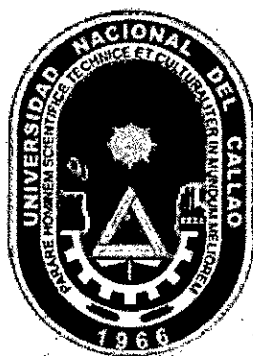


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE**  
**ALIMENTOS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON  
INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA (Amaranthus  
caudatus) COMO EXTENSOR ENVASADAS EN  
EMPAQUES FLEXIBLES AL VACÍO”**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE**  
**ALIMENTOS**

**POR:**  
**ESTEFANÍA DEL ROSARIO ÁVILA ESPINOZA**

**Callao, Setiembre, del 2017**

**PERÚ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

Bellavista, 12 Setiembre del 2017

**OFICIO N° S/N - 2017.**

**Sr. Mg. WALTER ALVITES RUESTA.**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**

Presente.-

**Asunto: INFORME DE LA TESIS PARA SU EMPASTE FINAL: “ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA (Amaranthus caudatus) COMO EXTENSOR ENVASADAS EN EMPAQUES FLEXIBLES AL VACÍO”.**

**Referencia: RESOLUCIÓN DE DECANATO N°0137-2017-FIPA**

De mi consideración:

Mediante la presente nos dirigimos a Usted, a fin de saludarlo, y hacer de su conocimiento que en relación a la Que de acuerdo a La Resolución de Decanato N° 0137-2017-FIPA; se llevó a cabo la sustentación de la tesis titulada: “ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA (Amaranthus caudatus) COMO EXTENSOR ENVASADAS EN EMPAQUES FLEXIBLES AL VACÍO”, presentado por las tesistas: **AVILA ESPINOZA, ESTEFANIA DEL ROSARIO Y REYES YAYA, MARÍA TERESA DE JESÚS**. Quienes han levantado las observaciones planteadas por el jurado. Quedando expeditas para la presentación el EMPASTADO de la tesis Aprobado, en concordancia con la Directiva N° 011-2013-OSG.

Sin otro en particular, quedamos de usted.

Atentamente,

  
Ing°. PERCY R. ORDOÑEZ HUAMÁN.  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
Ing°. ARTURO M. GARCÍA MERINO  
SECRETARIO.

  
Ing°. BRAULIO BUSTAMANTE OYAGUE.  
VOCAL

  
Dr. JUVENCIO H. BRIOS AVENDAÑO.  
ASESOR

cc. Asesor.  
cc. Interesadas  
cc. Unidad de Investigación.  
cc. Archivo

**“ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE  
HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) COMO EXTENSOR ENVASADAS  
EN EMPAQUES FLEXIBLES AL VACÍO”**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, a mis abuelitos Lucila y Leonardo que me guían desde el cielo, a mis queridos padres Máximo y Norma, por ser los pilares más importantes y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional; a mi esposo Nicanor por confiar en mí y brindarme su comprensión y amor, a mis queridos hijos Normita y Leonardito por ser los motores de sobresalir en la vida, a mi querido hermano Junior que siempre ha estado junto a mí, brindándome su apoyo, a mi asesor Juvencio por brindarme su enseñanza y el tiempo necesario para que se logre mi meta.

**Estefanía del Rosario Ávila Espinoza**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mis abuelitos Lucila y Leonardo por guiarme cada día de mi vida, que desde el cielo me brindan su bendición y protección.

A mi madre Norma quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores. Agradezco también a mi Padre Máximo por haberme apoyado en mi carrera, en mis logros, y ser un gran ejemplo para mí. A mi hermano Junior por ser un gran amigo, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida.

A mi esposo Nicanor, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional y por su ayuda en mi proyecto. A mis hijos Normita y Leonardito por ser mi fuerza de voluntad y ser un ejemplo para ellos. Y gracias a todos los que me brindaron su ayuda en este proyecto.

**Estefanía del Rosario Ávila Espinoza**

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos con sede en Chucuito-UNAC. El estudio se desarrolló en cinco etapas: Control de calidad de las materias primas: Se determinó la composición química de la carne de pollo; teniendo 75,04% humedad, 21,06% proteínas, 2,9% grasas 1,0% cenizas. El pH fue 6,3, % acidez total 0,12 y CRA 23,5. El análisis sensorial reportó un puntaje promedio de 6,7 a 6,8 (textura, olor, sabor, color, apariencia y aceptabilidad general) y el análisis microbiológico estuvo en concordancia con los límites permisibles de la DIGESA. En la harina de kiwicha fue 12,10% humedad, 10,38% proteínas, 2,23 % grasas, 74,25% carbohidratos y 1,04% cenizas. Y el análisis microbiológico nos confirmó su buen estado de conservación. La segunda etapa: Almacenamiento en refrigeración y congelación de la carne de pollo. Permitted establecer la óptima conservación de la carne de pollo a 4°C (6 días) y a -20°C (20 días) respectivamente. Se Observó ligera disminución en las características sensoriales de textura, sabor y olor en refrigeración, siendo más pronunciado en congelación. En la tercera etapa: Elaboración de las hamburguesas de pollo con inclusión de la harina de kiwicha en niveles de 0%,5%, 10% ,15% y 20% remplazándose por el contenido de grasa. Se estableció una fórmula base con 60,3% de carne, 26% de grasa, 8,83% de agua, especias y aditivos. El flujo de proceso incluyó las operaciones de recepción de la materia prima, pesado, limpieza, lavado, molienda, mezclado, pesado, formado, empanizado, envasado, refrigeración o congelación. Con la incorporación de la harina de kiwicha (0% a 20%) la composición química de las hamburguesas varió en 54% - 56,57% humedad, 13,7%-14,78% proteínas, 27,72%-8,19% grasas, 1,72%-16,57% carbohidratos y 0,615-0,825 cenizas. La cuarta etapa se evaluó las hamburguesas en almacenamiento a -20°C por 20 días, variando el pH de 6,02-5,74, porcentaje de acidez 0,13 -0,18 y finalmente la capacidad de retención de agua de 23,14- 19,70. En la quinta etapa los análisis microbiológico y sensorial nos determinaron la calidad óptima de las hamburguesas con inclusión de harina de kiwicha.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the facilities of the Food Technology Laboratory of the Faculty of Fisheries and Food Engineering based in Chucuito-UNAC. The study was developed in five stages: Quality control of raw materials: The chemical composition of chicken meat was determined; Having 75.04% moisture, 21.06% protein, 2.9% fat 1.0% ash. The pH was 6.3% total acidity 0.12 and CRA 23.5. Sensory analysis reported an average score of 6.7 to 6.8 (texture, odor, taste, color, appearance and overall acceptability) and the microbiological analysis was in accordance with the permissible limits of DIGESA. In the kiwicha flour was 12.10% moisture, 10.38% protein, 2.23% fat, 74.25% carbohydrates and 1.04% ash. And the microbiological analysis confirmed its good state of conservation. The second stage: Storage in refrigeration and freezing of chicken meat. It allowed to establish the optimum preservation of chicken meat at 4 ° C (6 days) and at -20 ° C (20 days) respectively. There was a slight decrease in the sensory characteristics of texture, taste and smell in refrigeration, being more pronounced in freezing. In the third stage: Preparation of chicken burgers including kiwifruit flour at levels of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% replacing the fat content. Establishing a base formula with 60.3% meat, 26% fat, 8.83% water, spices and additives. The process flow included the operations of reception of the raw material, heavy, cleaning, washing, grinding, mixing, weighing, forming, breading, packaging, refrigeration or freezing. With the incorporation of kiwicha flour (0% to 20%) the chemical composition of the hamburgers varied in 54% - 56.57% humidity, 13.7% -14.78% protein, 27.72% -8, 19% fat, 1.72% -16.57% carbohydrates and 0.615-0.825 ashes. The fourth stage evaluated hamburger in storage at -20 ° C for 20 days, varying the pH of 6.02-5.74, percentage of acidity 0.13 -0.18 and finally the water retention capacity of 23 , 14- 19,70. In the fifth stage the microbiological and sensorial analysis determined the optimum quality of hamburgers including kiwifruit flour.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE	1
ÍNDICE DE CUADROS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 Identificación del problema	7
1.2 Formulación del problema	8
1.2.1 Problemas específicos	8
1.3 Objetivos de la investigación	9
1.4 Justificación	10
1.4.1 Justificación Legal	10
1.4.2 Justificación Teórica	10
1.4.3 Justificación Tecnológica	12
1.4.4 Justificación Económica	13
1.5 Importancia	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes del estudio	15
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Factores de predisposición que afectan la calidad de la carne de ave	18
2.2.2 Calidad de la carne: evaluaciones sensoriales e instrumentales	19
2.2.3 Factores que influyen o contribuyen a la calidad de la carne	22
2.2.4 Propiedades funcionales de las proteínas musculares en productos de aves de corral procesados	23
2.2.5 Proteínas miofibrilares	27
2.2.6 Proteínas sarcoplásmicas y del estroma	31
2.2.7 Papel de las proteínas en los productos triturados	32
2.2.8 Papel de las proteínas en los productos formados	33
2.2.8.1 Interacciones proteína- agua	33
2.2.8.2 Efecto de la sal y el pH en las interacciones proteína-agua	35
2.2.8.3 Factores de procesamiento que afectan a las Interacciones proteína- agua	37
2.2.8.4 Interacciones proteína-grasa	38
2.2.8.5 Interacciones proteína-proteína	41
2.2.9 Hamburguesas de pollo	47
2.2.10 Proceso de elaboración de las hamburguesas	51
2.2.11 Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos	59
2.2.12 Kiwicha	67
2.3 Definiciones conceptuales	73



<b>CAPÍTULO III: VARIABLES E HIPÓTESIS</b>	<b>74</b>
3.1 Variables de la investigación	75
3.2 Operacionalización de variables	75
3.3 Hipótesis general e hipótesis específica	75
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	<b>77</b>
4.1 Tipo de investigación	78
4.1.1 Por su naturaleza: Investigación experimental	78
4.1.2 Por su carácter: Investigación cuantitativa	78
4.1.3 Por su finalidad: Investigación Aplicada	78
4.2 Diseño de la investigación	78
4.2.1 Indicadores	79
4.3 Población y muestra	80
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	80
4.5 Procedimientos de recolección de datos	83
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>104</b>
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados	105
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	106
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES</b>	<b>108</b>
<b>CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES</b>	<b>110</b>
<b>CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia</b>	<b>116</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 2.1</b>	
Composición proteica del músculo esquelético de las aves de corral	27
<b>CUADRO N°3.1</b>	
Operacionalización de variables	75
<b>CUADRO N° 4.1</b>	
Diseño de la investigación	79
<b>CUADRO N°5.1</b>	
Composición química de la carne de pollo	93
<b>CUADRO N°5.2</b>	
Análisis fisicoquímico de la carne de pollo	93
<b>CUADRO N°5.3</b>	
Análisis microbiológico de la carne de pollo	93
<b>CUADRO N° 5.4</b>	
Análisis sensorial de la carne de pollo (pechuga)* fresca	94
<b>CUADRO N° 5.5</b>	
Composición química de la harina de kiwicha	94
<b>CUADRO N°5.6</b>	
Análisis microbiológico de la harina de kiwicha	94
<b>CUADRO N°5.7</b>	
Análisis fisicoquímico de la carne de pollo en refrigeración a 4°C	95
<b>CUADRO N°5.8</b>	
Análisis fisicoquímico de la carne de pollo en congelación a -20°C	95
<b>CUADRO N°5.9</b>	
Análisis sensorial de la carne de pollo almacenada en refrigeración a 4°C por 6 días	95
<b>CUADRO N°5.10</b>	
Análisis sensorial de la carne de pollo en congelación a -20°C	96
<b>CUADRO N°5.11</b>	
Formulación base para la elaboración de hamburguesas de pollo	96
<b>CUADRO N°5.12</b>	
Formulación base para la elaboración de hamburguesas de pollo de harina de kiwicha	97
<b>CUADRO N°5.13</b>	
Parámetros de elaboración de hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha	98
<b>CUADRO N°5.14</b>	
Parámetros de las hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha	98
<b>CUADRO N°5.15</b>	
Composición química de hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha	100
<b>CUADRO N°5.16</b>	
Parámetros de hamburguesas de pollo con inclusión de harina y kiwicha para su evaluación	100
<b>CUADRO N°5.17</b>	
Almacenamiento a -20°C de hamburguesas de pollo con inclusión de harina al 10% de kiwicha envasadas en empaques flexibles al vacío	102
<b>CUADRO N°5.18</b>	
Resultados de análisis microbiológicos de hamburguesas almacenadas a -20°C con 10% de harina de kiwicha	102
<b>CUADRO N°5.19</b>	
Análisis sensorial* de las hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha	102
<b>CUADRO N°5.20</b>	
Análisis sensorial de aceptabilidad de hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FÍGURA N° 2.1</b>	
Diagrama que ilustra cómo las condiciones de procesamiento e ingredientes afectan las propiedades funcionales de las proteínas musculares y los atributos de calidad resultantes de los productos de aves de corral terminados	26
<b>FÍGURA N° 2.2</b>	
Organización de la estructura del músculo esquelético	29
<b>FÍGURA N° 2.3</b>	
Diagrama esquemático de la molécula de miosina	30
<b>FÍGURA N° 2.4</b>	
La concentración de sal afecta la capacidad de unión al agua de los mataderos de carne de pavo crudo a PH 6,0	36
<b>FÍGURA N° 2.5</b>	
El PH afecta al contenido de proteínas extraíbles de los mataderos de carne de pavo que contienen 0,5 MNaCl	37
<b>FÍGURA N° 2.6</b>	
Micrografía de electrones que muestra la película proteica formada en la superficie de las gotas de grasa en una masa de carne de aves de corral altamente desmenuzada. F, gotita de grasa; p, material proteico que rodea; i, interfaz entre la gotita de grasa y la masa proteica de carne; m, matriz; e, fuera de la película proteica; im, dentro de la película de proteína	40
<b>FÍGURA N° 2.7</b>	
Micrografía electrónica de una masa de carne de pollo cocida hecha con 2,5% de sal. M, matriz de gel proteico; s, gotas de grasa recubiertas de proteínas; b, zona de unión entre la película de proteína recubriendo la gotita de grasa y la matriz de gel	43
<b>FÍGURA N° 2.8</b>	
Efecto de la temperatura de cocción sobre la capacidad de la carne molida para mantener el agua añadida después de cocinar	44
<b>FÍGURA N° 2.9</b>	
Hamburguesas empacadas con polietileno y charolas de poliestireno	66
<b>FÍGURA N° 5.1</b>	
Diagrama de flujo del proceso de elaboración de hamburguesas con inclusión de harina de kiwicha	99
<b>FÍGURA N° 5.2</b>	
Hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha al 10%	100
<b>FÍGURA N° 5.3</b>	
Hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha al 10%.	101
<b>FÍGURA N° 5.4</b>	
Hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha al 10% cocida	101

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 2.1</b> Características físicas de la kiwicha	68
<b>TABLA N° 2.2</b> Microbiología de la kiwicha	68
<b>TABLA N° 2.3</b> Aspecto general de la kiwicha	69
<b>TABLA N° 2.4</b> Contenido alimenticio de la kiwicha	69
<b>TABLA N° 2.5</b> Características físicas de la kiwicha	71
<b>TABLA N° 2.6</b> Microbiología de la kiwicha	71
<b>TABLA N° 2.7</b> Aspecto general de la kiwicha	71
<b>TABLA N° 2.8</b> Contenido alimenticio de la kiwicha	72

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la elaboración de hamburguesas, habitualmente el problema de la textura es una característica que determina la calidad conjuntamente con el sabor y aroma. Si se emplea carne molida, la pérdida de agua y proteína hidrosolubles inciden en la textura final del producto.

La insuficiente capacidad de retención de agua por la fibra muscular al molerse la carne, debe ser mejorada con la inclusión de proteínas de origen animal o vegetal. Asimismo pueden adicionarse aditivos con capacidad de coadyuvar a la retención de agua.

La presencia de agua libre, debido al bajo nivel de retención de agua (CRA), puede facilitar el desarrollo de microorganismos de superficie o aeróbicos, disminuyendo ostensiblemente la vida útil de los productos.

Durante la fabricación de las hamburguesas se usó proteínas de origen vegetal, para mejorar el ligado del agua en el proceso de molienda y/o emulsificación, permitiendo mantener el contenido de proteínas en el producto, así como mejorar la formación y estabilidad de la mezcla, generando como beneficios, el incremento de la jugosidad y la textura

La reducción de los niveles de grasa en las carnes para hamburguesas altera las propiedades físicas lo que se ve negativamente reflejado sobre sus características organolépticas, generando problemas de aceptabilidad por parte del consumidor. La grasa atrapa los componentes básicos del sabor en los alimentos y los libera mediante mecanismos de transferencia de masa, que presentan alta resistencia en la fase lipídica, en comparación con la fase acuosa en la cual se desprenden fácilmente. Los lípidos retienen los sabores,

disminuye la volatilidad de éstos, protegiéndolos contra reacciones químicas que pueden deteriorarlos.

Por otro lado es necesario evaluar el tipo de película flexible que se utilizó para el envasado de las hamburguesas. La permeabilidad al oxígeno puede ser desfavorable en su conservación,

Las hamburguesas pueden ser formuladas con fibra, almidón y proteínas para mejorar sus características organolépticas y también para proveerles de propiedades saludables.

La kiwicha posee concentraciones bajas de grasas, contenido moderado de fibra, buena cantidad de proteínas y carbohidratos y contiene un rango balanceado de minerales esenciales para la dieta. Además de esos nutrientes, también contiene factores antinutricionales, como lo son el ácido fítico,  $\alpha$ -galactosides, taninos y otros, los cuales tienen que ser eliminadas a través de calor.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Es factible establecer si, el proceso de elaboración y calidad de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de la harina de kiwicha?

### **1.2.1 Problemas específicos**

¿Será posible determinar si, las características físico químicas y nutricionales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?

¿Será factible evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?

¿Será razonable determinar si, las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de la adición de la harina de kiwicha como extensor en la elaboración de hamburguesas de pollo envasadas en empaques flexibles al vacío.

#### **Objetivos Específicos**

Determinar si, las características físico químicas y nutricionales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje más adecuado de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.

Evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.

Determinar si, las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.



## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación Legal**

La modalidad de titulación por tesis queda justificada bajo el siguiente soporte legal.

- ❖ Estatuto de la Universidad Nacional del Callao, regido bajo la ley Universitaria N°30220.
- ❖ NTS-MINSA/DIGESA.01 "Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano".

### **1.4.2 Justificación Teórica**

La calidad de la hamburguesa puede variar debido a las diferentes materias primas e ingredientes utilizados y sin olvidar los métodos de elaboración cumplidos. En la actualidad, las tendencias entre los consumidores de comer productos bajos en grasa han sido preocupantes para los fabricantes de carne procesada. La sustitución de algunos ingredientes por otros ingredientes no cárnicos se ha practicado entre industrias de carne procesada. Este reemplazo se hace debido a las varias razones tales como para la calidad, la salud o los propósitos económicos. Como ejemplo, la sustitución de los ingredientes de origen animal por la de las plantas se ha aplicado en las industrias alimentarias.

La kiwicha posee propiedades muy alentadoras como calcio, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B y la Leucina he aquí la importancia de este gran alimento sumamente nutritivo. Oriundo de las regiones andinas, se cultiva en las sierras peruana, boliviana y

ecuatoriana. Los antiguos pobladores andinos ya conocían su excelente propiedades alimenticias e incorporaron a la kiwicha en su dieta diaria.

El amaranto (kiwicha) es una pseudo cereal que ha sido identificado como un cultivo alimentario muy prometedor, debido a su excepcional valor nutritivo por su contenido de proteínas, lípidos y minerales. Una de las características más importantes del grano es que su contenido de proteínas de almacenamiento es más alto y mejor balanceado en aminoácidos.

En el Perú, la especie que más se cultiva es el *Amaranthus Caudatus*, conocido como "Kiwicha" la cual es una planta de aprovechamiento integral; sus hojas se consumen como verdura, mientras que las semillas son usadas como cereales. Su contenido de proteínas cruda oscila entre 13 y 17%, es relativamente rica en lisina, triptófano y metionina y pobre en leucina e isoleucina. Teutonico R,(1984).

Las proteínas de almacenamientos más importantes en amaranto son albúminas y globulinas (excelente emulsificante), que representan entre 60 y 70 % del nitrógeno proteínico total en el grano, y las glutelinas, que se hallan en menor porcentaje. Existe mucho interés. En el amaranto Tiene una composición más equilibrada que los cereales convencionales y una mayor cantidad de proteínas de calidad también contiene mucho calcio (236 mg/100g), incluso mucho más que la leche; para los alérgicos e intolerantes a la lactosa, la kiwicha podría ser una muy buena alternativa. Otros minerales que contiene esta maravilla de la naturaleza son el zinc, el potasio y el fósforo, este último también en cantidades bastante altas: mg/100g. Todos estos minerales son esenciales para el fortalecimiento de los huesos y músculos, para la regeneración celular y el buen funcionamiento de los órganos.

La kiwicha tiene un contenido nutricional de 15 a 18% de proteínas y un alto nivel del aminoácido Lisina, mientras que el maíz alcanza únicamente el 10%. Asimismo tiene un contenido de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina B; Su fibra, comparada con la del trigo y otros cereales es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina, es más juntas constituyen una gran fuente de energía. Se considera alimento nutracéutico porque tiene un beneficio adicional para la salud al contener una considerable cantidad del aminoácido esencial Lisina que nuestro organismo requiere diariamente.

#### **1.4.3 Justificación Tecnológica**

Por sus propiedades nutricionales, y tecnológicas especialmente la calidad y cantidad de proteína de la kiwicha, se convierte en un extensor con probabilidades de ser utilizada en la industria de elaboración de hamburguesas.

La vida útil de cualquier producto alimenticio, es el periodo de tiempo bajo determinadas condiciones de conservación, durante el cual permanece seguro y mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas, siendo aceptables por el consumidor. Además es importante considerar que la vida útil de un producto es función de la calidad microbiológica de las materias primas, empaque y condiciones en que fue almacenado, son igual de importantes: la higiene de la planta y el personal, el tiempo y temperatura de mantención, distribución y la composición del alimento. La interacción dentro de un sistema alimento/envase se refiere al intercambio de masa y energía entre el alimento envasado, el envase y el medio ambiente. Esta interacción alimento/envase puede producir cambios en el alimento en el material de envase principalmente asociados a su calidad, inocuidad

y vida útil. En consecuencia, la principal función de un envase para alimento es protegerlo y preservar sus características físicas, químicas, nutricionales y funcionales hasta su consumo. Un importante requisito en la selección del sistema de envasado para alimentos son las propiedades de barrera que presenta el material polimérico, las evaluaciones básicas en cuanto al nivel de barrera adecuado se centran en las permeabilidades al vapor de agua, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. La permeabilidad es la cantidad de un determinado gas que traspasa el material, por una determinada unidad de superficie, en un determinado tiempo y bajo unas determinadas condiciones. Si bien los aromas no contribuyen en las características nutricionales de un alimento, poseen un fuerte impacto en la calidad sensorial del mismo.

#### **1.4.4 Justificación Económica**

La inclusión de la harina de kiwicha en la elaboración de hamburguesas, permitirá darle un mayor valor agregado. El consumidor tendrá la posibilidad de contar con productos bajos en nivel de grasa y con calidad en proteínas, derivando en una mayor aceptabilidad y en consecuencia aumento en la demanda de hamburguesas, mayor ingreso económico para los industriales.

### **1.5 Importancia**

El presente estudio ha permitido desarrollar la tecnología de elaboración de hamburguesas con inclusión de harina de kiwicha como extensor, por su calidad y cantidad de proteína. Constituye una alternativa dentro de las proteínas vegetales por su valor nutricional y buena aceptabilidad desde el punto de vista sensorial.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio

RAMADHAN, K., HUDA Y AHMAD, R. (2011), realizaron el estudio "Características fisicoquímicas y propiedades sensoriales de hamburguesas seleccionadas de pollo comercial de Malasia". Se analizaron diez marcas seleccionadas de hamburguesas comerciales de pollo para su composición inmediata, perfiles de textura, color y propiedades sensoriales. Los resultados mostraron que las hamburguesas comerciales de pollo consistieron en humedad, proteínas, grasas y cenizas en el rango de 46,72-69,37%, 11,08-18,77%, 9,08-20,54% y 1,50-2,96%, respectivamente. Mientras tanto, los perfiles de textura comprendieron una dureza que variaba entre 8003,25-19038,15 g, mientras que la masticación tenía un valor que variaba entre 650,78-1275,78 g. Por otro lado, la cohesión tenía un valor que oscilaba entre 0,223 y 0,371, mientras que la elasticidad registró el valor en el intervalo de 0,141 a 0,443. El análisis de color de hamburguesas cocidas resultó en ligera ( $L^*$ ) que oscilaba entre 48,21-73,59, enrojecimiento ( $a^*$ ) de 0,75-9,08, y amarillez ( $b^*$ ) de 21,56-31,24. En la evaluación sensorial, el color más aceptable de la hamburguesa de pollo fue el que tenía ligera media ( $L^*$ ) con el valor de 63,96), rojez media ( $a^*$ ) con el valor de 7,00) y la más alta amarillez ( $b^*$ ) Valor de intensidad en 31,24. Además, la textura más aceptable fue la que tenía un valor de dureza media de 12590 g, alto valor de masticabilidad de 1195,42 g, alto valor de cohesividad de 0,371 y valor de elasticidad media de 0,254. Se pudo concluir que las hamburguesas comerciales de pollo de Malasia cumplieron con la Ley de Alimentos de Malasia y contenían diferentes niveles de composiciones químicas, características de textura y propiedades de color.

GARCÍA, OSCAR; RUIZ-RAMÍREZ, JORGE; ACEVEDO, IRIA (2012), realizaron el estudio "Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor". Demostraron que La sustitución de grasa por harina de *C. cajan* a diferentes niveles afectan significativamente el contenido de cenizas y grasas en las hamburguesas de carne de vacuno formuladas en esta investigación. También se encontró mayor rendimiento en la cocción, menor porcentaje de reducción de diámetro, mayor retención de humedad, mayor retención de grasa y menor fuerza de corte en carnes para hamburguesas de vacuno.

SOHER E. ALY Y OTROS (2013). Los objetivos de este estudio fueron incluir la harina de cacahuete desgrasada (DPF) en la hamburguesa de pollo y evaluar las características organolépticas, fisicoquímicas y microbianas del producto final. La suplementación de hamburguesa de pollo con DPF especialmente al 20% exhibía atributos de buena calidad y alta aceptabilidad. Este nuevo producto se considera una fuente muy buena de proteína que podría aumentar el valor nutritivo y disminuir el costo del producto.

NIETO PLÚAS, AILYN (2016) en su estudio "Influencia del uso de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en hamburguesas de pollo" determinó que el porcentaje adecuado para el producto terminado fue de 15 % con berenjena. Este tratamiento tenía atributos como: olor a carne, sabor a carne y residual a carne con promedios cercanos a los testigos.

MONA A. IBRAHIM Y OTROS (2011), realizaron el estudio, "Producción de hamburguesas funcionales de bajo contenido de grasa de pollo". Establecieron que Las propiedades físicas y las evaluaciones

sensoriales de la hamburguesa de pollo baja en grasa (2,75%) con sustitución opcional de carragenano (0,4%), almidón de patata (2,5%), carboximetilcelulosa CMC (0,7%) y maltodextrina (0,7%) almacenadas a -20°C durante 3 meses, pusieron de manifiesto que la presencia de maltodextrina como sustituto de la grasa no tiene efecto sobre la pérdida de cocción y la contracción durante el período de almacenamiento, mientras que la fuerza de cizallamiento y L\* (ligereza) aumentaron. La evaluación sensorial de la misma muestra fue significativamente mayor que la formulada con otros sustitutos de grasa durante el período de almacenamiento. Por otra parte, la sustitución de la grasa por el almidón de patata podría considerarse como la segunda mejor fórmula para las evaluaciones físicas y sensoriales en comparación con otras muestras estudiadas. El efecto de CMC y carragenano fue menos pronunciado y menos aceptable que el de todas las demás muestras.

FUENTES LÓPEZ A. (2015), realizó la investigación, "Evaluación de la vida útil de hamburguesas elaboradas a base de pescado y algas". El objetivo de este estudio fue evaluar la vida útil de una nueva hamburguesa de atún y algas durante su almacenamiento en refrigeración envasada en atmósfera modificada y a vacío.

Las hamburguesas de atún y algas se caracterizaron por un alto contenido proteico y bajo contenido en grasas. La oxidación de lípidos fue muy baja debido al reducido contenido en grasa de las hamburguesas y al posible efecto antioxidante de las algas. En este caso, el envasado en atmósfera modificada presentó una mayor oxidación en comparación con el vacío, debido a la presencia de O<sub>2</sub>. En general, el envasado en atmósfera modificada proporcionó mayor estabilidad físico-química y microbiológica a las muestras durante el almacenamiento.



## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Factores de predisposición que afectan la calidad de la carne de ave.**

La producción y el procesamiento de aves de corral involucran una serie de pasos interrelacionados diseñados para convertir las aves domésticas en carcasas enteras listos para cocinar, piezas cortadas de carcasa o varias formas de productos cárnicos deshuesados. La aceptabilidad del músculo avícola como alimento depende en gran medida de los cambios químicos, físicos y estructurales que se producen en el músculo cuando se convierte en carne. Durante la producción y manejo de las aves de corral, los factores antemortem (pre-prisionero) no sólo ejercen importantes efectos sobre el crecimiento muscular, la composición y el desarrollo, sino que también determinan el estado del animal en el sacrificio. Así, los eventos que ocurren antes y después de la muerte de aves de corral influyen en la calidad de la carne.

Los factores antemortem que afectan la calidad de la carne de aves de corral, se pueden dividir en dos categorías: las de efecto a largo plazo y las de corto plazo. Los factores a largo plazo son inherentes u ocurren a lo largo de toda la vida del ave, tales como la genética, la fisiología, la nutrición, el manejo y la enfermedad. Los factores a corto plazo que afectan la calidad de la carne de aves de corral son los que ocurren durante las últimas 24 horas en que el ave está viva. El mantenimiento de la planta, la descarga, el encadenamiento, la inmovilización, el aturdimiento y la matanza. (Alan, R. 2001).

### **2.2.2 Calidad de la carne: evaluaciones sensoriales e instrumentales**

Hay varias dimensiones de la calidad. Los productos de calidad son aquellos que satisfacen alguna necesidad o expectativa de los consumidores y son seguros y saludables también. Los productos que se pueden producir y vender para satisfacer una demanda con un beneficio para los productores son productos de calidad. Los productos que cumplen las directrices de procesamiento y manejo establecidas por las agencias encargadas de proteger el suministro comercial de alimentos son productos de calidad. La calidad tiene varias dimensiones, dependiendo de cuál punto de vista se necesita: personal regulador, productor y, en última instancia, consumidor.

Los consumidores están interesados en el aspecto, aroma / olor, gusto, textura y sonido, que son todas las características de calidad medidas por el uso de los sentidos.

Los instrumentos pueden medir características que están directamente relacionadas con los componentes físicos o químicos del producto. Estos dos tipos de mediciones se utilizan juntos para sacar conclusiones y hacer suposiciones sobre la calidad.

La evaluación sensorial es el análisis de los atributos del producto percibidos por los sentidos humanos de olfato, gusto, tacto, vista y audición. Las personas (consumidores o usuarios del producto) se utilizan para evaluar las características sensoriales y proporcionar una respuesta. Los instrumentos que se utilizaron para medir algunas características físicas o químicas que influyen en el estímulo sensorial percibido y respondido por el ser humano. Los instrumentos no miden las características sensoriales. Sin embargo, se buscan instrumentos

que proporcionan una medida correlaria que puede predecir o relacionarse con la experiencia sensorial anticipada.

Tanto los métodos humanos como los instrumentales son críticos cuando se evalúa la calidad sensorial. La evaluación humana es más complicada. Las personas difieren en su capacidad innata de sentir estímulos. Difieren en las experiencias con los alimentos que permiten una base para la categorización neurológica de un estímulo y las variedades posteriores de respuestas que se pueden dar. Los instrumentos, por otra parte, pueden ser calibrados y programados para responder de manera coherente de una manera determinada, pero el significado de las respuestas tiene que ser interpretado por los seres humanos y validado por la experiencia sensorial humana. (Alan, R. 2001).

Los cinco sentidos son el gusto, el olfato, la vista, el tacto y la audición. Los sentidos del olfato y del gusto están interrelacionados y evalúan el atributo de calidad conocido como sabor. Los volátiles son moléculas pequeñas liberadas de los alimentos (durante el calentamiento, la masticación, etc.) que reaccionan con los receptores en las cavidades oral o nasal. Las señales son enviadas al cerebro donde se procesan. Este procesamiento da lugar a respuestas que indican si la sensación es dulce, agria, salada o amarga (cuatro sabores básicos) y si la sensación se puede identificar más específicamente (por ejemplo, brothy, pollo, afrutado, etc.). Los receptores primarios para los cuatro gustos básicos están en la lengua y en otras superficies de la cavidad oral. Los receptores para volátiles se localizan en las diversas secciones de la cavidad nasal. Sniffing es una técnica utilizada para recoger una concentración de los volátiles y obligarlos a los receptores en la cavidad nasal para su procesamiento e identificación.

Los sentidos de la vista, el tacto y la audición están relacionados con la estructura y el estado de los componentes del producto. Con el sentido de la vista, se evalúan los atributos sensoriales del color y la apariencia. Los receptores en los ojos son estimulados por ondas de luz, haciendo que las señales sean enviadas al cerebro para su procesamiento. Por lo tanto, la apariencia y el color de los alimentos implican a los ojos como el órgano sensorial del cuerpo y los componentes del objeto (alimento) que reflejan o transmiten la luz. Instrumentalmente, el color se mide con los instrumentos que determinan la cantidad de luz reflejada por el objeto en cada longitud de onda. El color es muy complicado. Los seres humanos miden el color como compuesto, mientras que los instrumentos rompen el color en longitudes de onda individuales.

Ejemplos de características de textura percibidas por la vista son la suavidad y la irregularidad. Las características físicas de la textura son las características mecánicas y geométricas que están relacionadas con la estructura. Estos incluyen la fuerza, el tamaño, la forma y el tipo de componentes percibidos a medida que el producto se descompone debido a alguna fuerza aplicada. La fuerza podría ser los dientes o podría venir de un instrumento. Otras características como aceitosas, grasosas, húmedas y secas se relacionan con la sensación en la boca y el tacto. El sentido de la audición también se puede utilizar para evaluar la textura. Por ejemplo, el crujiente puede ser una calidad importante en la masa y el empanado de los productos avícolas.

Otras características. Las sensaciones bucales químicas y térmicas tales como frío, calor, calor y frío son las otras características percibidas por los sentidos. Estas son llamadas las sensaciones del trigémino y están relacionadas con las respuestas a los estímulos en las células de los revestimientos de la boca, la lengua y la garganta.

Métodos sensoriales para evaluar la calidad de las aves. Hay dos tipos generales de métodos sensoriales. Los métodos analíticos y de laboratorio utilizan un pequeño número de panelistas para determinar si existe una diferencia entre las muestras y la naturaleza, la dirección y la intensidad de la diferencia. Los métodos afectivos del consumidor implican un mayor número de panelistas e incluyen pruebas que miden cómo los consumidores sienten o reaccionan al producto para proporcionar una medida de preferencia, aceptación y como / no. Existen diferentes criterios de panel para los métodos de laboratorio y afectivos.

### **2.2.3 Factores que influyen o contribuyen a la calidad de la carne.**

Muchos factores influyen en la calidad de la carne de aves de corral. Algunos factores son más significativos que otros. La condición de rigidez del músculo del pecho en el momento de la remoción de sus restricciones esqueléticas (tiempo de deshuesado) afecta significativamente la textura de esta parte económicamente importante de la canal. El tiempo de extirpación de los músculos del pecho incluye la bioquímica del músculo post-mortem (disminución del pH, aumento del ácido láctico, agotamiento del ATP) así como la fisiología (contracción macroscópica y microscópica de la fibra muscular, es decir, longitud del sarcómero). El tiempo de eliminación del músculo del pecho es realmente una "espada de doble filo" dependiendo de la condición de la carne en el producto terminado. Por un lado, el pH más alto observado en el músculo pre rigor equivale a una mayor capacidad de retención de agua y emulsión que son importantes para los productos molturados y triturados. Por otro lado, el mismo pH alto equivale a la tenacidad desagradable en la carne cocida intacta. Froning y Neelakantan informaron que un pH de 5,9 o más podría utilizarse para indicar una condición pre rigor en la carne del pecho de pollo y pavo y que el pH estaba por debajo de este valor dentro de los

30 minutos de la muerte. Lyon et al. Informaron valores de pH pre rigor de 6.1 y 6.3 para pollos de engorde y gallinas maduras, respectivamente, en los 20 min de la muerte, pero valores inferiores a 5.9 después de 1.5 horas. La relación entre el tiempo post-mortem, la bioquímica muscular y la textura final ha sido ilustrada por muchos investigadores. Lyon et al. Se observó que los músculos de los pollos de engorde deshuesados tenían valores de pH significativamente más altos, 6.22, y la carne cocida requería mayor fuerza para cortar, en comparación con los músculos deshuesados a 1, 2, 4, 6, 8 o 24 horas. La disminución más rápida del pH se observó durante la primera hora de descongelación, y no se observaron diferencias significativas en los valores de pH o de cizallamiento después de 4 horas de descongelado antes del deshuesado.

La calidad de la carne de aves de corral es una cuestión compleja que se volverá cada vez más importante a medida que se introduzcan más productos nuevos a los consumidores. La relación entre la metodología sensorial e instrumental es fundamental para proporcionar las respuestas correctas y tomar las mejores decisiones sobre la calidad del producto. (Alan, R. 2001).

#### **2.2.4 Propiedades funcionales de las proteínas musculares en productos de aves de corral procesados.**

Las proteínas son necesarias para hacer una variedad de funciones en productos avícolas. Las características típicas de muchos productos avícolas dependen de la manipulación exitosa de las propiedades funcionales de la proteína durante el procesamiento. El rendimiento, la calidad y los atributos sensoriales de los productos de aves de corral procesados están en gran medida determinados por las propiedades funcionales de las proteínas musculares. *Las propiedades*

***funcionales se definen como las propiedades físicas o químicas de las proteínas que determinan su comportamiento en los alimentos durante su procesamiento, almacenamiento y consumo*** (Kinsella, J. E., mencionado por Sams, 2001) Las propiedades funcionales de las proteínas contribuyen a muchos de los atributos cualitativos y organolépticos de un producto alimenticio percibidos por el consumidor. Las propiedades funcionales de las proteínas de aves de corral deben entenderse para la utilización eficaz de nuevos ingredientes, en nuevos productos, modificación de productos existentes, reducción de residuos y control del consumo de energía durante el procesamiento.

Las propiedades funcionales de las proteínas importantes en los productos cárnicos de aves de corral se pueden clasificar en tres categorías:

- (1) interacciones proteína-agua,
- (2) interacciones proteína-grasa y
- (3) interacciones proteína-proteína.

La importancia de una propiedad funcional varía con el tipo de producto, fuente de carne, tipo y concentración de ingredientes no cárnicos, tipo de equipo de procesamiento utilizado, condiciones de procesamiento y etapa de procesamiento. Las propiedades funcionales de las proteínas musculares están influenciadas por otros ingredientes en una formulación y por las condiciones de procesamiento utilizadas. Las propiedades funcionales de las proteínas musculares están influenciadas por las condiciones de procesamiento y los ingredientes utilizados en una formulación. Esta relación se ilustra esquemáticamente en la Figura 2.1. Las propiedades funcionales son dictadas por las propiedades moleculares y bioquímicas de una proteína. Por lo tanto, cualquier cambio en la formulación o proceso de

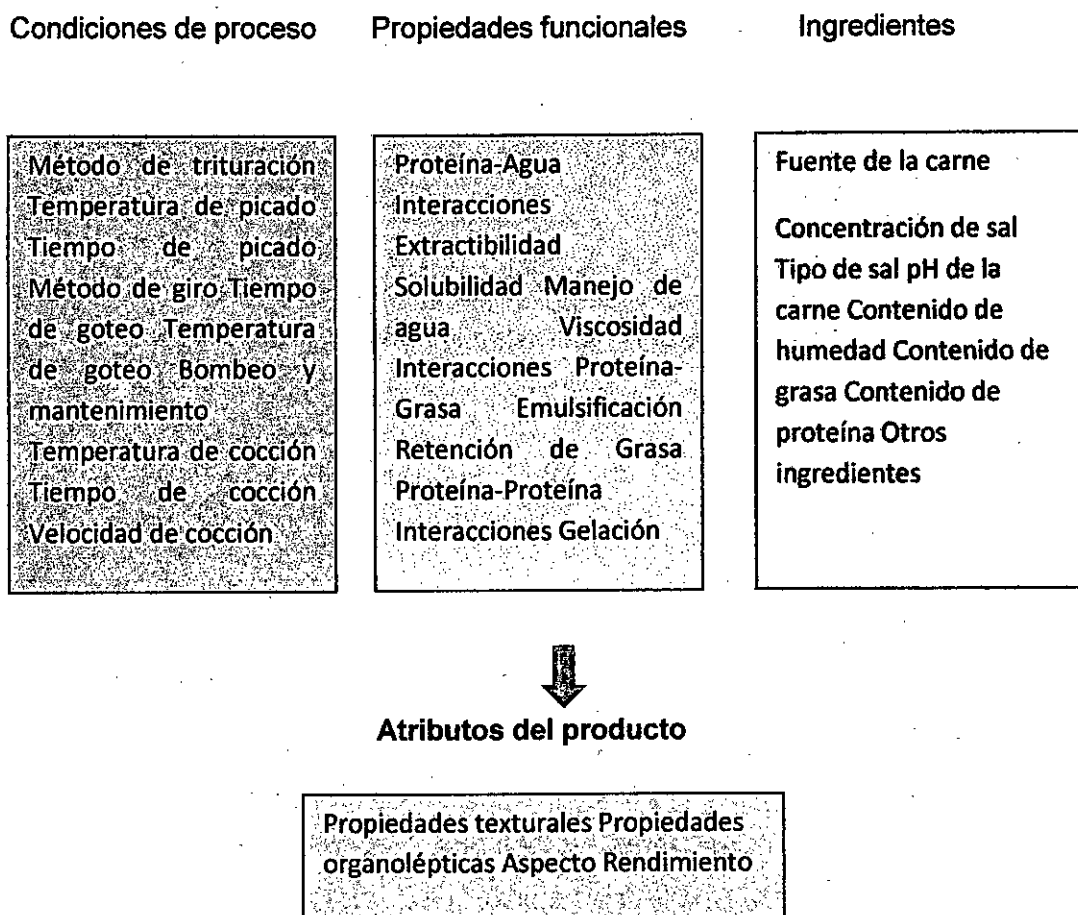
un producto requiere una apreciación del efecto de ese cambio en la estructura de la proteína muscular. Los cambios en la formulación pueden alterar el pH, la concentración de sales y la concentración de proteínas de un producto, entre otros factores, que tienen un efecto sobre las propiedades bioquímicas y, posteriormente, sobre las propiedades funcionales de las proteínas del músculo aviar. Los cambios en las condiciones de procesamiento, especialmente aquellos que alteran la temperatura del producto o el grado de trituración, también pueden afectar las propiedades bioquímicas de las proteínas musculares. Todos estos cambios, que afectan a la estructura de las proteínas en última instancia, afectan a la calidad del producto final.

A menudo, la necesidad de, la unión al agua y la unión a la grasa son las principales propiedades funcionales de las proteínas requeridas en los productos crudos de aves de corral. La unión al agua, la unión a las grasas y la gelificación son algunas de las propiedades funcionales importantes en los productos cárnicos cocidos. A menudo se requiere que las proteínas sean multifuncionales. Es decir, se espera que cada proteína exhiba más de una propiedad funcional simultánea o secuencialmente durante el procesamiento.



**FÍGURA N° 2.1**

**DIAGRAMA QUE ILUSTRA CÓMO LAS CONDICIONES DE PROCESAMIENTO E INGREDIENTES AFECTAN LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS MUSCULARES Y LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD RESULTANTES DE LOS PRODUCTOS DE AVES DE CORRAL TERMINADOS.**



**Proteínas musculares** La carne de aves de corral se compone de alrededor de 20 a 23% de proteínas. Las proteínas musculares se dividen en tres categorías basadas principalmente en sus propiedades de solubilidad: miofibrilares, sarcoplásmicos y estroma

**CUADRO N° 2.1**  
**COMPOSICIÓN PROTEICA DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO DE LAS**  
**AVES DE CORRAL**

<b>I. Proteínas miofibrilares (55% de la proteína total)</b> Proteínas contráctiles Ejemplos: miosina, actina Proteínas reguladoras Ejemplos: tropomiosina, troponina Proteínas citoesqueléticas Ejemplos: titan, nebulina
<b>II. Proteínas sarcoplasmáticas (35% de la proteína total)</b> Enzimas glicolíticas Enzimas mitocondriales / oxidativas Enzimas lisosómicas Mioglobina y otras proteínas heme
<b>III. Stroma proteínas (3-5% de la proteína total)</b> Colágeno Elastina Reticulina

Fuente: Sams (2001).

**2.2.5 Proteínas miofibrilares.**

Las proteínas miofibrilares o solubles en sal comprenden entre el 50 y el 56% de la proteína total del músculo esquelético y son insolubles en agua, pero la mayoría son solubles a concentraciones de sal superiores al 1%. Este grupo está compuesto por alrededor de 20 proteínas distintas organizadas dentro de una miofibrilla de un músculo intacto. Las miofibrillas extienden la longitud de una fibra o célula muscular y están rodeadas por el sarcoplasma (Figura 2.2). Una sola fibra muscular puede contener de 1000 a 2000 miofibrillas. La unidad contráctil repetitiva de una miofibrilla es el sarcómero. La proteína miofibrilar se puede dividir en tres grupos según su función:

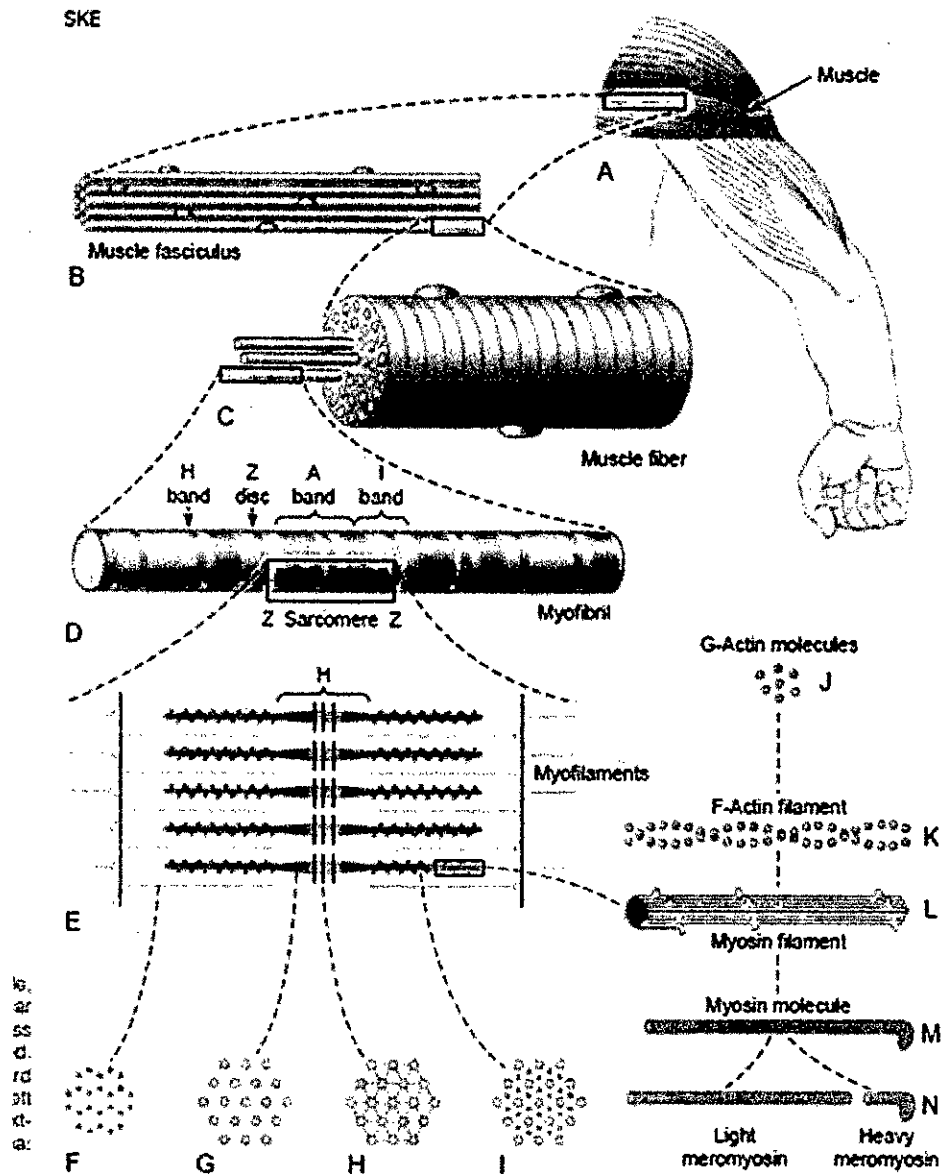
- (1) proteínas contráctiles, responsables de la contracción muscular,
- (2) proteínas reguladoras, implicadas en la regulación y control de la contracción, y
- (3) proteínas cito esqueléticas que soportan y mantienen La integridad estructural de la miofibrilla.

La miosina es la proteína predominante en el filamento grueso del sarcómero y comprende alrededor de 50 a 55% de la proteína miofibrilar total. Con la fuerza iónica fisiológica y el pH, las moléculas de miosina se agregan espontáneamente para formar los filamentos gruesos.

La miosina es una molécula delgada larga con dimensiones de aproximadamente 150 nm de longitud por 1,5 nm de ancho en la región de varilla y 8 nm de ancho en la región de cabeza globular. La miosina del músculo esquelético de las aves de corral es una molécula grande de aproximadamente 520 kDa y está compuesta por 6 cadenas o subunidades polipeptídicas (Figura 2.3). Las subunidades incluyen dos cadenas pesadas de aproximadamente 222 kDa cada una y 2 pares de cadenas ligeras que van desde 17 a 23 kDa.

El punto isoeléctrico (pI) de la miosina es de aproximadamente 5,3 y es el pH al que la proteína no tiene carga neta en solución debido a un número igual de cargas positivas y negativas sobre la molécula.

**FÍGURA N° 2.2**  
**ORGANIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MÚSCULO**  
**ESQUELÉTICO.**

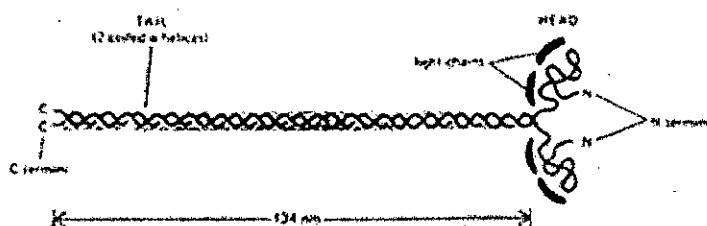


Fuente: Hedrick, H. B., et al., (1994).

La actina es la segunda proteína miofibrilar más abundante y comprende alrededor del 20 al 25% de esta fracción. La actina G es una proteína globular con una masa molecular de aproximadamente 42

kDa. El punto isoelectrónico de la actina es de aproximadamente 4,8. La actina, junto con las proteínas reguladoras, la troponina y la tropomiosina, constituyen los finos filamentos del sarcómero. La miosina se une de forma reversible a la actina en los filamentos finos durante la contracción muscular. En el músculo post-rigor, la región globular de la cabeza o subfragmento-1 de la miosina se une irreversiblemente a la actina para formar un complejo conocido como actomiosina. Esta reticulación entre la actina y la miosina en el músculo post-rigor influye en la ternura de la carne en el músculo intacto. Las proteínas contráctiles, miosina y actina, tienen una gran influencia en la funcionalidad de la proteína muscular. Por lo general, se considera que la miosina, en el músculo pre-rigor y la actomiosina, en el músculo post-rigor, contribuyen con varias propiedades funcionales a los productos cárnicos procesados. Puesto que la actina suele estar complejada con miosina en post- Rigor musculoso, la actina modifica la funcionalidad de la miosina en los productos de aves de corral tanto triturados como formados. La proporción de actina a miosina, así como la proporción de miosina libre a actomiosina, influye en las propiedades funcionales de un producto avícola. Las proteínas sarcoplásmicas y del estroma modifican las propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares.

**FIGURA N° 2.3**  
**DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA MOLÉCULA DE MIOSINA.**



Fuente: Hedrick, H. B., et al., (1994).

### **2.2.6 Proteínas sarcoplásmicas y del estroma**

Las proteínas sarcoplásmicas se localizan dentro de la membrana celular muscular en el sarcoplasma y comprenden aproximadamente el 30-35% de la proteína muscular total. Estas proteínas son solubles en agua o soluciones de baja fuerza iónica ( $< 0,6$  u). Las proteínas en esta categoría incluyen enzimas oxidativas, myoglobina, y otros pigmentos heme, las enzimas glicolíticas responsables de la glucólisis, y las enzimas lisosómicas. La mioglobina es la proteína principal responsable del color de la carne, pero en general, estas proteínas desempeñan un papel secundario en la funcionalidad de la proteína de la carne. Las proteínas del estroma, a menudo denominadas proteínas del tejido conjuntivo, se mantienen unidas y apoyan la estructura muscular rodeando las fibras musculares y el músculo entero. El tejido conectivo que rodea el músculo se llama epimisio. El tejido conectivo que rodea los haces de fibras musculares se llama perimisio, mientras que las fibras individuales circundantes se llaman endomisio. Las proteínas del estroma usualmente comprenden alrededor de 3 a 6% de la proteína total del músculo esquelético de las aves de corral. La principal proteína del estroma es el colágeno. Elastina y reticulina son constituyentes menores de la fracción estroma. Todas estas proteínas son insolubles en agua y soluciones salinas. La ternura de la carne a menudo disminuye con la edad del animal debido al aumento de la reticulación y otras modificaciones que se producen al colágeno.

Las proteínas del estroma también son abundantes en la piel de las aves de corral. La piel es una fuente importante de colágeno en las formulaciones de aves de corral. Aunque se añade como una fuente de grasa, la piel de las aves de corral es alta en colágeno. Cuando está presente a una concentración demasiado alta dentro de una formulación de producto de aves de corral, el colágeno puede interferir con la funcionalidad de las proteínas miofibrilares. El colágeno puede

causar la contracción de los productos cárnicos triturados, especialmente cuando se cocina a altas temperaturas, o interferir en la unión entre trozos de carne en los productos formados. Muchos investigadores han intentado mejorar las propiedades funcionales del colágeno por diversos métodos. Desafortunadamente, todos los enfoques intentados hasta la fecha han sido en gran medida infructuosos o no económicos, y por lo tanto la cantidad de piel que puede incluirse en una formulación de aves de corral procesada debe mantenerse por debajo de ciertos niveles críticos.

### **2.2.7 Papel de las proteínas en los productos triturados.**

Para preparar un producto de aves de corral triturado, la carne, el agua, la sal, el fosfato y quizás otros ingredientes se trituran o se cortan para formar una pasta de pasta. La masa de carne se rellena en una envoltura de la forma deseada y se cuece.

Los batidores de carne son sistemas complejos que consisten en proteínas musculares solubilizadas, fibras musculares, miofibrillas fragmentadas, células grasas, gotitas de grasa, agua, sales, fosfatos y otros ingredientes. Los productos triturados, tales como salchichas, salchichas y salchichas, típicamente contienen alrededor de 17 a 20% de proteína, 0 a 20% de grasa y 60 a 80% de agua. Por lo tanto, una cantidad relativamente pequeña de proteína tiene que unirse a una cantidad relativamente grande de agua y grasa. En formulaciones de carne se usa típicamente aproximadamente 1,5 a 2% de sal para permitir la extracción y solubilización de las proteínas miofibrilares. La fragmentación, a veces denominada cortar, altera físicamente el tejido muscular dañando la sarcolema (membrana celular muscular) y la red de apoyo del tejido conectivo. En presencia de sal, las fibras musculares se hinchan, las miofibrillas se fragmentan en pedazos más cortos y las proteínas miofibrilares se extraen y solubilizan. Estos

acontecimientos conducen a la formación de una masa gruesa, pegajosa que sostiene el agua y estabiliza la grasa. Al cocinar, las proteínas musculares extraídas y solubilizadas en la masa forman una matriz de gel reticulada que une el agua y la grasa y forma la textura típica asociada con los productos triturados cocidos.

### **2.2.8 Papel de las proteínas en los productos formados.**

Productos de aves de corral formados se hacen de trozos o trozos de carne que se unen o pegados. Los rollos de pechuga de pollo y los embutidos de pollo son ejemplos comunes de estos productos. Eventos similares ocurren durante la producción tanto de productos triturados como de productos formados. La principal excepción es que durante la producción de productos formados, la mayoría de los cambios se producen en la superficie de las piezas de carne. Se utilizó tambores, masajeadores o mezcladoras en presencia de sal para interrumpir las células musculares, desintegrar las fibras musculares y extraer las proteínas miofibrilares de la superficie de las piezas de carne. El exudado de proteína miofibrilar se forma en la superficie de las piezas de carne. Este exudado de proteína extraído forma un gel en la cocción que actúa como un pegamento para sostener los trozos de carne juntos. Se piensa que la proteína miofibrilar, la miosina, contribuye más a la fuerza de unión del exudado proteico. Se ha encontrado que el colágeno interrumpe la unión de las piezas de carne cuando está presente en la superficie.

#### **2.2.8.1 Interacciones proteína- agua**

En general, todas las propiedades funcionales de las proteínas están influenciadas por la interacción de la proteína con el agua. Sin embargo, tres propiedades funcionales que implican interacciones proteína-agua son muy importantes en productos crudos de aves de corral. Estos son:



- (1) extracción y solubilización de proteínas,
- (2) retención de agua y
- (3) viscosidad.

La extractibilidad de proteínas es un término usado para describir la cantidad de proteína que se libera o disocia de la estructura miofibrilar organizada durante el procesamiento. Bajo las condiciones ambientales apropiadas, una proteína muscular extraída es soluble. La solubilidad depende principalmente de la distribución de aminoácidos hidrófobos e hidrofílicos en la superficie de una proteína y en la termodinámica de las interacciones proteína-agua. La extractibilidad y solubilidad de las proteínas musculares se ven afectadas por el pH, la concentración de sal, el tipo de sales y la temperatura. La retención de agua describe la capacidad de una matriz proteica para retener agua o absorber agua añadida en respuesta a una fuerza externa, tal como durante la cocción, centrifugación o prensado.

El agua puede unirse químicamente a la proteína, retenida por acción capilar o atrapada físicamente dentro de una estructura proteica. Las proteínas de la estructura miofibrilar altamente organizada unen químicamente el agua. El agua también se mantiene físicamente dentro de los espacios interfilamentales de la miofibrilla. La capacidad de unión a agua de una proteína también está influenciada por el pH, la concentración de sal, el tipo de sales presentes y la temperatura. La viscosidad, definida por los reólogos como la resistencia de un material al flujo, tiene una gran influencia en la estabilidad del producto crudo antes de cocinar. La viscosidad de la masa de carne aumenta durante la trituración cuando las fibras musculares se hinchan y absorben agua. Las proteínas extraídas que son grandes, fibrosas y altamente solubles, como la miosina, pueden aumentar la viscosidad de la solución, incluso a concentraciones muy bajas. La viscosidad de la masa debe ser lo

suficientemente alta como para estabilizar el producto crudo, pero lo suficientemente baja como para permitir el bombeo y el manejo dentro de la planta.

#### **2.2.8.2 Efecto de la sal y el pH en las interacciones proteína-agua**

El efecto de la sal sobre la capacidad de unión al agua de un homogeneizado de músculo de pavo se ilustra en la Figura 2.4. La unión de agua aumenta más rápidamente a medida que aumenta la concentración de sal de aproximadamente 0,3 (1,8%) a 0,6 M (3,4%) de NaCl tanto en carne de pecho como en carne de muslo, (Richardson, R. I. and Jones, J.;1987). La adición de sal reduce las interacciones electrostáticas entre moléculas de proteína para aumentar la extractibilidad de proteínas, y unión al agua. Cortar o voltear la carne en presencia de sal interrumpe el tejido muscular permitiendo que las fibras musculares absorban agua e hinchan, lo que conduce a un aumento de la viscosidad de la masa. Además, los filamentos gruesos y finos organizados del sarcómero se interrumpen debido a la solubilización y extracción de las proteínas miofibrilares. Las miofibrillas individuales se liberan de las fibras musculares y se fragmentan en pedazos más cortos. Las proteínas extraídas, especialmente la miosina, también se unen al agua y aumentan la viscosidad de una masa de carne de ave que ayuda a estabilizar la grasa dispersada. Por estas razones, se añade aproximadamente 1,5 a 2,0% de sal a la mayoría de las formulaciones de productos avícolas. Aunque las concentraciones más altas de sal pueden mejorar la unión al agua, el sabor salado es indeseable.

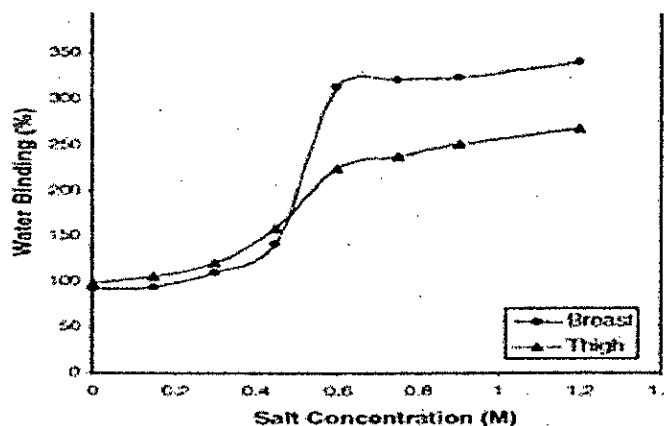
El pH de la masa de carne de aves de corral también tiene una gran influencia en la capacidad de extracción, solubilidad y unión al agua de las proteínas musculares, (Richardson, R. I. and Jones, J.;1987). El

hasta que se alcanza una temperatura de 33 ° C. Las gotitas de grasa pueden ser esféricas cuando la grasa es principalmente líquida o de forma irregular cuando la grasa es parcialmente sólida o cristalina. Las gotitas de grasa líquida son altamente inestables y se unen fácilmente al estar de pie. La coalescencia es el proceso en el que pequeñas gotas de grasa se combinan y forman grandes gotas de grasa inestables. La coalescencia de la grasa es altamente indeseable ya que conduce a varios defectos de calidad en los productos triturados. Si las temperaturas se mantienen lo suficientemente bajas, la grasa dentro de las gotitas puede estar parcialmente cristalizada y menos probable que experimente coalescencia.

En los productos altamente triturados, las gotas de grasa líquida se estabilizaron para soportar las tensiones de mantenimiento, bombeo y cocción. Esto se logra de dos maneras. En primer lugar, la alta viscosidad de la masa de carne ayuda a prevenir la coalescencia de la grasa. En segundo lugar, las gotitas de grasa están rodeadas por una película proteica que reduce la tensión interfacial entre la grasa y el agua (las fases dispersa y continua, respectivamente) y estabiliza las gotitas. La película proteica está compuesta por proteínas miofibrilares solubilizadas y extraídas. Durante la emulsificación, las proteínas solubilizadas y extraídas deben difundirse a la superficie de la gotita de aceite y luego adsorberse sobre la superficie de la gotita. Las proteínas desnaturalizadas suelen existir como grandes agregados insolubles y no difunden tan fácilmente como proteínas más pequeñas y solubles. Una vez que la proteína está en la superficie, se desplegará o reorganizará de tal manera que las regiones polares de la molécula estén orientadas hacia el agua y las regiones no polares o hidrófobas estén orientadas hacia la gotita de aceite para minimizar la energía libre. Además, la proteína debe estar presente en una concentración suficiente para que las moléculas de proteína puedan interactuar para

efecto del pH sobre la capacidad de unión a agua de una masa muscular de pavo se ilustra en la Figura 2.5. La unión al agua es más baja en el punto isoeléctrico de miosina y actina (cerca de pH 5,0). Las proteínas no tienen carga neta en el punto isoeléctrico y tienden a asociarse para formar agregados. La capacidad de unión al agua del homogenizado de músculo se incrementa a medida que se ajusta el pH fuera de este punto isoeléctrico. A medida que aumenta el pH, las proteínas se vuelven más cargadas negativamente. Una carga neta negativa más alta conduce a un aumento de la fuerza repulsiva entre las proteínas dentro del miofilamento que permite posteriormente que la miofibrila se hinche y retenga el agua.

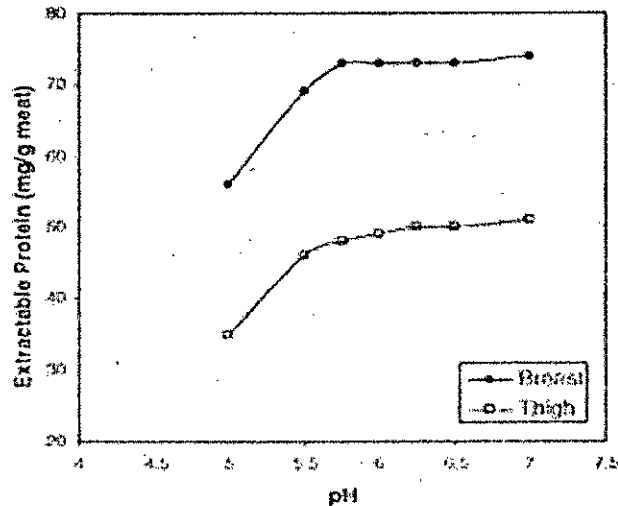
**FÍGURA N° 2.4**  
**LA CONCENTRACIÓN DE SAL AFECTA LA CAPACIDAD DE UNIÓN AL AGUA DE LOS MATADEROS DE CARNE DE PAVO CRUDO A PH 6,0.**



Fuente: Richardson, R. I. y Jones, J. M., (1987).

**FIGURA N° 2.5**

**EL PH AFECTA AL CONTENIDO DE PROTEÍNAS EXTRAÍBLES DE LOS MATADEROS DE CARNE DE PAVO QUE CONTIENEN 0,5 MNaCl.**



Fuente: Richardson, R. I. y Jones, J. M., (1987).

### **2.2.8.3 Factores de procesamiento que afectan a las interacciones proteína- agua**

El tiempo y la temperatura de picado de los productos triturados y la caída de los productos formados se controlaron cuidadosamente durante el procesamiento. Para cortar la miofibrila y solubilizar y extraer las proteínas miofibrilares como se ha descrito anteriormente, se requiere cortar y voltear. Sin embargo, un corte excesivo o una caída brusca pueden conducir a la desnaturalización de las proteínas, generalmente debido al aumento de la temperatura o al cizallamiento excesivo. Por lo tanto, se debe optimizar el tiempo de tajado y masajeado para maximizar la extracción de proteínas, evitando al mismo tiempo la desnaturalización de las proteínas. La desnaturalización ocurre cuando la estructura proteica nativa está desestabilizada y parcialmente desplegada. Las proteínas musculares desnaturalizadas generalmente forman agregados insolubles que tienen

pobres propiedades de unión al agua y formación de película (ver sección siguiente). El corte excesivo o el tambor también pueden conducir a una desintegración excesiva de las fibras musculares ya una reducción en la viscosidad de la masa, lo que reduce la calidad de la red de gel cocida.

#### **2.2.8.4 Interacciones proteína-grasa**

En los productos triturados gruesos picados, tales como productos formados y muchas salchichas, la grasa se conserva en gran parte dentro de las células de grasa intactas. En estos productos, la pérdida de grasa no suele ser un problema durante la manipulación o cocción como la grasa está atrapada dentro de una membrana celular. La viscosidad de la pasta y la membrana celular de grasa intacta evitan problemas causados por la inestabilidad de la grasa. En productos altamente triturados, tales como bolonia y salchichas, la célula grasa se rompe y se formaron gotitas de grasa más típicas de las encontradas en las emulsiones. Se hace una emulsión de dos fases inmiscibles, una de las cuales se dispersa como finas gotitas dentro de la otra fase continua. En los productos triturados, las gotitas de grasa formaron la fase dispersa, mientras que la fase continua está compuesta de agua, proteína y sal. Se requiere energía para formar una emulsión. Esta entrada de energía se produce durante el triturado de la masa de carne. En general, cuanto mayor es la entrada de energía, más pequeñas y más numerosas son las gotitas de grasa en la fase discontinua de una masa de carne.

A altas temperaturas y con suficiente entrada de energía, las membranas celulares de grasa se rompen y la grasa sólida se funde y se emulsiona en gotitas líquidas. La mayoría de la grasa de las aves de corral comienza a fundirse a unos 13 ° C, pero debido a la variedad de lípidos presentes, la grasa de las aves no se funde completamente

formar una película continua y estable sobre la superficie de la gotita de aceite. Hubo una cantidad suficiente de proteína extraída de modo que todas las superficies de gotitas de grasa estén cubiertas con una película de proteína. Una de las razones por las que los bateadores están altamente triturados son inestables es que las gotitas muy pequeñas tienen una superficie muy grande y por lo tanto requieren una proteína más solubilizada y extraída para formar la película estabilizadora. La miosina es el componente principal de la película interfacial que rodea las gotitas de grasa y se cree que desempeña un papel clave en la estabilización de las gotitas de grasa durante la celebración y durante las primeras etapas de la cocción. (Gordon, A. y Barbut, 1990) Una micrografía electrónica de la película de proteína en la superficie de una grasa en la masa de carne cruda se muestra en la Figura 2.6.

#### **FÍGURA N° 2.6**

**MICROGRAFÍA DE ELECTRONES QUE MUESTRA LA PELÍCULA PROTEICA FORMADA EN LA SUPERFICIE DE LAS GOTAS DE GRASA EN UNA MASA DE CARNE DE AVES DE CORRAL ALTAMENTE DESMENUZADA. F, GOTITA DE GRASA; P, MATERIAL PROTEICO QUE RODEA; I, INTERFAZ ENTRE LA GOTITA DE GRASA Y LA MASA PROTEICA DE CARNE; M, MATRIZ; E, FUERA DE LA PELÍCULA PROTEICA; IM, DENTRO DE LA PELÍCULA DE PROTEÍNA.**



Fuente: De Gordon, A. y Barbut, A., (1990).

#### **2.2.8.5 Interacciones proteína-proteína**

Las interacciones proteína-proteína durante la cocción conducen a la formación de una matriz de gel proteínico. Se forma un gel proteico durante el calentamiento cuando las proteínas musculares se despliegan y se agregan para formar una red o matriz continua reticulada sólida definida. La formación de una red continua de gel proteico tiene una gran influencia en las propiedades texturales y sensoriales, así como en los rendimientos de cocción de los productos avícolas. La gelificación de las proteínas miofibrilares ocurre durante el procesamiento térmico de productos triturados y formados y es probablemente la propiedad funcional más importante en productos de aves de corral procesados durante la cocción.

Sin embargo, el tejido conectivo y las proteínas sarcoplásmicas pueden interferir con la capacidad de las proteínas miofibrilares para formar un gel fuerte. Las proteínas miofibrilares forman geles térmicamente irreversibles. Esto significa que las reticulaciones o enlaces químicos formados entre proteínas durante el calentamiento no se alteran apreciablemente por enfriamiento o recalentamiento.

Cuando las proteínas musculares se calientan se desdobl原因an o desnaturalizan una vez que se alcanza una temperatura crítica. En el segundo paso, estas moléculas desplegadas se agrupan en pequeños grupos para formar una solución cada vez más viscosa. El punto de gel se alcanza cuando los agregados se reticulan rápidamente en una matriz de gel continua. Los geles de proteína muscular están formados por una combinación de enlaces de hidrógeno, interacciones electrostáticas, interacciones hidrofóbicas y enlaces disulfuro. Al enfriar, se producen ligeros cambios en la importancia relativa de los enlaces químicos que forman la matriz final del gel.



En la figura 7 se muestra la microestructura de la matriz gelificada de una masa de carne de aves de corral. Los geles de proteínas contienen grandes cantidades de agua dentro de su estructura de red, unidas por reacciones químicas y atrapamiento físico. La matriz de gel proteico restringe físicamente la coalescencia de grasa dentro de una masa de carne cocida. Al cocinar, la película de proteína interfacial alrededor de las gotitas de grasa también forma enlaces cruzados con la matriz de gel de proteína continua. Se formaron diferentes tipos de redes de gel, dependiendo del pH y la concentración de sal, para producir rellenos de aves de corral con propiedades texturales y de unión al agua distintiva.

En general, un pH de 6 a 6,5 maximizará la dureza textural y las propiedades elásticas deseables de los productos triturados. Los geles producidos a pH más bajo, aproximándose al pH de las proteínas musculares, a menudo tienen textura blanda y pobres propiedades de unión al agua, ya que las proteínas son insolubles y altamente agregadas.

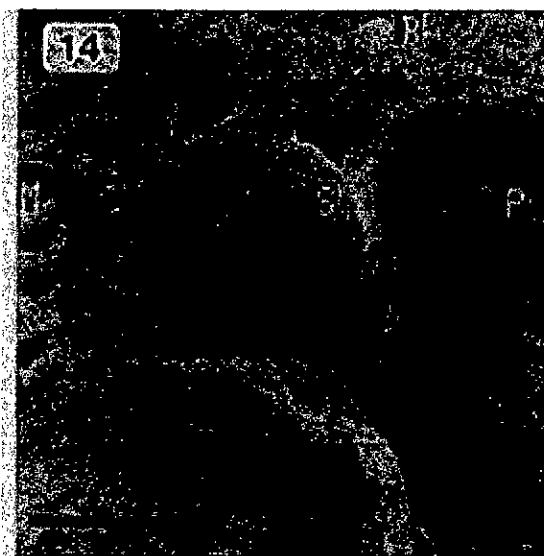
En general, las proteínas miofibrilares avícolas comienzan a desnaturalizarse a unos 4 ° C y alcanzan el punto de gel a unos 55 ° C. La dureza del gel y las propiedades de unión al agua aumentan durante la cocción hasta que se alcanza una temperatura de aproximadamente 65 a 70 ° C como se ilustra en la Figura 2.8.

El calentamiento por encima de 70° C es a menudo perjudicial para la calidad de un producto triturado debido a la amplia agregación de proteínas dentro de la red de gel, dando lugar a sinéresis o pérdida de agua del producto. La gelificación de la proteína del estroma, el colágeno, también puede ser responsable de la sinéresis y la pérdida de agua observada por encima de 70 ° C. La velocidad de calentamiento también puede afectar el tipo de red de gel formada y la

calidad subsiguiente de los productos de aves de corral cocidos. Se cree que una velocidad de calentamiento más lenta dará lugar a la formación de estructuras de gel más ordenadas con mayores capacidades de unión al agua. Por lo tanto, las salchichas de franco bajo en grasa se cocinan más lentamente que sus homólogos de grasa más alta para formar una red de gel de proteína con una capacidad de unión al agua más alta.

#### **FÍGURA N° 2.7**

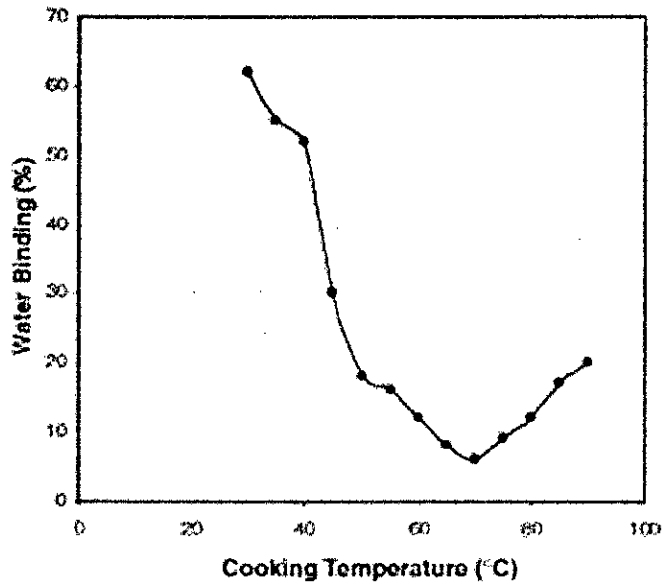
**MICROGRAFÍA ELECTRÓNICA DE UNA MASA DE CARNE DE POLLO COCIDA HECHA CON 2,5% DE SAL. M, MATRIZ DE GEL PROTEICO; S, GOTAS DE GRASA RECUBIERTAS DE PROTEÍNAS; B, ZONA DE UNIÓN ENTRE LA PELÍCULA DE PROTEÍNA RECUBRIENDO LA GOTITA DE GRASA Y LA MATRIZ DE GEL.**



Fuente: De Gordon, A. y Barbut, A., (1990).

**FÍGURA N° 2.8**

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE COCCIÓN SOBRE LA CAPACIDAD DE LA CARNE MOLIDA PARA MANTENER EL AGUA AÑADIDA DESPUÉS DE COCINAR.**



Fuente: De Gordon, A. y Barbut, A., (1990).

Las proteínas musculares están compuestas de fracciones miofibrilar, sarcoplásmica y estroma. Las proteínas miofibrilares son las más responsables de las propiedades funcionales típicamente observadas en los productos avícolas. Sin embargo, las propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares son modificadas por las proteínas sarcoplásmicas y estromáticas presentes. La miofibrilar, la miosina, generalmente se considera que es la proteína muscular más funcional. Las propiedades funcionales importantes en los productos avícolas pueden clasificarse ampliamente en aquellas que implican interacciones proteína-agua, interacciones proteína-grasa e interacciones proteína-proteína. Las interacciones proteína-agua incluyen solubilidad, extractibilidad, retención de agua y viscosidad. Las interacciones proteína-lípido incluyen la retención de grasa y la emulsificación. Las

interacciones proteína-proteína incluyen gelificación. A medida que aumenta la variedad de productos avícolas, la necesidad de modificar y controlar la funcionalidad proteica es cada vez más importante. La comprensión de las propiedades funcionales de las proteínas musculares puede conducir a una mayor comprensión de los cambios que se producen durante la preparación y cocción de productos de aves de corral triturados y formados. Las propiedades funcionales de las proteínas pueden ser manipuladas para permitir la utilización de fuentes de carne menos costosas, el uso de fuentes de carne no tradicionales, la mejora de los productos existentes y la utilización más eficiente de los ingredientes no cárnicos. La funcionalidad de las proteínas avícolas también puede ser manipulada para controlar los costos de procesamiento y energía, así como reducir los residuos de producción.

Métodos para evaluar la calidad tecnológica de la carne.

pH.

El pH muscular y la velocidad con que se desarrolla la acidificación post mortem están influenciados por muchos factores tales como especie, tipo de músculo, variaciones entre animales, manejo antes del sacrificio y temperatura ambiente. Se señalaron como uno de los factores más importantes desde el punto de vista comercial, la concentración de glicógeno existente al momento del sacrificio y la influencia de la temperatura extrema (Norman 1978, citado por Sanhueza, 1999).

Según Muñoz y Diestre (1992), para la identificación de carnes anormales, la medición del pH a los 45 minutos y 24 horas post mortem ha sido muy utilizada. El pH medido durante la primera hora posterior al sacrificio valora la velocidad de descenso del pH y se usa como indicador de las carnes PSE, un valor de 6,0 de pH a los 45 min post sacrificio indicaría una potencial carne PSE; pero el valor que sin duda

indica carnes PSE cuando el pH es menor a 6, aunque algunos investigadores dan valore de 5,8.

Whitman et al. (1996), dicen que la medición del pH muscular sirve para evaluar los cambios químicos y que la medición de conductividad eléctrica evalúa los cambios físicos del músculo post mortem. También señalan que mediciones tempranas de pH y conductividad eléctrica, después de los 90 minutos post beneficio, serían los mejores predictores de los cambios fisicoquímicos musculares.

Según Kauffman et al. (1993), las técnicas de medición de pH usadas tempranamente post mortem, no son apropiadas para pronosticar la calidad de la carne final, recomendando que sólo se deben usar a las 24 horas en canales post rigor, las mediciones de pH, de reflectancia y capacidad de retención de agua.

Capacidad de retención de agua (CRA).

La capacidad de retención de agua es la habilidad de la carne para retener agua durante la aplicación de una fuerza como un corte, presión, molienda, o calor (Meisinger, 1997). El color, la textura y la firmeza de la carne cruda, así como la jugosidad y blandura de la carne cocinada se relacionan con su CRA. Esta característica tiene un efecto directo en la conservación del tejido muscular, además afecta el aspecto de la carne fresca y el rendimiento de fabricación de productos elaborados (Collen, 1997).

Durante el procesamiento, la carne es sometida a diferentes temperaturas (refrigeración, congelación, y tratamiento térmico), lo cual general la pérdida de agua afectando el rendimiento del producto. Una carne que tiene poca capacidad de retención de agua es considerada

de baja calidad para la industria de embutidos, porque no tiene estabilidad.

### **2.2.9 Hamburguesas de pollo**

El término "hamburguesas" se tomó originalmente de la palabra "hamburguesa", que presumiblemente es un producto que se originó en Hamburgo. La mayoría de los países europeos reguló que las hamburguesas deben contener al menos el 80% de carne y el 20-30% de contenido de grasa. En otras circunstancias, las hamburguesas también son reconocidas como hamburguesas (Al-Mrazeeq et al., 2008; Ranken, 2000). En Malasia, el gobierno ha establecido un requisito mínimo de contenido de carne en la fabricación de cualquier carne procesada, incluyendo hamburguesas, que no sea inferior al 65% (Reglamentos de Alimentos, 1985). Varias marcas de hamburguesas están disponibles en el mercado con diferentes precios y calidades. La calidad de la hamburguesa puede variar debido a las diferentes materias primas e ingredientes utilizados y sin olvidar los métodos de elaboración cumplidos. En la actualidad, las tendencias entre los consumidores que consumen productos bajos en grasa han sido preocupantes para los fabricantes de carne procesada (Weiss et al., 2010). La sustitución de algunos ingredientes con otros ingredientes no cárnicos se ha practicado entre industrias de carne procesada. Este remplazo se hace debido a varias razones tales como para la calidad, la salud o los propósitos económicos. Como ejemplo, la sustitución de ingredientes de origen animal por la de plantas se ha aplicado en las industrias alimentarias (Egbert y Payne, 2009).

Comercialmente se elaboran hamburguesas con carne de pollo según los componentes indicados a continuación:

El contenido de humedad oscila entre 46,72-69,37%. El contenido de grasas varía entre 9,08 y 20,54%. La regulación alimentaria en Malasia establece que el contenido de materia grasa en los productos cárnicos elaborados no debe superar el 30% (Food Act 1983 y Food Regulations, 1985). La función de la grasa está influenciando principalmente la calidad sensorial de las hamburguesas, particularmente su sabor (Suman y Sharma, 2003).

Las hamburguesas con bajo contenido de grasa generalmente consisten en contenido de grasa al 10% o menos (Dreeling et al., 2000, Suman y Sharma, 2003, Troy et al., 1999, Turhan et al., 2009). Bajo contenido de grasa se puede lograr a medida que se añade más agua en la masa de carne y esto aumentará el contenido de humedad (Jiménez Colmenero, 1996).

La reglamentación alimentaria de Malasia exige que el contenido mínimo de nitrógeno en forma orgánica para los productos cárnicos elaborados sea inferior al 1,7%, lo que equivale al 10,625% de contenido proteínico (Food Act 1983 y Food Regulations 1985). Por lo tanto, todas las hamburguesas comerciales de pollo en Malasia, tienen un contenido proteico adecuado y cumplen con la Food Regulations de 1985. Babji et al. (2000), determinaron que el contenido de proteínas de hamburguesas de pollo de marcas locales osciló entre 12,67-15,66%, mientras que las hamburguesas de pollo franquiciadas fueron de 18,20-22,74%. Sin embargo, muchas de las fuentes de proteína utilizadas en los ingredientes de la hamburguesa

comercial usados actualmente están parcialmente sustituidas con una fuente de proteína no cárnica. Además de la razón de precio que es menos costosa, las fuentes de proteína no cárnicas como el huevo, proteína de suero de leche y proteína de soja texturizada, son capaces de mejorar el sabor y la textura de las hamburguesas aumentando la grasa y la capacidad de unión a la humedad (Gujral et al. Rentfrow et al., 2004, Kassem y Emara, 2010). La información nutricional de las hamburguesas comerciales de pollo muestra que la mayoría de los fabricantes utilizan la proteína de soja como ingredientes de proteínas no cárnicas para reemplazar parcialmente la carne. Así tenemos las siguientes formulaciones:

Fórmula 1. Carne de pollo, proteína de soja, sal, acondicionador de alimentos, saborizante, glutamato monosódico (MSG).

Fórmula 2. Carne de pollo, proteína de soja, especias, sal, aromatizante, acondicionador de alimentos.

Fórmula 3. Carne de pollo, aceite vegetal, especias, azúcar, sal, almidón, harina, acondicionador de alimentos.

Fórmula 4. Carne de pollo, harina, proteína vegetal, almidón, especias, azúcar, sal, acondicionador de alimentos, MSG.

Fórmula 5. Carne de pollo, proteína de soja, especias, azúcar, sal, acondicionador de alimentos, MSG, nitrito de sodio.

Fórmula 6. Carne de pollo, harina, proteína vegetal, almidón, especias, azúcar, sal, acondicionador de alimentos, MSG.



Fórmula 7 Carne de pollo, aceite vegetal, proteína vegetal, condimentos, sal, harina, fibra dietética, azúcar, acondicionador de alimentos.

Fórmula 8 Carne de pollo, grasa de pollo, proteína de soja, acondicionador de alimentos, especias, azúcar, sal, potenciador del sabor.

Fórmula 9 Carne de pollo, proteína de soja, proteína vegetal hidrolizada, sal, acondicionador de alimentos, aromatizantes, MSG. Fórmula 10 Carne de pollo, proteína de soja, proteína vegetal hidrolizada, sal, acondicionador de alimentos, saborizante, colorante, MSG.

El contenido de carbohidratos determinado por Ramadhan, K., et al; 2011, osciló entre 2.56-21.27%. La correlación de Pearson entre la humedad y los carbohidratos fue significativa al nivel de 0,01 ( $R^2 = -0,739$ ). Estos valores se consideran más altos que el trabajo anterior descrito por Babji et al. (2000), que informó que el contenido de carbohidratos de las hamburguesas de pollo de Malasia osciló entre 1,97-12,53%. Los carbohidratos en las hamburguesas son principalmente del uso de almidones como ingredientes. Los almidones, como el maíz, la tapioca, el arroz, la papa y el trigo, se han utilizado en productos cárnicos procesados como relleno de carne y aglutinante de agua (Joly y Anderstein, 2009). Los otros ingredientes que pueden contribuir como fuentes de carbohidratos en las hamburguesas son hidrocoloides no amiláceos. El carragenano, el konjac, el alginato y la goma de xantano, son fuentes tan buenas de hidrocoloides no amiláceos que son capaces de trabajar con proteínas para ayudar a retener el contenido de humedad y por lo tanto

modificar la textura de los productos cárnicos (Lamkey, 2009). Otra buena fuente de hidratos de carbono que se pueden incorporar en las hamburguesas es la fibra dietética. El uso de fibra dietética en la formulación de carne procesada se practica especialmente cuando se trata de cuestiones económicas, nutritivas y tecnológicas. Algunas de las fibras dietéticas que se han utilizado comúnmente son celulosa, fibra de avena, fibra de trigo, fibra de patata, fibra de zanahoria, fibra de remolacha azucarera, fibra de soja y guisante (Bodner y Sieg, 2009).

El contenido de cenizas oscila de 1.50-2.96%. Las cenizas son la suma de los minerales totales presentes en los alimentos como el sodio, el fósforo y el hierro, que pueden ser aportados por la carne como materia prima, sal y especias añadidas (Fernández-López et al., 2006).

#### **2.2.10 Proceso de elaboración de las hamburguesas.**

**Ingredientes que mejoran la funcionalidad de la proteína de la carne:**

**Sales – cloruro de sodio y potasio.**

Las proteínas miofibrilares solubles en sal (SSP) son los principales contribuyentes a las habilidades de grasa y agua de los tejidos de la carne. La acción de la sal (1,5 a 3,0%) más la humedad en los tejidos y el agua añadida, combinada con la energía mecánica de un mezclador / mezclador o un vaso de vacío, sirven para extraer SSP a la superficie de trozos de carne. Cuando las piezas se rellenan al vacío en una envoltura o molde y se cocinan, la proteína sufre coagulación, uniendo el producto en una masa cohesiva con características texturales similares a los productos de músculo completo. Casi todos los productos procesados adicionales tienen algo de sal añadida a la

formulación. El cloruro de potasio se usa con mayor frecuencia a niveles de hasta el 0,75% en una combinación 60: 40% de NaCl: KCl para reducir el contenido total de sodio de los productos cárnicos. Los niveles más altos de cloruro de potasio pueden producir un sabor amargo o metálico y deben ser probados adecuadamente antes de la reformulación completa del producto.

### **Fosfatos alcalinos**

Los fosfatos alcalinos se utilizan principalmente para mejorar la retención de humedad, retardar la rancidez oxidativa, mejorar el color y mejorar el sabor. Actúan sinérgicamente con la sal para solubilizar SSPs e incrementan el WHC de las proteínas aumentando el pH. Los fosfatos alcalinos tienden a conservar un color rosado en la carne y aves incluso después de la cocción, lo cual es una ventaja para los productos curados, pero una desventaja para los productos no curados, especialmente rollos de aves de corral reestructurados con alto pH. Los fosfatos en general son deseables para su uso en productos de aves de corral y se usan generalmente a niveles  $\geq 0,4\%$  para evitar un sabor "jabonoso" o "pulido".

### **Transglutaminase**

La transglutaminasa es una enzima (proteína) capaz de reticular proteínas musculares y unir piezas de aves de corral, carne y mariscos. La aplicación de la enzima directamente a las superficies del músculo permite la formación de una masa muscular sólida a través de la reticulación de la proteína muscular y aporta una textura de todo el músculo al producto. Normalmente, la transglutaminasa depende del calcio para que se active, pero se ha encontrado una transglutaminasa no

dependiente del calcio producida por *Streptovercillium mobaraense*<sup>11,12</sup>. Esta enzima no dependiente del calcio permite la unión en frío (sin calefacción) en una variedad de productos (artículos reestructurados, salchichas, productos inyectados, quesos y postres congelados). La unión a la transglutaminasa puede iniciarse aplicando una forma pulverulenta directamente a la superficie de las piezas musculares, incorporándolas a los adobos líquidos (0,65 a 1,5%) ya las salmueras para inyección, o añadiéndolas directamente (0,1 a 0,3%) a las salchichas emulsionadas. La unión comienza dentro de 30 minutos después de la aplicación y continúa durante algunas horas a temperaturas de refrigeración. Por lo tanto, la transglutaminasa puede aplicarse a una serie de productos para mejorar las características texturales y la cohesividad del producto, y también puede usarse en combinación con sal, fosfatos alcalinos e ingredientes de curado.

### **Ingredientes para retener la humedad y modificar la textura**

#### **Harinas, concentrados y aislados de proteína de soja.**

Las proteínas de soja son los ingredientes de proteína no derivados de la carne más utilizados y se clasifican como harinas, concentrados y aislamientos en función de su contenido en proteínas de peso seco (50, 70 y 90%, respectivamente). Los concentrados funcionales y los aislamientos son proteínas nutritivas usadas en su mayoría como aglutinantes para controlar la purga, aumentar la retención de salmuera en los productos inyectados y reducir el costo, manteniendo una textura y apariencia similar a la carne.<sup>14</sup> Los concentrados pueden incorporarse a los productos de aves de corral a niveles hasta 11%. Los niveles de uso del aislamiento oscilan entre 1 y 2% (DWB). Estos productos tienen un bajo perfil de sabor y cuando

se calientan, forman una matriz de gel comparable a los tejidos musculares en apariencia, textura y color. Se recomiendan los aromatizantes adicionales tales como las proteínas hidrolizadas para productos muy extendidos para evitar los efectos de la dilución del sabor de la carne. Los aislados se utilizan principalmente para productos marinados y salmuera que requieren dispersabilidad, mientras que los concentrados son adecuados para rellenos, salchichas y productos reestructurados. Proteínas de la leche: lactosuero y caseinato. Los concentrados y aislamientos de leche seca sin grasa, caseinato sódico y proteína de suero de leche son proteínas nutritivas de la leche utilizada como emulsionantes y aglutinantes de agua. Los aditivos para proteínas de la leche producen texturas y sabores suaves, así como contribuyen a la unión de agua y grasa. Los caseinatos de sodio tienen una alta viscosidad en solución y no se gelifican como lo hacen las proteínas de soja. Por lo tanto, no unen bien las piezas de carne, sino que contribuyen a la firmeza total de los productos cárnicos como los jamones debido a su capacidad para contener agua.<sup>15</sup> Los concentrados de proteína de suero se han utilizado como sustitutivos de carne en salchichas a niveles entre 0,5 y 2% (Peso).

Proteínas vegetales y animales hidrolizadas. Las proteínas hidrolizadas resultan de la hidrólisis (descomposición) de proteínas de soja, vegetales, gelatina o leche. Esto produce proteínas de cadena más cortas, péptidos y aminoácidos libres que mejoran los sabores de carne y pollo. Aunque la unión de partículas es mínima, estas proteínas retienen la humedad y unen la grasa. Los niveles de uso oscilan entre 1 y 2% (en seco).

### **Gelatina.**

La gelatina es un aglutinante de agua y agente gelificante de bajo costo y de uso común con un valor nutritivo mínimo. En los productos de carne enlatados tales como jamones, panes, salchichas de Francfort, salchichas de Viena, y Spam® (curado, cerdo enlatado), la gelatina se utiliza para contener los jugos perdidos durante la cocción y para proporcionar un buen medio de transferencia de calor durante la cocción. La gelatina también se usa en carnes emulsionadas y productos gelatinosos a niveles que van del 3 al 15%, pero más típicamente del 0,5 al 3%.

### **Carbohidratos**

#### **Almidón.**

Los almidones son el carbohidrato más utilizado debido al costo y la disponibilidad. Los almidones se unen de dos a cuatro veces su peso en humedad, proporcionan estabilidad congelación / descongelación, pueden servir como reemplazos de grasa, y contribuir a una textura firme. Los almidones más comunes provienen de papa, maíz, trigo, tapioca y arroz. Debido a que los almidones nativos requieren altas temperaturas para gelificar y lograr su textura lisa y capacidad de unión al agua, se modificaron o pre-gelatinizaron para fijar a temperaturas más bajas en el intervalo de 60 a 75 ° C (140 a 167 ° F). Los almidones pregelatinizados crean viscosidad rápidamente en los sistemas de carne y se utilizó en salchichas gruesas y emulsionadas o productos similares en lugar de productos inyectados con salmuera. Los niveles de uso oscilan entre el 1 y el 3,5% y hasta el 18%, dependiendo de la aplicación y las restricciones reglamentarias.

### **Hidrocálidas (encías).**

El carragenano es un hidrocoloide (goma) derivado de las algas rojas que absorbe la humedad para producir una firme textura de gel. Puede mejorar el rendimiento, controlar la purga (mejorar la unión del agua), mejorar la capacidad de corte del producto terminado, mejorar la jugosidad y proteger los productos de los efectos de la congelación y descongelación. El carragenano se puede incorporar en una salmuera para inyección en productos cárnicos y avícolas o se añade directamente a un mezclador, mezclador o vaso. En la mayoría de los casos, el carragenano se utiliza a niveles  $\geq 1,0\%$  y necesita calentarse para conseguir una solubilidad completa. Las mezclas de carragenanos permiten la modificación de la textura del producto. Si se utiliza en una salmuera, los fosfatos alcalinos deben ser disueltos en primer lugar y luego la sal seguido de azúcar añadido combinado con el carragenano. Los carragenanos de alta calidad se deben utilizar para evitar la gelificación prematura en las vistas de inyección de aguja en el producto (un efecto conocido como "tiger-striping").

Konjac es un material de harina derivado de la raíz de *Amorphophallus konjac* (hilo de elefante) que puede hincharse e hidratarse para formar una solución altamente viscosa. Puede modificarse químicamente para gelificar y permanecer estable a las temperaturas de la retorta. Konjac se utiliza a bajos niveles en productos cárnicos para unir agua y modificar la textura y puede combinarse con almidones modificados o proteínas de soja. Es muy raro que un ingrediente que no sea carne proporcione todas las características funcionales deseadas en un producto de carne o de aves de corral. Normalmente se requieren combinaciones tales como la inclusión de proteínas de soja, almidones y gomas para dar texturas similares a carne a los productos avícolas.

## **Ingredientes antimicrobianos y antioxidantes**

### **Lactato de sodio y potasio**

Se agregó lactato de sodio o potasio (vendido como una solución líquida al 60%) a los productos de aves de corral procesados para: (1) prolongar su vida útil; (2) crecimiento del patógeno control; (3) mejorar el sabor a la sal; Y (4) mejorar la textura reduciendo la pérdida de humedad. El lactato de sodio se incorpora en productos de músculo completo, carnes de aves de corral reestructuradas, hamburguesas molturadas y embutidos molidos y emulsionados. El nivel máximo de uso en los Estados Unidos es 2,9% de lactato de sodio puro o 4,8% de una solución de lactato al 60% en carne completamente cocida y productos de aves de corral. Se ha demostrado que niveles de hasta 4% (forma pura) suprimen el crecimiento de *Listeria monocytogenes* en un producto en rollo de pollo sin curar y en salchichas. La sal (NaCl) debe reducirse aproximadamente un 20% para evitar que el producto sea demasiado salado.

### **Acetato de sodio y diacetato**

Se aceptó diacetato de sodio y acetato de sodio como agentes aromatizantes en productos cárnicos y avícolas a un nivel de hasta 0,25% en peso de la formulación total. Sirven como acidulantes, agentes aromatizantes y como agentes antimicrobianos y pueden incluirse en adobos, salmueras o como ingrediente seco. Son especialmente eficaces contra *L. monocytogenes* a temperaturas de refrigeración más bajas y en productos de bajo pH. El acetato de potasio o el diacetato de potasio aún no están aprobados para su uso.



## Espicias

Semillas aromáticas; Corteza de canela; Salvia, tomillo, mejorana - hojas secas; Cebolla, ajo - bulbos vegetales; Y rizoma de jengibre. Las especias naturales vienen en formas enteras y de tierra y el sabor es determinado por el contenido de aceite esencial. El molido rompe la estructura celular liberando los aceites esenciales, por lo que las especias recién molidas son más sabrosas. El tamaño de partícula del material molido también determina la liberación del sabor - cuanto más pequeña es la partícula, más rápido se libera el sabor. Las especias de tierra se clasifican entre un tamiz No. 20 y 60. Las especias no sólo aportan sabor, sino también el color; El pimentón aporta un color rojo mientras que el túrmico hace que el amarillo de la mostaza. Las propiedades aromáticas de las especias se encuentran en las oleorresinas y aceites esenciales (volátiles) (oleorresinas, aceites volátiles, resinas vegetales) .3 La piperina, por ejemplo, es la oleorresina de pimienta (5 a 12%). Los aceites esenciales son las fracciones aromáticas volátiles de las especias derivadas de la destilación con vapor. Estos compuestos contribuyen al valor de olor y sabor e incluyen hidrocarburos, terpenos y seciterpenos (inestables), mientras que los alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas son los principales portadores de aromas. Otros compuestos incluyen residuos no volátiles tales como ceras y parafinas.

Las especias solubles (oleorresinas y aceites volátiles) se usaron frecuentemente en carnes procesadas o enlatadas para evitar el oscurecimiento del producto durante el procesamiento y reducir el riesgo de contaminación por patógenos de las especias. Las especias naturales (enteras, agrietadas o molturadas) se utilizaron con mayor frecuencia en las salchichas (curadas, secas

y semi-secas) y deben ser esterilizadas para evitar la contaminación bacteriana del producto.

### **Control de calidad**

**Análisis físico** Las propiedades físicas estudiadas son el Rendimiento de Cocción (RC), la Reducción del Diámetro (RD) de las carnes para hamburguesas durante la cocción, la Retención de la Grasa (RG) y Retención de Humedad (RH) después de la cocción y la determinación de la fuerza de corte (resistencia al corte) a las carnes cocidas.

#### **2.2.11 Empaque para la conservación de carne y productos cárnicos.**

Los alimentos destinados al consumo humano y, primordialmente, los frescos pasan por varias etapas de manipulación antes de llegar a la mesa del consumidor. Por lo anterior, si no se aplica un método de conservación de acuerdo con las características y condiciones del producto, la vida útil de éste puede disminuirse considerablemente o ser un medio de infecciones o intoxicaciones microbianas (Sánchez et al., 2008).

Uno de los métodos de preservación más eficientes es la utilización de los empaques en diferentes modalidades, que cumplen con la función de conservar, proteger y mantener la integridad y calidad del producto, al evitar la contaminación química y microbiana durante el manejo o almacenamiento. Permite además que los alimentos sean manipulados con mayor facilidad durante el proceso de comercialización (mayoreo y detalle) como en el hogar del consumidor. El empaqueo de los alimentos es, por tanto, un aspecto que se debe tomar en cuenta para satisfacer las expectativas de calidad que demandan los consumidores (Fernández, 2002).

Los productos cárnicos se ubicaron dentro de los más fáciles de descomposición por ser un medio ideal de cultivo para microorganismos (patógenos y deteriorantes) (Ercolini et al., 2006; Villada et al., 2006).

Uno de los aspectos más importantes es mantener la calidad e inocuidad, de tal forma que el consumidor tenga la garantía de que al ingerir ese alimento su salud no se verá afectada. Dentro de las características deseables por el consumidor, y que marcan la decisión de compra del producto, se encuentran la frescura y el color rojo estable y brillante de la superficie de la carne (Charles et al., 2006; Sorheim y Nissen, 2008). Para alcanzar lo anterior y preservar la calidad es importante considerar el empaque y el material de éste, ya que existe influencia parcial de las propiedades de los materiales de fabricación. Dentro de las tecnologías más utilizadas para el empaque de carnes frescas y productos cárnicos se encuentran las películas permeables y semipermeables al aire y otros gases, el empaque al vacío y en atmósfera modificadas (Belcher, 2006).

El consumidor juzga la calidad de la carne de acuerdo con algunas características que evalúa en primera instancia por la vista, tales como el color y apariencia general, las cuales pueden ser percibidas aún en carne empacada. Posteriormente, al retirar el empaque, evalúa parámetros, como textura, olor y sabor (Dhananjayan et al., 2006). La vida útil de la carne y los productos cárnicos depende de factores como el tipo de especie animal, manejo ante y postmortem, higiene durante la manipulación, pH de la carne, temperatura ambiente, y composición de los gases que rodean al producto (Keokamnerd et al., 2007). Este último puede ser modificado, ya sea exponiendo el producto a altas concentraciones de oxígeno para aumentar la oxigenación de los pigmentos presentes, como la mioglobina, y producir oximioglobina que le confiere un color rojo brillante, o bien, excluyendo

alternativamente el oxígeno (O<sub>2</sub>) del empaque, que aumenta los niveles de la desoximioglobina, variante química del pigmento mioglobina, produciendo un color rojo púrpura (Dhananjayan et al., 2006). Sin embargo, cuando la carne es empacada en altas atmósferas, enriquecidas con O<sub>2</sub>, se puede acelerar el crecimiento de microorganismos aerobios y promoverse la oxidación de los lípidos y la mioglobina, donde esta última se transformó en metamioglobina de color café (Taik, 2010).

En el caso de empaque al vacío no se desarrolla oximioglobina y la carne permanece de color rojo púrpura; este tipo de empaque es muy eficiente debido a que alarga la vida útil de la carne si se mantiene en refrigeración a temperaturas entre 4 °C y -6 °C; sin embargo, en casos extremos pueden proliferar microorganismos anaerobios sumamente peligrosos, como el género *Clostridium* spp., por lo que hay que considerar también la permeabilidad de la película de empaque a gases y a vapor de agua, así como su resistencia a las operaciones de almacenamiento y distribución posteriores. El empaque también afecta la textura, sabor y olor de la carne fresca, en función del tipo de microflora que pueda crecer en el producto en relación con la atmósfera gaseosa y la temperatura de almacenamiento. De esta forma, la proliferación de microorganismos lipolíticos y/o proteolíticos alteran la composición de la carne y pueden generar productos de oxidación, tanto lipídica como proteica, productos de degradación y metabolitos microbianos que alteran el sabor, el olor y, posiblemente, la textura.

En el caso de productos procesados se consideró el tratamiento al que han sido sometidos, tales como adición de nitritos/nitratos, fosfatos, humo, ácidos, calentamiento, etcétera, así como la atmósfera gaseosa en la que se empaca y la permeabilidad de la película de empaque. Los avances tecnológicos que se han tenido en los materiales, la

metodología y la maquinaria para empacar productos cárnicos, ha significado un avance importante en la conservación de este alimento. Sin embargo, se debe considerar como un factor principal conocer las tendencias del consumo de un producto determinado, tiempo esperado de comercialización, condiciones de la misma, tipo de consumidores al que se dirige el alimento, entre otros, con el fin de ofrecer un producto en condiciones óptimas de calidad (Belcher, 2006).

El deterioro organoléptico de la carne se produce cuando existe formación de malos sabores, olores, decoloración, alteración de la textura o cualquier otro cambio en la apariencia física o química, que hacen que este alimento sea inaceptable por el consumidor. Las reacciones de deterioro están relacionadas con el consumo microbiano de nutrientes, tales como proteínas, lípidos y azúcares, además de producción de metabolitos microbianos no deseados. El glucógeno, un carbohidrato mayoritario en la carne, es un homopolímero de glucosa que prácticamente se ha agotado en la etapa de insensibilización y matanza del animal; al no haber glucosa en el medio, otras moléculas, como las grasas y los compuestos nitrogenados, son empleados por los microorganismos. De estos últimos se produjeron compuestos odoríferos como el amoníaco y las aminas biogénicas; sin embargo, los metabolitos producidos dependen en particular del tipo y la cantidad de microflora presente. Las microfloras deteriorantes encontradas con más frecuencia en carnes rojas son *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* spp., *Brochothrix thermofacta* y bacterias del ácido láctico, y el mayor o menor aporte de estos microorganismos a la descomposición depende de las condiciones de almacenamiento. Por ello, la mayoría de los síntomas de deterioro son atribuibles al crecimiento no deseado de microorganismos hasta niveles inaceptables (Ercolini et al., 2011).

Principales condiciones para el deterioro de carnes frescas: Cambio en la coloración.

El color de la superficie de la carne cambia de rojo brillante a café-pardo; esto es tomado como indicador de frescura visual por parte del consumidor. Parte del cambio del color se debe a la oxidación de los pigmentos hemo (que tienen un átomo de fierro (Fe) en el centro de la molécula). Tanto la deoximioglobina como la oximioglobina son oxidadas formando metamioglobina, la cual confiere el color café asociado al deterioro de la calidad de la carne. La oxidación de deoximioglobina es más rápida que la oximioglobina, mientras que la de la mioglobina a bajas concentraciones de O<sub>2</sub> (~ 5 a 7%) es más rápida que a altas concentraciones en la que ocurrió una oxigenación (Dhananjayan et al., 2006). Otros factores que pueden producir el cambio de color en la carne es la presencia de bacterias piógenas con afinidad al azufre, lo cual promueve la generación de sulfomioglobina, un pigmento de color verde. Otro tipo de bacterias, sobre todo algunas relacionadas con el ácido láctico, como las halotolerantes y catalasas negativas que crecen a bajas temperaturas, son capaces de producir y acumular peróxido de hidrógeno en condiciones aeróbicas que actúan como agentes altamente oxidantes que decoloran los pigmentos de la carne (Sánchez et al., 2008). Producción de aromas indeseables Estas reacciones de deterioro provocaron un rechazo inmediato por parte del consumidor, y dependiendo del tipo y de la carga microbiana serán las características del olor. Por ejemplo, la presencia de *B. thermosphacta* en carne de res en cargas de 10<sup>7</sup> UFC cm<sup>-2</sup> produce acetona, diacetyl butanal y propanal, compuestos asociados con el olor a "queso" o "mantequilla". Cuando la carga se incrementa hasta 10<sup>9</sup> UFC cm<sup>-2</sup>, el olor puede convertirse en pútrido, como resultado del consumo de aminoácidos libres y de la producción de aminas biogénicas (Ercolini et al., 2006). Uno de los principales problemas de la industria cárnica es la oxidación de los lípidos. Los productos secundarios de la oxidación,

como los aldehídos, las cetonas y los ésteres, son los responsables del incremento del deterioro y del sabor rancio del producto (Pettersen et al., 2004).

#### Técnicas de conservación

La tecnología que se ha utilizado para empacar la carne fresca y los productos cárnicos procesados ha consistido principalmente en el empaque permeable al aire, atmósfera modificada y empaque al vacío. Este último es considerado por algunos autores como una forma de empaque en atmósferas modificadas (Belcher, 2006). A continuación se describen algunos:

**Sistemas al vacío:** El hecho de mantener la carne bajo condiciones libres de O<sub>2</sub>, extiende la vida de anaquel considerablemente. Empacar al vacío no ha sido un método exitoso para la venta de carne, posiblemente porque ésta adquiere un color púrpura, oscuro y con presencia de exudado visible en el empaque. Esta técnica se ha mejorado usando doble película, donde la superficial es impermeable y desprendible (empaque madre) y la interior permite la penetración de O<sub>2</sub>, por lo que la carne adquiere un color rojo brillante (Charles et al., 2006; Sorheim y Nissen, 2008).

**Atmósferas modificadas** Consiste en eliminar el aire dentro del empaque que contiene la carne o producto cárnico, para posteriormente inyectar un gas o mezcla de gases. Se ha modificado el ambiente gaseoso a fin de reducir el grado de respiración y con ello disminuir el crecimiento microbiano y, por lo tanto, retrasar el deterioro debido a la producción de metabolitos microbianos y a la actividad enzimática residual de la carne; con ello se logra un mayor periodo de anaquel del producto (García et al., 2006). La vida útil de la carne empacada en atmósferas modificadas aumenta entre 10 y 15% cuando se utiliza una

película con permeabilidad al O<sub>2</sub> por debajo de 2 cm<sup>3</sup> . m<sup>2</sup> .día.atm<sup>-1</sup> (Taik, 2010), teniendo cuidado de que la carne empacada no sea expuesta a altas concentraciones de O<sub>2</sub>, ya que acelera el crecimiento de microorganismos aerobios y favorece la oxidación de lípidos y mioglobina.

#### **Películas plásticas utilizadas para empaque.**

Las mejoras en la calidad y vida útil de los productos alimenticios se ha logrado en parte por el control de los gases y la permeabilidad del vapor de agua (Taik, 2010); debido a los efectos deteriorantes del oxígeno, el uso de películas que actúen como una barrera contra la entrada de este gas al interior del empaque ha cobrado cada día mayor importancia en la industria cárnica. La calidad de los alimentos empacados está influenciada parcialmente por las propiedades de los materiales que forman parte de éstos, como las películas plásticas y la composición de las charolas de poliestireno. Por ello, las películas impermeables o semipermeables han sido desarrolladas para regular el paso del gas y de la humedad del medio hacia el interior del empaque, para mejorar las propiedades de barrera y sellado que faciliten la cocción del producto en autoclave. La elección de la película para empacar productos cárnicos depende en gran medida del tiempo que se supone requerirá el alimento permanecer empacado, además de las condiciones del lugar de almacenamiento, tales como temperatura y humedad (Ospine y Cartagena, 2008). Los materiales que son utilizados en el empaque de los productos cárnicos son generalmente poliméricos con buenas características de barrera para el O<sub>2</sub>, como las poliamidas, el polietileno y el polipropileno, que son eficientes barreras contra la humedad y muestran buenas características de sellado (Pettersen et al., 2004); el polietileno de baja densidad y el cloruro de polivinilo son los principales plásticos empleados en el empaque, aunque también se usa el poliestireno.



**FÍGURA N° 2.9**  
**HAMBURGUESAS EMPACADAS CON POLIETILENO Y CHAROLAS**  
**DE POLIESTIRENO.**



Fuente: Revista Agro Productividad, (2013).

El polipropileno es químicamente similar al polietileno y puede ser producido como extruido o coextruido para proporcionar características de sellado por calor. El polipropileno tiene mayores intervalos en las propiedades de barrera hacia el vapor de agua que el polietileno; y llega a proporcionar efecto de barrera a los gases de hasta siete a diez veces más y tener una excelente resistencia a las grasas. En su forma no plastificada, el cloruro de polivinilo es la lámina base termo formable más ampliamente utilizada para empacado en atmósferas modificadas. Este polímero posee buena capacidad de barrera hacia los gases y moderada hacia el vapor de agua, y posee excelente resistencia a grasas y aceites (Ospina y Cartagena, 2008).

Gases para el empacado de carne En el empacado en atmósferas modificadas se pueden utilizar uno o más gases, normalmente dispersos en el aire, pero en diferentes concentraciones. Rara vez se utiliza un sólo gas y las mezclas dependen del tipo y propósito del empacado.

### 2.2.12 Kiwicha

Nombre Científico: *Amaranthus caudatus*

Familia: Amarantaceas Sinónimos:

- Quechua: kiwicha, quihuicha, inca jataco; ataco, ataco, sankurachi, jaguaracha (Ecuador), millmi, coimi.
- Aymará: qamasa
- Español: kiwicha, amaranto, trigo inca, achis, achita, chaquilla, sangorache, borlas.
- Portugués: amaranto de cauda
- English: amaranth, love-lies-bleeding, red-hot cattail, bush green, Inca wheat (normally used for quinoa)
- Francés: amarante caudée

Origen:

Es un vegetal domesticado hace largo tiempo, no se encontró en estado silvestre, su aparición fue detectada en tumbas con más de 4000 años de antigüedad. jugó un papel muy importante en la nutrición humana, particularmente en la región incaica, su lugar originario.

Descripción:

La kiwicha o amaranto es un cereal nativo del Perú, crece entre los 1,000 a 3,200 m.s.n.m. Se caracteriza por tener todos los aminoácidos esenciales que requiere nuestro organismo, principalmente la lisina.

El valor nutritivo del grano es elevado y contiene más de 13% de proteínas. No contiene saponinas ni alcaloides.

Especificaciones:

**TABLA N° 2.1**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA KIWICHA**

<b>Características Físicas de la Kiwicha</b>		
Variedad	Oscar Blanco	Centenario
Color de Inflorescencia	Rojo	Verde
Apariencia	Granos Pequeños Esférico	
Color de Grano	Crema	
Sabor	Características del Producto	
Olor	Características del Producto	
Humedad	12.0% Max	
Saponina	Libre	

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.2**  
**MICROBIOLOGÍA DE LA KIWICHA**

<b>Máximos Permitidos</b>	
Aerobios Mesófilos	10 <sup>5</sup> ufc/g. max
Coliformes	3 ufc/g. max.
E-Coli	3 ufc / g. max.
Salmonella	Negative in/25 g.
Lévadura	1,000 ufc / g. max.
Mahos	10,000 ufc / g. max.

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.3**  
**ASPECTO GENERAL DE LA KIWICHA**

<b>Máximos Permitidos</b>	
Variédaes Constrastantes	<0.01 % max
Granos Negros	<0.01 % max
Granos Deformes	<0.01 % max
Material Extraño	<0.01 % max

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.4**  
**CONTENIDO ALIMENTICIO DE LA KIWICHA**

<b>Composición Promedio en 100gr. de porción comestible</b>		
<b>Componentes Mayores (gr)</b>	<b>Kiwicha Cruda</b>	<b>Kiwicha Tostada</b>
Energía (kcal)	377	428
Agus	12.0	0.7
Proteínas	14.5	15.5
Grasa	7.1	7.8
Carbohidratos	64.5	74.3
Fibra	2.5	3.0
<b>Minerales (mg)</b>		
Calcío (Ca)	236	283
Potasío (K)	640	800
Fósforo (P)	453	502
Fierro (Fe)	7.50	8.10
<b>Vitaminas (mg)</b>		
Retinol / Vitamina A	–	–
Tiamina / Vitamina B1	0.30	0.14
Riboflavina / Vitamina B2	0.15	0.32
Niacina	0.40	1.30
Vitamina C	2.40	3.00

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

## **TIEMPO DE VIDA**

Promedio 12 meses (En Condiciones Adecuadas)

## **CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

Bajo techo, ventilado, seco a medio ambiente (Climas con temperaturas medias anuales de 18°C)

## **HARINA DE KIWICHA**

Es un alimento recomendado en caso de intolerancia a las harinas de trigo, avena, cebada o centeno, favorece el crecimiento de los niños, su consumo es recomendado durante los primeros años de vida ayudando el desarrollo de las células cerebrales y fortaleciendo la memoria. En la industria de la panificación la mezcla de 80% de harina de trigo y 20% de harina de kiwicha le da a la masa del pan una adecuada textura y un mayor valor nutritivo. Adicionalmente es la base en la elaboración de papillas infantiles y bebidas nutricionales.

### **Proceso:**

Las harinas pueden ser elaboradas de semillas crudas, tostadas o germinadas, el grano de Kiwicha es acondicionado previamente y pasado por un tratamiento térmico (Tostado) a 168°C con el fin de mejorar sus características organolépticas y de digestibilidad. Posteriormente es molido obteniendo las siguientes fracciones: quiebra, reducción, granillo y salvado. La Harina se obtiene del mismo proceso, a partir del tamizado por malla N° 40 finalmente esta es mezclada y uniformizada para obtener el producto final.

### **Descripción:**

La Harina de Kiwicha es un producto que fácilmente puede ser ingerido por niños y adultos mayores, es el complemento en jugos de frutas, leche, yogurt y por sus características puede ser usado en la preparación de sopas y frituras, o en la repostería y panadería para la elaboración de galletas, panes, tortas y otros.

Especificaciones:

**TABLA N° 2.5**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA WKIWICHA**

<b>Características Físicas de la Kiwicha</b>	
Apariencia	Polvo Textura Fina
Color	Blanco Cremoso
Sabor	Característico
Olor	Característico
Humedad	12%
Saponina	Ausencia

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.6**  
**MICROBIOLOGÍA DE LA WKIWICHA**

<b>Parámetros Máximos Permitidos</b>		
Aeróbios Mesófilos	ufc/g.	105 max
Coliformes	NMP / g.	3 max
Sabor	NMP / g.	3 max
Olor	In 25 g	Negative
Humedad	ufc/g.	10,000 max
Saponina	ufc/g.	10,000 max

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.7**  
**ASPECTO GENERAL DE LA WKIWICHA**

<b>Parámetros Máximos Permitidos de la Kiwicha</b>	
Tamaño de Grano	>180 $\mu$ / max 25%
Material Extraño	Ausencia

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

**TABLA N° 2.8**  
**CONTENIDO ALIMENTICIO DE LA KIWICHA**

<b>Composición en 100gr. de producto</b>	
Energía (kcal)	331.69
Proteínas	10.49
Grasa	2.23
Carbohidratos	73.92
Fibra	1.29
<b>Minerales (mg)</b>	
Calcio (Ca)	459.31
Fósforo (P)	77.84
Hierro (Fe)	6.30
<b>Vitaminas (mg)</b>	
Tiamina / Vitamina B1	0.03
Riboflavina / Vitamina B2	0.14
Niacina	0.87

Fuente: [http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET\\_KIWICHA-ESP.pdf](http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/10/ET_KIWICHA-ESP.pdf)

Tiempo de vida: Promedio 12 meses (En Condiciones Adecuadas).

Almacenamiento: Bajo Techo, ventilado, seco a Medio Ambiente (Climas con temperaturas medias anuales de 18°C)

Usos: La harina de amaranto se mezcla con la de trigo en una proporción de 80:20 para obtener panes de mayor valor nutritivo, mayor contenido de ácidos grasos fibra y fracciones minerales. El almidón de amaranto posee propiedades físico químicas únicas situándolo como alternativa en la industria alimentaria donde actúa como coloide protector en enlatados para reducir o prevenir la desnaturalización de las proteínas.

## **2.3 Definiciones conceptuales**

### **Ave Beneficiada:**

Ave sacrificada, desangrada, desplumada, eviscerada, enfriada y clasificada.

### **Carcasa o Canal de Ave:**

Cuerpo entero de un ave después de insensibilizada, sangrada, desplumada y eviscerada. Sin embargo, es facultativa la separación de los riñones, de las patas por el tarso o de la cabeza.

### **Carne:**

Parte muscular que está constituida por todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo el tejido graso o adiposo de cobertura e infiltración, tendones, vasos, nervios y aponeurosis.

### **Conservación del Ave:**

Congelada Proceso por el cual se somete a la carcasa, menudencias y apéndices congelados a temperaturas inferiores a -18°C.

### **Desinfección:**

Designa la aplicación, después de una limpieza completa, de procedimientos destinados a destruir agentes patógenos.

### **Extensores:**

Componentes que intervienen en la elaboración de productos cárnicos incrementando el contenido de proteínas.



**CAPÍTULO III**  
**VARIABLES E HIPÓTESIS**

## VARIABLES E HIPÓTESIS

### 3.1 Variables de la investigación

#### a. Variable independiente

Cantidad y calidad de la harina de kiwicha.

#### b. Variable dependiente

Calidad físico química y sensorial de las hamburguesas de pollo.

### 3.2 Operacionalización de variables

**CUADRO N° 3.1  
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

TIPO	VARIABLE	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE	Cantidad y calidad de harina de kiwicha	Porcentaje de harina de kiwicha
VARIABLE DEPENDIENTE	Calidad físico químico y sensorial de las hamburguesas de pollo. Parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas.	Porcentaje de los elementos de la composición química. Escala de valoración en el test de análisis sensorial.

Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3 Hipótesis general e hipótesis específica.

#### Hipótesis general:

El proceso de elaboración y calidad de las hamburguesas con carne de pollo dependen de la inclusión de la cantidad y calidad de la harina de kiwicha.

### **Hipótesis específicas:**

***H1:*** Las características físico químicas de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha.

***H2:*** Los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha.

***H3:*** Las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

## **METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de Investigación**

#### **4.1.1 Por su naturaleza: Investigación experimental**

El estudio fue diseñado bajo las características de ser tipo experimental porque se realizó mediante la observación, registro y análisis de las variables sobre ambientes artificialmente controlados para facilitar la manipulación de las mismas y encontrar su relación causal.

#### **4.1.2 Por su carácter: Investigación cuantitativa**

Buscó encontrar la verdad basándose en métodos cuantitativos, donde no se emiten juicios interpretativos sobre los hechos en que se está trabajando.

#### **4.1.3 Por su finalidad: Investigación Aplicada**

Porque está interesada en resolver problemas de naturaleza práctica donde se aplicó los resultados obtenidos.

### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación que se realizó es el diseño experimental puro con post prueba y grupo control, teniendo en consideración que es el que se acondiciona a la parte experimental.

El diseño propuesto se caracteriza por ejercer un estricto control sobre el experimento por medio del establecimiento tanto de grupos de comparación a fin de manipular la variable independiente como la equivalencia de los grupos por medio de la asignación aleatoria de las unidades de análisis.

El diseño incluye dos grupos, uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (control). La manipulación de la variable alcanza solo dos niveles presencia-ausencia.

En el cuadro N° 4.1

Se observa el diseño de investigación

**CUADRO N° 4.1  
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Grupos de Investigación	Tratamientos	Descripción	Control
G <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	Hamburguesas control	C <sub>1</sub>
G <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	Hamburguesas con 5% de harina de kiwicha	C <sub>2</sub>
G <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	Hamburguesas con 10% de harina de kiwicha	C <sub>3</sub>
G <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>	Hamburguesas con 15% de harina de kiwicha	C <sub>4</sub>
G <sub>5</sub>	T <sub>5</sub>	Hamburguesas con 20% de harina de kiwicha.	C <sub>5</sub>

(\*) Controles físicos, químicos y sensoriales.

Fuente: Elaboración propia (2017)

#### 4.2.1 Indicadores

##### a) Porcentaje de la harina de kiwicha

- 5% de harina de kiwicha
- 10% de harina de kiwicha
- 15% de harina de kiwicha
- 20% de harina de kiwicha

### **4.3 Población y muestra**

#### **Población.**

Estuvo determinada por la cantidad de total de carne de pollo de un Centro de Ventas de la Empresa San Fernando (50 kilos).

#### **Muestra.**

Está representada por 10 kg de carne de pollo (corte pechuga).

### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se realizaron según cada etapa de la investigación:

#### **Etapa I: Control de calidad de la carne de pollo y la harina de kiwicha.**

##### **Carne de pollo:**

Determinación de humedad. Método AOAC 2007.04

Determinación de proteína. Método AOAC 2007.04

Determinación de grasas. Método AOAC 2007.04

Determinación de carbohidratos. Por diferencia.

Determinación de cenizas. Método AOAC 2007.04

Determinación de pH.

Determinación de acidez total

Determinación del CRA (capacidad de retención de agua)

Análisis Microbiológico. Carne de pollo.

Determinación de Aerobios mesófilos ICMSF. 1998.

Determinación de Salmonella sp.. ICMSF. 1998.

### **Harina de kiwicha:**

Determinación de humedad. Método AOAC 2007.04

Determinación de proteína. Método AOAC 2007.04

Determinación de grasas. Método AOAC 2007.04

Determinación de carbohidratos. Por diferencia.

Determinación de cenizas. Método AOAC 2007.04

Determinación de pH.

Determinación de acidez total

### **Análisis Microbiológico:**

Aerobios mesófilos

Coliformes fecalis

Escherichia Coli

Salmonella sp.

Levaduras

Mohos

### **Etapa II: Almacenamiento de la materia prima: Carne de pollo.**

Se realizó en refrigeración a 4°C y en congelación a -20°C previamente envasados en bolsas plásticas selladas. Se evaluó el pH, acidez total (%), CRA.

### **Etapa III: Elaboración de las hamburguesas con carne de pollo y harina de kiwicha.**

Se utilizó una fórmula base de hamburguesa, y se realizó ensayos de inclusión de la harina de kiwicha en cantidades de 5%, 10%, 15% y 20% en relación a la cantidad de carne a utilizar.

El proceso de elaboración incluyó el control de los parámetros en cada operación: recepción de la materia prima, recepción de ingredientes, inspección de la calidad de la materia prima e insumos, pesado, limpieza de la



carne, lavado, molienda gruesa (8mm), mezclado de ingredientes con la carne, pesado, formado, empanizado, envasado refrigeración y/o congelación..

**Etapa IV: Almacenamiento de las hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha.**

Las hamburguesas previamente acondicionadas fueron almacenados en refrigeración a 4°C y congelación a -20°C.

Se evaluó la pérdida de agua, pH, acidez total (%) y las características físico químicas.

**Etapa V: Evaluación de las hamburguesas de pollo.**

Para la determinación de la calidad de las hamburguesas se realizó los siguientes análisis.

Análisis físico químico.

Determinación de humedad

Determinación del pH

Determinación de la acidez total.

Análisis microbiológicos (ICMSF,1998)

Determinación de aerobios mesófilos.

Determinación de Escherichia Coli

Determinación de Sthaphilococcus aureus

Determinación de Salmonella sp.

Análisis sensorial:

Test de valoración de las características sensoriales y de aceptabilidad.

En el caso de los test de evaluación sensorial se aplicará los métodos estadísticos de la prueba paramétrica de "F" y de análisis de varianza.

#### **4.5 Procedimientos de recolección de datos**

Se realizó según el desarrollo de la parte experimental:

##### **Etapa I: Caracterización físico química de la materia prima**

Análisis proximal. Se analizaron los contenidos de humedad, proteína, grasa y cenizas según el método AOAC (AOAC, 2000). El contenido de humedad se determinó usando el método de secado con horno de aire.

El contenido de proteína se analizó por el método de Kjeldahl, mientras que el contenido de grasa se determinó por el método de Soxhlet. El contenido de carbohidratos se calculó entonces restando el total de otros componentes (humedad, proteína, grasa y cenizas) del valor total (100%).

La muestra se tomaron aleatoriamente y los análisis se obtuvieron por triplicado.

##### **Etapa II: Almacenamiento de la materia prima: carne de pollo.**

Las muestras fueron almacenadas a 4°C y -20°C previamente acondicionadas en bolsas de polietileno de alta densidad, los controles de pH, acidez total (%), temperatura, CRA, se realizaron por triplicado.

##### **Evaluación del pH.-**

Se realizó utilizando el método descrito por Szerman et al. (2008). Se pesó 5 g de muestra, se añadió 25 ml de agua destilada, se procedió a licuar y se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml. A continuación se introduce en el vaso el electrodo y se procede a la lectura de pH.

##### **Determinación de la capacidad de retención de agua en carne fresca (CRA).-**

La capacidad de retención de agua (CRA) en carne se midió mediante el método descrito por Jauregui et al, (1981). Se empleó 5 g de carne molida a la cual se adicionó 8 ml de cloruro de sodio 0,6 M y se reposa por 30 minutos a

5°C. Luego se procedió a centrifugación a 3500 rpm por 15 minutos, determinándose el CRAs midiendo el volumen del sobrenadante CRAP pesando el pellet de la carne dado por el sedimento en el tubo de la centrifuga.

Capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd).-

Se realizó utilizando el método descrito por Ramírez (2003). Se pesa la carne congelada, luego se descongela por 24 horas la carne, se pesa nuevamente y se determina el CRAd como pérdida de peso por la fórmula:

$$\text{CRAd} = \frac{\text{Peso carne congelada (g)} - \text{Peso carne descongelada (g)}}{\text{Peso carne congelada (g)}} \times 100$$

Etapa III: Elaboración de las hamburguesas con carne de pollo.

Las muestras de hamburguesas con 5%, 10%, 15% y 20% de inclusión con harina de kiwicha fueron elaboradas siguiendo la formulación base y el flujo de proceso indicado a continuación, así mismo se seleccionaron aleatoriamente para los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales. Los controles de las operaciones de proceso se realizaron por triplicado: temperatura, tiempo, pH, acidez total (%) y CRA.

Capacidad de retención de agua en hamburguesas cocidas (CRAc).-

Se realizó utilizando el método descrito por Ramírez (2003). Se tuvieron pesos de muestras de hamburguesas crudas y cocidas y se determinó la CRAc como pérdida de peso por cocción, con la siguiente fórmula:

$$\text{CRAc} = \frac{\text{Peso hamburguesa cruda (g)} - \text{Peso hamburguesa cocida (g)}}{\text{Peso hamburguesa cruda (g)}} \times 100$$

Rendimiento de cocción (RC). Reducción del diámetro (RD). Reducción de la grasa (RG):

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:(Price, J.F.; Schweigert, B.S.1994).

$$\%RC = \frac{\text{Peso de la CH cocida}}{\text{Peso de la CH cruda}} \times 100$$

$$\%RD = \frac{\text{Diámetro de la CH cruda} - \text{Diámetro de la CH cocida}}{\text{Diámetro de la CH}} \times 100$$

$$\%RG = \frac{\text{Peso en la CH cocida} \times \% \text{ de grasa en la CH cocida}}{\text{Peso de la CH cruda} \times \% \text{ de grasa en la CH cruda}} \times 100$$

CH = Carne de hamburguesas

**Etapá IV: Almacenamiento de las hamburguesas con carne de pollo con inclusión de harina de kiwicha envasadas en empaques flexibles al vacío.**

Las muestras fueron envasadas en bolsas plásticas de polietileno de alta densidad, almacenadas y acondicionadas a 4°C y – 20°C se realizaron controles por triplicado de pH, %acidez total, temperatura, CRA.

**Etapá V: Evaluación de las hamburguesas con carne de pollo con inclusión de harina de kiwicha.**

Para la determinación de la calidad de las hamburguesas de pollo se realizaron los siguientes análisis:

Análisis microbiológicos (ICMSF, 1998)

**Determinación de aerobios mesófilos**

Las materia primas contaminadas, limpiadas y desinfectadas incorrectamente o condiciones inadecuadas de tiempo/ temperatura durante la producción conservación de los alimentos, o una combinación de estas circunstancias se expresan en un recuento alto de gérmenes viables.

Por lo general alimentos que contienen partes o sus constituyentes en descomposición, presentan cargas elevadas alrededor de  $10^6$  a  $10^8$  microorganismos por gramo o mililitro.

El número de bacterias aerobias, mesófilas viables totales, es la prueba microbiológica más adecuada, como índice de higiene de los alimentos.

Preparación del medio de cultivo:

El número de microorganismos viables es el número de unidades formadoras de colonias que se desarrollan a partir de un gramo de muestra sobre Plate Count Agar (PC) a  $37^\circ\text{C}$  aproximadamente.

Procedimiento

La forma de operar y calcular el recuento bacteriano es el siguiente:

Mezclar en placas Petri estériles 1 ml de serie de diluciones con 15 ml de medio de cultivo estéril, conservando a más o menos  $50^\circ\text{C}$ , luego de solidificado adicionar una capa fina de medio de cultivo a manera de capa selladora (más o menos 5 ml). Luego de incubar a  $37^\circ\text{C}$  x 24 a 48 horas; después contar el número de colonias que se han desarrollado en las placas Petri que contienen entre 30 y 300 colonias guardando siempre la relación al décimo entre las diluciones contiguas. Calcular el número de bacterias viables por gramo o ml de muestra de acuerdo a las reglas de cómputo. El resultado debe ser expresado como:

$$N = a \times b^n$$

Donde:

a = varía de 10 a 99

b = es igual a 10

n = puede ser 2 o más de 2

Determinación de Escherichia coli

Son microorganismos de contaminación fecal, conjuntamente con los coliformes, colifecales y *Streptococcus* del Grupo D de Lancefield.

La presencia de *Escherichia coli* en un alimento dado se interpreta como contaminación directa o indirecta de origen fecal, por lo que se considera como el indicador clásico de la presencia simultánea de bacteria patógenas entéricas, entre ellas *Salmonella typhi*, *Shigella* sp.

**Método.**

Para la determinación del NMP de *E. coli* se utiliza la prueba bioquímica IMVIC.

Consiste en las siguientes pruebas:

I: Producción de indol

M: Prueba del Rojo de Metilo

VI: producción de Acetil Metil Carbinol o Prueba de Voges Proskauer

C: Asimilación de Citrato.

**Procedimiento y Lectura.**

Se hace uso de la Galería Bioquímica IMVIC para determinar el número de *E. coli*, a partir de tubos positivos con CLVBB 2% procedente del Test de Eijkman.

La siembra se realiza por picadura profunda y estria superficial en el medio Kliger Iron Agar y se incuba a 37°C por 24 hrs.

Se continúa trabajando con aquellos tubos Kliger que hayan virado al "amarillo" la parte superior o todo el medio (lactosa positivo) . Descartar aquellos que presentan además un precipitado negrozco o la parte superior del tubo o todo el medio de color rojo.

De los Kliger positivos, se siembran por azadas en 4 tubos que contienen: caldo peptonado, caldo rojo de metilo, caldo Voges Proskauer y el último Agar inclinado de Citrato de Simmons. Se considera para la lectura los siguientes resultados:

(I) : Caldo Peptonado

Se investiga el indol formado después de la incubación, agregando gotitas de reactivo de Kovacs, formado por la mezcla de alcohol isoamilico y de ácido nítrico –nitroso (10ml y 5ml respectivamente) y agitarlo. La reacción se considera positiva si la fase alcohólica está coloreada de rojo claro y oscuro y constante.

(M) : Caldo rojo de metilo

Después de haber incubado la siembra a 37°C por 24 horas, agregar 5 gotitas de solución al 0.04% de rojo de metilo. La reacción se considera positiva si la coloración es roja y negativa si es amarilla.

(VI) : Caldo Voges Proskauer

Al tubo con el medio respectivo inoculado e incubado a 37°C x 24 horas, se le agrega unos miligramos de Creatinina p.a. y 0.5 ml de una solución de soda al 40% y agitar fuertemente por 3 min. La reacción es positiva si una coloración rojo carmín aparece al cabo de 10 minutos.

(C) : Agar Citrato de Simmons.

Una vez sembrado el inóculo por estría superficial en el Agar Citrato de Simmons inclinado, e incubado a 37°C por 24 horas, la reacción es positiva si presenta una coloración azul.

Luego de obtener número de 3 cifras (confirmados según resultados del IMVIC) se logra el valor de la tabla del NMP, para después calcular la población de E. coli.

Determinación de *Sthaphilococcus aureus*.

Para la numeración de estafilococos patógenos se han formulado un gran número de medios, los cuales difieren de su naturaleza de los agentes selectivos. Entre los principales están el Telurito de potasio, Cloruro de litio, Azida de sodio Glicina y Polimixina E.

Se incuba a 37°C por 24-48 horas. Si aparecen colonias pequeñas de color negro brillante rodeado de un halo transparente (la enzima lecitinasa ha digerido la lecitina del medio), estamos frente a un *Sthapylococcus* patógeno sospechoso o presuntivo.

Para confirmarlo se les practican las Pruebas de Patogenicidad a un número de colonias sospechosas igual a la raíz cuadrada del total de colonias sospechosas de la placa Petri respectiva ( en caso que el número total de colonias es mayor a 5), o a todas las colonias sospechosas si son 5 o menor de 5. Los límites de recuento son 20-200.

Medio de cultivo: El medio de cultivo en esta prueba es el Baird Parker.

Determinación de *Salmonella* sp.

La salmonella es una bacteria de forma bacilar y que está clasificada como una especie de la Familia de las Enterobacteriaceas.

La presencia de cualquier serotipo de *Salmonella* sp es potencialmente peligroso como fuente de enfermedad para el hombre, bien de modo directo por el consumo de estos alimentos o indirectamente mediante la contaminación secundaria de utensilios, de equipos para el tratamiento e industrialización de los alimentos o de otros alimentos.

Para la investigación y selección de *Salmonella* sp. Se siguen los siguientes pasos:

a. Pre enriquecimiento

Adicionar 25 g de muestra problema a 225 ml de caldo CASO. Incubar a 37°C por 24 horas. La prueba es positiva cuando se produzca turbidez del medio.

b. Enriquecimiento.

Tomar 01 ml de caldo CASO e inocular en un tubo que contiene Caldo Rappaport- Vassiliadis (RV), tomar 1 ml de caldo CASO e inocular en un



tubo que contiene Caldo Tetrionato (TT) . Incubar RV y TT. La prueba es positiva cuando se produce un precipitado en el fondo del tubo y una fase líquida superior turbia.

c. Selección.

De los medios de cultivo de enriquecimiento positivos sembrar en placas Petri conteniendo los medios de cultivo selectivos solidificados estériles por el método de siembra en estrías- agotamiento de superficie.

Los medios selectivos son Agar Bismuto Sulfito (BS), Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD) y el Agar Enterico Hektoen (HE).

Una vez sembrado se incuba a 37°C por 24 horas, al cabo de los cuales se aíslan las colonias. Para determinar la presencia o ausencia de Salmonella, bastan solo dos colonias de cada medio de Agar selectivo, para llevar a cabo con ellas la prueba de identificación.

d. Pruebas bioquímicas

Las colonias sospechosas se siembran por picadura profunda y estría superficial en el agar politrópico inclinado llamado TSI y LIA. Luego se incuba a 37 °C por 24 horas.

La Salmonellas son glucosa positiva, H<sub>2</sub>S positivos, Lactosa y sacarosa negativo. Además son gram negativos, comprobando estos resultados en el TSI. En el medio LIA descarboxilación de lisina, así como generalmente producen H<sub>2</sub>S.

Análisis sensorial.

Test de valoración.

Consiste en asignar valores a las características sensoriales. Estas se evalúan de manera independiente. Se comparan los resultados en base a los promedios. Si existiera diferencia se confirma con el ANVA y prueba de "F".

### **Test de Escala Hedónica.**

Se realiza utilizando una escala de 0 a 7 puntos.

1 = me disgusta mucho

2= me disgusta moderadamente

3= me disgusta levemente

4= no me gusta ni me disgusta

5 = me gusta levemente

6 = me gusta moderadamente

7 = me gusta mucho

### **Test de Aceptabilidad.**

Nos permite tener una indicación de la probable reacción del consumidor, frente a un nuevo producto o modificación de uno ya existente.

# **CAPÍTULO V**

## **RESULTADOS**

## RESULTADOS

Etapa I: Control de calidad de la materia prima: Carne de pollo (pechuga) y harina de kiwicha.

**CUADRO N°5.1  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE POLLO.**

MUESTRA	%HUMEDAD	%PROTEÍNA	%GRASA	%CARBOHIDRATOS	%CENIZAS
Carne de pollo	75,04	21,06	2,9	0,0	1,0

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.2  
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CARNE DE POLLO.**

MUESTRA	pH	%ACIDEZ TOTAL	TEMPERATURA °C	GRA
Carne de pollo	6,3	0,12	4	23,5

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N°5.3  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA CARNE DE POLLO.**

MUESTRA	Aerobios mesófilos (CFC)	Salmonella sp.
Carne de pollo	10 <sup>3</sup>	Ausencia

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.4**  
**ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE DE POLLO (PECHUGA)\* FRESCA.**

Característica	M1 <sup>2017</sup>	M2 <sup>2017</sup>
Textura	6,70	6,90
Olor	6,63	6,72
Sabor	6,74	6,77
Color	6,65	6,76
Apariencia	6,69	6,83
Aceptación general	6,81	6,85
Promedio	6,70	6,8

(\*) Escala hedónica: 7 puntos.

(\*\*) Resultados promedios

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.5**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE KIWICHA.**

MUESTRA	%HUMEDAD	% PROTEÍNA	% GRASA	% CARBOHIDRATOS	% CENIZAS
Harina de kiwicha	12,10	10,38	2,23	74,25	1,04

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.6**  
**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA DE KIWICHA**

Determinación	Nivel
Aerobios mesófilos ufc/g	10 <sup>2</sup>
Coliformes NMP / g	1
Escherichia Coli	1
Salmonella ufc/g	Ausencia
Levadura ufc/g	10 <sup>3</sup>
Mohos ufc/g	10 <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2017).

**Etapa II: Almacenamiento de la materia prima en refrigeración (4°C) y congelación (-20°C).**

**CUADRO N°5.7  
ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE LA CARNE DE POLLO EN REFRIGERACIÓN A 4°C**

<b>DÍAS</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>pH</b>	6,30	6,23	6,14	6,0
<b>Acidez total (% ácido láctico)</b>	0,120	0,127	0,129	0,217
<b>CRA (%)</b>	23,5	22,0	20,7	17,4

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.8  
ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE LA CARNE DE POLLO EN CONGELACIÓN  
A -20°C**

<b>DÍAS</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
<b>pH</b>	6,30	6,27	6,24	6,22
<b>Acidez total (% ácido láctico)</b>	0,120	0,123	0,125	0,126
<b>CRA (%)</b>	23,5	15,3	12,2	9,4

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.9  
ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE DE POLLO ALMACENADA EN  
REFRIGERACION A 4°C POR 6 DIAS.**

<b>Característica</b>	<b>M<sub>1</sub>**</b>	<b>M<sub>2</sub>**</b>
<b>Textura</b>	6,20	6,40
<b>Olor</b>	6,43	6,60
<b>Sabor</b>	6,30	6,50
<b>Color</b>	6,60	6,72
<b>Apariencia</b>	6,50	6,70
<b>Aceptación general</b>	6,50	6,80
<b>Promedio</b>	6,42	6,60

(\*) Escala hedónica: 7 puntos.

(\*\*) Resultados promedios

Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.10**  
**ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE DE POLLO EN CONGELACION**  
**A -20°C**

<b>Característica</b>	<b>M<sub>1</sub>**</b>	<b>M<sub>2</sub>**</b>
Textura	5,80	6,00
Olor	6,10	6,30
Sabor	6,00	6,20
Color	6,40	6,50
Apariencia	5,90	6,10
Aceptación general	6,00	6,20
Promedio	6,03	6,21

(\*) Escala hedónica: 7 puntos.

(\*\*) Resultados promedios

Fuente: Elaboración propia (2017).

**Etapa III: Elaboración de las hamburguesas con carne de pollo con inclusión de harina de kiwicha.**

- a) Se utilizó una fórmula base de elaboración de hamburguesas de pollo, y se procedió al proceso de producción según flujo de proceso establecido.

**CUADRO N° 5.11**  
**FORMULACIÓN BASE PARA LA ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS**  
**DE POLLO.**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Carne	60,3
Grasa	26,0
Agua	8,83
Sal	1,30
Azúcar	0,70
Enzima Transglutaminasa	0,23
Espicias	0,74
Almidón	1,90

Fuente: Elaboración propia (2017).

- b) Se realizó los ensayos con la inclusión de la harina de kiwicha utilizando como extensor, con niveles de 5%, 10%, 15% y 20% en referencia a la carne de pollo.

**CUADRO N° 5.12**  
**FORMULACIÓN BASE PARA LA ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS**  
**DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA.**

Ingredientes	Formulaciones				
	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
<b>Carne</b>	60,30	60,30	60,30	60,30	60,30
<b>Grasa</b>	26,00	21,00	16,00	11,00	6,00
<b>Harina de kiwicha</b>	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00
<b>Agua</b>	8,83	8,83	8,83	8,83	8,83
<b>Sal</b>	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
<b>Azúcar</b>	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
<b>Enzima Transglutaminasa</b>	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
<b>Ajos</b>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Orégano</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Pimienta</b>	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Curry</b>	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Almidón</b>	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90

Fuente: Elaboración propia (2017).

- c) Se determinó los parámetros de proceso en las diversas operaciones de elaboración de las hamburguesas.



**CUADRO N° 5.13**  
**PARAMETROS DE ELABORACIÓN DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO**  
**CON INCLUSION DE HARINA DE KIWICHA**

Parámetros (min)	Formulaciones				
	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
Molienda	3	3	3	3	3
Mezclado	4	3,8	3,5	3,2	3
Pesado -Formado	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8
Empanizado	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4
Cocción	4	3,8	3,6	3,3	3,5

F  
 Fuente: Elaboración propia (2017).

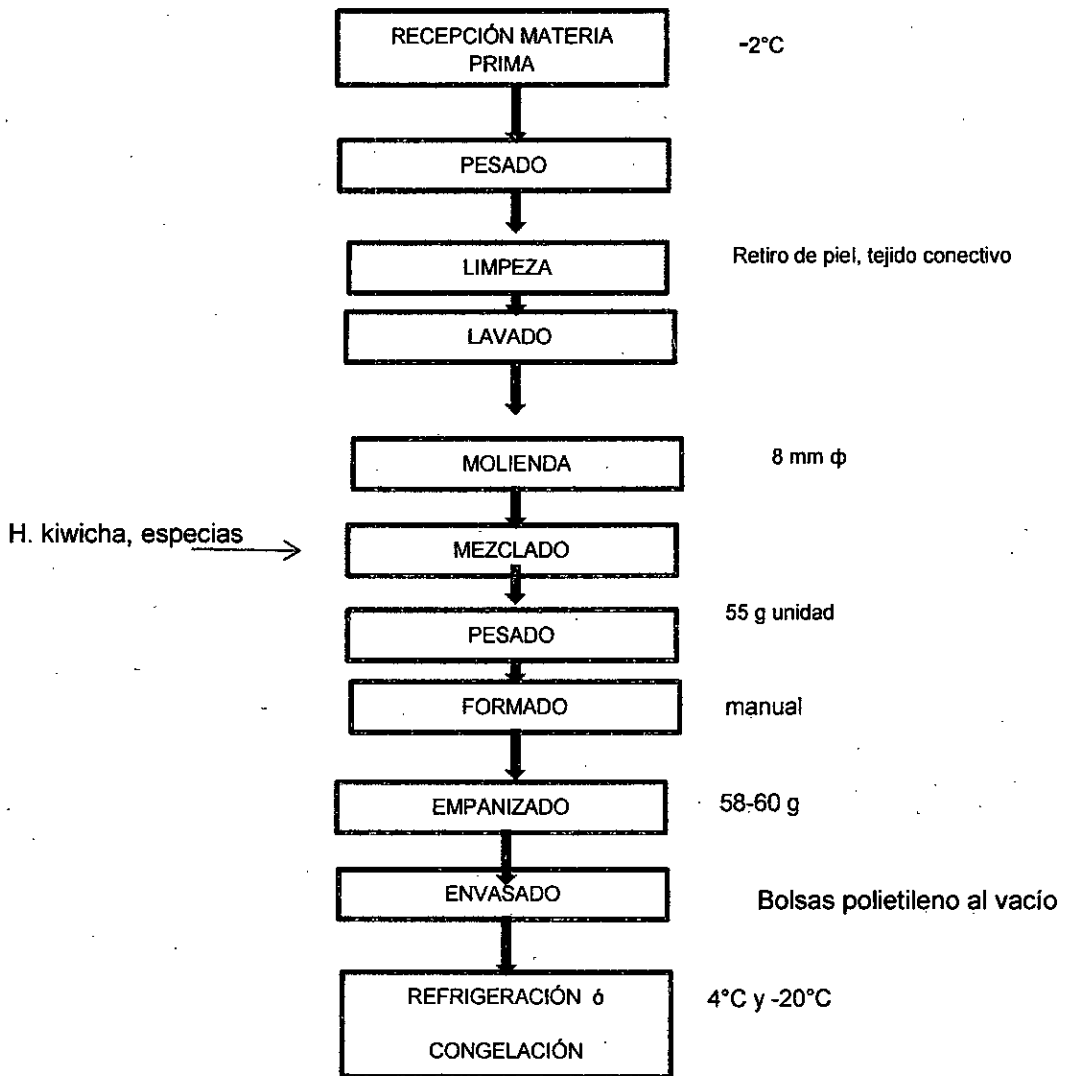
**CUADRO N° 5.14**  
**PARAMETROS DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSION**  
**DE HARINA DE KIWICHA**

Parámetros	Formulaciones				
	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
Peso hamburguesas frescas (g)	60	60	60	60	60
Peso hamburguesas congeladas (g)	59,94	59,97	59,96	59,98	59,88
Peso hamburguesas cocidas (g)	51,84	52,88	52,67	52,80	53,10
Diámetro hamburguesas congeladas (g)	9,15	9,19	9,16	9,14	9,17
Grosor hamburguesas frescas (cm)	0,80	0,82	0,82	0,83	0,85
Diámetro hamburguesas cocidas (cm)	9,03	9,07	9,05	9,03	9,07
Grosor hamburguesas cocidas (cm)	0,65	0,67	0,69	0,72	0,73

Fuente: Elaboración propia (2017).

- d) Se evaluó el producto final en sus características fisicoquímicas.

**FÍGURA N° 5.1**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA.**



Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.15**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON**  
**INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA**

MUESTRA	HUMEDAD %	PROTEINA %	GRASA %	CARB. %	CENIZAS %
CONTROL	54,17	12,70	27,72	1,72	0,61
H-5% KIWICHA	54,77	13,22	22,84	5,43	0,67
H-10% KIWICHA	55,37	13,74	17,96	9,14	0,72
H- 15% KIWICHA	55,97	14,26	13,07	12,86	0,77
H-20% KIWICHA	56,57	14,78	8,19	16,57	0,82

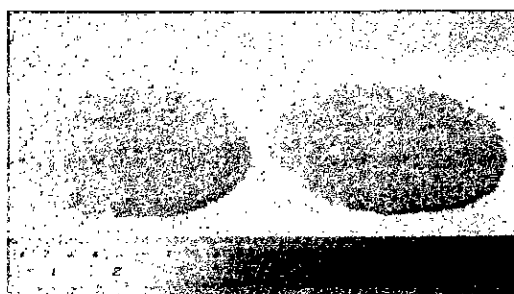
Fuente: Elaboración propia (2017).

**CUADRO N° 5.16**  
**PARÁMETROS DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSION**  
**DE HARINA DE KIWICHA PARA SU EVALUACIÓN SENSORIAL**

Parámetros	Formulaciones				
	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
% Rendimiento de cocción (RC)	86,48	88,17	87,84	88,02	88,67
% Reducción de diámetro (RD)	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10
% Reducción de la grasa (RG)	73,4	76,3	77,0	73,04	66,96
CRA hamburguesas cocidas	19,2	18,0	17,0	15,0	12,0

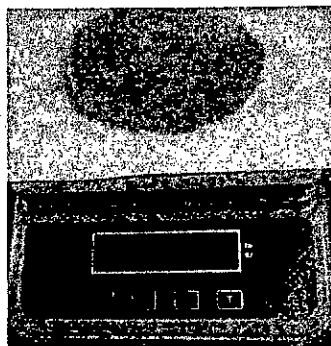
Fuente: Elaboración propia (2017).

**FIGURA N° 5.2**  
**HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA**  
**DE KIWICHA AL 10%.**



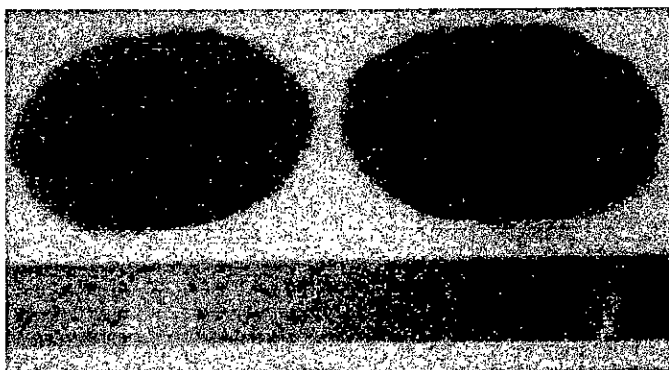
Fuente: Elaboración propia (2017).

**FÍGURA N° 5.3**  
**HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA**  
**DE KIWICHA AL 10%.**



Fuente: Elaboración propia (2017).

**FÍGURA N° 5.4**  
**HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA**  
**AL 10% COCIDAS.**



Fuente: Elaboración propia (2017).

**Etapas IV: Almacenamiento de las hamburguesas con carne de pollo envasadas en empaques flexibles al vacío.**

Se realizó los ensayos de determinación de vida útil tomando como parámetros de control fisicoquímicos: la pérdida de humedad, porcentaje de acidez y pH a la temperatura de almacenamiento.

Los ensayos se realizaron periódicamente cada 10 días durante un período de 60 días.

**CUADRO N° 5.17**  
**ALMACENAMIENTO A -20°C DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON**  
**INCLUSIÓN DE HARINA AL 10% DE KIWICHA ENVASADAS EN**  
**EMPAQUES FLEXIBLES AL VACIO.**

DIAS	0	5	10	20
pH	6,02	5,96	5,88	5,74
Acidez total (% ácido láctico)	0,136	0,14	0,15	0,18
CRA (%)	23,14	22,95	20,20	17,70

Fuente: Elaboración propia (2017).

**Etapas V: Evaluación microbiológica y sensorial de las hamburguesas con carne de pollo con inclusión de harina de kiwicha envasadas en bolsas de polietileno de alta densidad al vacío.**

**CUADRO N° 5.18**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE HAMBURGUESAS**  
**ALMACENADAS A -20°C CON 10% DE HARINA DE KIWICHA.**

Agente microbiano	Nivel
Aerobios mesófilos (30C)	10 <sup>3</sup>
Escherichia coli	30
Sthaphylococcus aureus	10
Salmonella sp.	Ausencia

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO N° 5.19**  
**ANÁLISIS SENSORIAL\* DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO CON**  
**INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA.**

Característica	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
Jugosidad	3,95	3,94	3,87	3,65	3,40
Terneza	4,62	4,22	3,90	3,50	3,21
Olor	4,05	4,12	4,20	4,00	4,22
Sabor	4,83	4,05	4,12	3,91	3,62
Color	3,91	3,86	3,88	3,74	3,68
Apariencia general	4,54	4,28	3,94	3,40	3,65
Total de Promedio	25,90	24,27	23,91	22,20	21,78

(\*) Puntaje: 0-5 puntos.

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO N° 5.20**  
**ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD DE LAS HAMBURGUESAS**  
**DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA**

Panelistas	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>
1	6	6	5	4	4
2	6	5	7	5	4
3	5	6	6	4	4
4	5	5	6	3	3
5	7	7	6	5	4
6	7	6	6	4	4
7	6	6	5	4	3
8	7	6	6	4	4
9	6	5	5	3	3
10	7	6	6	4	4
11	6	6	5	5	4
12	7	5	5	4	4
13	6	6	6	5	3
14	6	7	5	4	3
15	7	6	5	4	4
16	6	5	6	3	4
17	6	7	5	5	4
18	7	6	5	4	3
19	5	6	5	4	3
20	6	7	6	5	4
21	7	5	5	3	4
22	6	6	5	5	5
23	6	6	6	5	4
24	6	7	5	4	3
25	7	5	6	4	4
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>148</b>	<b>138</b>	<b>104</b>	<b>93</b>
<b>Promedio</b>	<b>6,24</b>	<b>5,92</b>	<b>5,52</b>	<b>4,16</b>	<b>3,72</b>

Fuente: Elaboración Propia (2017)

**CAPÍTULO VI**  
**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

Para la evaluación de la calidad y cantidad de inclusión de harina de kiwicha conjuntamente con la carne de pollo (pechuga), se realizó previamente en la primera etapa la caracterización físico química, reportándose que los resultados fueron de 21% de proteínas y 2,95% en grasa para la carne de pollo, con baja acidez, pH igual a 6,3 y CRA 23,5, que nos indican una carne en buena fresca bien conservada en frío. Asimismo el análisis microbiológico nos da resultados por debajo del límite permisible en carga microbiana respectiva.

Para el caso de la harina de kiwicha con 12.1% de humedad, 10.18% proteínas y 2,2% de grasa confirma su calidad nutritiva y óptima conservación, con reportes de análisis microbiológico por debajo del límite permisible.

La carne fresca conservada en refrigeración, tiende a variar sus parámetros físico químicos en pH, acidez y CRA, descendiendo ligeramente el pH, incremento de la acidez y ligero descenso del CRA. Si la carne no es afectada por presencia de microorganismos patógenos el descenso del pH se debe por el progresivo incremento del ácido láctico. Caso contrario el descenso sería rápidamente y dando lugar a una alta acidez, con características sensoriales anómalas.

Se observa que la carne de pollo en congelación la CRA, es la característica que más se afecta. La capacidad de retención de agua disminuye de manera pronunciada, probablemente también por la liberación de proteínas hidrosolubles, que en parte son responsables de la retención de agua. El CRA interviene en la textura de los productos cárnicos, en las hamburguesas su alto nivel las hace jugosas, las que también pueden participar en su retención son las enzimas transglutaminasas, de ahí su adición en la formulación.



Del proceso de elaboración de las hamburguesas con inclusión de harina de kiwicha, se observó que a mayor porcentaje en la formulación la cantidad de grasa disminuía aumentando ligeramente el contenido de agua, pero el contenido de proteína se incrementó de 12,70% a 14,78% con un 20% de harina de kiwicha. Asimismo el contenido graso disminuyó desde 27,72 a 8,9%. Indudablemente la característica sensorial de textura (jugosidad) y sabor es la más afectada por la disminución de la grasa. Es importante tener en cuenta que deben conjugarse la formulación, proceso y características sensoriales del producto para alcanzar una óptima aceptabilidad. Recomendándose una inclusión hasta el 10% con harina de kiwicha. Los parámetros del proceso de elaboración se ven afectados con adición mayor al 10% como son tiempo de mezclado, formado y cocción.

Las hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha representan de alto valor nutritivo por su incremento de nivel de proteínas y bajo contenido graso, constituyendo una alternativa para los consumidores que optan por productos cárnicos bajos en calorías. De otro lado el análisis microbiológico nos permite afirmar que se conservan en buen estado a temperatura de -20°C.

## **6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares**

**Encogimientos de diámetro y pérdida de peso** Las contracciones de diámetro y las pérdidas de peso de hamburguesas cocidas se presentan en habitualmente. Los grados de encogimientos oscilaron entre aproximadamente menores al 3% contrastando con autores que mencionan de 2-10%. Las hamburguesas se contrajeron durante la cocción debido a la desnaturalización de la proteína de la carne ya la pérdida de líquido (humedad y grasa). La adición de harina de kiwicha como extensor de proteínas no cárnicas puede redujo el encogimiento del diámetro y la pérdida de peso, lo que coincide con Gujral et al., 2002, Turhan et al., 2009.

Las pérdidas de peso en las hamburguesas con inclusión de harina de kiwicha oscilan entre aproximadamente entre 13 -14%, según Mansour y Khalil, 1997; Alakali et al., 2010, las pérdidas oscilan entre 5-25%. La pérdida de peso se produjo durante la cocción debido principalmente a la evaporación de la humedad y al goteo de la grasa derretida. Conforme se incrementa el porcentaje de harina de kiwicha existe menor pérdida de grasa.

**CAPÍTULO VII**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

1. La utilización de la carne de pollo con incorporación de harina de kiwicha en la elaboración de hamburguesas constituye una alternativa factible tecnológica y nutricional.
2. La inclusión de harina de kiwicha como extensor en la elaboración de hamburguesas es posible hasta un nivel del 10% sin producir cambios significativos en sus características sensoriales de textura, sabor, olor y aceptación por los panelistas.
3. La adición de harina de kiwicha en remplazo del contenido de grasa, propicia un mayor incremento en el contenido de proteínas y disminución del contenido graso.
4. Las pruebas físico químicas de las hamburguesas elaboradas, almacenadas en frío a congelación no se observó cambios significativos en el pH, porcentaje de acidez y capacidad de retención de agua.
5. Las hamburguesas elaboradas con diferentes niveles de harina de kiwicha, y posterior análisis sensorial se estableció que entre los porcentaje 0%, 5% y 10% no existe diferencia significativa en las características evaluadas. Asimismo entre 15% y 20% no hay diferencia significativa.
6. De acuerdo al análisis microbiológico realizado en las hamburguesas de pollo con inclusión de harina de kiwicha cumplen con los estándares de límites permisibles establecidos por la DIGESA.

## **CAPÍTULO VIII**

### **RECOMENDACIONES**

## **RECOMENDACIONES**

1. **Evaluar la incidencia de la granulometría y procesamiento de la harina de kiwicha en la inclusión de las hamburguesas de pollo.**
2. **Realizar estudios de incorporación de harina de kiwicha en embutidos escaldados: hot dogs.**
3. **Evaluar la acción de la enzima transglutaminasa en la elaboración de las hamburguesas de pollo.**

**CAPÍTULO IX**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ ALAN R. SAMS, (2001). Poultry Meat Processing. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C.
- ❖ BRESSANI R, GARCIA L. Protein fractions in Amaranth grain and their chemical characterization. J Agric Food Chem. 1990;38:1205-9.
- ❖ BRESSANI R. El amaranto, una planta que ofrece grandes posibilidades de utilización agroindustrial. Alimentos. 1993;18(1):61.
- ❖ COLLAZOS Y Col. La composición de los alimentos peruanos. 5ta Ed. Lima, Perú: Ministerio de Salud; 1975. 24. Singhal R, Kulkarni P. Review: Amaranths, an underutilized resource. Int J Food Sci Technol. 1998;23:125-9.
- ❖ DUARTE A, JOLK L, CARLSSON R. Aminoacid composition of some Amaranthus sp grain proteins and of its fractions. Arch Latinoam Nutr. 1986;36:466-76.
- ❖ ESPINOZA E. Caracterización bioquímica de las proteínas de *Tropaeolum tuberosum*. Tesis para optar el grado de Magíster. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 1998.
- ❖ FLORES H. TEUTONICO R. III.5 Amaranths (*Amaranthus* spp): Potencial grain and vegetable crops. En: Bajai PS, Ed. Biotechnology in agriculture and forestry. Berlin: SpringerVerlag; 1986. p. 568-78.
- ❖ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Rome: FAO, 1970 (Nutritional Studies N° 24).
- ❖ FOOD AND NUTRITION BOARD. Recommended dietary allowances, 9th ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council; 1980.
- ❖ FUENTES LÓPEZ A. (2015), "Evaluación de la vida útil de hamburguesas elaboradas a base de pescado y algas". Tesis. Universidad Politécnica de Valencia. España.



- ❖ GARCÍA, OSCAR; RUIZ-RAMÍREZ, JORGE; ACEVEDO, IRIA (2012), "Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor".
- ❖ MARTÍNEZ N, AÑÓN C. Composition and structural characterization of Amaranth proteins isolates. An electrophoretic and calorimetric study. *J Agric Food Chem.* 1996;44:2523-30.
- ❖ MONA A. IBRAHIM Y OTROS (2011), "Producción de hamburguesas funcionales de bajo contenido de grasa de pollo". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12): 3149-3154, 2011
- ❖ NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. Washington, DC: National Academy Press; 1984.
- ❖ NIETO PLÚAS, AILYN (2016) "Influencia del uso de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en hamburguesas de pollo". Tesis. Ingeniería Industrial. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
- ❖ RAMADHAN, K., HUDA Y AHMAD, R. (2011), "Características fisicoquímicas y propiedades sensoriales de algunas hamburguesas comerciales de pollo de Malasia", *International Food Research Journal* 18(4): 1349-1357.
- ❖ SOHER E. ALY Y OTROS (2013). Characterization and microbiological quality of low-fat chicken burger containing defatted peanut flour. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(11): 5599-5608.
- ❖ TEUTONICO R, KNOOR D. Amaranth: Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technology.* 1985;39(4):49-61.

# **CAPÍTULO X**

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 10.1**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA: TÍTULO: "ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS DE POLLO CON INCLUSIÓN DE HARINA DE KIWICHA COMO EXTENSOR ENVASADAS EN EMPAQUES FLEXIBLES AL VACÍO"**

<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
¿Es factible establecer si, el proceso de elaboración y calidad de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de la harina de kiwicha?	Evaluar el efecto de la adición de la harina de kiwicha como extensor en la elaboración de hamburguesas de pollo envasadas en empaques flexibles al vacío.	El proceso de elaboración y calidad de las hamburguesas con carne de pollo dependen de la inclusión de la cantidad y calidad de la harina de kiwicha.	Calidad físico químico y sensorial de las hamburguesas de pollo.  Parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas.	Contenido de humedad.  Temperatura pH, acidez, rendimiento	Porcentaje de harina de kiwicha: - 5% de harina de kiwicha - 10% de harina de kiwicha - 15% de harina de kiwicha - 20% de harina de kiwicha	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Alcance:</b> Descriptivo Correlacional  <b>Diseño:</b> Experimental  <b>Grupos:</b> Control Experimental  <b>Tratamientos:</b> Control Experimental  <b>Técnicas de recolección de datos:</b> A través de análisis: Físico químico Microbiológico Sensorial.  <b>Población:</b> 50 kg  <b>Muestra:</b> 10 kg
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿Será posible determinar si, las características físico químicas y nutricionales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?	Determinar si, las características físico químicas y nutricionales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje más adecuado de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.	H1: Las características físico químicas de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha. H2: Los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha.	Cantidad y calidad de harina de kiwicha	Contenido de humedad.  Temperatura pH, acidez, rendimiento  Medida de las características textura, sabor		
¿Será factible evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?	Evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.	H3: Las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen de la cantidad y calidad de inclusión de la harina de kiwicha.				
¿Será razonable determinar si, las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha?	Determinar si, las características microbiológicas y sensoriales de las hamburguesas de pollo dependen del porcentaje de inclusión y calidad de la harina de kiwicha.					