



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACIÓN**

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias

Alimentarias Y Acuicultura

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE MADURACIÓN DE CARNES  
DE CERDO Y VACUNO DURANTE EL PROCESO DE REFRIGERACIÓN**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Alimentario

**AUTORA**

Guerra Hidalgo, Mayori Carla

**ASESOR**

Ing. Candela Díaz, José Eduardo

**JURADO**

Dr. Moreno Garro, Victor Raul

Mg. Aldave Palacios, Gladis Josefina

Ing. Blas Ramos, Walter Eduardo

Dr. Marin Machuca, Olegario

Lima- Perú

**2019**

## DEDICATORIA

### *A Dios:*

Por Haberme permitido llegar a este momento tan especial, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

### *A mis padres:*

Que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar todas mis metas.

### *A mi hermano:*

Por ser la alegría de mi vida y por compartir todos los momentos a mi lado, este logro también es para ti.

### *A mi asesor:*

Por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de este documento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción y formulación del problema .....	5
1.1.1. Descripción y formulación del problema general .....	5
1.1.2. Descripción y formulación del problema específico.....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo General .....	12
1.3.2. Objetivo Específico.....	12
1.4. Justificación .....	12
1.5. Hipótesis .....	12
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Bases Teóricas sobre el tema de investigación .....</b>	<b>13</b>
2.2. Características generales de las carnes .....	17
2.3. Maduración de la carne.....	23
2.4. Maduración de la carne de cerdo y vacuno .....	24
2.5. Capacidad de retención de agua .....	24
2.6. Emulsificación de la carne.....	26

2.7.	Aditivos añadidos a la carne.....	26
2.8.	Identificación de una temperatura correcta en carnes .....	27
2.9.	Consideraciones importantes en la carne.....	28
2.10.	La calidad de carnes en supermercados .....	29
2.11.	Consumo mundial de carne.....	32
2.12.	Consumo de carnes en el Perú .....	32
2.13.	Estimación de la vida de anaquel de la carne .....	33
2.14.	Vida de anaquel de la carne .....	35
2.15.	Conservación de la carne .....	38
2.16.	Las características iniciales de la carne, dictan la vida de anaquel.....	45
2.17.	Defectos de calidad en la carne.....	48
2.18.	La rancidez en la carne (Oxidación de lípidos). .....	53
<b>III.</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>55</b>
3.1.	Tipo de investigación.....	55
3.3.	Variables.....	55
3.3.1.	Variables independientes .....	55
3.3.2.	Variables dependientes. ....	55
3.3.3.	Constantes. ....	56
3.4.	Población y Muestra .....	56
3.5.	Instrumentos .....	56

3.5.1. Materiales.....	56
3.5.2. Equipos. ....	56
3.5.3. Método de Análisis .....	57
3.6. Procedimientos .....	57
3.7. Análisis de datos.....	59
3.7.1. Metodología. ....	59
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
4.1. Datos del tiempo de maduración $Z_t$ para la carne de Vacuno.....	61
4.2. Datos del tiempo de maduración $Z_t$ para la carne de Cerdo. ....	62
4.3. Análisis estadístico de datos. ....	68
4.4. Cálculo de la reducción de pérdidas. ....	69
<b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>73</b>
<b>VIII. REFERENCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

Tabla 1. Temperaturas de congelación (crioscópicas) para algunos productos .....	17
Tabla 2. Tratamientos necesarios para ejecutar la investigación planteada .....	58
Tabla 3. Tiempo de maduración Zt, en días, para 3 kilogramos .....	61
Tabla 4. Tiempo de maduración Zt, en días, para 5 kilogramos .....	61
Tabla 5. Tiempo de maduración Zt, en días, para 7 kilogramos .....	62
Tabla 6. Tiempo de maduración Zt, en días, para 3 kilogramos .....	62
Tabla 7. Tiempo de maduración Zt, en días, para 5 kilogramos .....	63
Tabla 8. Tiempo de maduración Zt, en días, para 7 kilogramos .....	63
Tabla 9. Resumen de tiempo de maduración Zt, en días, para la carne de cerdo .....	64
Tabla 10. Resumen de tiempo de maduración Zt, en días, para la carne de vacuno .....	64
Tabla 11. Datos del tiempo de maduración promedio Zt, en días, para la carne de cerdo, según la temperatura (°C) .....	65
Tabla 12. Datos del tiempo de maduración promedio Zt, en días, para la carne de vacuno, según la temperatura (°C) .....	65
Tabla 13. Datos comparativos de pérdidas (en %) de un antes y después para la carne de cerdo .....	70
Tabla 14. Datos comparativos de pérdidas (en %) de un antes y después para la carne de vacuno .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Carne de cerdo en anaquel refrigerado. ....	34
<b>Figura 2.</b> Tecnología en la comercialización de carne fresca .....	38
<b>Figura 3.</b> Carne de pollo vendida en condiciones desfavorables para preservar su calidad y prolongar vida de anaquel. Pone en riesgo la salud de los consumidores.....	43
<b>Figura 4.</b> Carnes DFD (arriba) vs carne normal (abajo) .....	49
<b>Figura 5.</b> Carne PSE (izq.) vs carne normal (der.).....	50
<b>Figura 6.</b> Un adecuado almacenamiento, reducirá el riesgo de las reacciones de oxidación de la grasa en cortes con elevado contenido de grasa intramuscular. ....	53
<b>Figura 7.</b> Representación de los datos (tabla 9), del tiempo de maduración, $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento. ....	66
<b>Figura 8.</b> Representación de los datos (tabla 10), del tiempo de maduración, $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento. ....	66
<b>Figura 9.</b> Representación de los datos (tabla 11), del tiempo de maduración promedio, $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento. ....	67
<b>Figura 10.</b> Representación de los datos (tabla 12), del tiempo de maduración promedio, $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento. ....	67
.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>





## RESUMEN

Se ha evaluado el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (días) en función de la temperatura de depósito, ( $^{\circ}\text{C}$ ), de las carnes de cerdo y vacuno para presentaciones de 3, 5 y 7 kilogramos. Los valores del tiempo de maduración para la carne de cerdo resultó ser menor que la correspondiente para carne de vacuno, valores visualizados en las tablas 9 y 10; respectivamente. El tiempo de maduración promedio para las carnes de cerdo y vacuno también se encuentran registradas en las tablas 11 y 12. Las representaciones del tiempo de maduración  $Z_t$ , (días), en función de la temperatura de depósito, ( $^{\circ}\text{C}$ ), para las carnes de cerdo y vacuno se muestran en las figuras 9 y 10.

La validez del comportamiento experimental fue evaluada estadísticamente con la prueba de *hipótesis para medias*, usando *t student*, la que resultó con diferencia no significativa a un nivel de confianza del 5%, con valores cercanos a 0 (cero) (-0,0044 y -0,0033), aceptándose, por lo tanto, la hipótesis principal, de que no hay diferencia significativa entre la teoría y la experimentación.

Las pérdidas por congelación y descongelación en las carnes de cerdo y vacuno según el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (días) en función de la temperatura de depósito, ( $^{\circ}\text{C}$ ), fueron reducidas del 14,8% a 9,2% (5,6% menos) para la carne de cerdo y de 15,3 % a 7,8 % (7,5 % menos) para carne de vacuno. El propósito fue de determinar el tiempo óptimo de maduración de carnes de cerdo y vacuno durante el proceso de refrigeración.

**Palabras clave:** tiempo de maduración, temperatura de depósito, carnes de cerdo y vacuno, pérdidas por refrigeración y descongelación.

## ABSTRACT

The ripening time,  $Z_t$ , (days) has been evaluated in terms of the storage temperature, ( $^{\circ}\text{C}$ ), of pork and beef meat for presentations of 3, 5 and 7 kilograms. The values of the ripening time for pork turned out to be lower than that corresponding to beef, values shown in tables 9 and 10; respectively. The average ripening time for pork and beef canines is also recorded in tables 11 and 12. The representations of the ripening time  $Z_t$ , (days), depending on the storage temperature, ( $^{\circ}\text{C}$ ), for the Pork and beef meats are shown in figures 9 and 10.

The validity of the experimental behavior was evaluated statistically with the test of hypothesis for means, using t student, which resulted with non-significant difference at a confidence level of 5%, with values close to 0 (zero) (-0.0044 and -0.0033), accepting, therefore, the main hypothesis, that there is no significant difference between theory and experimentation.

The freezing and thawing losses in pork and beef according to the ripening time,  $Z_t$ , (days) as a function of the storage temperature, ( $^{\circ}\text{C}$ ), were reduced from 14.8% to 9.2% (5.6% less) for pork and from 15.3% to 7.8% (7.5% less) for beef. The purpose was to determine the optimal maturation time of pork and beef during cooling process.

**Key words:** ripening time, storage temperature, pork and beef meat, losses due to cooling and thawing.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchas décadas se vienen realizando en todo el mundo estudios sobre la idoneidad de la especie y clase de materias primas animales para ser refrigeradas y congeladas.

Los resultados de las investigaciones en cuestión indican que las propiedades derivadas de la clase en particular de las materias primas vegetales ejercen en algunos casos decisiva influencia sobre la calidad de los productos refrigerados y congelados.

La influencia de los factores ecológicos y de técnica agraria sobre la idoneidad para la refrigeración y congelación de materias primas como carnes y vegetales puede comprobarse en el ejemplo de las espinacas, donde el cultivo de espinacas en suelos arenosos aumenta el grado de suciedad mineral; temperaturas medias elevadas durante la fase vegetativa reducen el contenido vitamínico; el exceso de abonos nitrogenados aumenta la cantidad de nitrato formado en las hojas, el empleo de herbicidas requiere observar plazos de respeto, el cosechado mecanizado de la materia prima vegetal origina por lo regular mayores pérdidas y deterioros que el efectuado manualmente (Gruda, 1999).

Según Mafart (2004) sostiene que los fundamentos teóricos del proceso de congelación, que cursan en los productos dependen en una buena medida de su temperatura, una propiedad fundamental de la materia, es el movimiento de sus moléculas, donde la intensidad de este movimiento viene determinada por la temperatura y por el estado de agregación del cuerpo.

Según Gruda (1999) menciona que en el grado de movilidad de las moléculas influye la frecuencia de los choques, lo que a su vez ejerce influencia sobre la intensidad de los procesos físico-químicos que discurren en un cuerpo dado y modifica las propiedades iniciales del cuerpo en cuestión y a su vez la magnitud indicativa de la merma de valor de los alimentos es una cantidad

de productos que se originan como resultado de estos procesos y esto es extraordinariamente complicado, ya que el número de productos generados es muy grande.

Cuando el animal es sacrificado, el músculo deja de recibir irrigación sanguínea y comienzan una serie de cambios que van a convertirlo en carne, donde la intensidad de estos cambios puede comprobarse siguiendo la evolución de su pH, que comenzará a descender desde un valor algo superior a 7 hasta aquel que sea su valor final (Madrid, *et. al.* 2003). El pH final alcanzado por la carne regula toda una serie de características de la misma (color, textura, jugosidad, sabor y crecimiento microbiano). Una carne con un pH alto (por ejemplo: 6,8) es oscura y tiene poca conservación ya que el pH alto favorecerá el crecimiento bacteriano.

Si el pH disminuye muy rápido, mientras la res aún está caliente, no se consigue la desnaturalización de las proteínas con lo que los músculos disminuyen notablemente su capacidad de retención de agua, dando lugar a una carne pálida, blanda y exudativa (Pierre, 2011).

Según Gruda (1999) menciona que, además del grado de movilidad de las moléculas de las carnes de vacuno y cerdo, el tiempo de maduración de dichas carnes es un tiempo de depósito que deben tener dichas carnes para que lleguen a una mejor calidad biológica, proteica y nutricional a temperaturas de refrigeración y congelación, y que, en dicho tiempo de maduración ( o plazo de depósito) ocurren múltiples alteraciones favorables y desfavorables para la calidad de dichas carnes, en la cual el frío está orientado, fundamentalmente, para relentizar las desfavorables y acelerar las favorables.

## **1.1.Descripción y formulación del problema**

### **1.1.1. Descripción y formulación del problema general**

Uno de los métodos de conservación de carnes es emplear bajas temperaturas. ¿Por lo tanto, la optimización del tiempo de maduración de carne de cerdo y vacuno durante el proceso de refrigeración será el problema principal a resolver? ¿El descenso de la temperatura disminuirá la velocidad de las reacciones bioquímicas que producen la maduración de la carne?

### **1.1.2. Descripción y formulación del problema específico**

Uno de los problemas más frecuentes que se presentan en las carnes de vacuno y cerdo es el tiempo de maduración, tiempo necesario para que dichas carnes se puedan consumir en óptimas condiciones de calidad y de valor biológico. ¿Dicha problemática estará en función de la forma del producto, peso y tipo de carne a refrigerar y congelar? ¿Estos factores influyen de manera decisiva en el tiempo de congelación y posterior almacenamiento en cámaras a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? A esto se suman problemas colaterales como reducidas capacidades de conservación, cambios notorios en las características sensoriales de calidad y de valor nutritivo, altos costos, presencia de acciones nocivas para la salud, pérdidas de masa innecesarias de hasta 30%; entre otras.

Sucintamente, el problema específico radica en determinar el tiempo de maduración de las carnes de cerdo y vacuno, que a su vez influye en el proceso de refrigeración y congelación, en la calidad y capacidad de conservación.

## 1.2. Antecedentes

La carne es el tejido animal, principalmente muscular, que se consume como alimento, que a su vez se trata de una clasificación coloquial y comercial que sólo se aplica a animales terrestres normalmente vertebrados: mamíferos, aves y reptiles; y que a su vez desde el punto de vista nutricional, la carne es una fuente habitual de proteínas, grasas y minerales en la dieta humana (Pierre, 2011).

Anderson M. E. (2009) menciona que en general se acepta que un descenso de temperatura de 10 °C reduce la velocidad de reacción a la mitad, teniendo en cuenta que en un principio se lograban las bajas temperaturas mediante el uso de hielo. Este hielo se fundía en una cámara aislada que contenía también los alimentos a refrigerar.

En la refrigeración y congelación, el frío se produce mediante sistemas industriales de refrigeración mecánica; y en estos sistemas, el calor se transmite desde la cámara de refrigeración hasta una zona en la que puede eliminarse más fácilmente, ocurriendo que la transferencia de calor se realiza mediante un agente refrigerante que, al igual que el agua en los sistemas antiguos, cambia de estado, de líquido a vapor (Gruda, 1999).

Según Sanguinetti (2008) menciona que el objeto de las máquinas frigoríficas es hacer circular un fluido que denominamos refrigerante para que actúe sobre la sustancia a la cual queremos alterar sus propiedades físicas, químicas, biológicas o un conjunto de estas propiedades. Las aplicaciones de la refrigeración y congelación de los alimentos se pueden dividir de la siguiente manera:

- a) Acción del frío sobre las propiedades físicas.

- b) Acción del frío sobre las propiedades químicas (las modificaciones químicas de los líquidos, reduciendo la actividad de los líquidos; así como reduciendo la actividad química de los gases).
- c) Acción biológica (es el efecto más importante y que ha hecho indispensable la refrigeración en la vida moderna de la conservación, donde las sustancias orgánicas son los componentes principales de nuestros alimentos).

Según Rapin (1998) menciona que se ha observado que, dentro de ciertos límites, para una serie de fenómenos y procesos fisiológicos, químicos y bioquímicos, el factor de calidad  $Q_{10}$  toma un valor igual a 2, lo que quiere decir que la velocidad de las reacciones consideradas se ve duplicada por cada 10 °C de descenso de la temperatura del producto.

Según Pierre, (2011) sostiene que la mayoría de los alimentos poseen grandes cantidades de agua disponible tanto para las reacciones químicas como para permitir el crecimiento de microorganismos. El paso al estado sólido de esta agua líquida, por reducción de su temperatura representa otra posibilidad en la consecución de la estabilidad del alimento, aunque la congelación del agua puede generar una serie de problemas y cambios en la condición o la calidad del producto original (Gruda, 1999).

Según Morsell (2013) menciona que la respiración es el proceso principal que transforma las reservas acumuladas en energía, y que actividad se manifiesta por la emisión de calor, de anhídrido carbónico y de vapor de agua, que se obtienen principalmente de la demolición de los azúcares en presencia del oxígeno, indicando a su vez que el comportamiento de las distintas especies de frutas y hortalizas es muy variable en lo que respecta a la intensidad respiratoria, pero en todas ellas el denominador común es la gran influencia de la temperatura sobre la intensidad respiratoria, sobre

todo cuando más baja sea la temperatura más reducido resulta este proceso vital, y en consecuencia, con más lentitud se producen los fenómenos de la maduración y de la senescencia.

En la transpiración la permanencia de frutas, hortalizas y varios tipos de carnes a temperatura de ambiente después de haber sido recolectadas y obtenidas, y haberse así interrumpido la absorción de agua a través de la planta, facilita la transpiración y en consecuencia la pérdida de agua en estado vapor, con la consiguiente pérdida de peso, donde la pérdida de agua es el resultado de la migración del vapor de agua de los espacios intercelulares, que están saturados hacia el ambiente en el que se ha depositado el producto a causa de la diferencia de presión de vapor entre los medios (en el ambiente la humedad relativa difícilmente superará el 50-60 %) (Madrid, *et al.*, 2003).

Según Madrid, *et al.* (2013), la carne se suele analizar para indicar niveles de frescura o determinar si está rancia, con *tests* que indican el valor de peróxidos y de ácido thiobarbitúrico (denominado como *test de número TBA*); que a su vez se miden el estado oxidativo de la grasa rancia, mientras que las pruebas que averiguan los niveles de ácidos grasos miden el estado de hidrólisis de la grasa rancia. Las carnes suelen tener un rango de contenido graso que varía desde un 1 % hasta un 15 %, generalmente almacenada en el tejido adiposo.

La mayor parte del contenido de la carne es de origen proteico, generalmente colágeno o elastina. El colágeno se rompe en gelatina cuando se cocina al calor en ambientes húmedos; por otra parte, la elastina se mantiene inalterada al ser cocinada. El contenido proteico se reparte entre la actina y la miosina, ambas responsables de las contracciones musculares (Morsell, 2013).



La carne tiene una composición química bastante compleja y variable en función de un gran número de factores tanto extrínsecos como intrínsecos; pero el conocimiento detallado de su composición y la manera en que estos componentes se ven afectados por las condiciones de manipulación, procesamiento en frío y almacenamiento determinarán finalmente su valor nutricional, la durabilidad y el grado de aceptación por parte del consumidor, y químicamente, tanto la carne fresca como aquella procesada industrialmente, se caracterizan realizando análisis de contenido microbiano y con la medida de atributos físicos como la textura y el color, los constituyentes principales de la humedad, el nivel de proteínas con respecto a la grasa y las cenizas (material inorgánico); y en caso de carnes crudas de abasto, se realizan otras medidas como el pH y el color, y ambas a su vez constituyen indicadores de la calidad de la carne (Morsell, 2013), y a su vez la pérdida de peso genera, como consecuencia directa, un perjuicio económico, que se verá agravado por la deshidratación superficial que conducirá en casos agudos a decoloraciones que deteriorarán el aspecto de los tejidos disminuyendo su valor comercial.

Tiempo de depósito de alimentos congelados y refrigerados. Según Gruda (1999) menciona que la duración de la maduración de la carne depende de la temperatura de depósito, así como de la especie, sexo, edad y de las características individuales del animal, como el grado de cebamiento y estado fisiológico inmediatamente anterior al sacrificio. En la siguiente fórmula se expresa la dependencia del tiempo de maduración de la carne en función de la temperatura ambiente, que según *Kuprianoff* mencionado por Gruda (1999) se expresa con bastante exactitud en la siguiente forma:

$$\log Z_T = 0,0515 (23,5 - T) \quad \dots (1)$$

$$\circ Z_T = 10^{0,0515(23,5-T)} \quad \dots (2)$$

Dónde:

$Z_T$  = Tiempo o plazo de maduración, en meses o días.

$t$  = Temperatura, en °C.

En la zona de temperatura entre 0 y + 2 °C, el tiempo de maduración de la carne de cerdo es de 2 a 3 días, de 3 a 4 días en la carne de ternera y ovino, y de 10 a 14 días en la carne de vaca, y que, con temperaturas superiores, este proceso discurre de forma análoga, pero consecuentemente acelerado (Gruda, 1999).

Según Madrid, *et. al.* (2003) menciona que la idoneidad de las materias primas para ser congeladas viene determinada por varios factores y que las características de calidad de orden genético de las materias primas (especie y clase) se ven influidas además por circunstancias ecológicas (luz, temperatura, precipitaciones, tipo de suelo) y por los métodos agrícolas puestos en práctica (riego, separación, entre las plantas, lechas de siembra y recolección, técnica de la recogida de las cosechas, clase, calidad y momento en que se aplican los abonos, empleo de productos estimulantes del crecimiento, herbicidas, etc.).

Desde hace muchas décadas se vienen realizando en todo el mundo estudios sobre la idoneidad de la especie y clase de materias primas vegetales para ser congeladas (Gruda, 1999).

Los resultados de las investigaciones en cuestión indican que las propiedades derivadas de la clase en particular de las materias primas vegetales ejercen en algunos casos decisiva influencia sobre la calidad de los productos congelados. En otras ocasiones, por contra, dicha influencia resulta relativamente insignificante o incluso inexistente (Madrid, *et al*, 2003).

Según Gruda (1999) menciona que en las judías verdes congeladas se ha determinado una influencia de la clase sobre la calidad del producto congelado, y en el momento óptimo del cosechado está en una fase de maduración en la cual las vainas se hallan todavía en una etapa de

crecimiento intensivo, en la cual acontecen en ellas cambios esenciales de la composición química y de las propiedades físicas, además menciona que las dificultades con que se tropiezan en la conservación por congelación de judías verdes de alta calidad obedecen a una sobre maduración de la materia prima a tratar.

La influencia de los factores ecológicos y de técnica agraria sobre la idoneidad para la congelación de materias primas como carnes y vegetales puede comprobarse en el ejemplo de las espinacas, donde el cultivo de espinacas en suelos arenosos aumenta el grado de suciedad mineral; temperaturas medias elevadas durante la fase vegetativa reducen el contenido vitamínico; el exceso de abonos nitrogenados aumenta la cantidad de nitrato formado en las hojas, el empleo de herbicidas requiere observar plazos de respeto, el cosechado mecanizado de la materia prima vegetal origina por lo regular mayores pérdidas y deterioros que el efectuado manualmente (Gruda, 1999).

Según Mafart (2004) sostiene que los fundamentos teóricos del proceso de congelación, que cursan en los productos dependen en una buena medida de su temperatura, una propiedad fundamental de la materia, es el movimiento de sus moléculas, donde la intensidad de este movimiento viene determinada por la temperatura y por el estado de agregación del cuerpo.

Según Gruda (1999) menciona que en el grado de movilidad de las moléculas influye la frecuencia de los choques, lo que a su vez ejerce influencia sobre la intensidad de los procesos físico-químicos que discurren en un cuerpo dado y modifica las propiedades iniciales del cuerpo en cuestión y a su vez la magnitud indicativa de la merma de valor de los alimentos es una cantidad de productos que se originan como resultado de estos procesos y esto es extraordinariamente complicado, ya que el número de productos generados es muy grande.

### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Optimizar del tiempo de maduración de las carnes de cerdo y vacuno, en tres presentaciones durante el proceso de refrigeración y evaluar las reducciones de las pérdidas.

#### **1.3.2. Objetivo Específico**

Determinar y evaluar el tiempo de maduración de las carnes de cerdo y vacuno para las presentaciones en masas de 3kg, 5 kg y 7 kg; respectivamente. Además, de reducir considerablemente las pérdidas de masa hasta por lo menos 15 % o menos.

### **1.4.Justificación**

El conocimiento puntual y específico del tiempo de maduración en las carnes refrigeradas y congeladas de cerdo y vacuno, hará que estos alimentos conservados no sufran deterioro físico y bacteriano; maximizando de forma considerable la calidad nutricional de dichas carnes y por lo tanto una mejor presentación de dichos productos hacia el consumidor.

Al determinar y evaluar, adecuadamente, el tiempo de maduración de dichos productos, para diferentes formas, masas y tipos de carnes; los problemas de deterioro por diversas causas se minimizarán, contribuyendo de forma puntual en la calidad y aceptación de los productos terminados.

### **1.5.Hipótesis**

Es factible determinar y evaluar el tiempo de maduración óptimo de las carnes de cerdo y vacuno, en sus tres presentaciones, durante el proceso de refrigeración, será de gran aporte en los factores biológicos de las carnes mencionadas.

Con el método planteado se reduce las pérdidas, que influirá de manera considerable en la industria del refrigerado de las carnes mencionadas.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1.Bases Teóricas sobre el tema de investigación**

#### **Definición de conceptos.**

*Funcionamiento de la máquina frigorífica de compresión de vapor.* El funcionamiento de la máquina frigorífica de compresión de un vapor se basa en el hecho de que una sustancia en estado líquido necesita tomar calor de su entorno para vaporizarse. Si se hace circular un fluido líquido, capaz de vaporizarse a una temperatura dada por un cambiador de calor, tomará calor del medio que le rodea para vaporizarse, consiguiéndose así la reducción de la temperatura de dicho medio (Morsell, 2013). El fluido empleado se denomina refrigerante y el cambiador de calor evaporador, aunque debería llamarse, con más propiedad, vaporizador. La temperatura de vaporización del refrigerante se elige varios grados por debajo de aquella a la que deba mantenerse el recinto o el producto a enfriar. Después de este proceso, el refrigerante vaporizado se encontrará cargado con una cierta cantidad de calor, por lo que para que se pueda continuar extrayendo calor del medio a enfriar será necesaria la existencia de un flujo continuo de refrigerante que no esté cargado de calor, o lo que es lo mismo en estado líquido (Gruda, 1999).

*Carnes.* Cuando el animal es sacrificado, el músculo deja de recibir irrigación sanguínea y comienzan una serie de cambios que van a convertirlo en carne, donde la intensidad de estos cambios puede comprobarse siguiendo la evolución de su pH, que comenzará a descender desde un valor algo superior a 7 hasta aquel que sea su valor final (Madrid, *et al.*, 2003). El pH final alcanzado por la carne regula toda una serie de características de la misma (color, textura,

jugosidad, sabor y crecimiento microbiano). Una carne con un pH alto (por ejemplo: 6,8) es oscura y tiene poca conservación ya que el pH alto favorecerá el crecimiento bacteriano.

Si el pH disminuye muy rápido, mientras la res aún está caliente, no se consigue la desnaturalización de las proteínas con lo que los músculos disminuyen notablemente su capacidad de retención de agua, dando lugar a una carne pálida, blanda y exudativa (Pierre, 2011).

**Modificaciones físicas durante la refrigeración.** Las carnes durante su enfriamiento transfieren al medio que las rodea calor y vapor de agua. Las reses, que se encuentran inicialmente a una temperatura de 38 °C, suelen experimentar un aumento de 1°C a 2°C durante los primeros 30 minutos después del sacrificio por efecto de todos los procesos que tienen lugar en el músculo. Por lo tanto, incluso a temperatura de ambiente, la carne comenzará a enfriarse. Paralelamente se producirá un proceso de vaporización del agua de constitución que originará dos efectos perjudiciales (Pierre, 2011):

- Pérdida de peso.
- Deshidratación superficial

La pérdida de peso genera, como consecuencia directa, un perjuicio económico, que se verá agravado por la deshidratación superficial que conducirá en casos agudos a decoloraciones que deteriorarán el aspecto de los tejidos disminuyendo su valor comercial (Chiralt, *et al.*, 2012).

**Modificaciones durante la refrigeración debidas a microorganismos.** Según Mafart (2004) menciona que las partes internas de los animales sanos son prácticamente estériles. La contaminación parte principalmente de la superficie, y su influencia sobre el tiempo de conservación dependerá de su extensión inicial. Las fuentes de contaminación más importantes suelen ser:

- La piel.
- El contenido de los estómagos, heces, etc.
- El ambiente de la sala de matanza.
- Los instrumentos utilizados en las operaciones de sacrificio
- Las aguas de lavado.

En el momento en que acaba el faenado el crecimiento de los microorganismos es importante, ya que la superficie de la canal está usualmente húmeda y caliente, condiciones ideales para la proliferación microbiana. Por lo tanto, será necesario el enfriamiento de la canal si se quiere minimizar el crecimiento de microorganismos, o lo que es lo mismo, ampliar el tiempo de almacenamiento posterior y, cuando la canal se enfría no solo hay una disminución del recuento total de microorganismos, sino que también existe una profunda modificación de la flora presente (Anderson, 2009).

***Objetivos de la refrigeración industrial de alimentos.*** Según Rodríguez (2005) el objetivo general de la refrigeración de los alimentos es incrementar su vida útil y en consecuencia incrementar sus posibilidades de conservación. Sin embargo, podremos definir otra serie de objetivos particulares, característicos de los distintos tipos de alimentos. Desde el punto de vista de la refrigeración será interesante distinguir entre los alimentos que presenten una estructura organizada, como los tejidos vegetales y animales, y los que no la presentan, como es el caso de los zumos, la leche, etc. Son precisamente los alimentos con estructura definida para los que la refrigeración tendrá unos objetivos más específicos. La industria del frío emplea como frigorígenos el amoníaco y una serie de hidrocarburos halogenados que generalmente se denominan Freones que cumplen en mayor o menor medida con los requisitos exigidos (Rodríguez, 2005).

Según Sanguinetti (2008) menciona que los factores que deben tenerse presente al enfocar de un modo general todas las aplicaciones de frío son:

- Temperatura y estado final que se desea alcanzar.
- Diferencia de temperatura entre el producto y la superficie que produce frío.
- Naturaleza y características de lo que se enfría.
- Naturaleza de la superficie o del “vehículo” que produce frío.

**Propiedades físicas de los productos congelados.** Según Stoker (2001) menciona que el agua contenida en los alimentos se divide en agua libre, agua unida a la estructura tisular de manera mediata, y agua ligada por hidratación.

**El agua libre.** Presente entre las células es un disolvente de las sustancias orgánicas contenidos en el producto y de los compuestos minerales. Participa de manera inmediata en la totalidad de las transformaciones biofísico-químicas que cursan en el producto.

**La mayor cantidad de agua del producto es agua ligada.** Se halla unida de manera mediata a la estructura tisular a través de puentes de hidrógeno y fuerzas electrostáticas. Esta agua no exhibe en comparación con el agua libre ninguna diferencia esencial de comportamiento.

**El agua de hidratación.** Es aquella parte de agua contenida en el producto cuyas moléculas bipolares se unen sólidamente, mediante adsorción, con iones de hidratación no está sujeta a ninguna influencia exterior y tampoco participa en la transformación de fases que acontece durante el proceso de congelación.

**Temperatura de inicio de congelación.** Según Mafart (2004) menciona que al principio de la congelación un tejido biológico se comporta como una solución diluida a la que se puede aplicar la ley de Raoult, que en la práctica se tiene algunos valores de temperatura de inicio de congelación, dados en la siguiente tabla, calculadas por ecuaciones y relaciones sencillas:



Tabla 1.

*Temperaturas de congelación (crioscópicas) para algunos productos.*

<b>Producto</b>	<b>Temperaturas crioscópicas (°C)</b>
Carnes y pecados	-1
Guisantes	-1,1
Zumo de naranja concentrado (80 °Brix)	-6
Zumo de manzana concentrado (80 °Brix)	-10
Peras	-2,4

Fuente: Gruda. R.F. (1999)

La tabla muestra la temperatura crioscópica de algunos productos.

## **2.2.Características generales de las carnes**

**Sabores y olores.** El sabor de las carnes posee cerca de 1000 compuestos químicos identificados en los constituyentes volátiles de la carne de vaca (res), ternera, pollo, cerdo y cordero. Se cree en la comunidad científica que los sabores y aromas de la carne provienen predominantemente de los compuestos acíclicos azufrados y de los compuestos heterocíclicos que contienen nitrógeno, oxígeno o azufre; y no obstante, existen diferencias respecto a la cantidad de los compuestos según la especie animal de que se trate (Rodríguez, 2005).

El sabor de la carne almacenada o curada se ha estudiado con detalle por la industria cárnica, pudiendo comprobar que algunos nitritos existentes en la carne reaccionan con las fibras enmascarando los sabores naturales. Sobre todo, si se cura la carne mediante ahumado. Mientras que las carnes curadas o puestas en salazón mantienen su sabor (cecina, Carne-de-sol, etc.). Las técnicas para medir los sabores de la carne son prácticamente las mismas, y no dependen de la

especie analizada. No obstante, uno de los "facilitadores" del sabor y textura en este alimento es su contenido graso (Rodríguez, 2005).

La carne contiene vitaminas y minerales de vital importancia para el crecimiento y el desarrollo, así como para el correcto funcionamiento del organismo, especialmente las vitaminas B, sobre todo la B<sub>12</sub>, y minerales como el zinc, el yodo, el selenio y el fósforo (Rodríguez, 2005).

**Colores.** Según Batty y Folk (1990) mencionan que el color es uno de los indicativos que emplean los consumidores a la hora de elegir la carne, y además las carnes de aves suelen tener, por regla general, un color más claro que las de mamíferos, que suelen ser más oscuras y de color más rojizo. La razón de esta diferencia es el tipo de fibra muscular que la componen, por lo tanto, es diferente en las aves y en los grandes mamíferos, debido a la mayor intensidad del trabajo que soporta la musculatura de estos últimos. Existen básicamente dos tipos de fibras musculares, las pertenecientes a los músculos que desarrollan un trabajo explosivo (fibras blancas) y aquellas que desarrollan un trabajo lento y repetitivo (fibras rojas). Los músculos de fibra blanca se encuentran mayoritariamente en aves, que necesitan rápidos movimientos, mientras que los grandes mamíferos poseen músculos de fibra roja necesarios para soportar grandes esfuerzos. El color rojo de la carne se debe fundamentalmente a la mioglobina; este color ha dado lugar a una clasificación "no científica" (no nutricional) de las carnes en blancas (más claras) y rojas (más oscuras). El color final de la carne depende también de su procesamiento, almacenamiento y cocinado. La tonalidad suele variar hacia el marrón si se expone la pieza al aire durante algún tiempo, debido en parte a los procesos de oxidación de la mioglobina (Batty y Folk, 1990).

Las carnes son un producto muy perecedero e inestable y deben ser almacenadas en ambientes refrigerados (lo ideal es que estén entre los -1 °C y los 2 °C), las carnes envasadas en embalajes al

vacío refrigeradas deben permanecer almacenadas en su interior hasta minutos antes de su cocinado, si se rompe el envoltorio su vida media se reduce a unos días. No hay que envolver la carne con bolsas de plástico ya que aumenta la posibilidad de crecimiento bacteriano, por lo que no debe ser envuelta la carne bajo ningún criterio hasta que no se comercialice y llegue al consumidor final. La carne debe estar separada y fuera de contacto con otros alimentos para evitar contaminaciones cruzadas (Batty y Folk,1990). La carne picada debe ser comida a las pocas horas de haber sido procesada, su estado la hace fácilmente oxidable poseyendo además mucha superficie para ser atacada por microorganismos, en virtud que la carne picada envasada al vacío aguanta unos días más.

Algunos de los efectos organolépticos cuando la carne está fuera de su periodo de consumo son los olores y sabores rancios procedentes de las primeras reacciones químicas debidas a la oxidación de los ácidos grasos (en combinación con la luz). Esta oxidación no es venenosa, pero hace que la carne no sea apetecible para el consumidor ya que modifica el color y el olor de la misma. Las grasas no saturadas son las primeras en ponerse rancias, es por esta razón por la que las carnes con un contenido mayor en este tipo de grasas se debe comercializar antes. Se debe poner la carne en el refrigerador en la zona más oscura y fría posible (Batty y Folk,1990).

Para el congelado de carnes se aconseja que se realice lo "más rápido posible", el congelado lento hace crecer cristales de hielo en las fibras musculares haciendo que se rompa la estructura de la pieza y se modifiquen las propiedades de ternura y textura que poseían anteriormente. La temperatura ideal para el congelado de carnes es  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la duración de la carne bajo estas condiciones depende de la especie, pero como regla general una carne bien congelada puede durar unos seis meses antes de ser preparada (Batty y Folk,1990).

El signo más obvio cuando el animal es estresado es un descenso del glucógeno del músculo y los valores de pH son altos a las 24 horas. Esta característica ha sido identificada como un punto crítico de control de vital importancia en las plantas procesadoras de ovinos (Batty y Folk,1990).

La Norma Oficial Mexicana 009-ZOO-1994 menciona que los ovinos por lo menos deben dejarse reposar por 24 horas y un máximo de 72 horas. Durante este periodo se hace más fácil el eviscerado, se minimiza la migración de las bacterias del contenido gastrointestinal a la carne, se facilitan la estimulación eléctrica, el sangrado, remoción de la piel y la carne tiene mejor color. Fennema (1989) mencionó que el sangrado incompleto en animales que no son reposados puede diferenciarse generalmente por la presencia de capilares o petequias llenos de sangre en la grasa de cobertura de las canales.

También la falta de descanso tiene influencia sobre la resistencia que oponen los corderos en respuesta a la descarga eléctrica en el momento del insensibilizado: los corderos más receptivos presentan dislocamiento de las últimas apófisis transversas dorsales (Fennema, 1989).

La forma práctica y rápida para inferir el grado de estrés de ovinos en la línea de sacrificio es por la determinación del pH, temperatura interna de la canal, conductividad eléctrica y color de la carne. Justificado en que el descenso de pH normal del músculo de ovino en el momento de la muerte es de 7,0 y transcurridos de 6 a 8 horas el pH desciende a 5,7-5,8. Por el contrario, cuando los corderos fueron estresados y oponen resistencia a algún agente estresante el pH del músculo desciende unas pocas décimas durante la primera hora después del sangrado, hay un descenso del glucógeno almacenado y mayor actividad de la adenosina mono fosfato cíclica (AMP cíclico) en el sarcolema que rodea a la fibra muscular, permaneciendo los valores de pH relativamente altos (6,5-6,8) y los valores de pH a las 24 horas son de 6,3 a 6,5. Esta carne tiene la característica de

ser Oscura Firme y Seca (Carne OFS o DFD por sus siglas en inglés Dark, Firm and Dry) (Fennema, 1989).

Por otro lado, cuando el pH desciende rápidamente hasta valores de 5,4-5,5 en la primera hora después de la sangría y los valores de pH a las 24 horas son de 5,3 a 5,6, la carne se caracteriza por ser Pálida Suave y Exudativa (Carne PSE). La temperatura interna de la canal con valores altos de pH en la primera hora desciende lentamente, la glucólisis es lenta y limitada. El alto pH que se origina en tales músculos minimiza el cambio de color que en otro caso tendría lugar durante el periodo post mórtem (Sharma, *et. al.*,2003).

El primer objetivo de investigación fue determinar las características fisicoquímicas de pH, temperatura interna de la canal y color de ovinos, medidas a diferente tiempo post mórtem y con diferentes tiempos de reposo previo al sacrificio. El segundo fue evaluar la calidad sensorial de la carne de ovinos con diferente tiempo de reposo. El tercero fue realizar el recuento microbiológico de mesófilos aerobios y coliformes totales (Sharma, *et al*, 2003).

La carne de ovinos no reposados y con 6 horas de reposo fue oscura firme y seca, con siglas en inglés (DFD, Dark, Firm and Dry), factor que pone en riesgo las características tecnológicas de la carne; vida de anaquel, pérdidas por cocinado y los atributos sensoriales de olor, sabor y color, así como la rentabilidad de la procesadora de carnes de ovino Tipo Inspección Federal.

Una investigación realizada en el 2013 nos muestra un modelo matemático con el cual se puede calcular luego del post mortem los valores aproximados de pH (Sharma, *et al*, 2003).

Según Sharma, et al, (2003) mencionan que los procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren en el organismo del animal, luego del sacrificio, están directamente relacionados con el rápido descenso de la cantidad de oxígeno presente en el torrente sanguíneo. Los procesos post mortem, propiamente dichos, comienzan en la carne luego de la muerte biológica de los músculos (Sharma,

*et al*, 2003), y a su vez el mismo autor menciona que los músculos ya no pueden obtener energía a través de la respiración (vía aeróbica), y prosiguen sin él (vía anaeróbica). Esta energía está marcada por el proceso de degradación y resíntesis de ATP. Se produce ácido láctico que no puede ser metabolizado ni transformado. Entonces el ácido láctico se acumula en el músculo en una cantidad que depende de las reservas de glucógeno, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por el agotamiento del glucógeno, o porque el descenso del pH alcanza valores que inhiben las reacciones enzimáticas (Sanguinetti, 2008).

La velocidad del descenso del pH después de la muerte del animal constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo en carne, así como en la definición de la calidad futura de los productos preparados a partir de ella (Sanguinetti, 2008). El valor pH del músculo a las 24 horas post mortem es otro factor que influye sobre aspectos de la calidad de la carne, como por ejemplo de su capacidad de retención de agua, así como las propiedades organolépticas de aroma, sabor, terneza succulencia y color; así como la inhibición del crecimiento microbiano (Sanguinetti, 2008).

Existen diferencias con respecto al ganado *Bos indicus*, el cual, criado bajo un sistema extensivo puede manifestar nerviosismo y comportamiento arisco o bravío; pero en cambio el Holstein (*Bos taurus*) que proviene de hatos lecheros estabulados es criado bajo un sistema intensivo, además de pasar un periodo intensivo de engorde estabulado (Lewis, 2003).

### 2.3.Maduración de la carne

Según Gruda (1999) los procesos metabólicos, aún en desarrollo en el musculo después de la muerte, pueden considerarse concluidos con la aparición de la rigidez cadavérica. La carne lista para consumo se obtiene después de un cierto tiempo de almacenamiento en refrigerador tras lo cual, la carne resulta más tierna y jugosa siempre que no hayan existido condiciones para la presentación del acortamiento por frio. Para mejorar la palatabilidad se emplea altamente la maduración o mantenimiento de la carne a temperaturas justo por encima de la congelación (0 °C - 5°C) durante periodos de tiempo desde unos pocos días a semanas. Es una práctica común mantener toda la carne unos pocos días tras el sacrificio, pero la maduración de la carne durante más tiempo normalmente se realiza en canales de vacuno de alta calidad (Gruda, 1999).

El cerdo, la ternera, y las canales de vacuno y cordero de calidad inferiores no sufren una maduración más larga que la precisa para su comercialización. La maduración de la carne disminuye su dureza y desarrolla su sabor, para la maduración correcta es importante que existan una adecuada acidificación de la carne (pH 5,4 a 5,8) valores inadecuados de pH pueden conducir a una alteración bacteriana (Gruda, 1999).

Durante la maduración se produce un ligero incremento del pH, aunque no debe rebasar el valor de 6,0.

Un elevado pH puede también presentarse por una acidificación insuficiente.

Una acidificación adecuada se lleva acabo a una temperatura entre (-1 y +2°C).

#### **2.4. Maduración de la carne de cerdo y vacuno**

El consumo de carne de vacuno se ve afectado por la competencia económica con otras fuentes proteicas alternativas. Sin embargo, actualmente el consumidor da una creciente importancia a temas como gusto, salud, calidad, imagen y medio ambiente, desplazando a otros aspectos tradicionalmente con más peso, como el precio, y exige cada vez más, carnes de ganado criado bajo estrictos controles de calidad (Gruda, 1999).

La variabilidad en la calidad de la carne tiene gran influencia en el consumidor y recientes investigaciones han mostrado que el consumidor tiene dificultad en la elección de la carne de res, por la inseguridad respecto a su calidad, particularmente la ternera. Sin embargo, esta problemática puede ser solucionada por algunas estrategias tecnológicas, dentro de las cuales está la maduración o añejamiento, ya que en algunos estudios se ha visto que la maduración de la carne por alrededor de 20 días mejora su ternera (Lomas, 2002).

#### **2.5. Capacidad de retención de agua**

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, la trituración y el prensado. Muchas de las propiedades físicas de la carne como el color, la textura y la firmeza de la carne cruda, así como la jugosidad y la suavidad de la carne procesada, dependen en parte de la capacidad de retención de agua. La CRA es particularmente importante en productos picados o molidos, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y, por lo tanto, no existe una retención física del agua libre. Las pérdidas de peso y palatabilidad son también un efecto de disminución de la CRA. En los productos procesados es importante tener una proporción adecuada



de proteína/agua, tanto para fines de aceptación organoléptica como para obtener un rendimiento suficiente en el peso del producto terminado (Lomas, 2002).

Esta propiedad de la carne se debe, en última instancia, al estado químico de las proteínas del músculo, aunque no se conocen con exactitud los mecanismos de inmovilización del agua dentro del tejido muscular (Lomas, 2002). Otros factores que afectan a la CRA son la cantidad de grasa, el pH y el tiempo que ha transcurrido desde el deshuesado. Se considera que un máximo de 5 % del agua total del músculo está ligada a través de grupos hidrofóbicos de las proteínas (agua fuertemente ligada). Una cantidad considerable de agua se inmoviliza debido a la configuración física de las proteínas (agua débilmente ligada). El agua que puede expelerse del músculo cuando se aplica una fuerza externa es el agua libre (Morsell, 2013).

El pH tiene un efecto definitivo en la CRA. El pH en el cual la CRA está en su mínimo valor (pH = 5,5) corresponde al punto isoeléctrico de la actomiosina, que constituye el mayor porcentaje de las proteínas estructurales del músculo. Según avanza la rigidez cadavérica, se induce una degradación de ATP en el músculo y se produce un mayor entrecruzamiento entre la actina y la miosina, lo que da como resultado una reducción considerable de la CRA durante las primeras horas post-mortem. Este fenómeno hace que la CRA del músculo pre rigor sea mucho mayor que en el músculo post rigor (Morsell, 2013).

Una emulsión se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de pequeñas gotas (fase dispersa), en tanto que el otro constituye el medio en que las gotas se dispersan (fase continua). Las emulsiones cárnicas constituyen un sistema de dos fases, aunque no son sistema de emulsión propiamente dicho debido a que la fase dispersa se encuentra en glóbulos de más de cinco micras (Morsell, 2013).

## 2.6. Emulsificación de la carne

La capacidad de emulsificación (CE) se define como la cantidad de grasa que puede emulsificarse en una pasta de carne; ésta es la característica básica de las salchichas y de otros embutidos emulsificados (bolona, paté, etc.). El sistema de una emulsión de carne es muy complejo, ya que la matriz de la emulsión (fase continua) está fundamentalmente compuesta de agua y proteínas solubilizadas por efecto de la adición de sal, formando una solución salina de baja fuerza iónica que extrae fácilmente a las proteínas miofibrilares, que a la vez sirven como emulsificantes, y a las proteínas sarcoplásmicas. En la fase continua también están presentes sales y otros compuestos responsables del sabor, la extensión del producto y la cohesión. La fase dispersa está constituida por grasa (Morsell, 2013). Algunos factores que también influyen en la CE son el pH, la temperatura y la cantidad de grasa presente (Earle, 1996)

## 2.7. Aditivos añadidos a la carne

**Funciones de los aditivos en las carnes.** Los aditivos alimentarios cumplen 5 funciones principales (Madrid, *et al.*, 2003):

1. Conservan la consistencia del producto. Las sustancias llamadas emulsionantes proporcionan una textura consistente y evitan que los productos se separen. Los estabilizadores y los espesantes proporcionan una textura uniforme y los agentes anti apelmazantes permiten el libre flujo de sustancias.
2. Mejoran o conservan el valor nutricional. Muchos alimentos y bebidas están fortificados y enriquecidos para mejorar el estado nutricional de la población de los Estados Unidos. Por ejemplo, las vitaminas y los minerales se agregan a muchos alimentos, entre otros, la harina, el cereal, la margarina y la leche, lo cual ayuda a compensar la baja cantidad de vitaminas

y minerales o su carencia en la dieta del individuo. Todos los productos que contengan nutrientes agregados deben llevar una etiqueta con su descripción.

3. Conservan la salubridad de los alimentos. La contaminación por bacterias puede facilitar el desarrollo de enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos. Los conservantes reducen el daño que el aire, los hongos, las bacterias o la levadura pueden causar. Algunos conservantes ayudan a preservar el sabor de los alimentos horneados, evitando que las grasas y los aceites se vuelvan rancios e igualmente evitan que las frutas frescas se vuelvan oscuras, cuando están expuestas al aire.
4. Controlan la acidez y la alcalinidad, y suministran fermentación. Los aditivos específicos ayudan a cambiar el equilibrio ácido básico de los alimentos con el fin de obtener el sabor, gusto y color deseados. Los agentes fermentadores que liberan ácidos cuando son expuestos al calor reaccionan con el bicarbonato de soda para ayudar a que los bizcochos, tortas y otros productos horneados crezcan.
5. Suministran color y mejoran el sabor. Ciertos colores mejoran el aspecto de los alimentos y hay una gran cantidad de especias, al igual que sabores sintéticos y naturales, que ayudan a darles un mejor sabor.

### **2.8. Identificación de una temperatura correcta en carnes**

Según Madrid, *et al.*, (2003) sostienen que se ha mencionado de la gran importancia de cocinar bien las carnes para no contaminarnos con una peligrosa bacteria; existiendo también muchas otras enfermedades que podemos contraer debido a esto, como salmonella y listeria, que son las más comunes. Hoy te contamos cuál es el punto exacto de cocción de las diferentes carnes para que no cometas un error que pueda resultar fatal.

Para controlar la temperatura correcta de cocción de las carnes se pueden usar dos tipos de termómetro: el que se inserta en la carne al inicio de la cocción y se deja allí; u otro de lectura instantánea que se inserta al final de la cocción (Madrid, *et al.*, 2003).

Si no te consideras experto en la cocina entonces te recomendamos usar uno de los termómetros hasta que tomes práctica y puedas prescindir de ellos. Para hacerlo correctamente debes insertar el termómetro en la parte más gruesa de la carne y evitar el hueso (Madrid, *et al.*, 2003).

## **2.9.Consideraciones importantes en la carne**

**Oxidación de la proteína de la carne.** La oxidación de proteínas es actualmente uno de los campos de estudio más innovadores de la ciencia y tecnología de los alimentos. Sin embargo, la ausencia de conocimientos científicos básicos sobre la oxidación de proteínas y de técnicas analíticas específicas explica que, durante varias décadas, se haya ignorado que las proteínas de la carne son, como los lípidos, muy susceptibles a las reacciones de oxidación (Plank, 1996). De hecho, actualmente no se conoce con claridad los mecanismos implicados en la oxidación de las proteínas de la carne y las consecuencias que este fenómeno podría tener sobre la calidad del alimento y la salud de los consumidores; además, la concesión de dos proyectos europeos consecutivos demuestra (Plank, 1996): I) la preocupación de la comunidad europea por un área de estudio que concentra cada vez más interés y II) la reconocida capacidad del proyecto para desarrollar de forma fructífera investigaciones en un tema muy innovador y altamente competitivo. Según Welty, (1988) menciona que las técnicas y conocimientos adquiridos por el proyecto durante su formación posdoctoral en la universidad de Helsinki hacen de este un candidato idóneo para abrir una nueva línea de investigación sobre oxidación de proteínas en el seno de un grupo

muy competitivo en la investigación sobre carne y productos cárnicos (Tecal, Universidad de Extremadura).

### **2.10.La calidad de carnes en supermercados**

La carne siempre ha sido uno de los protagonistas en la oferta de Wong. Hace unos días la cadena lanzó un novedoso catálogo especial de Carnes no solo con tradicionales opciones como cortes marinados de cerdo y pollo, sino con alternativas especiales que van desde cortes de alpaca, cuy, cordero y otras aves hasta una selecta línea de hamburguesas premium Mafart (2004).

Esta nueva línea de Enrollados presenta siete variedades gourmet, elaboradas con ingredientes de primera calidad y que busca satisfacer todos los gustos de sus clientes. Encontramos desde enrollados con sabores peruanos como el de hierbas de pachamanca hasta el enrollado nikkei con sabor oriental, pasando por enrollados a base de pechuga de pavo, de bife de ternero y rolls con espárragos y quesos envueltos en láminas de carne wagyu. Estos enrollados están listos para hornear o freír y están pensados en la familia actual donde la pareja trabaja y no cuentan con mucho tiempo para cocina, pero sin embargo quieren comer bien y rico (Mafart, 2004)

Según Mafart (2004) menciona que es el verdadero atractivo este lanzamiento, es que el catálogo presenta al staff de expertos en carnes que asisten a los clientes en sus compras, recomendando el tipo de carne, corte y presentación ideal para todo tipo de ocasión. "Los expertos en carnes se encargarán de asesorar al cliente, no sólo en la selección, sino en el proceso de cocción, así como el debido acompañamiento según el tipo de carne para sorprender a la familia con una preparación especial", señala Alejandro Arruiz, Gerente Comercial Food de Cencosud Perú.

Según Anderson (2009) menciona que la gran variedad de productos de este catálogo incluye la mejor selección de carne importada de Paraguay, Argentina, Brasil, USA, la exclusiva marca Cabaña las Lilas de Uruguay y la famosa carne Wagyu, la carne más apreciada del mundo. En

cuanto a carne nacional, además de sus ya reconocidos cortes de res, Wong presenta su carne Pasturas de Oxapampa, proveniente de animales alimentados exclusivamente con pastos en esta zona de gran tradición ganadera de nuestra Selva Central.

### **En la carnicería, carne al corte...**

Si es la primera vez que acudes, puede que te sientas un poco cohibido respecto a cómo se piden las cosas. Lo mejor, fijarse en lo que hacen los demás. Después, sincérate con tu carnicero y pídele la carne según tus gustos y necesidades, el precio o, sobre todo, según lo que vayas a preparar (más tierna, con más grasa, para un guiso, para empanar, para el puré de un bebé), él sabrá escoger el trozo que más se ajuste a lo que pides. Si vives solo, deja a un lado la vergüenza, si tienes que pedir solo un filete o dos, no hay problema (Anderson, 2009).

Muchas veces te encontrarás con que hay más de una carnicería dentro de un mismo mercado, ¿la mejor? eso dependerá de la calidad de la carne, del servicio y de los precios, es algo que tendrás que ir descubriendo tú mismo con el paso del tiempo (Anderson, 2009).

Fíjate en que en cada pieza de carne se indique mediante un letrero: denominación comercial de la pieza, lote o identificación del animal, país de nacimiento y país o países de cría, precio por kilogramo Mafart (2004).

### **En el supermercado, carne preparada envasada...**

Según Sanguinetti (2008) menciona y concluye que aquí te ahorras todo el proceso de preguntar y de esperar tu turno. Verás que la carne ya está cortada y envasada, según sea la preparación de destino o la pieza. Deberá estar alojada en cámaras frigoríficas y diferenciada en cortes y categorías y separados unos tipos de otros. Fíjate especialmente en la fecha de caducidad y en que el film esté duro y firme y no flojo o hundido. También es bueno ver que los bordes de la carne están frescos

y no secos o con menos color (sinónimo de que la carne lleva mucho tiempo envasada) (Sanguinetti, 2008).

La carne, al contrario que el pescado, no debe estar fresca, ya que esto es sinónimo de que estará dura y será difícil de masticar. El problema es que, por lo general, no sabrás cuándo el animal fue sacrificado. Así que puedes fijarte en otras características: consistencia firme, color y olor propios de la carne cruda (rojo brillante con aspecto sedoso y no marrón, olor intenso, pero no fuerte ni desagradable). La grasa debe ser blanca y no amarilla. Eso sí, muchas veces el color no es necesariamente un indicador de la calidad de la carne. Su coloración se debe a una proteína del músculo que se llama mioglobina. Si la carne tiene oxígeno será roja, pero si se envasa con plástico puede volverse oscura, aunque esto no signifique que sea de mala calidad. Cuidado con algunos establecimientos donde se intenta vender “carne roja” de buey cuando en realidad es de vacuno. Aseguraros bien de lo que compráis (Sanguinetti, 2008).

Según Sanguinetti (2008) menciona que, en cuanto a las aves, su piel debe ser flexible, su esternón suave al tacto y el pecho rechoncho y de color claro.

El certificado de calidad de los productos es una garantía de seguridad alimentaria, fíjate en que en el etiquetado aparezcan datos como (Sanguinetti, 2008):

- Denominación comercial de la pieza (cadera, tapa, morcillo, falda...).
- Lote o identificación del animal.
- Sello de inspección veterinaria.
- País de nacimiento y país o países de cría.
- Identificación de la empresa.
- Fecha de caducidad.
- Cantidad neta.

- Precio por kilogramo y precio total.

### **2.11. Consumo mundial de carne**

Según Gruda (1999) menciona que la cantidad de carne consumida en cada país depende en gran medida de las condiciones sociales, económicas y políticas, creencias religiosas, influencia geográfica, etc. El consumo de carne en el mundo va creciendo a medida que va creciendo la población mundial, consumiéndose cada vez más carne por cabeza. Este efecto, por ejemplo, se puede ver al examinar la composición de las recetas del siglo XIX donde la carne se empleaba en "pequeñas cantidades" para dar sabor a los platos, con la excepción de las recetas de la alta sociedad (Gruda, 1999). El consumo mundial de carne en 2004 se distribuye de la siguiente forma: el cerdo alcanzó el 38 %, el consumo de aves el 30 % y el de ternera un 25 %, siendo el de óvidos aproximadamente un 7 %. Este consumo hace que se considerara que una persona que vive en un país desarrollado consumiese cerca de 30 kilos de carne por año (Gruda, 1999). El aumento de consumo de carne ya lo previó el escritor Upton Sinclair en la novela de 1906 titulada *La Jungla (The Jungle)*, en la cual describe un mundo donde la industria cárnica tendría una relevancia muy importante en la economía de los países desarrollados (Gruda, 1999).

### **2.12. Consumo de carnes en el Perú**

Según Sanguinetti (2008) menciona que el Perú es el país que consume la menor cantidad de embutidos en la región, solo dos kilos y medio al año por persona. Ecuador, por ejemplo, duplica esa cantidad, Chile lo triplica y Argentina lo cuadriplica, informó Luis Salazar, vicepresidente del comité de embutidos de la Sociedad Nacional de Industrias (SIN).



Los embutidos más consumidos en el Perú, según un estudio de Maximixe son el hot dog, seguido de la jamonada, la hamburguesa, el jamón y el chorizo (Sanguinetti, 2008).

Salazar consideró que la publicación del estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que señala que el alto consumo de carnes procesadas aumenta el riesgo de cáncer podría reducir las ventas de embutidos, pero solo temporalmente (Sanguinetti, 2008).

"Yo creo que se va a mantener el mercado más o menos similar, como digo va a pasar dos o tres semanas donde habrá mucho ruido, que es lo normal y después debería ir normalizándose el consumo" (Sanguinetti, 2008). (pág. 112-118).

Por su parte, la Asociación Nacional de Productores de Carne Bovina comentó que el anuncio de la OMS sobre que la carne roja podría causar cáncer, también daña a su sector y el efecto en la reducción del consumo podría producirse en una o dos semanas, pero de manera leve porque el consumo ya es muy bajo en el país.

Según Fennema (1989) menciona que "Hay poca oferta de ganado como para que el efecto sea inmenso, es poca la oferta, la demanda está deprimida, el efecto no puede ser ya más, esa es un poco mi percepción", detalló Chauca.

Anotó que el consumo de carne en el Perú también es el más bajo de la región, 5 kilos 200 gramos al año por persona, muy por debajo de los 17 kilos de Ecuador y los más de 60 kilos de Argentina y Uruguay. Finalmente, los limeños son los que más consumen carne roja y embutidos, seguido de la región sur del país y al último la región norte (Sanguinetti, 2008).

### **2.13. Estimación de la vida de anaquel de la carne**

Según Gruda (1999) menciona que como aspecto introductorio se puede mencionar que, desde tiempos prehistóricos, la conservación de la carne ha sido una preocupación que ha estimulado la

creatividad y el conocimiento. Esto llevó a nuestros ancestros a desarrollar diversos sistemas de procesado como el salado, ahumado, congelado, etc. Hoy en día, el reto principal, es el poder conservar la carne fresca (aquella que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y físico-químicas, salvo la refrigeración y el envasado), por el mayor tiempo posible (Sanguinetti, 2008).

Para la cadena de distribución de consumo de carne fresca, una alternativa para hacer más rentable y eficiente su negocio, es el aumento en la vida de anaquel. Esto es, extender en el tiempo las características organolépticas y de inocuidad de la carne, que la hagan aceptable por parte del consumidor. Lo anterior depende principalmente de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas que tenga al inicio de su vida útil. Mientras mejor es la materia prima con que se inician los procesos, mayor tiempo de vida de anaquel tendrá un producto. Estos parámetros iniciales son aspectos objetivos y cuantificables, que nos ayudan a predecir cuál será la vida útil de la carne, en función de los sistemas de conservación empleados (Gruda, 1999). La textura de este tipo de carnes se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Carne de cerdo en anaquel refrigerado

Fuente: Autoría Propia (2018)

La terneza de la carne de cerdo y sus cualidades se puede visualizar en la figura anterior y de la misma forma se debe exigir estas características.

En este concepto, se tiene como objetivo dar a conocer las herramientas y técnicas de análisis de laboratorio más comunes para estimar, de forma objetiva, la vida de anaquel en carne fresca; además, se hace una revisión de los factores claves para la conservación, y de los que actúan en detrimento de las propiedades sensoriales como son el color, el olor y la estabilidad lipídica; las alternativas más modernas en sistemas de modificación de atmósferas y empaqueo de cárnicos, para terminar con una sección sobre sistemas de evaluación y predicción de la vida de anaquel (Sanguinetti, 2008).

#### **2.14. Vida de anaquel de la carne**

El deterioro de los alimentos se produce por diversos cambios, principalmente en respuesta al crecimiento y metabolismo de microorganismos, la exposición, la cantidad y tipo de luz que recibe la carne, la oxidación de lípidos y pigmentos, etc. Lo interesante es que la gran mayoría de los cambios son normalmente percibidos por el consumidor mediante el uso de sus sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Cuando el consumidor rechaza el producto, porque considera que sus características lo hacen inaceptable o porque pone en riesgo su salud, se dice que ha llegado al final de su vida de anaquel o vida útil.

Existen diversas definiciones sobre lo que implica la vida de anaquel, la mayoría incluye conceptos como el “preservar la calidad y asegurar el bienestar del consumidor”. A continuación, se enuncian algunos ejemplos (Davies, 1995; Brody, 2003):

- “Período en el que un alimento almacenado bajo condiciones óptimas preestablecidas, mantiene características sensoriales y de seguridad aceptables para el consumidor”.

- “Periodo de tiempo bajo condiciones de almacenamiento conocidas, posterior a la manufactura y envasado de los alimentos. Durante este tiempo deberá conservar sus características de calidad sensorial, química, física, funcional o microbiológica, cumpliendo con todas las declaraciones de contenido nutrimental que aparecen en su etiqueta, cuando se almacena en condiciones adecuadas”.
- “El periodo entre la manufactura y venta al menudeo de un producto alimenticio, durante el cual el producto tiene una calidad satisfactoria”.
- “La ventana de tiempo en la cual el alimento mantiene su calidad en sabor, textura y valor nutricional, la vida de anaquel está basada en la seguridad, calidad y nutrición”.
- “La determinada cantidad de tiempo en el que un producto alimenticio puede ser almacenado sin que se manifiesten cambios apreciables en su calidad o inocuidad”.

Idealmente, todos los alimentos perecederos deberían declarar su vida de anaquel, indicando claramente la fecha de expiración en los empaques. Sin embargo, la vida de anaquel puede verse afectada por condiciones ajenas al producto, por ejemplo, por la temperatura ambiente en que fue conservado, rupturas en el empaque, exposición a la luz, etcétera (Marth, 1998).

Esto hace necesario que el consumidor también sea responsable de su salud, razón por la cual debe de involucrar todos sus sentidos (el más rápido y sencillo laboratorio de determinación de calidad), en la decisión sobre consumir o no un determinado producto. Esta es la razón de la importancia que las pruebas sensoriales tienen en relación a la vida de anaquel (Marth, 1998).

En términos generales, los factores que más influencia tienen sobre la vida de anaquel de la carne fresca y los productos cárnicos son: calidad del producto (pH, color, capacidad de retener agua, etc.), carga bacteriana inicial, temperatura, tiempo de almacenamiento y atmósfera en que es contenida la carne (Marth, 1998).

Cualquier falla en el control de alguno de estos factores, puede ser parcialmente compensada por el riguroso control de otro factor; la vida de anaquel óptima pudiera solamente ser alcanzada al controlar todos los factores en conjunto. Por esta razón se considera que para lograr una larga vida de anaquel se debe tener especial énfasis en los siguientes procesos:

**Selección inicial del producto o materia prima:** Una vez muerto el animal del que provienen los productos cárnicos, la calidad sensorial de sus derivados frescos, solo tenderá a reducirse, ya que no se puede mejorar durante su almacenaje. Por lo que iniciar con un producto de buena calidad, es el primer paso para lograr una adecuada vida de anaquel (Moore y Sheldon 2003a).

- **Formulación:** Seleccionando las materias primas más apropiadas, con cargas microbianas específicas (mínimas) y dentro de normativas, así como del uso de ingredientes funcionales que aseguren la integridad del alimento.
- **Procesamiento:** Asegurando la disminución de operaciones alimentarias que modifiquen las propiedades inherentes de la materia prima o producto terminado, teniendo especial énfasis en evitar contaminaciones microbianas cruzadas.
- **Empaque:** Considerando la forma y destino final del producto, se seleccionará el empaque adecuado, particularmente que logre reducir el impacto negativo del ambiente (cambios bruscos de temperatura o humedad), así como las diferentes contaminaciones fisicoquímicas (por ejemplo, de olores o sustancias ajenas), y microbiológicas.
- **Condiciones de transporte y almacenamiento:** Considerando el adecuado seguimiento de la cadena de frío desde almacén de materias primas, almacén de producto terminado, distribución, venta, e incluso las condiciones a las que será expuesto durante el transporte y el almacenamiento en el hogar.

Según Rodríguez (2005) menciona que la vida de anaquel está en función directamente proporcional, al esfuerzo invertido en los procesos; y en la medida en que se tienen mayores esfuerzos, se pueden lograr mayores vidas de anaquel. Por ejemplo, de dos cerdos criados en la misma granja (idéntica materia prima), uno de ellos sacrificado en un rastro TIF de exportación, puede lograr una vida de anaquel superior a 60 días; mientras que su hermano, procesado en un rastro de mala calidad, escasamente tendrá una vida de anaquel superior a 1,5 días.

Es claro que el entendimiento y la estimación de la vida de anaquel, son aspectos relevantes para poder tener una adecuada comercialización de los productos perecederos. Esta vida debe al menos exceder el tiempo mínimo requerido de distribución del productor al consumidor. La capacidad de predicción que se tenga, permitirá a los industriales evitar pérdidas por devoluciones, y establecer una correcta inteligencia de mercados, sustentada en la calidad del producto y en la confianza del consumidor (Rodríguez, 2005), donde la tecnología de la comercialización de la carne e puede ver en la figura 2.



*Figura 2.* Tecnología en la comercialización de carne fresca

Fuente: Autoría propia (2018)

### **2.15. Conservación de la carne**

Algunas teorías evolucionistas consideran que el consumo de alimentos ricos en proteína, energía y minerales, como lo son las carnes, fue uno de los factores clave que permitió la evolución

del cerebro humano. Pero el tener acceso frecuente a esta carne, muchas veces era imposible de no contar con métodos que ayudaran a preservarla por algún tiempo (Davies, 1995). Esta necesidad, promovió el desarrollo de métodos de conservación como la salazón (en seco o salmuera), el ahumado (en frío o caliente), etcétera. Esto porque nuestros antepasados entendieron que tanto el salado, como la desecación o la deshidratación, disminuyen el contenido de agua de los alimentos y modifican su percepción sensorial. Gracias a esto, la cantidad de agua del alimento que queda disponible para los microorganismos se reduce hasta tal punto, que los microorganismos quedan inactivos o mueren (Marth, 1998).

Otros métodos que limitan el desarrollo de bacterias y hongos, es la adición de nitratos, compuestos bactericidas del humo, o los presentes en algunas plantas o semillas (albahaca, orégano, pimienta, etc.).

La fermentación es igualmente un método tradicional, que favorece la conservación de alimentos (los embutidos fermentados), donde por competencia, o por la producción de compuestos derivados de su metabolismo (por ejemplo, el ácido láctico o ciertas bacteriocinas) grupos de microorganismos excluyen el crecimiento de otros (Aberle, 2002).

Desde finales del siglo XIX, el principal método de preservación de la carne a largo plazo, ha sido la congelación a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; mientras que, para períodos de tiempo cortos, se prefiere la refrigeración a temperaturas entre  $0$  y  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El mantenimiento de la cadena de frío se hace para salvaguardar la seguridad de los consumidores y la protección de la salud pública (Eilert, 2005). Esto se logra por la desaceleración de reacciones enzimáticas propias de la misma carne, así como por la reducción del daño microbiano y/o contaminación biológica, puesto que la temperatura baja,

reduce importantemente la replicación de la mayoría de los microorganismos, quienes son los responsables de la aparición del limo superficial, desarrollo de olores desagradables, así como de producir enfermedades, ya sea por la presencia particular de algunas de las bacterias como la *Salmonella*, o de toxinas microbianas derivadas de su metabolismo como las producidas por el *Staphylococcus aureus* (Eilert, 2005).

El efecto de la temperatura de almacenado es tan importante, que puede resultar en importantes modificaciones en la vida útil de producto. Se ha encontrado que la vida útil tiene una reducción considerable a medida que aumenta la temperatura (Eilert, 2005).

Estudios con carne de cerdo congelada en diversos empaques y almacenada por diferentes tiempos, consistentemente muestran que la gente prefiere la carne fresca. Esta percepción negativa hacia la carne congelada, puede mejorar cuando se emplean sistemas tecnificados de congelación, los cuales se basan en un adecuado y rápido congelado, lo que dificulta que el consumidor detecte diferencias cuando la consume (Jeremiah, 2007 a y b). Para reducir los efectos adversos asociados a la congelación y particularmente a los efectos negativos que se presentan durante el descongelado, se han desarrollado técnicas de ultra congelación, o congelación rápida. En este método, se reduce rápidamente la temperatura del alimento mediante flujos de aire frío a alta velocidad, o por contacto con placas frías, por la inmersión en líquidos a muy baja temperatura, por ejemplo, en nitrógeno líquido, etc. La ultra congelación es el método de conservación de largo plazo, que menos alteraciones provocan en el producto (Eilert, 2005).

La velocidad de congelado, puede afectar el color y la luminosidad de la carne. Esto se debe al tamaño de los cristales de agua que se forman dentro de la fibra muscular; cuando el congelado es



ultra-rápido, se forman cristales muy pequeños de agua, los cuales dispersan la luz y por lo tanto la carne se ve más opaca y pálida. En cambio, la carne congelada de forma lenta, forma cristales de mayor tamaño, y su carne tiene un color más traslucido y oscuro (Eilert, 2005).

El color de la carne al descongelarse, es muy inestable debido a la alta tasa de oxidación de los pigmentos, lo que se agrava con tasas lentas de congelamiento (Marth, 1998). Además, durante el congelado, la superficie de la carne puede comenzar a producir metamioglobina, por lo que adquiere un color café en la superficie, el cual permanece luego del descongelado. La decoloración que se observa en carne congelada, puede estar también asociada a la exposición continua a la luz y la carne que puede estar almacenada sin cambios luego de 3 meses, puede perder su color natural en tan solo 3 días de exposición a la luz (Marth, 1998).

Otro efecto negativo que reduce la vida de anaquel de la carne congelada, son las quemaduras por frío. Estas se asocian principalmente a problemas de deshidratación en la superficie, y son muy relevantes en carne expuesta al aire seco que circula a altas velocidades.

Otra metodología cada día más difundida, es la modificación del ambiente que rodea a la carne, ya que, al privar, por ejemplo, del oxígeno del aire a la carne, se puede evitar que las bacterias aerobias se reproduzcan; además al empacar la carne, se evita que ésta se contamine con la presencia de bacterias deteriorantes (Coma, 2006; Davies, 1995).

Por ejemplo, una carne de buena calidad, que sea refrigerada sin empacar (expuesta al ambiente), tendría una vida de anaquel de 5 a 7 días; si esta misma carne, hubiera sido además empacada al vacío, su vida útil fácilmente se pudiera extender a 30 días, e incluso a temperaturas de 2 °C pudiera haber llegado a 50 días de vida útil (Coma, 2006; Davies, 1995).

Más adelante, se consideran los sistemas modernos de empaque, tanto con atmósferas modificadas, como mediante el uso de empaques activos, interactivos o inteligentes. Estos son los

métodos que en el futuro tendrán mayor impacto en la vida de anaquel de la carne, particularmente en la medida en que su uso se extienda y los costos se abaraten.

Una de las acciones que permitirá una comercialización más sana y eficiente de la carne, incluye la educación y concientización de la gente. Existen diversos problemas, asociados al hecho de que tanto vendedores, como consumidores, no toman en cuenta que los productos cárnicos son productos perecederos y, como tal, su vida de anaquel es corta. Ingenuamente, el problema se agrava cuando la gente busca comprar lo que consideran que es lo más fresco y recurren a la compra de “Carne Caliente” (Coma, 2006; Davies, 1995).

En tiempos prehispánicos, ante la falta de métodos seguros de conservación de la carne, ésta se consumía en tiempos muy próximos a la muerte de los animales, con lo cual se prevenían infecciones gastrointestinales. Esto ya no es necesario puesto que existe la refrigeración. Lamentablemente, hoy en día seguimos viendo a gente que, para asegurar la frescura de la carne en los mercados, busca la “carne caliente”, que es aquella proveniente de animales que normalmente tienen menos de 20 horas de haber muerto y que no fue sometida a un proceso de refrigerado (Coma, 2006; Davies, 1995).

La carne caliente no ha terminado su proceso de conversión de músculo a carne, por lo que tiende a ser dura, con sabor a sangre y normalmente con cargas microbianas excesivamente elevadas, lo que se empeora por las pobres condiciones higiénicas de los establecimientos que la comercializan, y por el hecho de que mucha gente selecciona su carne luego de tocarla con la mano y así verificar que la carne no está fría (Coma, 2006; Davies, 1995).

Hoy en día, la comercialización de carne caliente es una aberración que debería estar prohibida por las autoridades sanitarias, como lo está en muchos países del mundo. Hoy en día, se cuenta

con excelentes técnicas de enfriado de la canal, que evitan el crecimiento microbiano y por ende las enfermedades (Rodríguez, 2005).

Se requiere un cambio cultural en la gente para que deje de ser común el que los cárnicos no se refrigeren, o lo hagan a temperaturas inadecuadas; que se dejen de exponer carnes y embutidos en mercados municipales o carnicerías fuera del refrigerador, donde la gente los manosea; dejar de efectuar el corte mediante la rebanadora de uso múltiple (posible contaminación cruzada), evitar que el carnicero sea también el cajero; además todo se empeora cuando vemos que el consumidor maneja los productos cárnicos sin refrigeración durante varias horas, lo congela y descongela, y lo consume varios días después (Rodríguez, 2005). Las condiciones de carne de pollo en condiciones desfavorables se pueden observar en la figura 3.



*Figura 3.* Carne de pollo vendida en condiciones desfavorables para preservar su calidad y prolongar vida de anaquel. Pone en riesgo la salud de los consumidores.

Fuente: Autoría Propia (2018)

Otro abuso típico al que se someten las carnes, es cuando se emplean como ingredientes en lugares de comida rápida sin inspección (tortas y tacos de la esquina) que se venden en la vía pública, ya que permanecen por horas a temperatura ambiente antes de su consumo; sin dejar de lado, la gran cantidad de contaminación sólida que cae sobre su superficie; y a su vez estos abusos, y la falta de respeto a la carne y a la cadena de frío, derivados en parte de la falta de conocimiento,

de la inconsciencia, la irresponsabilidad, la falta de seguimiento al sentido común y a la normatividad, son causa de innumerables pérdidas económicas para el país, no solo por el desperdicio de carne deteriorada, sino por el ausentismo laboral y estudiantil, los gastos asociados a infecciones, la resistencia microbiana a antibióticos, etc. (Rodríguez, 2003).

Algunas recomendaciones típicas de vida útil de productos cárnicos (Rodríguez, 2003) que se han producido con un buen nivel de higiene y una adecuada cadena de frío para aplicar en casa son:

Mediante Refrigeración convencional (0 - 5 °C):

Pescado fresco (limpio) y carne picada o molida: 2 a 3 días Carne de pollo fresca: 2 días

Carne de cerdo fresca y empacada: 4 días, hasta 30 días si se mantuvo en excelentes condiciones de higiene

Carne y pescado cocidos: 4-6 días

Carne cruda bien conservada y empacada: 4 a 25 días dependiendo de la higiene y su origen.

Carne cruda, empacada al vacío: dos a seis semanas, dependiendo de los procesos, la higiene y calidad.

Productos cárnicos procesados y empacados: dependiendo de su fecha de caducidad.

Mediante congelación convencional (-18 °C):

Carnes de vacuno: hasta 10 meses Pollos, Cerdo, Cordero: hasta 6 meses Carne molida: hasta 2 meses Pescados magros: hasta 6 meses

Pescados grasos: hasta 3 meses o más (depende del pescado) Mariscos: hasta 3 meses.

## 2.16. Las características iniciales de la carne, dictan la vida de anaquel

La calidad de la carne es un término complejo, muy ligado en algunos consumidores a la cantidad de grasa presente en el corte; sin embargo, el término va más allá y comprende aspectos nutricionales, sensoriales, tecnológicos y sanitarios, entre otros; siendo el foco central, las características organolépticas de aroma, color, sabor, jugosidad, suavidad que son los de mayor influencia en la experiencia por parte de los consumidores (Coma, 2006; Davies, 1995).

No existe un valor absoluto, sino que es la suma de atributos que se conocen cuando el producto se consume.

La calidad de la carne, es el resultado de una miríada de factores, los cuales ejercen su efecto desde el momento en que empieza la crianza del animal, con la selección de los individuos con las mejores cualidades, lo que dependerá del propósito específico de su producción, ya sea ganado para carne, leche, etc. ; del uso de dietas nutritivas y adecuadas al tipo de animal, lo que permite mejorar los rendimientos, e influye importantemente en la calidad nutrimental del producto a obtener; la salud animal y trato humanitario durante la estadía en granja y posteriormente, cuando los animales son transportados y faenados en el rastro. Durante todo el proceso hay que cuidar el bienestar del animal, ya que alteraciones por estrés, demeritarán la calidad obtenida durante la crianza. El proceso de matanza y faenado del animal, es un punto de alto riesgo, donde todo lo antes logrado, puede perderse en cuestión de minutos (Coma, 2006; Davies, 1995).

La matanza, se debe realizar sin estrés ni sufrimiento por parte del animal, por lo que antes de morir, los animales son insensibilizados, de modo que no perciban los sucesos a su alrededor. Si los animales sufren, se desencadenan alteraciones en el metabolismo *post-mortem* del músculo, lo

que se traduce en defectos fisicoquímicos en la carne, particularmente, por la disminución rápida del pH, lo que se traduce en mermas por escurrimiento de agua y carne pálida, en su mayoría en cerdos (Karakaya *et al.*, 2005).

Dependiendo de la especie animal, la sangre representa entre el 6 y 8% de su peso vivo. Por lo que luego de la muerte, es necesario un adecuado y completo desangrado, ya que la presencia de sangre en la carne, da mal aspecto y reduce la vida de anaquel, pues representa un medio muy favorable para el crecimiento de microorganismos (Karakaya *et al.*, 2005).

Según Karakaya *et al.*, (2005) mencionan que después de haber desangrado al animal, siguen los procesos de remoción de la piel y eviscerado. La presencia de contaminantes, principalmente bacterias patógenas ocurren al poner en contacto la canal con la cara externa de la piel o con el contenido intestinal. Hay que tener especial cuidado durante el retiro de vísceras, para que estas no se rompan o se desborden, a fin de evitar una diseminación del contenido sobre la canal, debido a que éste tiene gran cantidad de microorganismos que alteran rápidamente la calidad de la carne.

De haberse realizado los procesos de faenado en un ambiente de adecuada higiene, se tiene una canal con una carga microbiana moderada. De lo contrario, para reducir riesgos sanitarios, se recurre a herramientas de sanitización y lavado, lo que ayuda a reducir al mínimo la contaminación microbiana adquirida en esta etapa. Esto incluye desde el uso de agua clorada, el uso de ácidos orgánicos (láctico, acético, propiónico) y algunos inorgánicos (HCl), hasta procesos muy complicados de enfriado ultrarrápido, e incluso de pasteurización de canales (Karakaya *et al.*, 2005).

Finalmente, las canales deben ser enfriadas rápidamente, dependiendo del rastro esta práctica es muy variable. Las velocidades con que cae la temperatura, varían mucho entre especies y objetivos de comercialización y van desde minutos para llegar a temperaturas cercanas a 0 °C en pollos, hasta más de dos días en otras especies. La velocidad de caída en la temperatura es relevante para reducir la actividad metabólica aún existente en los músculos y en la flora microbiana presente (Lawrie, 1981).

Según Lawrie, (1981) menciona que el no tener un adecuado enfriamiento de la canal puede propiciar defectos en la carne, incrementando por ejemplo la frecuencia de carne PSE en cerdos.

Una vez obtenidas las canales con adecuada temperatura de refrigeración e higiene, estas son enviadas a establecimientos de despiece (obrador o tablajería) o directamente a carnicerías, si lo antes descrito ha sido cuidado, se puede decir que la canal obtenida tiene excelente calidad, por lo tanto, las posibilidades de tener una larga vida de anaquel son mayores. Durante el transporte de la canal, es importante cuidar que la cadena de frío se siga manteniendo, ya que las variaciones en temperatura pueden modificar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la carne, y por ende acortar la vida de anaquel (Lawrie, 1981).

Es muy difícil producir un producto de alta calidad, pero es muy fácil deteriorar la calidad de la carne y su vida útil si no se tienen en todo momento los cuidados adecuados, que incluyen el evitar la contaminación microbiana, física, química, abusos de temperatura y exposición a factores ambientales deteriorantes (luz solar, etc.) (Lawrie, 1981).

Por otro lado, en la industria existen diversos protocolos para recibir la materia prima (carne) que se va a utilizar (Lawrie, 1981). La materia prima con adecuada calificación de calidad y adecuado procesamiento, tendrá una larga vida en anaquel; entre las características a considerar claves en la adecuada aceptación de materia prima cárnica se encuentran:

- El color (primer indicio de calidad y frescura del producto),
- El grado de maduración (se encuentra relacionado con la estabilidad de las fibras musculares y la interacción de olores de la carne) y la capacidad de retención de agua (es un indicativo de lo sucedido desde transportación del animal, pasando por la matanza y enfriamiento, relacionado con la estabilidad de las fibras musculares y con la velocidad y amplitud de la caída del pH de la carne después del sacrificio).
- La carga microbiana inicial (la cual estará relacionada con todo el proceso de sacrificio y faenado, lavado de canales y mantenimiento de la cadena de frío).

Una de las mejores prácticas para poder controlar la vida de anaquel, consiste en realizar análisis microbiológicos a la materia prima (las canales o cortes primarios), que parte de la premisa de que una baja carga microbiana inicial, es la clave para una larga vida de anaquel.

### **2.17. Defectos de calidad en la carne**

Como se mencionó en la sección anterior, el proceso de sacrificio y disminución de la temperatura en la canal, es determinante para generar o no defectos en la carne. Además, para elaborar productos cárnicos de calidad u ofrecer un corte de carne fresca de calidad, debe utilizarse materia prima en las mejores condiciones, que sea útil y no sufra alteraciones durante los diferentes procesos que se va a someter. Un indicador de calidad al momento de elegir la carne es el grado de suavidad (terneza). La terneza de la carne está relacionada con factores genéticos, nutricionales, de manejo, de maduración, entre otros (Aberle, 2002, Karakaya *et al.*, 2005). Es relevante, además, la velocidad y magnitud de cambio del pH de la carne durante las primeras 6 horas *post-mortem*, ya que esto afectará la capacidad de retención de agua de la carne y por consiguiente la suavidad y el color. Una caída muy leve del pH, con mínima producción de ácido láctico en la fibra muscular



después de la muerte, provoca la condición DFD; por otro lado, una caída excesivamente rápida del pH (más ácido) provocará la condición PSE (Lawrie, 1981).

Son carnes que presentan un pH superior a 6,1 y retienen mucha agua, por lo tanto, son extremadamente susceptibles al desarrollo microbiano; son carnes de color oscuro, textura firme y una apariencia seca debido a su elevada retención de agua. Un pH mayor a 6,2 puede dar origen a problemas tecnológicos, siendo un problema típico en la obtención de carne vacuna. Se asocia a estrés crónico en el animal, como los dietados excesivos que acaban con las reservas musculares de glucógeno y por ende no hay capacidad de producción de ácido láctico, es muy común en bovinos (Lawrie, 1981).

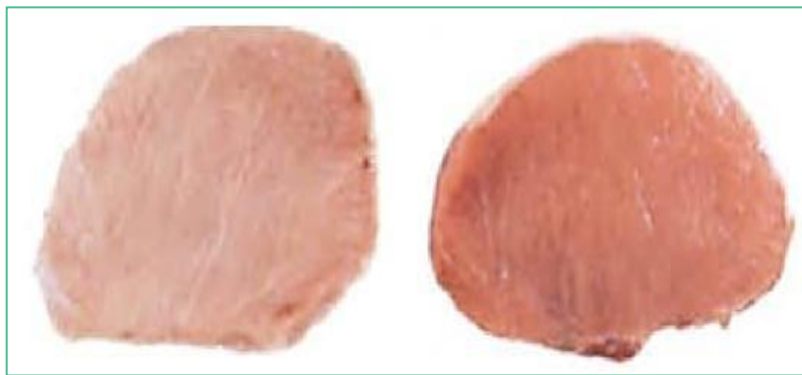


Figura 4. Carnes DFD (arriba) vs carne normal (abajo)

Fuente: Autoría propia (2018)

En este caso, ya sea por factores genéticos, por exceso de estrés y maltrato a los cerdos, las reservas de glucógeno muscular se transforman aceleradamente en ácido láctico, provocando un descenso rápido del pH, lo cual se agrava cuando persisten temperaturas elevadas después de la muerte de los animales (arriba de 30 °C). Este ambiente ácido, acerca a las proteínas miofibrilares

a su punto isoeléctrico por lo que se tiene una menor capacidad de retención de agua. Este es un problema que se observa sobre todo en aves y cerdos (Lawrie, 1981 y Hui *et al.*, 2006).



*Figura 5.* Carne PSE (izq.) vs carne normal (der.).

Fuente: Autoría propia (2018)

Además de los defectos DFD y PSE, las carnes pueden tener otras alteraciones (Aberle, 2002), que impidan su uso, por ejemplo:

1. Olor y sabor, causado por determinados tipos de dieta: La carne de cerdos alimentados con gran cantidad de harina de pescado o residuos de lino, huele y sabe frecuentemente a pescado, o bien a rancio. Es frecuente que estas alteraciones solo se distingan después de hervir la carne. En los casos más extremos, el olor es claramente desagradable, y el tejido graso exhibe color gris o amarillo y una textura blanda. Dietas altas en aceites de mala calidad o en exceso, darán problemas de color de grasa y de grasa muy líquida.
2. Olor y sabor a medicinas, desinfectantes y similares: Algunas sustancias pueden transmitir su olor y sabor a la carne. Entre otras, se encuentran especialmente el alcanfor, el petróleo, el éter, el pinol, etc. La carne de los animales sacrificados también toma diversos olores y

los conserva por mucho tiempo, las alteraciones del olor y sabor pueden ser muy acentuadas. A diferencia de los anteriores, los químicos para reducir la carga microbiana (ácidos láctico, propiónico, acético) tienen un efecto bacteriostático, la mayoría de estos olores desaparece rápidamente por ser compuestos muy volátiles (Bradley *et al.*, 2011).

3. Olor sexual, es aquel derivado de sustancias que naturalmente produce un animal para atraer a las hembras, o marcar territorio (feromonas como el escatol y la androstenona), las producen normalmente los machos sin castrar de cerdos, borregos, cabras, etc. En general su concentración aumenta con la edad. En cerdos, los machos se castran quirúrgicamente en edades tempranas (3 días de nacidos) o inmunológicamente 8 semanas antes de llegar a su peso de mercado, ya que, de no hacerlo, la carne tendrá olor a orines y sudor (Rodríguez, 2003).
4. Contaminación de la carne: Al realizar la matanza de los animales existen múltiples factores que pueden contaminar la carne. La falta de cuidado e higiene por parte de los operadores es un punto relevante, ya que por descuido puede ocurrir contaminación con contenido gastrointestinal o con líquido biliar; igual ocurre si el animal tuviera abscesos (lesiones crónicas), si no se trabaja con cuidado, puede haber contaminación de la carne y desarrollo de olores desagradables (Bradley *et al.*, 2011).

En los rastros está estrictamente prohibido el proceso de animales que no llegaron vivos a la matanza, ya que no se podrían inspeccionar, además la carne estaría llena de sangre, y si el eviscerado de los animales no se lleva a cabo inmediatamente después de su muerte, ingresan en la carne microorganismos deteriorantes (de la putrefacción) procedentes del canal intestinal y se produce la coloración verde grisácea del intestino y de las paredes abdominales, a veces con reblandecimiento del hígado y riñones (Aberle, 2002).

**La grasa en la carne.** Sensorial y nutricionalmente, la grasa juega un papel relevante en la calidad de los productos cárnicos (Figura 6). Es un componente muy dinámico, que puede variar en su composición en función de la especie animal y del alimento que reciba; además, se puede alterar mediante reacciones de oxidación, lo que repercute en las propiedades nutricionales y sensoriales (Aberle, 2002 y Lawrie, 1981).

La grasa puede tener diversos perfiles de ácidos grasos, los cuales influyen en la nutrición y salud de los consumidores. Según diferentes fuentes de información nutricional a lo largo del mundo, los humanos deben de consumir diariamente entre un 30 y 34 % de sus calorías, a partir de grasas y aceites y el resto a partir de proteínas y carbohidratos. Al formar una parte importante de nuestra nutrición, debemos de tener en cuenta el perfil de ácidos grasos que conforman nuestros alimentos y la relación que guardan entre ellos, por ejemplo, ¿Qué porcentaje de ácidos grasos saturados, insaturados o poliinsaturados los componen? y ¿Qué relación se tiene entre los diferentes aceites que los componen?, además, de la relación entre omega 3 y omega 6, la cual es relevante para entender la patología de algunas enfermedades cardiovasculares, o inmunológicas. Lo ideal es mantener una relación omega 6:3 de 2:1; consumir grasas con alto contenido de ácido graso oleico y limitar el consumo de grasas saturadas (Lawrie, 1981).

En la actualidad se busca que los animales depositen grasas benéficas para la salud, pero que esta grasa no pierda o disminuya sus propiedades funcionales de procesamiento. La conservación de la grasa es importante, ya que su oxidación resulta en una disminución de sus cualidades nutricionales y de la vida de anaquel del producto (Rodríguez, 2003).



*Figura 6.* Un adecuado almacenamiento, reducirá el riesgo de las reacciones de oxidación de la grasa en cortes con elevado contenido de grasa intramuscular.

Fuente: Autoría propia (2018)

### **2.18. La rancidez en la carne (Oxidación de lípidos).**

La oxidación de los compuestos lipídicos de un alimento, es una de las reacciones que modifica en forma más importante la calidad de la carne, ya que, aun teniendo cuidado de no contaminar el alimento con microorganismos, este fenómeno ocurre por reacciones químicas en muchos de los casos de forma espontánea. El proceso de oxidación, es lo que da la característica de rancidez, la cual puede ser positiva o negativa, puesto que ayuda a hacer más fuertes los sabores y olores, mejorando o empeorando un alimento (Lawrie, 1981).

La rancidez es iniciada por radicales libres del oxígeno o por el ataque del oxígeno molecular a radicales libres pre-formados en los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA's de sus siglas en inglés) que constituyen a las grasas y aceites. Los ácidos grasos más susceptibles a reacciones de oxidación son los PUFA's, los cuales se asocian principalmente a lípidos de las membranas, las cuales envuelven a las células o a los organelos como las mitocondrias (Rodríguez, 2003). Estas reacciones de oxidación dependerán de factores intrínsecos y extrínsecos a la carne.

Los factores intrínsecos incluyen principalmente los sistemas de alimentación a los que fueron sometidos los animales en vida, lo cual tiene un efecto en el tipo de grasa (perfil lipídico y grado

de rancidez), así como la presencia y concentración de antioxidantes como son principalmente el nivel de vitamina E, C, de carotenoides; así como de minerales antioxidantes como el selenio o pro oxidantes como el cobre y el hierro (Rodríguez, 2003).

Los factores extrínsecos se asocian con los sistemas de protección en el carne (sistemas de empaque y antioxidantes exógenos o añadidos), presencia de fuentes y tipo de luz, así como el manejo de temperaturas de conservación (Bradley *et al.*, 2011).

La oxidación de la fracción lipídica en el músculo depende de la cantidad e interacción con iniciadores de la cadena de oxidación (Figura 7), como son: el Oxígeno reactivo ( $O\bullet$ ) y metales de transición ( $Fe^{2+}$  y  $Cu^{2+}$ ). Dentro de la cadena de oxidación, la reducción del Oxígeno por un electrón rinde diversos compuestos: un radical anión superóxido ( $O^{2-}$ ), peróxido de Hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y un radical Hidroxilo ( $OH\bullet$ ), los cuales participan en la cadena de oxidación de la grasa y de pigmentos musculares (como la hemoglobina y mioglobina). El radical superóxido puede ser producto de varias reacciones tales como la oxidación de la oximioglobina hasta metamioglobina. En condiciones ácidas, el radical superóxido puede ser oxidado a un radical peroxil ( $HOO\bullet$ ) que es el agente oxidante más potente, siendo capaz de penetrar la bicapa de membrana lipídica con mayor facilidad que otros agentes pro-oxidantes (Bradley *et al.*, 2011).

Una manera de determinar la oxidación es por medio de la cuantificación de compuestos resultantes de la oxidación de lípidos (óxidos, aldehídos y cetonas), esta prueba es conocida como índice de TBARS (thiobarbituric acid reactive substances; sustancias reactivas al ácido thiobarbitúrico) y sus resultados se expresan como miligramos de Malonaldehído/kg de carne.

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El trabajo es lógico y factual; ubicándose en el área de ciencia y tecnología de los Alimentos.

#### **3.2. Ámbito temporal y espacial**

Esmeralda Corporación SAC, SETEPO (Servicios Técnicos Portuarios) y PECONSA (Peruana de Congelados Sociedad Anónima). El desarrollo del proyecto duró, aproximadamente, siete (07) meses (desde 15 de noviembre del año 2017 a 15 de Junio del 2018).

#### **3.3. Variables**

Las variables de estudio fueron, principalmente, el tiempo de maduración de carnes de cerdo y vacuno, las temperaturas de trabajo y las pérdidas sufridas por estos alimentos; entre otros.

##### **3.3.1. Variables independientes**

Las variables independientes son la temperatura, el pH del producto congelado (carne de vacuno y carne de cerdo), las masas de carne (3, 5 y 7 kilogramos) y las temperaturas de trabajo en el rango de congelación.

##### **3.3.2. Variables dependientes.**

Las variables dependientes han sido el tiempo de maduración de las carnes y las masas de perdidas por el proceso de congelación. Estas serán analizadas estadísticamente mediante las técnicas de un solo factor, la técnica de comparación de parámetros y por el método de comparación de medias.

### **3.3.3. Constantes.**

Entre las constantes del estudio tenemos la temperatura crioscópica de las carnes de cerdo y vacuno, que a su vez son de  $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; respetivamente. También se tiene las constantes de proporcionalidad del tiempo de maduración en función de la temperatura de depósito, para cada tipo de carne.

### **3.4.Población y Muestra**

La especie de estudio fue la carne de cerdo y vacuno, los cuales fueron proporcionados por la empresa Esmeralda Corp SAC.

En la presente tesis se empleó carne de cerdo y vacuno de (3, 5 y 7 kilogramos) respetivamente.

### **3.5.Instrumentos**

#### **3.5.1. Materiales**

a) Materia Prima. Se utilizarán las carnes de cerdo y vacuno en presentaciones de 3, 5 y 7 kilogramos; respetivamente.

b) Material de Laboratorio. Termómetro, vasos de precipitado, materiales aforados, pipetas enrasadas, cubetas de vidrio, probetas, pipetas, fiolas, buretas, termómetro, tamices, etc.

c) Los reactivos serán los indicados en los métodos.

#### **3.5.2. Equipos.**

Congelador tipo túnel y congelador tipo placa. Modelo: Max – 1000, capacidad 1 coche de 18 bandejas.

Congeladora ultrarrápida. tipo espiral. modelo: N25, capacidad 40kg, potencia 2.5 HP, de 60, 120 y 180 rpm.

Balanza analítica: Marca OHAUS, modelo: AP210-O, capacidad 210 g a 0.1 mg, Hungría.

Digestor biológico: Marca LMIN, modelo FE-205, tipo 3422-QA. Hungría.



### 3.5.3. Método de Análisis

**Método potenciométrico.** Para determinar el tiempo de depósito o tiempo de maduración de las carnes de cerdo y vacuno, se ha utilizado el método potenciométrico, utilizando el papel tornasol. Consiste en realizar hendiduras (cortes) a dichas carnes de 3 mm a 5 mm de profundidad. En esta hendidura se coloca el papel tornasol, que es apretado por la misma corteza de la carne. Para la carne de vacuno se espera, un breve tiempo (3 a 4 horas) para que el pH de la carne se estandarice en un valor de pH de 5,4; y para la carne de cerdo se espera, un breve tiempo (2 a 3 horas) para que el pH de la carne se estandarice en un valor de pH de 5,5. Luego se coloca la muestra a temperatura promedio deseada, esperando que el pH de la carne de vacuno llegue a un pH de 5,8 y para la carne de cerdo llegue o vire a 5,9; que será el pH óptimo de maduración de la carne y a su vez el tiempo óptimo de maduración de la misma. Varios autores, entre ellos Gruda (1999), mencionan que el pH es un indicador de calidad de alto grado de confiabilidad y veracidad para que las características de las carnes nutritivas, proteicas y biológicas de las carnes sean las más adecuadas posibles.

### 3.6.Procedimientos

Para determinar la formulación adecuada de la carne congelada se utilizará el método de superficie de respuesta, que consiste en primer lugar, en la aplicación de un screening, donde se tendrán las variables independientes: concentración de ablandador de la carne, peso de dichas carnes, para las cuales se evaluarán las variables dependientes, como el valor biológico, contenido de proteína y aceptabilidad general. Considerando que cada variable independiente es un factor, el cual se aplicará en dos niveles (máximo y mínimo), se tendrá un experimento factorial  $2^3 = 8$ ,

como se muestra en la tabla 2, donde la variable dependiente se refiere a las características a evaluar antes mencionadas

Tabla 2.  
*Tratamientos necesarios para ejecutar la investigación planteada.*

Tratamiento	Carne de cerdo (kg)	Carne de vacuno (kg)	Sal entiernizadora	Valor biológico ( $Z_T$ ) días.
1	3	3	Mínimo	-
2	5	5	Mínimo	-
3	7	7	Mínimo	-
4	3	3	Máximo	-
5	5	5	Máximo	-
6	7	7	Máximo	-
7	4	4	Mínimo	-
8	4	4	Máximo	-

Fuente: Autoría propia (2018)

La tabla muestra el diseño experimental.

El Análisis de Varianza aplicado a los tratamientos mostrados en la tabla 2, con respecto a cada variable independiente, permitirá seleccionar los factores que tengan un efecto significativo en la calidad biológica de las carnes de cerdo y vacuno en sus tres presentaciones diferentes. La variable respuesta es el tiempo de maduración de las carnes de cerdo y vacuno; y reducir considerablemente los costes de operación y las pérdidas de masa hasta por lo menos 15 %.

### **3.7. Análisis de datos**

#### **3.7.1. Metodología.**

Teniendo en cuenta que los actuales métodos de conservación de los alimentos a bajas temperaturas pueden influir inadecuadamente sobre la actividad enzimática de los alimentos congelados y el curso de los procesos fisicoquímicos que alteran los productos; y al inhibir por completo la actividad de los microorganismos, puede ser parcial (anabiosis) o total (abiosis), la metodología científica a utilizar para prolongar de la capacidad de conservación de las carnes de cerdo y vacuno se basará en la formulación de Kuprianoff mencionado por Gruda (1999), la misma que se medirá el tiempo de depósito para las respectivas carnes y se correlacionará por la metodología de análisis de regresión, correlacionando los coeficientes de regresión  $r$  de Pirson para ver la similitud de los resultados y la concordancia de resultados.

La técnica, llamada potenciométrica. En cuanto a los costos, el ahorro estará en función de la menor cantidad de horas empleadas para la refrigeración, congelación, capacidad de tiempo de depósito, forma de los productos, espacios dentro de la cámara de congelamiento, etc.

Para medir las pérdidas de peso se utilizará la metodología de gravimetría simple, es decir lo que normalmente se pierde entre 8 a 10 %, con la reducción del tiempo de depósito la pérdida de peso de las carnes de cerdo y vacuno disminuirá considerablemente.

#### IV. RESULTADOS

Tanto para la carne de cerdo como para la carne de vacuno en sus tres presentaciones (3 kilogramos, 5 kilogramos y 7 kilogramos) se realizaron hendiduras (cortes) de 3-5 milímetros. En estos cortes se colocó el papel tornasol o papel indicador de pH, y se esperó un tiempo necesario para que el pH se estandarice en 5,4 (para la carne de vacuno) y 5,5 (para la carne de cerdo). Para el proceso del tiempo de maduración de las carnes se procedió a colocar cada una de las presentaciones y de los dos tipos de carnes en los túneles de congelamiento, donde las temperaturas promedio de congelación de los túneles fueron entre: -8 a -6 °C, 1 a 3 °C, 8 a 10 °C y, de 16 a 18 °C. Estos datos promediados y compilados, para los dos tipos de carnes se presentan en las tablas de la 3 a 8.

En la tabla 9 se presenta en resumen de valores del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de cerdo. En la tabla 10 se presenta en resumen de valores del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de vacuno. Así mismo en las tablas 11 y 12 se presentan, resumen, los valores del tiempo de maduración promedio  $Z_t$  para la carne de cerdo y vacuno, según la temperatura. En las figuras 7 y 8 se representan de los datos del tiempo de maduración,  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo y vacuno, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento.

En las figuras 9 y 10 representan de los datos del tiempo de maduración promedio,  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo y vacuno, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento.

#### 4.1. Datos del tiempo de maduración $Z_t$ para la carne de Vacuno.

Tabla 3.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 3 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10 °C)</b>	<b>T (16 °C a 18 °C)</b>
430 h	172 h	72 h	48 h
426 h	168 h	70 h	45 h
432 h	170 h	70 h	47 h
$Z_t=17,86$ días	$Z_t=7,32$ días	$Z_t= 2,94$ días	$Z_t= 1,94$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Vacuno. Presentación 3

kilogramos.

Tabla 4.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 5 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10 °C)</b>	<b>T (16 °C a 18 °C)</b>
445 h	178 h	98 h	64 h
448 h	176 h	94 h	65 h
448 h	183 h	95 h	63 h
$Z_t=18,62$ días	$Z_t=7,46$ días	$Z_t= 3,98$ días	$Z_t= 2,67$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Vacuno. Presentación 5

kilogramos.

Tabla 5.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 7 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10°C)</b>	<b>T (16 °C a 18°C)</b>
460 h	193 h	120 h	94 h
464 h	184 h	122 h	96 h
463 h	186 h	122 h	92 h
<b><math>Z_t=19,26</math> días</b>	$Z_t=7,82$ días	$Z_t= 5,05$ días	$Z_t= 3,92$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Vacuno. Presentación 7 kilogramos.

#### 4.2.Datos del tiempo de maduración $Z_t$ para la carne de Cerdo.

Tabla 6.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 3 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10°C)</b>	<b>T (16 °C a 18°C)</b>
330 h	112 h	60 h	43 h
340 h	114 h	64 h	42 h
338 h	116 h	70 h	43 h
<b><math>Z_t=14,00</math> días</b>	$Z_t=4,75$ días	$Z_t= 2,70$ días	$Z_t= 1,78$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Cerdo. Presentación 3 kilogramos.

Tabla 7.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 5 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10°C)</b>	<b>T (16 °C a 18°C)</b>
343 h	115 h	84 h	70 h
348 h	118 h	86 h	72 h
353 h	120 h	85 h	69 h
<b><math>Z_t=14,50</math> días</b>	$Z_t=4,90$ días	$Z_t= 3,54$ días	$Z_t= 2,93$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Cerdo. Presentación 5 kilogramos.

Tabla 8.

*Tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para 7 kilogramos.*

<b>T (-8 °C a -6 °C)</b>	<b>T (1 °C a 3 °C)</b>	<b>T (8 °C a 10°C)</b>	<b>T (16 °C a 18°C)</b>
349 h	122 h	106 h	93 h
364 h	125 h	104 h	91 h
358 h	126 h	107 h	90 h
<b><math>Z_t=14,88</math> días</b>	$Z_t=5,18$ días	$Z_t= 4,40$ días	$Z_t= 3,81$ días

Dependencia del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de Cerdo. Presentación 7 kilogramos.

Tabla 9.

*Resumen del tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo.*

<b>Temperatura (T)</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>°C</b>	<b>kilogramos</b>	<b>kilogramos</b>	<b>kilogramos</b>
-7	14,00	14,50	14,88
2	4,75	4,90	5,18
9	2,70	3,54	4,40
17	1,78	2,93	3,81

Resumen de valores del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de cerdo.

Tabla 10.

*Resumen del tiempo de maduración  $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno.*

<b>Temperatura (T)</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>°C</b>	<b>kilogramos</b>	<b>kilogramos</b>	<b>kilogramos</b>
-7	17,89	18,62	19,26
2	7,32	7,46	7,82
9	2,94	3,98	5,05
17	1,94	2,67	3,92

Resumen de valores del tiempo de maduración  $Z_t$  para la carne de vacuno.



Tabla 11.

*Datos del tiempo de maduración promedio  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo, según la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).*

<b>Temperatura (T)</b>	<b>Tiempo de maduración (<math>Z_t</math>)</b>
$^{\circ}\text{C}$	días
-7	14,46 (s=0,46)
2	4,94 (s=0,18)
9	3,55 (s=0,69)
17	2,84 (s=0,83)

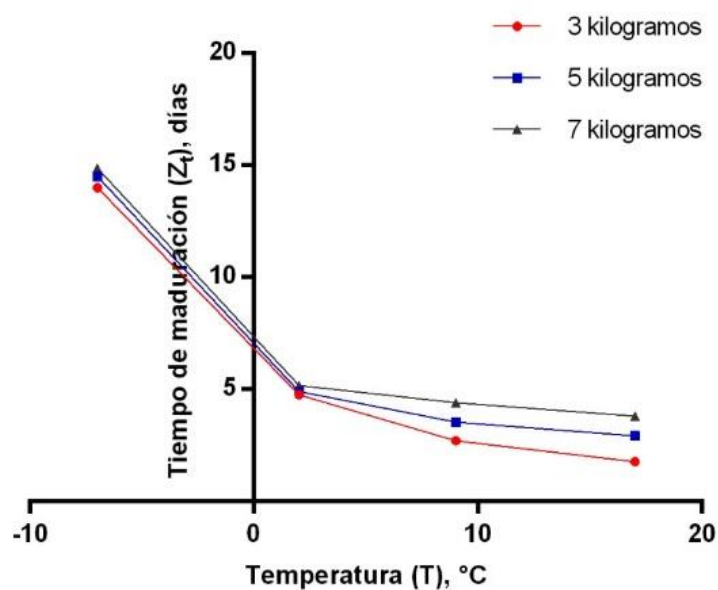
Resumen de valores del tiempo de maduración promedio  $Z_t$  para la carne de cerdo, según la temperatura.

Tabla 12.

*Datos del tiempo de maduración promedio  $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno, según la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).*

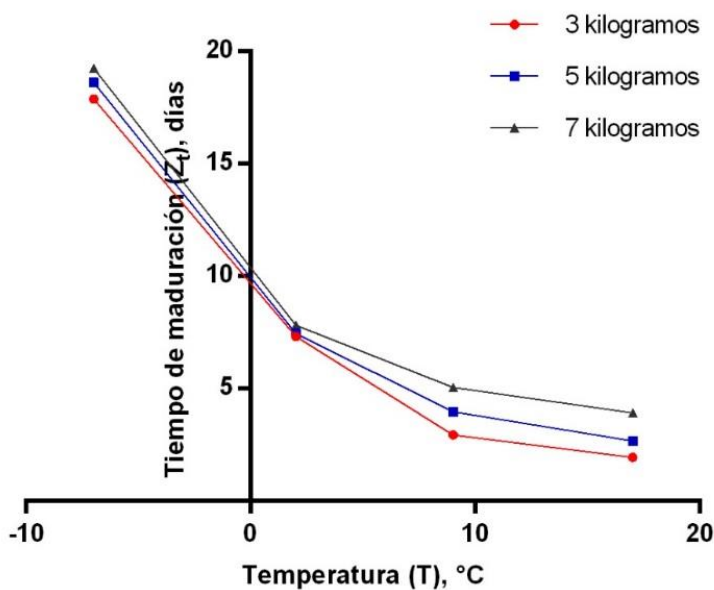
<b>Temperatura (T)</b>	<b>Tiempo de maduración (<math>Z_t</math>)</b>
$^{\circ}\text{C}$	días
-7	18,59 (s=0,56)
2	7,53 (s=0,21)
9	3,99 (s=0,86)
17	2,84 (s=0,83)

Resumen de valores del tiempo de maduración promedio  $Z_t$  para la carne de vacuno, según la temperatura.



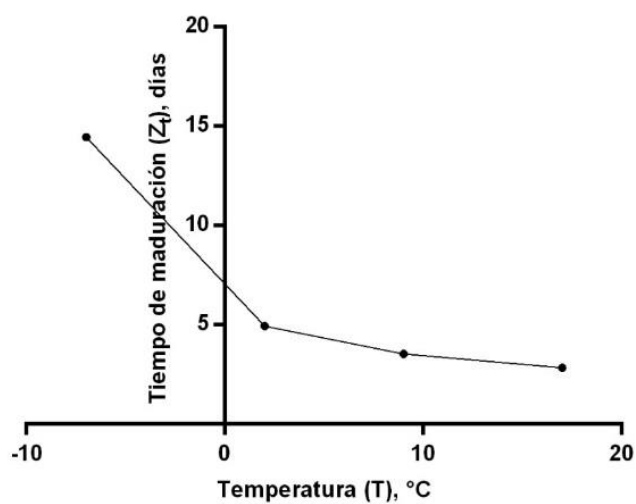
*Figura 7.* Representación de los datos (tabla 9), del tiempo de maduración,  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento.

Fuente: Autoría propia (2018)



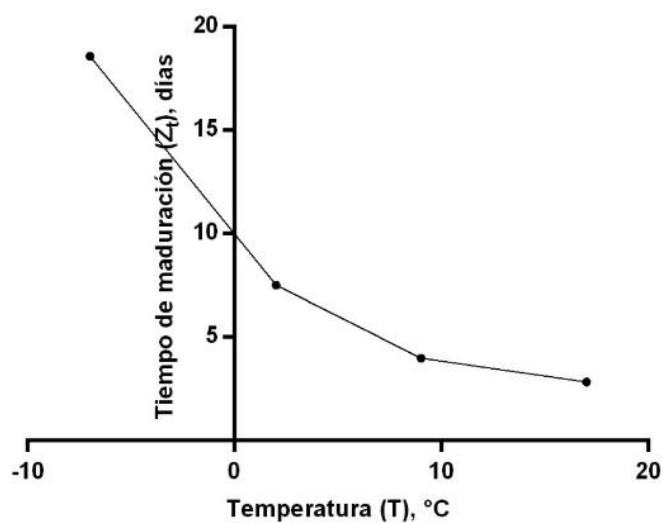
*Figura 8.* Representación de los datos (tabla 10), del tiempo de maduración,  $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno, en función de la temperatura (T), °C, de almacenamiento.

Fuente: Autoría propia (2018)



*Figura 9.* Representación de los datos (tabla 11), del tiempo de maduración promedio,  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo, en función de la temperatura ( $T$ ), °C, de almacenamiento.

Fuente: Autoría propia (2018)



*Figura 10.* Representación de los datos (tabla 12), del tiempo de maduración promedio,  $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno, en función de la temperatura ( $T$ ), °C, de almacenamiento.

Fuente: Autoría propia (2018)

### 4.3. Análisis estadístico de datos.

Como la dependencia del tiempo de maduración de la carne en función de la temperatura ambiente se expresa con bastante exactitud por la ecuación *Kuprianoff* mencionado por Gruda (1999); cuya forma es:

$$\log Z_T = 0,0515 (23,5 - T) \quad \dots (1)$$

$$\text{o } Z_T = 10^{0,0515(23,5-T)} \quad \dots (2)$$

Dónde:

$Z_T$  = Tiempo o plazo de maduración, días.

$t$  = Temperatura, en °C.

En base a esto se aplicó la PRUEBA DE HIPÓTESIS para medias.

**Para la carne de cerdo.** La relación, después de realizar una linealización y ajuste de curvas simple, para la carne de cerdo resultó ser:

$$\log Z_t = 0,86673 - 0,02902T$$

Cuya media, es la pendiente del proceso del tiempo de maduración, igual a  $m = -0,02902$ , con  $r = -0,9462$ , y desviación estándar de  $\sigma = 10,2103$ .

$$H_0: \mu = 0,0515$$

$$H_a: \mu \neq 0,0515$$

Con  $\alpha = 5\%$

$$t_c = (0,02902 - 0,0515) / (10,2103 * 2) = -0,0044$$

Pero según tabla, el valor de  $t$  student es  $-3,182$  o  $3,182$ ; es decir, si  $t_c$  hubiese salido menor que  $-3,182$  o mayor que  $3,182$ ;  $H_0$  se hubiera rechazado. Pero como dicho valor de  $t_c$  es  $-0,0044$  está en la región de aceptación; entonces se acepta  $H_0$  y se puede concluir que el tiempo de maduración

promedio,  $Z_t$ , en días, para la carne de cerdo sigue la tendencia o es a fines con la teoría planteada por la ecuación *Kuprianoff* mencionado por Gruda (1999).

**Para la carne de vacuno.** La relación, después de realizar una linealización y ajuste de curvas simple, para la carne de vacuno resultó ser:

$$\log Z_t = 0,98169 - 0,03459T$$

Cuya media, es la pendiente del proceso del tiempo de maduración, igual a  $m = -0,03459$ , con  $r = -0,9847$ , y desviación estándar de  $\sigma = 10,2103$ .

$$H_0: \mu = 0,0515$$

$$H_a: \mu \neq 0,0515$$

Con  $\alpha = 5\%$

$$t_c = (0,03459 - 0,0515) / (10,2103 * 2) = -0,0033$$

Pero según tabla, el valor de  $t$  estudent es  $-3,182$  o  $3,182$ ; es decir, si  $t_c$  hubiese salido menor que  $-3,182$  o mayor que  $3,182$ ;  $H_0$  se hubiera rechazado. Pero como dicho valor de  $t_c$  es  $-0,0033$  está en la región de aceptación; entonces se acepta  $H_0$  y se puede concluir que el tiempo de maduración promedio,  $Z_t$ , en días, para la carne de vacuno sigue la tendencia o es a fines con la teoría planteada por la ecuación *Kuprianoff* mencionado por Gruda (1999).

#### **4.4.Cálculo de la reducción de pérdidas.**

Las pérdidas fueron calculadas en base a datos anteriores, de 2 a 3 años. Se encontraron registros de pesos de las tres prestaciones, tanto en carne de cerdo como en carne de vacuno. En las tablas 13 y 14 se muestran las tasas o porcentajes de la reducción de perdidas, tanto para la carne de cerdo como de vacuno; respectivamente.

Tabla 13.

*Datos comparativos de pérdidas (en %) de un antes y después para la carne de cerdo.*

	Datos anteriores (kg)			Datos actuales (kg)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
<b>Presentación 3 kg.</b>	3897	3351	14,0	3420	3146	8,0
<b>Presentación 5 kg</b>	4060	3390	16,5	3390	2980	12,1
<b>Presentación 7 kg</b>	4963	4275	13,9	4320	3993	7,6
			14,8			9,2

Esta tabla indica las pérdidas en la carne de cerdo, reduciéndose de 14,8% al 9.2 %.

Tabla 14.

*Datos comparativos de pérdidas (en %) de un antes y después para la carne de vacuno.*

	Datos anteriores (kg)			Datos actuales (kg)		
	Antes	Después	%	Antes	Después	%
<b>Presentación 3 kg</b>	4509	3743	17,0	4563	4244	7,0
<b>Presentación 5 kg</b>	3985	3427	14,0	3265	2971	9,0
<b>Presentación 7 kg</b>	6083	6083	15,0	3584	3315	7,5
			15,3			7,8

Esta tabla indica las pérdidas en la carne de vacuno, reduciéndose de 15,3 % al 7,8 %.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Estadísticamente, por medio la prueba de hipótesis para medias se pudo determinar que el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días), de las carnes de cerdo y vacuno siguen el comportamiento planteado por la teoría de Kuprianoff mencionado por Gruda (1999).
2. El comportamiento del tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días) para las carnes de cerdo y vacuno, observados en las figuras 7, 8, 9, 10; coinciden, estadísticamente, con lo reportado por Kuprianoff.
3. Las mermas o pérdidas debido a la congelación y posterior descongelación de las carnes de cerdo y vacuno, están en el rango mencionado por Gruda (1999).
4. Evaluando el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días) para las carnes de cerdo y vacuno, y considerando las tres presentaciones (3, 5, y 7 kilogramos), se observa que la terneza de dichas carnes mejora sustancialmente, coincidiendo lo que menciona Mafart (2004).

## VI. CONCLUSIONES

1. El objetivo general del trabajo se ha cumplido satisfactoriamente, evaluando el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días) de las carnes de cerdo y vacuno.
2. Se determinó el tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días), de las carnes de cerdo y vacuno en sus tres presentaciones de 3, 5 y 7 kilogramos; respectivamente.
3. El tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días), de la carne de vacuno es más prolongado en comparación con la carne de cerdo.
4. Las pérdidas, en carne de cerdo fueron reducidas de 14,8 % a 9,2 %; es decir 5,6 % menos.
5. Las pérdidas, en carne de vacuno fueron reducidas de 15,3 % a 7,8 %; es decir 7,5 % menos.
6. Para la carne de cerdo, el valor de t student es -3,182 o 3,182; es decir, si  $t_c$  hubiese salido menor que -3,182 o mayor que 3,182;  $H_0$  se hubiera rechazado. Pero como dicho valor  $t_c$  de -0,0044; se observa que está en la región de aceptación; por lo tanto, se acepta  $H_0$  de que la pendiente de la teoría de Kuprianoff con la pendiente de la experimentación tienen diferencia no significativa.
7. Para la carne de vacuno, el valor de t student es -3,182 o 3,182; es decir, si  $t_c$  hubiese salido menor que -3,182 o mayor que 3,182;  $H_0$  se hubiera rechazado. Pero como dicho valor  $t_c$  de -0,0033 está en la región de aceptación; entonces se acepta  $H_0$  de que la pendiente de la teoría de Kuprianoff con la pendiente de la experimentación tienen diferencia no significativa.



## **VII. RECOMENDACIONES.**

1. Para presentaciones de otros tipos de carnes, por ejemplo, de aves, deben ser de menor masa, por ejemplo, entre 1 y 3 kilogramos.
2. Para tener mejor precisión en los valores del tiempo de maduración,  $Z_t$ , (en días), se debe contar con mayor disponibilidad de equipos, cámaras de almacenamiento, túneles de congelación y laboratorios implementados de control de calidad y evaluación de valores biológicos de las carnes, antes, durante y después de la congelación.

## VIII. REFERENCIAS

- Anderson M. E. (2009) Refrigeración. Tratado de los elementos principales de las temperaturas bajas. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Aberle, E. D. (2002) Principles of Meat Science 4ta Edition. Kendall Hunt Publishing Company. Capítulo 9. Storage and Preservation of Meat. Pág.181.
- Batty C.J y Folk Man S.L. (1990) Fundamentos de Ingeniería de los Alimentos. Cía. Edit. Continental. México.
- Bradley, EM, Williams, JB, Schilling, MW, Coggins, PC, Crist, CA, Yoder, SW, and Campano, S. G. (2011) Effects of sodium lactate and acetic acid derivatives on the quality and sensory characteristics of hot-boned pork sausage patties. Meat Sci., 88, 145-150.
- Brody, A. L. (2003) Predicting packaged food shelf life. Food Technology. 57(4):100-102.
- Coma, V. 2006. Perspective for the active packaging of meat products. En Advanced Technologies for Meat Products (Nollet, L.M. & Toldrá, F. eds.). 449-472. CRC press, Taylor & Francis Group. Boca Raton. FL. USA.
- Chiralt, B. A., Martínez, N, N., Gonzales, M. Ch., Talens, O. P. y Moraga B. G. (2012) Propiedades físicas de los Alimentos. Editorial Universitat Politècnica de Valencia. Valencia. España.
- Davies, A. R. (1995) Advances in modified-atmosphere packaging. In: Gould, G.W. (Ed.), New Methods of Food Preservation. Blackie Academic and Professional, London, pp. 304–320.

- Dossat, Ray. H. (2002) Principios de refrigeración. Editorial Jhon Willey. México.
- Earle R.L. (1996) Ingeniería de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia Zaragoza. España.
- Eilert, S. J. (2005) New packaging technologies for the 21st century, *Meat Sci.*, 71, 122– 127.
- Fennema, G. O., (1989) Fundamentos de Preservación de los Alimentos a bajas temperaturas. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Gruda. R.F. (1999) Tecnología de la congelación y refrigeración de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Hui, Y. H; Guerrero, L. I, y Rosmini, R. M. (2006). Ciencia y Tecnología de la Carne. Ed. Limusa. México.
- Jeremiah, J. L. (2007a) The effects of frozen storage on the retail acceptability of pork loins chops and shoulder roasts. *Journal of Food Quality*. 5, 73-78.
- Jeremiah, J. L. (2007b) The effects of frozen storage and protective storage wrap on the retail case life of pork loin chops. *Journal of Food Quality*. 5, 311-326.
- Karakaya, M, Saricoban, C, y Yilalmaz, M. T. (2005) The effect of mutton, goat, beef and rabbit-meat species and state of rigor on some technological parameters. *Journal of Muscle Foods*. 17, 56–64.
- Madrid, V. A., Gómez, P. J., Santiago, R. F., Madrid, V. J. y Madrid, C. J. (2003) Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos. Ediciones mundi prensa y ediciones Madrid Vicente. Madrid. España.
- Mafart, P. (2004) Ingeniería Industrial Alimentaria. Volumen I. procesos Físicos de Conservación. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

- Marth, E. U. (1998) Extended shelf life refrigerated foods: Microbiological quality and safety. *Food Technology*. 52(2), 57-62.
- Moore, C. M, y Sheldon, B. W. (2003a) Evaluation of time- temperature integrators for tracking poultry product quality throughout the chill chain. *Journal of Food Protection*. 66(2), 287-292.
- Morsell, H. A. (2013). *Vademécum del frigorista*. 3ª Edición. Editorial Acribia Zaragoza. España.
- Lawrie, RA. 1981. *Ciencia de la Carne*. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 355 p.
- Lewis, M. J. (2003) *Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas De Procesado*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- Lomas, M. G. (2002) *Introducción al Cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos*. Editorial Acribia. S. A. Zaragoza. España.
- Pierre, M. N. (2011) *Ingeniería Industrial Alimentaria*. Editorial Acribia SA. Zaragoza. España.
- Plank, G. R., (1996) *El empleo del frío en la industria de los Alimentos*. Ed. Reverte. España.
- Rapin, P. J. (1998) *Instalaciones frigoríficas*. Tomo II. Ediciones Marcombo. Madrid. España. España.
- Rodríguez, R. E. (2005) *Los Refrigerantes en las Instalaciones Frigoríficas*. Editores Thompson Paraninfo Spain. Madrid. España.
- Sanguinetti, R. E. (2008) *Tratado Práctico de la Refrigeración*. Editorial Tecnilibros S. A. La tecnología a tu alcance. Lima. Perú.

Sharma, A. R., Mulvaney, M. T. y Rizvi, T, E. (2003) Ingeniería de Alimentos. Editorial Limusa Wiley. México. D.F.

Stoker, W.F. (2001) Refrigeración y aire acondicionado. Editorial McGraw-Hill. D. F. México.

Welty, J. R. (1988) Engineering Heat Transfer. 6Ta Ver. Printed in the United States of America.

## IX. ANEXOS

### Glosario

**Carne:** La carne es el tejido animal, principalmente muscular, que se consume como alimento. Se trata de una clasificación coloquial y comercial que sólo se aplica a animales terrestres — normalmente vertebrados: mamíferos

**Salazonado:** Se denomina salazón a un método destinado a preservar los alimentos, de forma que se encuentren disponibles para el consumo durante un mayor tiempo. El efecto de la salazón es la deshidratación parcial de los alimentos, el refuerzo del sabor y la inhibición de algunas bacterias.

**Miofibrillas:** Una miofibrilla es una estructura contráctil que atraviesa las células del tejido muscular y les da la propiedad de contracción y de elasticidad, la cual, permite realizar los movimientos característicos del músculo.

**Bromatología:** La bromatología estudia los alimentos, su composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico, así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc. El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, puesto que actúa en varios segmentos del control de calidad como el procesamiento y almacenamiento de los alimentos procesados.

**Emulsificantes:** Un emulsionante, emulsificante o emulgente es una sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar. De esta manera, al añadir este emulsionante, se consigue formar una emulsión. Se denomina así también a los aditivos alimentarios encargados de facilitar el proceso de emulsión de los ingredientes.

**Canal:** La canal es el cuerpo de animal de abastos desprovisto de la totalidad de las vísceras torácicas y abdominales excepto el riñón. Puede incluir o no las cabezas o las patas. En los cerdos, por ejemplo, también puede llevar a la piel.

**Presión.** Las presiones que actúan en un sistema de refrigeración, son extremadamente importantes. En primer término, se debe operar con presiones positivas; es decir, las presiones tanto en el condensador como en el evaporador, deben ser superiores a la presión atmosférica.

**Temperatura.** Hay tres temperaturas que son importantes para un refrigerante y que deben ser consideradas al hacer la selección.

Estas son: la de ebullición, la crítica y la de congelación. La temperatura de ebullición de un refrigerante, siempre es referida a la presión atmosférica normal de 101.3 kPa (0 psig). Se puede decir, que el punto de ebullición de cualquier líquido, es la temperatura a la cual su presión de vapor es igual a la atmosférica.

El punto de ebullición de un refrigerante debe ser bajo, para que aún operando a presiones positivas, se pueda tener una temperatura baja en el evaporador.

**Curvas de Presión y temperatura.** Sabemos que el agua hierve a 100°C en un recipiente abierto, a la presión atmosférica normal de 101.3 kPa (14.7 psia). En un recipiente cerrado, donde se puede controlar la presión, se puede cambiar el punto de ebullición. Si se incrementa la presión en el recipiente, también se incrementa el punto de ebullición. Si se disminuye la presión, se disminuye también la temperatura de ebullición del agua. Este mismo principio se aplica a todos los líquidos.

**Evaporador.** Dentro del evaporador el refrigerante líquido se evapora. Este cambio de estado requiere la absorción del calor latente evaporización, que se extrae del medio exterior. En base a su uso, los evaporadores pueden clasificarse de dos tipos. Evaporadores de expansión directa e

indirecta. Los evaporadores pueden ser de tubo desnudo, de tubos con aletas o de placa. También pueden clasificarse en inundados y de expansión directa.

**Compresor.** El refrigerante entra al compresor en fase vapor a baja presión y temperatura. En el compresor se aumenta la presión y temperatura del refrigerante. Los tres tipos de compresores más habituales son: alternativo, centrífugo y rotatorio. Un importante parámetro que determina el rendimiento de un compresor es su capacidad, que a su vez está influenciada por los factores, como: a) desplazamiento del pistón, b) holgura entre el pistón y c) el cilindro al final del recorrido y el tamaño de las válvulas de aspiración y descarga. La capacidad del compresor puede controlarse mediante: a) la velocidad (rpm), b) haciendo un “bypass” en la línea de gas desde la zona de alta presión a la de baja o c) haciendo un “bypass” de gas internamente, manteniendo la válvula de aspiración abierta.

**Condensador.** La función de un condensador en un sistema de refrigeración es transmitir calor desde el refrigerante hacia otro medio, tal como aire y/o agua. Al retirar calor del refrigerante gaseoso este condensa dentro del condensador. Los tipos de condensadores más utilizados son (1) enfriados por agua, (2) enfriados por aire y (3) evaporativo.

**Válvula de expansión.** Una válvula de expansión es esencialmente un aparato que controla el flujo del refrigerante líquido hacia el evaporador. La válvula puede operarse manualmente o regularse en función de la presión o de la temperatura en otro punto en del sistema de refrigeración. Los tipos más habituales utilizadas en los sistemas de refrigeración son a) válvulas de expansión manuales, b) válvulas automáticas de flotador de baja, c) válvulas automáticas de flotador de alta, d) válvulas automáticas de expansión y e) válvulas de expansión termostática.



## **MEDIOS REFRIGERANTES**

**Definición.** De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad.