.

#### 3.4.4.1 pH

El pH es la forma de cuantificar la acidez de un alimento; con lo cual se puede detectar el desarrollo de microorganismos que afectan directamente al deterioro del producto y por lo tanto su vida útil.

Para la determinación del pH se siguió el procedimiento que indica la NTE INEN 783 que actualmente ha sido reemplaza por la NTE INEN ISO 2917 “CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACIÓN DE pH”; por lo que se pesó aproximadamente 10 g de salchicha tipo Viena, cortados en pequeños cuadros y se colocó en un vaso de precipitación de 100 ml; a continuación, se agregó aproximadamente 90 ml de agua destilada, se agitó y se dejó en maceración durante 1 hora; finalmente, se determinó el pH con el potenciómetro previamente calibrado.



*Ilustración 20 Determinación de pH*

*Fuente: (Propia)*

#### 3.4.4.2 Dureza

La dureza es la fuerza requerida para penetrar comprimir o deformar un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. La determinación de la dureza se realizó con la ayuda de un durómetro o penetrómetro y se siguió las instrucciones que se indican en el instrumento. Consiste en ejercer una fuerza perpendicular sobre la salchicha y realizar la lectura correspondiente que se presenta en gramo-fuerza (gf).



Ilustración 21 Determinación de la dureza

Fuente: (Propia)

### 3.4.5 Informe bromatológico

El informe bromatológico brinda la información acerca del contenido de grasa, proteínas, energía, carbohidratos, sodio, entre otros. Provee la información necesaria para elegir un producto sano y que cumpla con lo establecido en la NTE INEN 1338:2012.

#### 3.4.5.1 Cálculos del informe bromatológico

Para los cálculos del informe bromatológico es necesario conocer los pesos exactos que se utilizaron en cada tratamiento de elaboración de salchicha tipo Viena y el aporte de los componentes de cada ingrediente.

El cálculo del aporte de cada componente de la carne se puede obtener con el número de Feder. Se debe tener en cuenta que la veracidad de los resultados obtenidos con este método está en función de saber determinar la cantidad de grasa que posee la carne. Este método consiste en determinar el valor de cada componente de la carne gracias a la capacidad de retención de agua de las proteínas miofibrilares (actina y miosina), sabiendo que el porcentaje de humedad es igual a 3,58 el porcentaje de proteína como se indica en la ecuación 4. Considerando esta relación y teniendo en cuenta que la suma de todos los componentes es del 100%, se obtiene la ecuación 5 donde el porcentaje de cenizas se toma como 1% al ser su valor constante.

$$\%H = 3,58 \%P \rightarrow \text{Número de Feder}$$

Ecuación 4 Número de Feder de la carne

$$\%P + \%G + \%H + \%C = 100$$

$$\%P + \%G + 3,58 \%P + \%C = 100$$

$$4,58 \%P + \%G + 1 = 100$$



$$\%P = \frac{99 - \%G}{4,58}$$

*Ecuación 5 Porcentaje de proteína en base al número de Feder*

Donde: %P= porcentaje de proteína

%G= porcentaje de grasa

%H= porcentaje de humedad

%C= porcentaje de cenizas

En base a los datos obtenidos en las evaluaciones de las fórmulas de cada tratamiento respectivamente, se puede determinar el aporte de cada nutriente con la ecuación 6 para porcentaje de proteína, ecuación 7 porcentaje de grasa, ecuación 8 porcentaje de humedad y ecuación 9 porcentaje de almidón.

$$\%P = \frac{kg \text{ proteína} \times 100}{kg \text{ producto terminado}}$$

*Ecuación 6 Ecuación para calcular el contenido de proteína*

$$\%G = \frac{kg \text{ grasa} \times 100}{kg \text{ producto terminado}}$$

*Ecuación 7 Ecuación para calcular el porcentaje de grasa*

$$\%H = \frac{kg \text{ humedad} \times 100}{kg \text{ producto terminado}}$$

*Ecuación 8 Ecuación para calcular el porcentaje de humedad*

$$\%A = \frac{kg \text{ almidón} \times 100}{kg \text{ producto terminado}}$$

*Ecuación 9 Ecuación para calcular el porcentaje de almidón*

### 3.5 Análisis sensoriales del producto terminado

En el análisis sensorial es posible analizar diferentes aspectos en un determinado número de personas a los que llamamos catadores; estos aspectos fueron color, olor, aspecto, textura y sabor.

#### 3.5.1 Calculo del número de catadores

El número de catadores se determinó en base a la fórmula estadística del cálculo de la muestra, que se presenta a continuación:



$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq}$$

*Ecuación 10 Ecuación para calcular el número de catadores*

*Fuente: (Sarmiento, 2001)*

Donde:

n= tamaño de la muestra

N=población total

Z= distribución normalizada. Si Z=1,96 el porcentaje de confiabilidad es de 95%

p= proporción de aceptación deseada para el producto (p=0,5)

q= proporción de rechazo (1-p)

E= porcentaje deseado de error (Sarmiento, 2001)

### 3.5.2 Elaboración de la ficha de degustación

La ficha de degustación permitió al catador evaluar los aspectos de interés en este estudio, color, olor, sabor, textura y aroma; la misma que se presenta en el Anexo 1.



## 4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Rendimiento del almidón extraído de la papa china.

El rendimiento se determinó mediante la diferencia de pesos entre la cantidad de papa china que se receiptó y la cantidad de almidón que se obtuvo al finalizar el proceso de extracción, se realizaron 5 extracciones, ingresando un total de 10,2 kg del tubérculo y obteniendo 1,9 kg de almidón de papa china. Los resultados se observan en la siguiente tabla.

Tabla 14 Rendimiento del almidón de papa china.

Número de extracción	Porcentaje de Rendimiento
1	19,87 %
2	19,96 %
3	19,92 %
4	19,84 %
5	19,86 %

Fuente: (Propia)

Se obtuvo un rendimiento promedio de 19,89% de almidón de papa china, el cual es similar a Orccottoma, 2012, que es del 21,8% de almidón de papa china.

En el mercado actual el costo de la libra del tubérculo es \$0.10 ctvs, para la extracción del almidón se utilizó 10 kg de papa china, en lo que se invirtió \$2,24 dólares, de esta extracción se obtuvo 1.9 kg de almidón, obteniendo un costo total de \$1.15 dólares por kilo de almidón de dicho tubérculo.

Al comparar con bibliografía según (Da Fonte, Palomino, Molina, Romel, & Elevina, 2009), el almidón de papa china obtenido presenta una pureza del 99,43%, mientras que el restante contiene 0,33% de materia seca, 0,19 % de cenizas, 0,05 % de azúcares totales y 0.12% de fósforo, por lo cual, se ha tomado este valor de pureza para el respectivo análisis en las salchichas, debido a que se empleó el mismo método de extracción y la misma variedad de papa china.

### 4.2 Resultados de la caracterización del almidón de la papa china.

#### 4.2.1 Humedad

La humedad que se obtuvo es de 9.3% en el almidón, la misma que al compararla con la obtenida según Madrigal, Hernández, Carranco, Calvo, & Casas, 2018, es de 8.99% y según Torres, Durán, & Montero, 2013, es de 14.99%, este último presenta gran variación debido al método de extracción.



#### 4.2.2 Temperatura de gelificación

La temperatura de gelificación obtenida se encontró dentro del rango de 58 – 62 °C, la misma que al comparar con la obtenida por Torres, Durán, & Montero, (2013), fue de 55 °C, mientras que según Aboubakar, Njintang, Scher, & Mbofung, (2008), se encuentra dentro de un rango de 55 – 65 °C, lo que indica que la temperatura obtenida está dentro de los valores reportados por otras investigaciones, la papa china al tener un granulo pequeño ingresa el agua con facilidad al calentarla lo que genera un valor de temperatura de gelificación bajo comparado la yuca que es de 62 – 73 °C según (Aristizábal et al., 2007).

#### 4.2.3 Índice de absorción de agua

Se determinó el índice de absorción de agua, el cual se obtuvo un valor promedio de 1.89 g gel / g muestra, el mismo que al comparar con el análisis de Torres et al., 2013 es de 1.79 g gel / g muestra y de la yuca va desde 0.82 – 15.52 g gel/ g muestra según (Aristizábal et al., 2007), este valor indica la relación almidón:agua, que se debe utilizar al momento de realizar la dosificación para la elaboración del embutido.

#### 4.3 Informe microbiológico del almidón

Se realizó el análisis microbiológico de la extracción del almidón de la papa china, para comprobar que es apto para el consumo humano, según la FAO, 2007 “BOLETÍN DE SERVICIOS AGRÍCOLAS DE LA FAO – 163”, se analizó la presencia de aerobios mesófilos, escherichia coli, mohos y levaduras, que son los causantes del deterioro del almidón, obteniendo que los valores se encuentran dentro del rango establecido por la INEN, por lo tanto el producto es apto para el consumo humano, el análisis se puede observar en el anexo 2, el cual se realizó en el laboratorio MSV.

#### 4.4 Informe bromatológico del producto obtenido

Para el cálculo del informe bromatológico es necesario obtener la evaluación de la fórmula de salchicha Viena de cada tratamiento como se indica en las siguientes tablas. En la tabla 15, se presenta la evaluación de la fórmula de salchicha Viena testigo.



Tabla 15 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena Testigo

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,0	-	-	-	-	-	-	99,0	0,0
Hielo	0,4	-	-	-	-	100,0	0,4	-	-
Total	2,4	-	0,3	-	0,7	-	1,4	-	0,0

Fuente: (Propia)

Se realizó la evaluación de la fórmula para la salchicha Viena con 3% de almidón de papa china, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16 Evaluación de la fórmula de Salchicha tipo Viena con 3% de almidón de papa china

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,03	-	-	-	-	-	-	99,0	0,03
Hielo	0,5	-	-	-	-	100,0	0,5	-	-
Total	2,6	-	0,3	-	0,7	-	1,5	-	0,0

Fuente: (Propia)

En la tabla 17, se refleja la evaluación de la fórmula para la salchicha Viena con 6% de almidón de papa china.

Tabla 17 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 6% de almidón de papa china

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,06	-	-	-	-	-	-	99,0	0,06
Hielo	0,7	-	-	-	-	100,0	0,7	-	-
Total	2,8	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	0,1

Fuente: (Propia)



La formulación para la salchicha Viena con 9% de almidón de papa china, se presenta a continuación en la tabla 18; así como la formulación para el tratamiento de 12% y 15%, se indica en las tablas 19 y 20, respectivamente.

Tabla 18 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 9% de almidón de papa china

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,09	-	-	-	-	-	-	99,0	0,09
Hielo	0,8	-	-	-	-	100,0	0,8	-	-
Total	3,0	-	0,3	-	0,7	-	1,8	-	0,1

Fuente: (Propia)

Tabla 19 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 12% de almidón de papa china

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,12	-	-	-	-	-	-	99,0	0,12
Hielo	1,0	-	-	-	-	100,0	1,0	-	-
Total	3,1	-	0,3	-	0,7	-	2,0	-	0,1

Fuente: (Propia)

Tabla 20 Evaluación de la fórmula de salchicha Viena con 15% de almidón de papa china

Ingrediente	Kg	Proteína		Grasa		Humedad		Almidón	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
CRI (90/5)	0,7	20,5	0,1	5,0	0,0	73,5	0,5	-	-
CCI (90/10)	0,7	19,4	0,1	10,0	0,1	69,6	0,5	-	-
Grasa (10/90)	0,7	2,0	0,0	90,0	0,6	7,0	0,0	-	-
PAS	0,0	92,0	0,0	-	-	-	-	-	-
Almidón	0,15	-	-	-	-	-	-	99,0	0,15
Hielo	1,1	-	-	-	-	100,0	1,1	-	-
Total	3,3	-	0,3	-	0,7	-	2,1	-	0,1

Fuente: (Propia)



En la tabla 21 se presenta el informe bromatológico de cada uno de los tratamientos de salchicha Viena con almidón de papa china. Al no existir un requisito específico para el almidón, se analizará el comportamiento de la proteína en cada tratamiento y se determinará el tipo de embutido.

Los resultados se comparan con los requisitos bromatológicos para productos cárnicos cocidos de la NTE INEN 1338:2012, la cual indica que el mínimo contenido de proteína total de un embutido tipo I es del 12%. Por lo tanto, en los tratamientos en los que se utiliza 3, 6 y 9% de almidón de papa china, se obtiene un embutido tipo I; a diferencia de los tratamientos con 12 y 15% de almidón de papa china en donde el contenido es inferior a 12% y en base a la norma se considera un embutido tipo II.

Tabla 21 Informe bromatológico de los diferentes tratamientos de salchicha Viena con almidón de papa china.

	Tratamiento	Testigo	3%	6%	9%	12%	15%
Componente	Proteína	12,4	12,3	12,1	12,0	11,8	11,7
	Grasa	29,2	27,2	25,4	23,8	22,5	21,3
	Humedad	57,5	59,3	60,3	61,2	61,9	62,5
	Almidón	0,0	1,1	2,1	3,0	3,8	4,5

Fuente: (Propia)

#### 4.5 Informe nutricional del producto terminado

Con los resultados obtenidos del informe bromatológico y con los valores diarios recomendados (VDR) que presenta la NTE INEN 1334:2016, se los puede observar en la tabla 22, es posible realizar el informe nutricional del producto terminado. Así como el aporte de energía que se indica en la misma norma en el apartado 5.2.1.

Tabla 22: Nutrientes de declaración obligatoria y su valor Diario.

Nutriente	Unidad	Valor Diario (VD)
Valor energético, energía	KJ	8320
Grasa total	g	65
Ácidos grasos saturados	g	20
Colesterol	mg	300
Sodio	mg	2400
Carbohidratos	g	300
Fibra Dietética	g	25
Proteína	G	50



Fuente: (NTE INEN, 1334:2016)

También se ha elaborado el semáforo nutricional, el mismo que ha sido tomado del RTE INEN 022:2013 “REGLAMENTO SANITARIO DE ETIQUETADO DE ALIMENTOS PROCESADOS PARA EL CONSUMO HUMANO”, en el cual se indican los valores de referencia a los componentes y concentraciones permitidas de grasa, azúcares y sal, como se observa en la tabla 23.

Tabla 23: Contenido de componentes y concentraciones permitidas.

Componentes	Concentración “BAJA”	Concentración “MEDIA”	Concentración “ALTA”
Grasas Totales	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 g en 100 gramos
Azúcares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos
Sal (Sodio)	Menor o igual a 120 miligramos de sodio en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sólido en 100 gramos

Fuente: (RTE INEN:022, 2013)

En la tabla 24, se observa el informe nutricional de la salchicha Viena tipo I con 3% de almidón de papa china y su semáforo nutricional en la ilustración 22.

Tabla 24 Informe nutricional de salchicha Viena tipo I con 3% de almidón de papa china

<b>INFORME NUTRICIONAL</b>		
Tamaño por porción	1 unidad	30 g
Porciones por envase	7 unidades	
<b>Cantidad por porción</b>		
Energía Total:		88,6 kcal
		<b>%Valor diario*</b>
<b>Grasa total</b>	8,1 g	5,2
<b>Proteína</b>	3,5 g	6,9
<b>Carbohidratos</b>	0,3 g	0,1
<b>Sodio</b>	300 mg	0,0

\*Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380 KJ)

Fuente: (Propia)



Ilustración 22 Semáforo nutricional de salchicha Viena tipo I con 3% de almidón de papa china

Fuente: (Propia)

Para la salchicha Viena tipo I con 6% de almidón de papa china, se presenta el informe nutricional en la tabla 25 y su semáforo nutricional en la ilustración 23.

Tabla 25 Informe nutricional de salchicha Viena tipo I con 6% de almidón de papa china

INFORME NUTRICIONAL		
Tamaño por porción	1 unidad	30 g
Porciones por envase	7 unidades	
<b>Cantidad por porción</b>		
Energía Total:	84,1 kcal	
		<b>%Valor diario*</b>
<b>Grasa total</b>	7,6 g	5,2
<b>Proteína</b>	3,2 g	6,5
<b>Carbohidratos</b>	0,6 g	0,2
<b>Sodio</b>	300 mg	0,0

\*Porcentaje de Valores Diarios basados en una dieta de 2000 Kcal (8380 KJ)

Fuente: (Propia)



Ilustración 23 Semáforo nutricional de salchicha Viena tipo I con 6% de almidón de papa china

Fuente: (Propia)



En base a los resultados obtenidos en los informes nutricionales de los tratamientos de salchicha Viena con 3 y 6% de almidón de papa china, se observa que el producto contiene alto contenido de grasa, medio en sal y no contiene azúcar.

#### 4.6 Análisis de la factibilidad del producto final

Se realizó un análisis económico del producto terminado con el fin de determinar la factibilidad de elaborar salchicha Viena con almidón de papa china. A medida que incrementa el contenido de almidón en la formulación, aumenta la cantidad de agua que se debe agregar y con esto aumenta el peso final del producto; por lo tanto, al utilizar la misma cantidad de materia prima en cada uno de los tratamientos, aumenta el peso final y su costo por kilogramo de salchicha disminuye, siendo factible la elaboración del mismo.

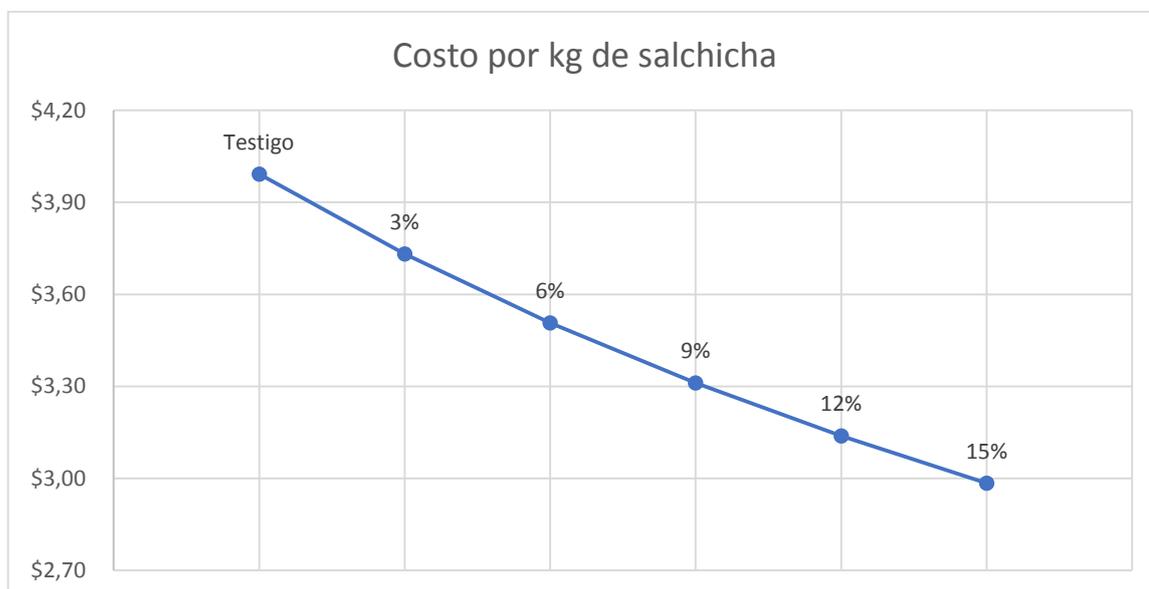


Gráfico 1 Costo por kg de salchicha Viena con almidón de papa china

Fuente: (Propia)

#### 4.7 Análisis sensorial del producto terminado

En base a la ecuación 10, y con los datos que se presenta en la tabla 26, se calculó el número de catadores a las que se les aplicó la encuesta.



Tabla 26 Valores que se utilizaron para el cálculo del número de catadores

Valores que se utilizaron para el cálculo del número de catadores	
N	47
K	1,96
e	0,05
P	0,5
q	0,5

Fuente: (Propia)

Para determinar la preferencia de los catadores se realizaron dos experimentaciones, en la primera se elaboró salchichas en concentraciones de 0, 3, 6, 9, 12 y 15 %, en la cual los resultados arrojaron que la preferencia es hacia las salchichas de 0, 3, 6 y 9% de almidón de papa china, como se observa en el grafico 2, mientras que 12 y 15% no presentan aceptabilidad.

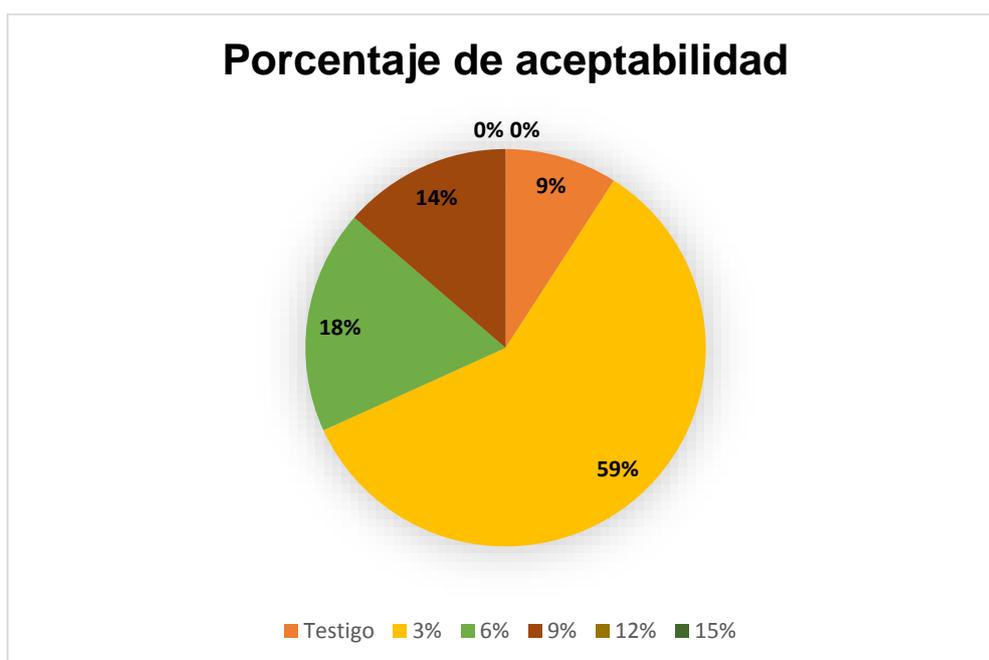


Gráfico 2 Aceptabilidad de las salchichas.

Fuente: (Propia)

Se observa algo similar en el porcentaje de rechazo; en el gráfico 3, se observa que la salchicha Viena con 12 y 15% de almidón de papa china no es agradable para los catadores, esto se debe a que la textura es muy gelatinosa.

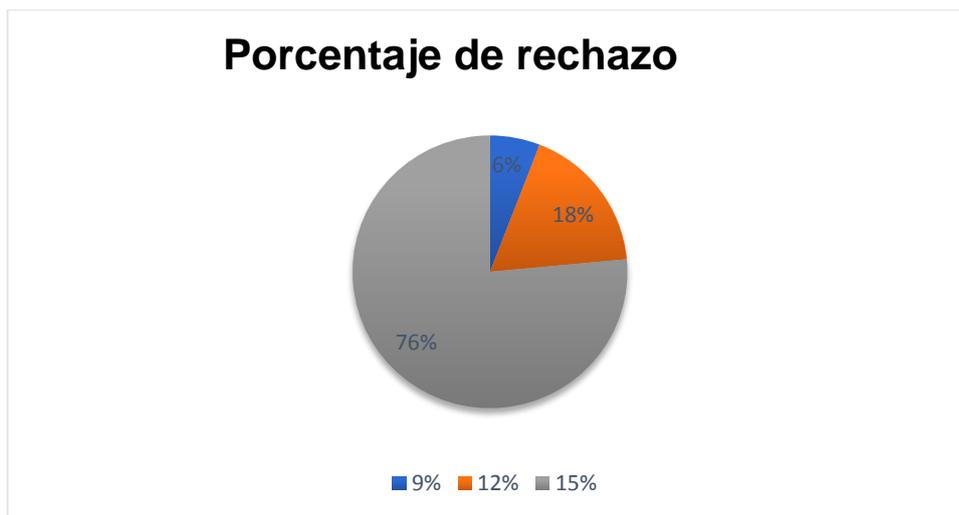


Gráfico 3 Menos aceptabilidad de las salchichas Viena

Fuente: (Propia)

Por lo que, a partir de estos resultados, la segunda experimentación solo se realizó los tratamientos de 3, 6 y 9% de salchicha Viena con almidón de papa china y los resultados, se presentan a continuación.

En el grafico 4, se puede observar que la aceptabilidad de los tratamientos es similar en lo que respecta al color, esto se debe a qué, todos los tratamientos contienen colorante en las proporciones respectivas.

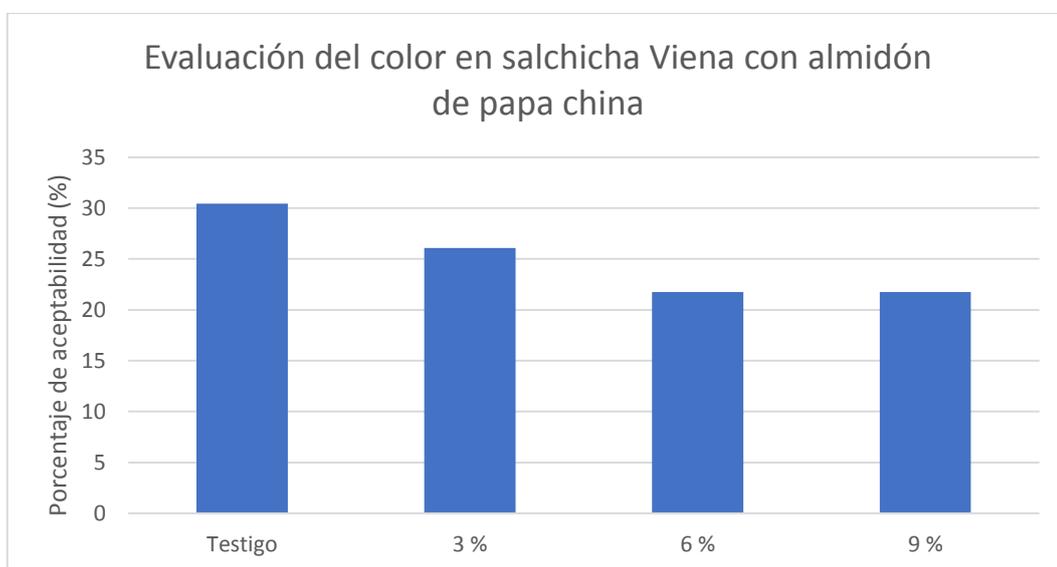


Gráfico 4 Evaluación del color en salchicha Viena con almidón de papa china.

Fuente: (Propia)

Sucede algo similar con el olor, ya que esta variable está en función de la fórmula utilizada es decir la cantidad de condimentos y aditivos. En el gráfico 5, se puede observar que el olor de todos los tratamientos es aceptable.

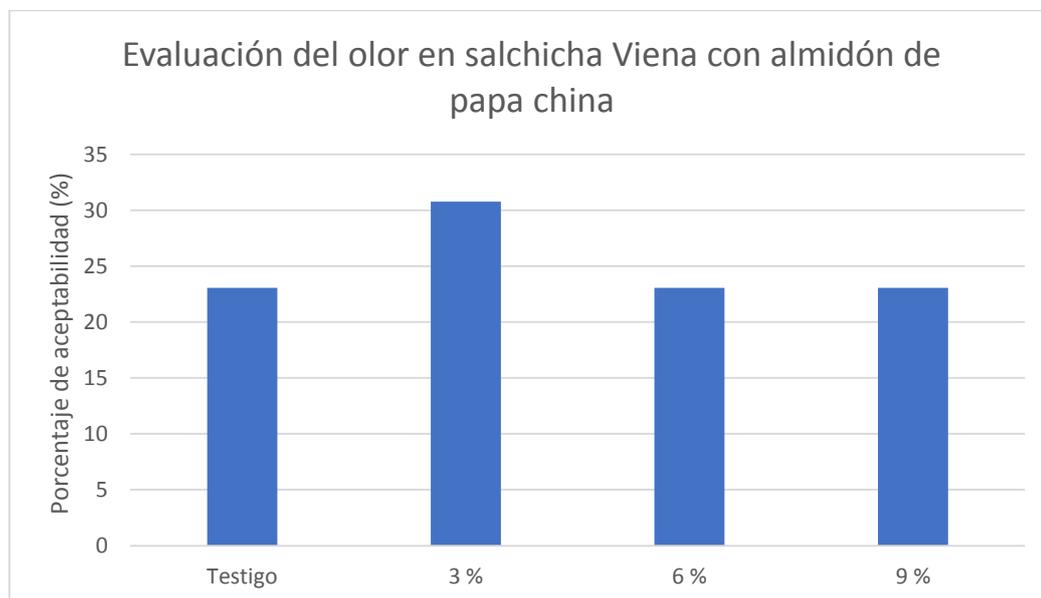


Gráfico 5 Evaluación del olor en salchicha Viena con almidón de papa china

Fuente: (Propia)

En el gráfico 6 se observa que a medida que aumenta la cantidad de almidón ya se ve afectado el sabor de la salchicha, por lo tanto, ya no es aceptable por el catador, a diferencia de 3 y 6% donde aún son aceptables.

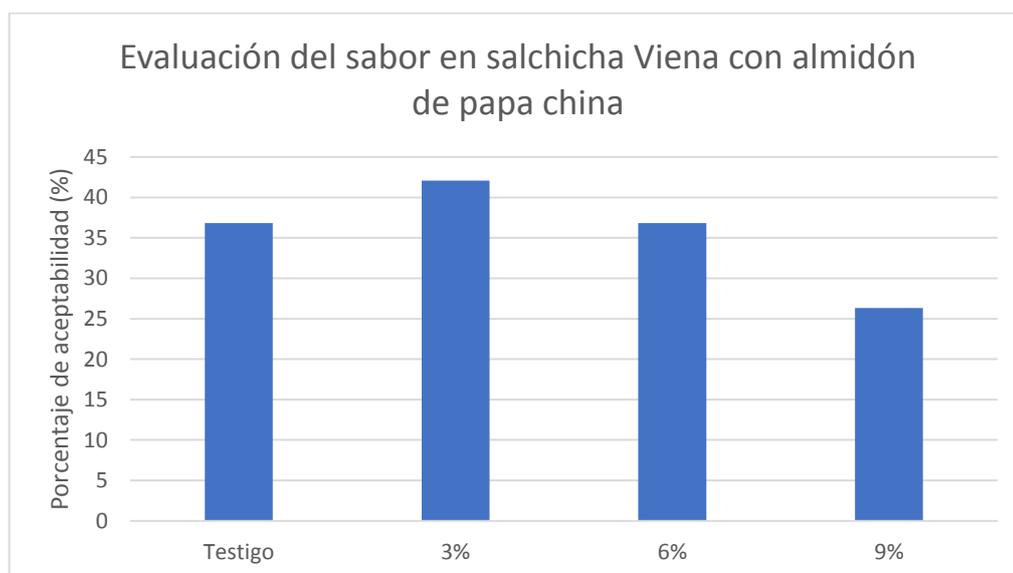


Gráfico 6 Evaluación del sabor en salchicha Viena con almidón de papa china

Fuente: (Propia)

En la gráfica 7 se observa la evaluación de la textura, al adicionar almidón de papa china esta variable se ve directamente afectada ya que actúa como gelificante, por lo que al aumentar almidón en proporciones superiores al 6% el producto se torna gelatinoso y no tiene la firmeza adecuada para un embutido.

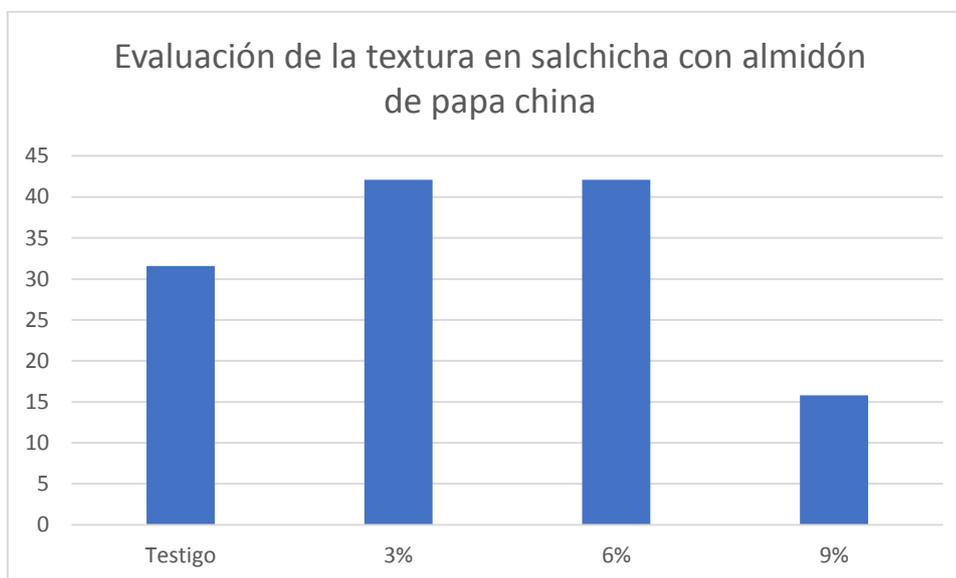


Gráfico 7 Evaluación de la textura en salchicha Viena con almidón de papa china

Fuente: (Propia)

Finalmente, la evaluación del aspecto se muestra en la gráfica 8, en donde se considera la combinación de todas las variables anteriores, se observa que existe mayor aceptabilidad por los tratamientos testigo y 3%; se consultó a los catadores el porqué de estos resultados y se llegó a la conclusión que la salchicha con 3% de almidón de papa china tiene las mejores condiciones luego del tratamiento testigo, pero es evidente que el tratamiento con 6% de almidón, también es aceptable por los catadores, a diferencia de los tratamientos con un contenido superior a 6% de almidón de papa china ya no cumplen con las expectativas de los mismos, esto se debe a que existe un límite de uso del almidón ya que empieza a variar la consistencia del producto.

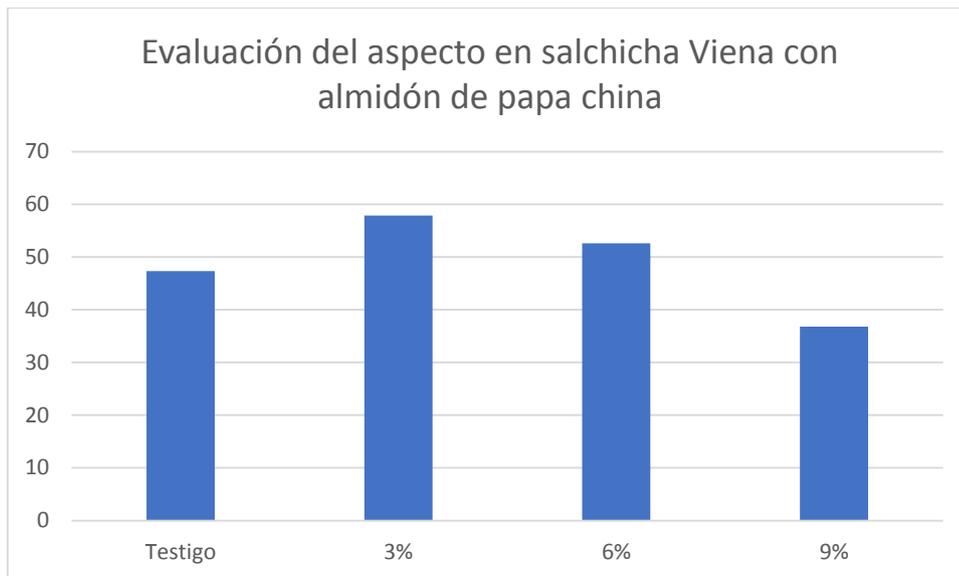


Gráfico 8 Evaluación del aspecto en salchicha Viena con almidón de papa china

Fuente: (Propia)

#### 4.8 Propiedades físicas del producto terminado

En la tabla 27, se observa la variación de la textura de los diferentes tratamientos. A medida que se aumenta la cantidad de almidón del tubérculo disminuye la dureza del producto, esto se debe a las propiedades funcionales que posee éste almidón en específico a que actúa como gelificante en la elaboración del producto, esto provoca que se torne gelatinoso y ya no posee una textura agradable para el catador.

Tabla 27 Dureza de la salchicha Viena de diferentes tratamientos con almidón de papa china

Tratamiento	Dureza (gf)
Testigo	1438
3% de almidón	1166
6% de almidón	870
9% de almidón	760

Fuente: (Propia)

En base a todos los resultados obtenidos hasta el momento, se puede observar que los tratamientos de salchicha Viena con 3 y 6% de almidón de papa china, son los que tienen mayor aceptabilidad de parte de los catadores, además poseen excelente textura en base a la prueba del durómetro y se consideran los tratamientos con los mejores resultados. Por lo tanto, a partir de estos resultados se realiza las demás pruebas.



#### 4.9 Ficha de estabilidad del producto final

El estudio de la ficha de estabilidad se realizó mediante el método directo el mismo que consiste en el análisis del producto en tiempo real y se recomienda para productos que tienen cortos periodos de duración. Se llevó a cabo desde el día que se elaboró el producto, en donde se midió el pH del producto final y se completó el análisis sensorial en la ficha de estabilidad como se muestra a continuación en la tabla 28 con respecto al tratamiento con 3% y en la tabla 29 al tratamiento con 6%.

*Tabla 28 Ficha de estabilidad de salchicha Viena con 3% de almidón de papa china*

Fecha	Días	T (°C)	pH	Color	Olor	Sabor	Textura
18/12/2018	0	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
21/12/2018	3	19	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
02/01/2019	15	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
04/01/2019	17	18	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
07/01/2019	20	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
09/01/2019	22	20	6,3	Rosado	Normal	Amargo	Firme
11/01/2019	24	20	6,3	Rosado	Levemente rancio	Amargo y picante	Firme
14/01/2019	27	19	6,47	Rosado	Ligeramente rancio	Amargo y picante	Firme

*Fuente: (Propia)*

*Tabla 29 Ficha de estabilidad de salchicha Viena con 6% de almidón de papa china*

Fecha	Días	T (°C)	pH	Color	Olor	Sabor	Textura
18/12/2018	0	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
21/12/2018	3	19	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
02/01/2019	15	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
04/01/2019	17	18	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
07/01/2019	20	20	6,2	Rosado	Normal	Normal	Firme
09/01/2019	22	19	6,3	Rosado	Normal	Amargo	Firme
11/01/2019	24	18	6,3	Rosado	Levemente rancio	Amargo y picante	Firme
14/01/2019	27	19	6,5	Rosado	Ligeramente rancio	Amargo y picante	Firme

*Fuente: (Propia)*



Mientras se realizaba el análisis de vida de estante de los diferentes tratamientos, se conservaron a 4 °C y empacado al vacío por separado. El resultado del análisis de vida de estante indica que el producto tendría una vida útil de 21 días, en los cuales las condiciones del producto son cumple con las propiedades organolépticas para el consumo y el pH se mantiene dentro de los rangos permitidos, Gracias a los resultados obtenidos es evidente que el almidón de papa china puede ser utilizado como agente gelificante, al obtener una textura firme y estable a través del tiempo, mientras el producto cumple su vida de estante.

#### 4.10 Informe microbiológico del producto terminado

Al comparar los resultados obtenidos de laboratorio MSV que se presenta en el anexo 3 y con los requisitos microbiológicos de la NTE 1338:2016, la salchicha Viena con 3% almidón de papa china, el producto no sobrepasa los valores límite por lo tanto es considerado apto para consumo humano. Al realizarse todos los tratamientos en las mismas condiciones no se consideró necesario realizar el mismo análisis para el tratamiento con 6% de almidón de papa china.



## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se logró extraer el almidón de papa china con un alto contenido de pureza y se aplicó en salchicha Viena tipo I, el cual influye directamente en las características organolépticas del producto.
- Al realizar el molido de papa china se debe evitar realizar un molido fino porque eso genera destrucción del granulo y perdida al momento del lavado, mientras que, si el molido es grande, genera un bajo rendimiento porque el granulo no se separa de la fibra.
- El secado del almidón de papa china se debe hacer máximo a temperaturas de 45 °C por 24 horas, debido a que, si excede en el tiempo o temperatura, genera una coloración oscura en el almidón, el mismo que influye en el color de la salchicha.
- Se llevó a cabo la elaboración de salchicha Viena empleando almidón de papa china como retenedor de humedad en diferentes tratamientos de 3, 6,9, 12 y 15% de almidón, el mismo que cumplió como retenedor de humedad en el producto final.
- En base al análisis bromatológico que se realizó con la ayuda de un simulador y con el número de Feder; se logró identificar que en los tratamientos en los que se utilizó 12 y 15% de almidón de papa china; se obtiene un embutido de tipo II según el contenido de proteína total expuesto en la normativa vigente.
- Al realizar el análisis nutricional de los productos terminados, se determinó que el producto final contiene alto contenido de grasa y medio en sal.
- Con el análisis sensorial, fue posible conocer la opinión de los catadores, los cuales manifestaron que los tratamientos con 3% y 6% de almidón de papa china cumplen con sus expectativas; mientras que los demás tratamientos ya no son aceptables y esto se debe a medida que aumenta el contenido de almidón la textura se torna gelatinosa.
- El producto obtenido tiene un tiempo de vida estante de 21 días, ya que luego de este tiempo, no es apto para el consumo humano ya que pierde sus propiedades organolépticas y empieza el desarrollo de microorganismos.
- Una vez realizado el análisis microbiológico del producto final, se determinó que el producto es apto para el consumo humano.



## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Aboubakar, Njintang, Y. N., Scher, J., & Mbofung, C. M. F. (2008). Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. *Journal of Food Engineering*, 86(2), 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.10.006>
- Alvarado, J., Rogel, D., & Medina, J. (2010). Desarrollo y Validación de Modelos Matemáticos que Relacionan a la Gravedad Específica con el Contenido de Materia Seca y de Almidón en Tubérculos Cultivados en Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 23(3), 27–33. Retrieved from <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/viewFile/60/31>
- Álvarez, D., Castillo, M., Garrido, M. D., Bañón, S., Nieto, G., Díaz, P., & Payne, F. A. (2007). Efecto de la composición y el tiempo de procesado sobre las propiedades tecnológicas y ópticas de las emulsiones cárnicas. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 23(0213-5434), 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.01.007>
- Aranberri, I., Binks, B. P., Clint, J. H., & Fletcher, P. D. . (2006). ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE EMULSIONES ESTABILIZADAS POR POLÍMEROS Y AGENTES TENSOACTIVOS. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7, 231.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Mejía, D. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *FAO*.
- Atherton, J., & Rees, A. (Eds.). (2008). *Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids*. Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934248.0000>
- Badui Dergal, S. (2012). *Química de los Alimentos*. (P. E. de México, Ed.) (Quinta). México.
- Caicedo, Q. ., Rodríguez, B. ., & Valle, R. . (2013). Una reseña sobre el uso de tubérculos de papa china *Colocasia esculenta* conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15, 1–10.
- Da Fonte, B., Palomino, C., Molina, Y., Romel, G., & Elevina, P. (2009). Evaluación de las propiedades funcionales y características morfométricas de los almidones de *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium* . Assessment of morphometric characteris ..., (November 2015), 5.
- FAO. (1997). *Los Carbohidratos en la nutrición humana*. Roma: Organización de las
- María José Songor Loza  
Angélica del Cisne Tenesaca Vergara



Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2007). Boletín de servicios agrícolas de la FAO - 163.

Ferreira, S., Ortiz, E., Asia, D., & Calima, B. (1990). ESTUDIO QUIMICO BROMATOLOGICO DE LA COLOCASIA ESCULENTA ( TARO ), (18), 53–59.

Lago, J. L. V. (1997). Tecnología De Los Embutidos Curados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 1(5), 129–133. <https://doi.org/10.1080/11358129709487572>

Laguna, J. (1962). *Bioquímica* (Fournier). México.

Madrid Vicente, A. (2014). *LA CARNE Y LOS PRODUCTOS CÁRNICOS. CIENCIA Y TECNOLOGÍA* (AMV EDICION). Madrid.

Madrigal, L., Hernández, J., Carranco, E., Calvo, C., & Casas, R. (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. Retrieved January 8, 2019, from <https://www.alanrevista.org/ediciones/2018/2/art-8/>

Manuales para educación agropecuaria. (1984). *Elaboración de productos cárnicos* (Primera). México: Editorial Trillas.

NTE INEN 1217. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1217:2013 Segunda revisión CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DEFINICIONES. Primera edición.

NTE INEN, 1334:2016. (2016). Rotulado De Productos Alimenticios Para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. Requisitos. Food Products Labelling for Human Consumption. Part 2. Nutritional Labelling. Requiriments. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu175751.pdf>

NTE INEN 1336:2010. (2010). Instituto ecuatoriano de normalización.

NTE INEN 1338. (2012). Instituto ecuatoriano de normalización.

NTE INEN 1338. (2016). NTE INEN 1338 Enmienda 1 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS-MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS-COCIDOS. REQUISITOS MEAT AND MEAT PRODUCTS. RAW MEAT PRODUCTS, CURED MEAT PRODUCTS AND PARTIALLY COOKED-CO.

Orccottoma, F. (2012). Colocasia esculenta (Pituca), 117, 97–117. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5339562.pdf>



- Productos, C. Y., & Definiciones, C. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1217:2013 Segunda revisión CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DEFINICIONES. Primera edición.
- RTE INEN:022. (2013). Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, O(00004522), 1–8.
- Sarmiento, J. A. (2001). *Evaluación de proyectos. Universidad Javeriana*.  
<https://doi.org/10.1007/s00737-016-0666-9>
- Torres, A., Durán, M., & Montero, P. (2013). Evaluación de las propiedades funcionales del almidón obtenido a partir de malanga ( Colocasia esculenta ) El almidón constituye una excelente materia prima para modificar la textura y consistencia de los alimentos . Su funcionalidad depende del peso mole. *Ciencias e Ingeniería Al Día*, 8(2), 29–38.
- Totosaus, A. (2007). Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio. *Nacameh*, 1(1), 53–66. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-71799-9\\_200](https://doi.org/10.1007/978-0-387-71799-9_200)
- Ventanas, S., Martín, D., Estévez, M., & Ruiz, J. (2004). Nitratos , nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos ( I ). *Eurocarne*, 129(January), 1–15.
- Vicente, A. M. (2014). *Los aditivos en los alimentos (Según la normativa de la Unión Europea y la legislación española)* (Primera). Madrid: AMV EDICIONES.



## 7 ANEXOS

### Anexo 1 Ficha de captación de salchicha Viena tipo I

#### Encuesta de Catación para Salchichas Viena Tipo I

La presente encuesta tiene como objetivo conocer su opinión acerca de las características de las Salchichas Viena Tipo I. Las muestras proporcionadas tienen los mismos ingredientes, pero el almidón de yuca ha sido sustituido por almidón de papa china, utilizándolo como retenedor de humedad. Agradecemos por su tiempo en llenar dicha encuesta, la cual no tomará más de 5 minutos.

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Masculino  Femenino

1. ¿Ud. consume embutidos?

Si   
 A veces   
 No

Si su respuesta es No, la encuesta ha finalizado.

2. Califique las muestras, con la siguiente escala de valores.

1 = Malo; 2 = Regular; 3 = Bueno; 4 = Muy Bueno; 5 = Excelente

Muestra 0						Muestra 1					
Propiedades	Calificación					Propiedades	Calificación				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Color						Color					
Olor						Olor					
Sabor						Sabor					
Aspecto						Aspecto					
Textura						Textura					

Muestra 2						Muestra 3					
Propiedades	Calificación					Propiedades	Calificación				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Color						Color					
Olor						Olor					
Sabor						Sabor					
Aspecto						Aspecto					
Textura						Textura					



3. ¿Cuál es la muestra que más le gustó?

¿Por qué?

---

---

4. ¿Cuál es la muestra que menos le gustó?

¿Por qué?

---

---

5. ¿Estaría Ud dispuesto a comprar salchichas Viena tipo I, con almidón de papa china como retenedor de humedad?

Si

No

¿Por qué?

---

---

6. Observaciones

---

---

---

---

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 068-19**  
**Orden de ingreso: OI-764-18**

<sup>3</sup> CLIENTE: ANGELICA TENESACA - MARIA JOSE SONGOR	<sup>3</sup> FECHA DE RECEPCIÓN: 21/12/2018
<sup>3</sup> DIRECCIÓN: LOJA	<sup>3</sup> FECHA DE ANALISIS: 21/12/2018 – 26/12/2018
<sup>3</sup> IDENTIFICACION: ALMIDON DE PAPA CHINA	<sup>3</sup> FECHA DE ENTREGA: 10/01/2019
<sup>3</sup> PROCEDENCIA: CUENCA	<sup>3</sup> FECHA DE ELAB/TOMA: 21/12/2018
TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	<sup>3</sup> FECHA DE CAD: NA
CODIGO DE LA MUESTRA: 18764	<sup>3</sup> FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO
<sup>3</sup> TIPO DE ENVASE: FUNDA PLASTICA	<sup>3</sup> MUESTREO: CLIENTE
<sup>3</sup> LOTE: NA	

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U(K=2)
AEROBIOS MESOFILOS	PEMSVMB01 BAM CAP 3	UFC/ml	1.6 x 10 <sup>5</sup>	±0.31
E. COLI	PEMSVMB03/ AOAC 991-14	UFC/ml	< 10	±0.31
MOHOS	PEMSVMB02 BAM CAP 18	UP/g	4.0 x 10 <sup>2</sup>	±0.33
LEVADURAS	PEMSVMB02 BAM CAP 18	UP/g	2.9 x 10 <sup>4</sup>	±0.30



Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico. Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.  
<sup>3</sup>Información proporcionada por el cliente.



Anexo 3 Análisis microbiológico de la salchicha Viena tipo I



**INFORME DE RESULTADOS**

**Informe N°: MSV-IE 069-19**  
**Orden de ingreso: OI-765-18**

<sup>3</sup>CLIENTE: ANGELICA TENESACA - MARIA JOSE SONGOR  
<sup>3</sup>DIRECCIÓN: LOJA  
<sup>3</sup>IDENTIFICACION: SALCHICHA TIPO VIENA CON ALMIDON DE PAPA CHINA  
<sup>3</sup>PROCEDENCIA: CUENCA  
TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO  
CODIGO DE LA MUESTRA: 18765  
<sup>3</sup>TIPO DE ENVASE: TRIPA ARTIFICIAL 40g

<sup>3</sup>LOTE: NA  
FECHA DE RECEPCIÓN: 21/12/2018  
FECHA DE ANALISIS: 21/12/2018 – 26/12/2018  
FECHA DE ENTREGA: 10/01/2019  
<sup>3</sup>FECHA DE ELAB/TOMA: 21/12/2018  
<sup>3</sup>FECHA DE CAD: NA  
<sup>3</sup>FORMA DE CONSERVACION: REFRIGERACIÓN  
MUESTREO: CLIENTE

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

PARAMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U(K=2)
AEROBIOS MESOFILOS	PEMSVMB01 BAM CAP 3	UFC/ml	8.0x 10 <sup>4</sup>	±0.31
E. COLI	PEMSVMB03/ AOAC 991-14	UFC/ml	< 10	±0.31
*S AUREUS	CMPACT DRY	UFC/ml	< 10	NA
*SALMONELLA	BAM CAP 05	PRESENCIA/AUSENCIA	AUSENCIA	NA

Dra. Sandra Guaraca Maldonado  
GERENTE DE LABORATORIO

Los resultados expresados en este informe tienen validez solo para la muestra recibida en el laboratorio, no siendo extensivo a cualquier lote. Este informe no será reproducido sin la aprobación del Gerente Técnico.  
Los valores de incertidumbre se encuentran disponibles en el laboratorio MSV.  
<sup>3</sup>Información proporcionada por el cliente.