



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y  
ACUICULTURA**

**CINÉTICA DE REFRIGERACIÓN DE LA PANCETA DE CERDO (SUS SCROFA  
DOMESTICUS) EN EL RANGO DE TEMPERATURA ENTRE 5 °C Y -2 °C**

**Línea de investigación:**

**Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Alimentario

**Autora:**

Casas Gamboa, Bertha Nelyth

**Asesor:**

Marín Machuca, Olegario  
(ORCID: 0000-0002-0515-5875)

**Jurado:**

Zambrano Cabanillas, Abel Walter  
Aldave Palacios, Gladis Josefina  
Guzmán Loyola, Edmundo Eugenio

**Lima - Perú**

**2023**



## Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:	1A Casas Gamboa, Bertha Nelyth Título Profesional de Ingeniero Alimentario
Fecha del Análisis:	13 /05/2023
Operador del Programa Informático:	VARGAS MORENO MARTHA
Correo del Operador del Programa Informático:	mvargas@unfv.edu.pe
Porcentaje:	5 %
Asesor:	Dr. Marín Machuca, Olegario
Título:	CINÉTICA DE REFRIGERACIÓN DE LA PANCETA DE CERDO ( <i>SUS SCROFA DOMESTICUS</i> ) EN EL RANGO DE TEMPERATURA ENTRE 5 °C Y -2 °C
Enlace:	<a href="https://secure.arkund.com/old/view/159551932-660745-287475#DcQxDoAgEATAv1BvDHvHgfAVY2GIGgppKI1/lynmdc9wZfMgOJsLqGAADYxggkARYIhWJF3uNHu3q5Wj15PV/zip0ShiQ/UnEy/Hw==">https://secure.arkund.com/old/view/159551932-660745-287475#DcQxDoAgEATAv1BvDHvHgfAVY2GIGgppKI1/lynmdc9wZfMgOJsLqGAADYxggkARYIhWJF3uNHu3q5Wj15PV/zip0ShiQ/UnEy/Hw==</a>

Jefe de la Oficina de Grados  
y Gestión del Egresado:



Firma

Nombres y Apellidos

Ing. José Eduardo Candela Díaz



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura

**CINÉTICA DE REFRIGERACIÓN DE LA PANCETA DE CERDO (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) EN EL RANGO DE TEMPERATURA ENTRE 5 °C Y -2 °C**

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Alimentario

**AUTORA:**

Casas Gamboa, Bertha Nelyth

**ASESOR:**

Marín Machuca, Olegario

ORCID: 0000-0002-0515-5875

**JURADO:**

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Aldave Palacios, Gladis Josefina

Guzmán Loyola, Edmundo Eugenio

**Lima – Perú**

**2023**

**DEDICATORIA**

A Dios el que me da la fuerza y sabiduría para poder culminar mi carrera profesional.

Con mucho cariño a mis padres por su sacrificio y confianza, también a mis tíos Teresa y Tito, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron.

### AGRADECIMIENTO

A mis padres Jose Macario Casas Ñiquen y Nelyth Jesus Gamboa Zumaeta, por su apoyo constante, dándome sus consejos en los momentos indicados.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, a la Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias, y a la Escuela profesional de Ingeniería Alimentaria, que me brindó la oportunidad de convertirme en un profesional.

A mi asesor Dr. Olegario Marín, que me dio su valioso tiempo, apoyo y paciencia en el transcurso de la presente investigación.

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivo específico.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis principal .....	5
1.5.2. Hipótesis específica.....	5
II. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Carne de cerdo.....	6
2.1.1. Panceta de cerdo.....	7
2.1.2. Propiedades nutricionales de la carne de cerdo.....	7
2.2. Métodos de conservación .....	9
2.2.1. Empacado al vacío .....	10
2.2.2. Refrigeración.....	11
2.2.3. Ahumado .....	12

2.2.4. Salado.....	12
2.3. Parámetros de calidad .....	13
2.3.1. pH.....	13
2.3.2. Carne pálida, suave y exudativa (PSE) .....	15
2.3.3. Sabor .....	15
2.3.4. Color.....	16
2.4. Tiempo de vida útil de carne de cerdo en refrigeración. ....	17
2.5. Panorama de la carne de cerdo .....	18
2.5.1. Producción de carne de cerdo.....	18
2.5.2. Consumo de la carne de cerdo.....	20
2.5.3. Precio de la carne de cerdo.....	21
2.5.4. Exhibición de la carne de cerdo en el Perú .....	22
III. MÉTODO.....	23
3.1. Tipo de investigación .....	23
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	23
3.3. Variables .....	23
3.3.1. Variables dependientes.....	23
3.3.2. Variables independientes.....	23
3.4 Población y muestra .....	24
3.5. Instrumentos .....	24
3.5.1. Materiales .....	24
3.5.2. Equipos.....	24
3.6. Procedimiento .....	24
3.6.1. Método potenciométrico .....	25

3.6.2. Diseño experimental.....	25
3.6.3. Metodología .....	26
3.6.4. Nivel o tipo de investigación.....	27
3.7. Análisis de datos .....	27
3.7.1. Métodos numéricos .....	27
3.7.2 Interpolación .....	28
3.7.3. Fórmulas de Newton .....	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.1. Primera prueba experimental .....	30
4.1.1. Interpretación .....	34
4.1.2. Conclusión.....	34
4.2. Segunda prueba experimental .....	34
4.2.1. Interpretación .....	38
4.2.2. Conclusión.....	38
4.3. Tercera prueba experimental.....	39
4.3.1. Interpretación .....	42
4.3.2. Conclusión.....	42
4.4. Análisis de datos estadísticos. ....	43
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	44
VI. CONCLUSIONES .....	45
VII. RECOMENDACIONES .....	47
VIII.REFERENCIAS .....	48
IX. ANEXOS.....	53
9.1. Matrix de consistencia.....	53



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la Panceta de Cerdo en 100 g de porción comestible .....	8
Tabla 2. Número de Pruebas (3) para cada una de las masas de panceta.....	25
Tabla 3. Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 1,5 kilogramos de masa .....	30
Tabla 4. Valores representativos de tiempo (días) y temperatura, ambos de refrigeración (°C) para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros de espesor y 1,5 kilogramos) .....	32
Tabla 5. Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la dependencia de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso .....	33
Tabla 6. Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 1,75 kilogramos de masa .....	35
Tabla 7. Valores representativos de tiempo (días) y temperatura, ambos de refrigeración (°C) para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros de espesor y 1,75 kilogramos) .....	37
Tabla 8. Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso .....	37
Tabla 9. Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 2,00 kilogramos de masa .....	39
Tabla 10. Valores representativos de tiempo (días) y temperatura (°C), ambos de refrigeración para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros ..de espesor y 2,00 kilogramos) .....	41

Tabla 11. Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la dependencia de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso .....41

Tabla 12. Valores hallados del tiempo y temperatura ideal en la que debería estar la panceta de cerdo según su peso para que conserve su calidad y características organolépticas, .....43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Cortes comerciales de cerdo .....	7
Figura 2.Coloración conforme de carne de cerdo .....	17
Figura 3.Etiqueta de trazabilidad de corte porcino Bife de Lomo “Redondos” en tiendas Metro .....	18
Figura 4.Frito de chanco, plato típico de Chiclayo. ....	21
Figura 5.Exhibición de carne de cerdo tiendas Retail .....	22
Figura 6.Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 1,5 kilogramos de masa .....	31
Figura 7.Panceta de 1,5 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio con temperatura de 0.4°C.....	31
Figura 8.Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 1,75 kilogramos de masa .....	36
Figura 9.Panceta de 1,75 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio con temperatura de 3.5°C.....	36
Figura 10.Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 2,0 kilogramos de masa .....	40
Figura 11.Panceta de 2 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio, con temperatura de 2.2°C.....	40

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la cinética de refrigeración (entre 5 °C y -2 °C) de la panceta de 4 cm de espesor para masas de 1,50; 1,75 y 2,00 kg; respectivamente. La investigación fue cuantitativa, cualitativa y experimental. Las temperaturas se tomaron por triplicado, para cada una de las masas, luego se promediaron para facilitar el comportamiento de la dependencia de la temperatura con respecto al tiempo, facilitando la cinética de refrigeración, aplicando la interpolación de Newton. Dicha cinética resultó ser un modelo de estimación de cuarto grado, de la temperatura en función del tiempo, el cual se derivó, y se igualó a cero obteniendo 3 valores del tiempo crítico de refrigeración, de los cuales solo 2 valores fueron útiles. Como resultado obtuvimos que para la panceta de 1,5 kilogramos, la temperatura mínima de conservación fue de -0,72 °C en un tiempo de 5 días y una temperatura máxima de conservación de -0,13 °C en el día 8,5; para la panceta de 1,75 kilogramos de masa la temperatura mínima fue de -0,78 °C en el 5,5 día y una temperatura máxima de conservación de 0,13 °C en el día 8,5 y, para la panceta 2,00 kilogramos la temperatura fue de -1,15 °C en el tiempo de 5,7 días y una temperatura máxima de conservación de -0,36 °C en 11,7 días; mostrando que en las tres presentaciones de panceta mejora sustancialmente el de conservación, prolongando su tiempo de vida útil (TVU) y conservando mejor sus factores de calidad.

**Palabras clave:** cinética, panceta, refrigeración, temperatura, tiempo de vida útil.

## ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the refrigeration kinetics (between 5 °C and -2 °C) of 4 cm thick bacon for masses of 1.50; 1.75 and 2.00 kg; respectively. The research was quantitative, qualitative and experimental. The temperatures were taken in triplicate, for each one of the masses, then they were averaged to facilitate the behavior of the temperature dependence with respect to time, facilitating the refrigeration kinetics, applying Newton's interpolation. Said kinetics turned out to be a fourth-degree estimation model of temperature as a function of time, which was derived and equaled to zero, obtaining 3 values of the critical refrigeration time, of which only 2 values were useful. As a result, we obtained that for the 1.5-kilogram bacon, the minimum storage temperature was -0.72 °C for 5 days and a maximum storage temperature of -0.13 °C on day 8, 5; for bacon weighing 1.75 kilograms, the minimum temperature was -0.78 °C on day 5.5 and a maximum storage temperature of 0.13 °C on day 8.5 and, for bacon 2.00 kilograms, the temperature was -1.15 °C in 5.7 days and a maximum storage temperature of -0.36 °C in 11.7 days; showing that in the three presentations of bacon it substantially improves the conservation, prolonging its useful life (TVU) and better conserving its quality factors.

**Key words:** kinetics, pancetta, refrigeration, temperature, useful lifetime.

## I. INTRODUCCIÓN

Por lo general se dice que la refrigeración es una técnica que implica la conservación de los productos alimentarios a corto plazo, manteniéndolos a niveles bajos de temperatura lo que reduce la proliferación de bacterias. La panceta es una parte de la carne de cerdo que es muy apreciada y consumida en la mayoría de las partes del mundo y en nuestro Perú. En la presente investigación se ha trabajado con panceta de cerdo de 4 centímetros promedio de espesor y masas de 1,5; 1,75 y 2,0 kilogramos. La temperatura de refrigeración de la panceta fue registrada, evaluada por triplicado y promediada. Para determinar la cinética de refrigeración se procedió a trabajar con la temperatura promedio en función del tiempo de refrigeración. El rango de temperatura de refrigeración con las que se trabajó la panceta está entre 5 °C y -2 °C, temperatura en la que, por lo general, se mantiene en los anaqueles de expendio. Realizado la dispersión de temperaturas y tiempo de refrigeración se observó que, dentro del intervalo de temperaturas mencionado, existe temperaturas mínima y máxima de conservación de la panceta y que esta depende, principalmente, del espesor y de la masa de la panceta.

### 1.1. Descripción y formulación del problema

La oxidación lipídica es la causa principal del deterioro de los alimentos cárnicos que implican los problemas de calidad como los cambios organolépticos, sensoriales, valor nutritivo y formación de compuestos que son potencialmente tóxicos. Se sabe que la oxidación de lípidos se inicia en la fracción de fosfolípidos altamente insaturados en las membranas subcelulares, que también hace que alimentos cárnicos bajos en grasa sean sensibles a este tipo de deterioro (Hansen et al., 2004).

La refrigeración es el método de conservación mayormente empleado en los productos cárnicos, tiene como objetivo garantizar la seguridad e inocuidad alimentaria ya

que al ser productos perecederos corre el riesgo de contaminarse y/o deteriorarse antes de ser consumidos.

Teniendo en cuenta que la carne de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) es recepcionada en buenas condiciones de temperatura (entre 5 a -2 °C) para su conservación y posterior troceado, almacenamiento y expendio, durante el tiempo de vida útil (entre 10 a 15 días), acaecen, por lo general, problemas en cuanto a la temperatura en su tiempo de exposición. La panceta de cerdo al ser expuesta desde 5 °C hasta -2 °C; presenta deterioro de apariencia, textura y terneza, provocando pérdidas en la calidad del producto.

La cinética de refrigeración de la panceta de cerdo nos brindará la constante proporcional de la temperatura deseable con la que deberá encontrarse la panceta de cerdo según su peso (1,50; 1,75 y 2,00 kg respectivamente).

## **1.2. Antecedentes**

González et al. (2014) mencionan que la carne deshuesada refrigerada posee un nivel alto de perecibilidad ya que su estabilidad depende de factores tanto intrínsecos ( $a_w$ , pH, composición microbiana, carga microbiana) como extrínsecos (empaquete, temperatura de almacenamiento en refrigeración); todo esto influye en la condición de deterioro o conservación. Cabe destacar que el uso de carne deshuesada en las industrias refrigerada tiene varios beneficios, entre los que podemos destacar, ahorro de energía en frío y reducción de las mermas por descongelación. Pese a que muchos países poseen regulaciones en los límites máximos de temperatura para almacenamiento en refrigeración, en la práctica, estos límites son superados en cualquier etapa de la cadena de frío, dando lugar a la disminución tanto de la calidad del producto como la de su TVU.

Cuando el animal es sacrificado, el músculo deja de recibir irrigación sanguínea e inicia una serie de cambios que van a convertirlo en carne, donde la intensidad de estos cambios puede comprobarse siguiendo la evolución del pH, que comenzará a descender

desde un valor algo superior a 7 hasta aquel que sea su valor final (Madrid et al., 1994). Una carne con un pH alto es oscura y tiene poca conservación ya que el pH alto favorece el crecimiento bacteriano. Si el pH disminuye de manera rápida, mientras la carcasa aún está caliente, no se puede conseguir la desnaturalización de las proteínas con lo que los músculos disminuyen notablemente su capacidad de retención de agua, lo que resulta una carne pálida, blanda y exudativa (Pierre, 1994).

El tiempo en el que madura la carne (proceso de maduración) es muy importante ya que repercute en la calidad biológica, nutricional y protéica, considerando que durante este proceso ocurren diversas alteraciones que aumentan o disminuyen la calidad, por lo que se emplea el frío, fundamentalmente, para aumentar las favorables y disminuir las desfavorables. La velocidad de las reacciones químicas, el crecimiento de microorganismos y la estabilidad son productos del porcentaje de agua y del comportamiento de esta en los alimentos que presentan los alimentos (Gruda, 1999).

Morsell (2013) y Guerra (2018) mencionan que la energía es producto de la transformación de las reservas acumuladas (obtenidas de la respiración), y que la actividad se manifiesta por la emisión de calor, vapor de agua y de anhídrido carbónico, 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 hortalizas y frutas es muy variable en lo que respecta a la intensidad respiratoria, pero todas ellas tienen en común la gran influencia de la temperatura sobre la intensidad respiratoria, sobre todo cuando la temperatura es más baja, dando como consecuencia la lentitud en los fenómenos de la maduración y de la senescencia.

En la transpiración la permanencia a temperatura ambiente después de ser recolectadas (hortalizas o frutas) u obtenidas (los distintos tipos de carnes), y haberse así interrumpido la absorción de agua en su estado inicial, facilita la transpiración y en



consecuencia la pérdida en estado de vapor del agua, por lo que genera pérdida de peso, donde esta pérdida es el resultado del agua migrando de los espacios intercelulares que están saturados hacia el ambiente en el que se encuentra el producto, debido a la diferencia de presión de vapor que existe entre ambos medios (es difícil que en el ambiente la humedad supere el 50-60 %) (Madrid, *et al.*, 1994 y Guerra, 2018).

Madrid, *et al.* (1994) y Guerra (2018) mencionan que la carne suele analizarse para indicar si se encuentra fresca o rancia, con test de TBA (valor de ácido thiobarbitúrico) y peróxidos; que a su vez miden el estado oxidativo y de hidrólisis (nivel de ácidos grasos) de la grasa rancia. Por lo general el rango de contenido graso (en el tejido adiposo) que poseen las carnes almacenadas varía entre 1 % y 15 %.

Factores como su procesamiento, manipulación y almacenamiento determinan sus atributos físicos (textura, color, olor), valor nutricional final, TVU y el grado de aceptabilidad del consumidor (Morsell, 2013).

La pérdida de peso genera una pérdida económica, que se verá agravada por la deshidratación superficial que conduce a decoloraciones que deterioran el aspecto de los tejidos, generando que el producto no sea atractivo para el consumidor, disminuyendo su valor comercial (Guerra, 2018).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

- Determinar la cinética de refrigeración de las pancetas de cerdo en los anaqueles de expendio entre las temperaturas de 5 °C y -2 °C.

#### ***1.3.2. Objetivo específico***

- Determinar el tiempo y la temperatura adecuada en que la panceta de cerdo debe ser expuesta a venta en los mostradores de grandes tiendas para las

presentaciones en masa 1,5 kg, 1,75 kg y 2,00 kg respectivamente.

#### **1.4. Justificación**

Conocer mejor los datos de exposición y expendio, del historial temperatura y tiempo de la panceta ayudará de manera considerable, a manejar los tiempos, movimientos, cantidades, formas y condiciones, de dicho producto, en las grandes tiendas comerciales y, sobre todo, contribuirá a un ahorro económico importante dentro del rubro de este tipo carnes.

#### **1.5. Hipótesis**

##### ***1.5.1. Hipótesis principal***

Es factible determinar la cinética en el proceso de refrigeración de la panceta de cerdo en los anaqueles de expendio entre 5 °C y -2 °C.

##### ***1.5.2. Hipótesis específica***

La determinación del historial tiempo y temperatura en el proceso de refrigeración de la panceta en los anaqueles de expendio, para las presentaciones en masa 1,5 kg, 1,75 kg y 2,00 kg respectivamente, influirán de manera considerable en la industria, lo que reducirá pérdidas económicas.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Carne de cerdo

La carne tiene como concepto ser la parte blanda entre la piel y huesos; esta se subdivide en carne roja (vacuno, porcino, bovino) y carnes blancas (aves de corral). Se entiende que la carne es la parte muscular comestible de los animales sacrificados en condiciones salubres. Son consideradas también la grasa, piel, hueso, tendones, cartílago, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos, los que acompañan al tejido muscular y se mantienen adheridos aún durante los procesos de manipulación, reparación y transformación (Food and Agriculture Organization [FAO], 2002).

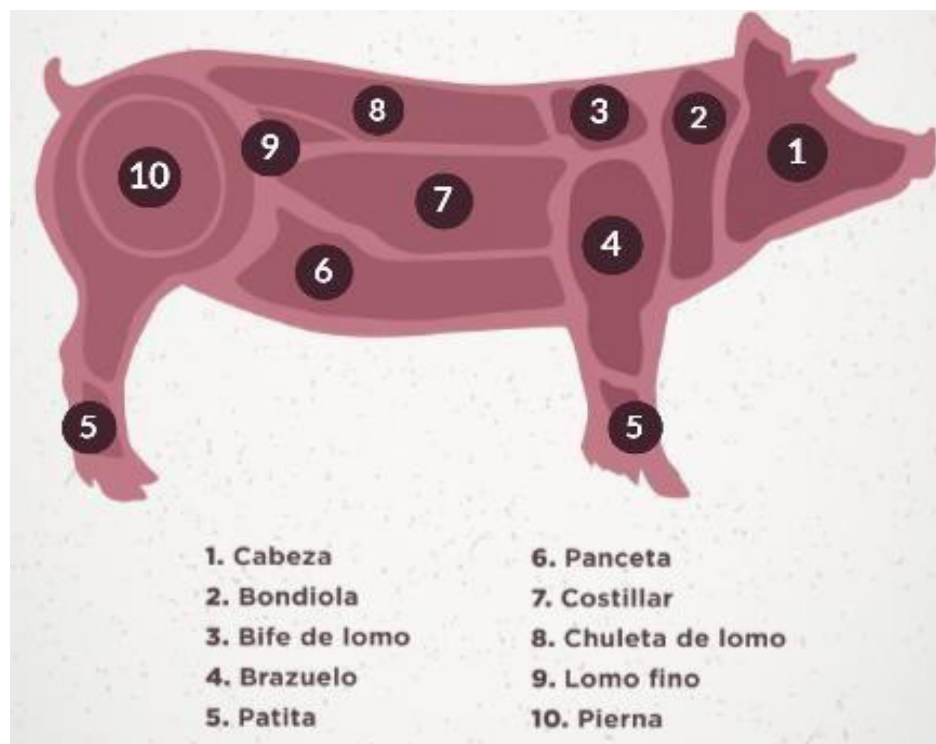
La carne de cerdo forma parte de la lista de las carnes más consumidas en el mundo ya que es considerada una de las carnes con mayor potencial carnicero. Su consumo data desde tiempos ancestrales (Ministerio de Desarrollo Agrario, 2006).

Según Beshah (2014) la carne de cerdo proviene de la carne de gorrinos o marranos que han sido domesticados con el fin de ser consumidos, esto data de los años 7000 A.C en el Medio Oriente; sin embargo, existen indicios que en la edad de piedra también se consumían animales como el jabalí.

El sabor de la carne de cerdo se relaciona con la cantidad de grasa intramuscular y músculo que posee, pues aportan sustancias extractivas, aquellas que influyen en el sabor y aroma de la carne. El olor, color y aroma es vinculado con el tipo de alimentación que recibió el cerdo. El sexo, la raza y el nivel de estrés del animal antes de ser faenado también son influyentes (Delgado, 2008).

Existen diversidad de cortes cárnicos porcino (Figura 1), lo que facilita al consumidor para su adquisición, estimulando diferentes tipos de preparación dependiendo de la localidad, costumbres o preferencias.

Algunos de los cortes de porcino más comerciales en el Perú son: panceta, bondiola, bife de lomo, brazuelo, chuleta, lomo fino, picaña, entre otros.

**Figura 1***Cortes comerciales de cerdo*

Fuente: Asociación Peruana de Porcicultores ( 2022)

### ***2.1.1. Panceta de cerdo***

La panceta es un corte extraído de la carcasa de cerdo, es aquella parte que cubre las costillas, es el corte que posee mayor porcentaje de grasa y que dependiendo de la genética del cerdo puede contener gran cantidad de carne. Este corte es uno de los más comercializado dentro de la industria de las carnes frías (Arboleda, 2011).

### ***2.1.2. Propiedades nutricionales de la carne de cerdo***

La composición nutricional de la carne de cerdo (Tabla 1) se debe a los componentes que esta posee como energía, proteínas, grasas, ácidos grasos, ácidos grasos saturados, carbohidratos, vitaminas, minerales entre otros. La carne es una gran fuente de calorías que

proviene de las grasas, proteínas y de los carbohidratos en cantidades limitadas, su mayor aporte deriva de su alta cantidad y calidad de sus proteínas, de la disponibilidad de vitaminas B y de ciertos minerales, y de la presencia de ácidos grasos esenciales (Romero y Sailema, 2011).

**Tabla 1**

*Composición nutricional de la Panceta de Cerdo en 100 g de porción comestible*

Valor nutricional	En 100 g de porción comestible
Energía (kcal)	458,00
Proteína (g)	11,60
Grasa total (g)	45,04
Ac. Grasos monoinsaturados (g)	20,05
Ac. Poliinsaturados (g)	5,03
Ac. Grasos saturados (g)	14,99
Colesterol (mg)	68,00
Carbohidratos (g)	0,66
% De Actividad de Agua	4,20

Fuente: Menchú (2012)

La panceta de cerdo tiene un mayor índice de grasa, mayor que el del agua, con un aporte calórico que alcanza el 46% de su composición. Los lípidos están constituidos por grasas saturadas, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. El colesterol también es uno de los componentes que se encuentra en mayor porcentaje de su composición nutricional. Motivo por el que, pese a la versatilidad que posee en el ámbito culinario, acorde a las recomendaciones de nutricionistas, debe ser consumida de manera moderada, ya que actualmente se recomienda llevar una dieta baja en grasas y colesterol para evitar

enfermedades crónicas (Mina y Paz, 2014).

## **2.2. Métodos de conservación**

Investigaciones pasadas (Guerra, 2018) menciona que la parte interior de los animales sanos son estériles. La contaminación parte de la superficie y su influencia sobre el tiempo de conservación dependerá principalmente de su extensión inicial. Las fuentes de contaminación más importantes son: (a) la piel de los animales (b) el contenido en estómago, intestinos, entre otros, (c) el ambiente donde se realiza el sacrificio del animal, (d) los instrumentos utilizados durante el sacrificio, (e) la calidad del agua utilizada en el proceso (Anderson, 2009).

El crecimiento de microorganismos y la proliferación bacteriana se encuentran en condiciones ideales, una vez acabado el faenado, ya que la superficie de la carcasa se encuentra húmeda y caliente. Para evitarlo es necesario disminuir la temperatura de la carcasa o almacenarla en condiciones que puedan evitar modificaciones de la flora presente (Anderson, 2009).

La conservación de la carne, al igual que la de los alimentos que se alteran de fácil manera, se lleva a cabo por una serie de métodos. Es inevitable la contaminación por organismos ya que la carne posee medios de cultivo favorables como pH, abundancia de nutrientes, abundante humedad; provocando que la conservación sea complicada en comparación a otros tipos de alimentos. (Bustamante, 2020)

La conservación tiene como propósito mantener el producto en óptimas condiciones, ya sea en refrigeración o congelación, realizando seguimiento de temperaturas y tiempos, las cuales ayudan a mejorar el TVU, conservando sus propiedades organolépticas, características sensoriales y fisicoquímicas durante el mayor tiempo posible. Por lo que se debe aplicar métodos o sistemas de conservación que permitan detener o hacer mas lento el deterioro de los alimentos (Bustamante, 2020).

### **2.2.1. Empacado al vacío**

El color de la carne de cerdo a temperatura ambiente se caracteriza por estar entre un rojo y rosado. El color se puede apreciar entre los músculos individuales de manera uniforme, sin embargo, cuando los músculos se aprecian en conjunto la coloración puede variar de manera considerada. La carne puede encontrarse demasiado oscura o pálida, lo que provoca que el consumidor puede estar a favor o en contra de la variación de color. Esto se debe a la contaminación bacteriana, penetración del oxígeno y/o deshidratación en la superficie (Romero et al., 2011).

El empacado al vacío es una técnica de conservación que consiste en reducir el oxígeno después de empacar el producto con una película de polímero extruido. Este empaque debe ser de mínimamente permeable y presentar alto grado de densidad, teniendo en cuenta de las características del producto que se va a empacar (Argote et al., 2007).

El vacío se consigue al exponer el producto a un equipo que trabaje bajo presiones vacuométricas. Este método se utiliza para poder evitar la oxidación lipídica, variación de color, con el propósito de aumentar su TVU, garantizando de la misma manera su inocuidad (Mina y Paz, 2014).

La actividad respiratoria de los tejidos consume el oxígeno residual en la carne empacada al vacío acumulando CO<sub>2</sub>. La presencia de bacterias ácido lácticas se asocia con la coloración verdosa de la carne. Los microaerófilos o anaerobio son los microorganismos predominantes. Las bacterias ejercen un efecto competitivo sobre los hongos, compitiendo de manera ventajosa por el oxígeno (Mina y Paz, 2014).

El incremento de las bacterias psicrótrofas es lento cuando la carne empacada al vacío se almacena a 0 °C y 5 °C, sin embargo, la cifra de crecimiento va en aumento al cabo de 2 a 3 semanas (Mendoza, 2008).

Para que las carnes puedan mantener sus características organolépticas debe

permanecer empacada a vacío hasta momentos previos de su preparación, de lo contrario disminuye su TVU (Guerra, 2018).

### **2.2.2. Refrigeración**

La refrigeración es un método y técnica que implica la conservación del producto a corto plazo, manteniéndolos a niveles bajos de temperatura provocando la reducción de la proliferación de bacterias. La humedad genera crecimiento de microorganismos en el producto, por ello es importante y necesario un control de la temperatura a lo largo de su TVU. La variación de temperatura aceptable se encuentra entre 1 °C a 2 °C, de lo contrario la calidad del producto se vería afectada. Este método detiene el crecimiento bacteriano del producto hasta cierto punto retrasando su descomposición. La refrigeración modifica ligeramente las características sensoriales, debido a que conserva al alimento por un tiempo relativamente corto (un tiempo no mayor a quince días para la mayoría de los alimentos), pero este TVU dependerá de la naturaleza del alimento como también del empaque con el que se encuentre (Gutierrez, 2013).

Sanguinetti (2008) y Guerra (2018) menciona que el objeto de las máquinas frigoríficas es hacer circular un fluido que denominamos refrigerante para que actúe sobre el producto al cual queremos alterar sus propiedades físicas, químicas, biológicas o un conjunto de estas propiedades.

Durante la refrigeración de la carne, va transfiriendo calor y vapor de agua al medio que la rodea, incluso a temperatura de ambiente. Paralelamente se producirá un proceso de vaporización del agua de constitución que originará dos efectos perjudiciales que es la pérdida de peso y la deshidratación superficial (Guerra, 2018).

La pérdida de peso genera una pérdida económica de manera directa, que se verá agravada por la deshidratación superficial que conduce a cambio de color en la carne, los cuales provocan un deterioro en el aspecto, provocando que su valor comercial disminuya



(Chiralt et al., 2007).

### **2.2.3. Ahumado**

El proceso de ahumado de cualquier tipo de carne puede definirse como la adición de sustancias químicas, también es considerado como método de conservación físico químico (Yepez, 2014).

El proceso de ahumado fue usado desde la antigüedad. Las condiciones finales de la carne es el control microbiano que ejerce los compuestos del humo. Si bien es cierto este método ha sido desplazado por métodos de conservación como la refrigeración, donde existe muy poca modificación de las características de la carne, aún hoy en día se puede observar que continúan ahumando y secando la carne (Yepez, 2014).

La textura, el color y el sabor son cualidades originales de la carne de cerdo, las cuales cambian durante el proceso de ahumado (Hinojosa, 2021).

En el proceso de ahumado se utiliza madera de árboles de roble, hoja de coca, aliso o arce, lo que le otorga ese olor característico. Este proceso se lleva a cabo se lleva a cabo mediante un “ahumador” (Hinojosa, 2021).

### **2.2.4. Salado**

Al igual que el método del ahumado, la adición de sal también es uno de los métodos usados desde la antigüedad. La adición de sal en bajas concentraciones incrementa la capacidad de retención de humedad de la carne, y en altas concentraciones la actividad del agua disminuye ya que aumenta la presión osmótica, lo que permite un control en el crecimiento de microbiano (Restrepo et al., 2001).

El método tradicional del proceso de salado consiste en sumergir la carne en sal, el tiempo de varía dependiendo del espesor y de la cantidad de carne que se utilice y se deja secar al aire libre; actualmente, el proceso de salado se realiza con mayor control y

mecanismos estrictos de limpieza, el proceso es el mismo, solo cambia el empleo de secadores mecánicos lo que evita la exposición del producto a la contaminación del aire libre (IIDEA, 2006).

Debido que la sal provoca oxidación de las moléculas de mioglobina, se obtiene como producto final un producto con color grisáceo poco atractivo. En la industria alimentaria para poder modificar este color se emplea “nitrito” para fijar el color rojo de la carne (Galindo y Piagentini, 2021).

### **2.3. Parámetros de calidad**

A lo largo de todo el proceso, la carne sufre cambios intrínsecos que son provocados por la variación de pH y de temperatura desde su faenado hasta su empacado, y cambios extrínsecos como los de sus características organolépticas (olor, sabor y color). Todo esto provoca que el consumidor final apruebe o rechace la compra y/o consumo del producto final (Morsell, 2013).

#### **2.3.1. pH**

El valor de pH se expresa en una escala de 0 (ácido) a 14 (básico). Se considera que es un atributo determinante en la calidad de la carne ya que influye de manera directa en sus características fisicoquímicas. Posterior al proceso de faenado, cuando ya se ha cortado el flujo sanguíneo, se genera adenosín trifosfato (ATP), mediante un proceso llamado glucólisis anaerobia, que parte de la glucosa almacenada en el músculo en forma de glucógeno. La presencia de ácidos orgánicos como el ácido -láctico, provoca un descenso del pH muscular, que en carne vacuno oscila entre 5,5-5,7 (24 a 48 horas post mortem). La evolución del pH trae consigo efectos sobre las propiedades sensoriales (color, olor, textura) y en el grado de exudación, como la degradación proteolítica de la carne (Sierra, 2010).

La velocidad con la que el pH desciende después del proceso de faenado constituye

un factor crucial e importante en la calidad de los productos preparados provenientes del tipo de carne. (Sanguinetti, 2008).

Durante las primeras horas después del proceso de faena, el pH del músculo desciende de 7,0 -7,2 a 5,4 – 6,2. Este valor es denominado pH final o pH último (pHu) y se debe a que se formó en el músculo ácido láctico, ya que mediante la glicólisis se obtuvo energía. La velocidad del descenso y el valor final del pHu determinan las características organolépticas y la calidad de la carne. Cuando el pH, en las primeras horas post mortem, desciende rápidamente, alcanzando un valor menos de 6,0 o si el pHu es menos de 5,6, la carne se torna de un color pálido, perdiendo textura y agua (carnes PSE). Su origen se debe a múltiples factores, como los ambientales, infraestructura de granjas, área de faenado y/o por la genética de cada uno de los animales (Bendall y Swatland, 1988).

Un pHu trae consigo que la carne presente las siguientes características: mayor capacidad de retención de agua, consistencia firme, aspecto seco en la superficie y un alto grado de susceptibilidad a la putrefacción, debido a la formación del ácido láctico, ya que posee un efecto conservador frente a agentes patógenos, fenómeno que ocurre tanto en carne porcino como vacuno (Lawrie, 1998).

Producto del alejamiento del punto isoelectrico de las proteínas y por la presencia de un gran número de cargas libres, el agua es retenida. Los altos valores de pH son producto del uso de las reservas de glucógeno muscular antes del proceso de faenado, donde es escasa la formación de ácido láctico post mortem. Los bajos valores de pH, que se encuentran próximos al punto isoelectrico de las proteínas (producto del equilibrio de las cargas negativas y positivas, ocurre un descenso de cargas que fijan al dipolo H<sub>2</sub>O), traen como consecuencia una tonalidad pálida, blanda y exudativa (PSE), con un bajo poder de retención de agua. El metabolismo glicolítico tiene lugar en los músculos, ocasionando un rápido descenso del pH y la total desaparición del ATP. Por lo tanto, la jugosidad, la textura y el aroma están

relacionadas directa o indirectamente con el pH muscular obtenido tras la maduración de la carcasa (Lawrie, 1998).

### **2.3.2. Carne pálida, suave y exudativa (PSE)**

En la industria de carne de cerdo suele presentarse el fenómeno PSE, es decir la carne se encuentra pálida, blanda y exudativa. Este tipo de carne proviene de la glucólisis post mortem acelerada cuando la temperatura del músculo se encuentra a una temperatura aproximada de 37 °C, lo que provoca un descenso de pH, llegando a valores por debajo de 5.4. El color pálido y la pérdida excesiva de peso en la carne se debe a la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas, que se encuentran con un valor de pH cercano al punto isoelectrico (Kaufmann y Marsh, 1994).

Durante las primeras horas de faenado, la temperatura de las carcasas con valores altos de pH desciende de manera lenta al igual que la glucólisis (Guerra, 2018).

Las principales causas que provocan el PSE en las carnes son el estrés que sufre el animal durante todo el proceso de faenado y la temperatura de refrigeración de las carcasas. Las investigaciones se enfocan en disminuir los niveles de glucógeno en el músculo, elaboración de dietas con un bajo contenidos de carbohidratos para los animales, mejorar la genética de las razas porcinas para poder obtener cerdos capaces de soportar niveles de estrés altos en el proceso de faenado, determinar temperaturas de refrigeración ideales para las carcasas después del sacrificio, con el propósito que pH pueda disminuir de manera lenta (Bravo et al., 2005).

### **2.3.3. Sabor**

El sabor de las carnes se debe a los 1000 compuestos químicos que posee aproximadamente en los constituyentes volátiles de los animales. La comunidad científica cree que el aroma y el sabor de la carne provienen de los compuestos heterocíclicos y de los

compuestos acíclicos azufrados; sin embargo, la cantidad y el tipo de compuestos presentes en la carne varían según la especie animal que se trate (Rodríguez, 2005).

#### **2.3.4. Color**

Según Onega (2003) el color se define como la sensación resultante de estimular la retina por las ondas luminosas comprendidas en la región visible del espectro. Otros atributos relacionados con el color son el tono, la saturación y la luminosidad. El tono del color se define como un estado químico del pigmento, es decir, la cantidad de mioglobina presente en la carne, y la luminosidad es función del estado físico de la superficie de la carne, y se define como el brillo o claridad que posee un color.

El músculo vivo utiliza parte de la proteína hidrosoluble (llamada mioglobina) para brindar el color. La cantidad o concentración de mioglobina en carne se relaciona con varios factores como la especie, la edad y el tipo de fibra muscular. Por ejemplo, la carne de res es más roja a comparación de la carne de cerdo, esto se debe a que la carne vacuna contiene mayor porcentaje de mioglobina que la carne de cerdo. Esta diferencia se debe al tipo de fibra muscular que posee, por lo tanto, en las aves y en los mamíferos también es distinto, ya que el musculo de cada animal realiza intensidades de trabajo distinto. Existen dos tipos de fibras musculares: las fibras blancas, aquellas que realizan intenso trabajo como las aves, y las fibras rojas, aquellas que desarrollan un trabajo repetitivo pero lento, soportando grandes esfuerzos, como los mamíferos. Por ejemplo, la carne de ballena es posiblemente la más oscura, debido a la cantidad de oxígeno que el músculo de este animal necesita almacenar bajo el agua (Livingston y Brown, 1981).

Moreno (2006) indica que el color pálido o demasiado oscuro de la carne puede ser producto del aumento de oximioglobina debido a la edad avanzada del animal, por la cantidad de O<sub>2</sub> que penetra la superficie de la carne, por contaminación de bacterias o por deshidratación de la carne.

El color es la principal característica que observa el consumidor a la hora de comprar productos cárnicos, de tal manera viene siendo uno de los factores que determina el valor del producto en el momento de su comercialización y por lo tanto uno de los parámetros que se utilizan para medir la calidad de la carne (Mancini y Hunt, 2005).

## Figura 2

*Coloración conforme de carne de cerdo*



### **2.4. Tiempo de vida útil de carne de cerdo en refrigeración.**

El TVU de la carne de cerdo se encuentra directamente proporcional al esfuerzo realizados para su conservación, es decir a mayor esfuerzo realizado, mayor es el tiempo estimado de su vida útil. Es fundamental comprender lo mencionado anteriormente ya que son aspectos importantes para una adecuada comercialización. Este TVU debe ser mayor al tiempo en el que el producto llegue al consumidor. La capacidad de poder predecir este tiempo permite a las industrias evitar grandes pérdidas económicas y establecer una buena rotación de sus productos (Rodríguez, 2005).

La carne de cerdo al ser expuesta a una temperatura de almacenamiento por encima de 4°C disminuye considerablemente su vida útil, en cambio, las bajas temperaturas de

almacenamiento (entre 0 y -4 °C) permite que la carne alcance tiempo de vida útil largos. (González et al.,2014).

En tiendas retail como Metro y Plaza vea, los cortes de cerdo refrigerados empacados al vacío cuentan con un tiempo de vida útil de 15 días.

### Figura 3

*Etiqueta de trazabilidad de corte porcino Bife de Lomo “Redondos” en tiendas Metro*



## 2.5. Panorama de la carne de cerdo

### 2.5.1. Producción de carne de cerdo

El mercado de carnes ha presentado importantes cambios en la última década, esto se debe al cambio de hábito de consumo y al crecimiento de la población, a la expansión o retracción de la producción de animales. Entre los años 1993 y 2013 la producción de carne porcina aumentó de 69 millones a más de 109 millones de toneladas (Errecart, 2015).

A nivel mundial, en el año 2019 la carne de cerdo logró un volumen de 124 millones de toneladas, es decir el 1,5% más de lo obtenido el año 2018. La carne de cerdo presentó un

crecimiento anual de 1,7%, entre el año 2000 y 2019, y si comparamos el volumen comprendido del año 2000 respecto al 2019, podemos decir que incrementó un 37,7%. Los países con mayor producción durante el año 2017 fueron en primer lugar China con un 46,3%, Estados Unidos con 9,7%, Alemania con 4,6%, España con 3,6%, Brasil con 3,2%, Viet Nam con 3,1%, Federación Rusia con 2,9%, Canadá y Francia con 1,8% y finalmente Polonia con 1,7%. Perú se ubica en el puesto número 48 con una participación del 0,1% (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

En el año 2017, el continente asiático obtuvo la mayor producción de carne de cerdo en el mundo, alcanzó una producción de 66.8 millones de toneladas, el segundo lugar lo ocupó el continente europeo con 24,3 millones de toneladas, seguido del continente Americano con 18,2 millones de toneladas, África con 1,2 millones de toneladas y por último Oceanía con 0,5 millones de toneladas (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

Entre los años 2000 y 2017, en los países de América del Sur, Brasil lideró la producción de carne de cerdo con una producción del 62,8%, seguido de Argentina con 9,3%, Chile con 8%, Colombia con el 5,8%, Ecuador con 3,6%, Paraguay con 3,2%, Venezuela con 2,7%, Perú en el octavo lugar con 2,6% y Bolivia con 1,7%, el resto de los países en conjunto con un total del 0,2% (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

La producción nacional del porcino representada en valor bruto es del 5,5%, es decir que en la formación del Valor Bruto Agropecuario es el tercer producto cárnico más importante. Para el año 2019 la carne de cerdo superó las 167 mil toneladas lo que generó un incremento del 2,7% en comparación al año 2018. Entre los años 2000 al 2019 se observó un aumento del 82,1%, esto indica un crecimiento sostenido lo que constituye en posicionarse en el tercer lugar como la carne más consumida en nuestro país (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

Perú no es un país exportador de carne de cerdo a ningún país del mundo. Sin



embargo, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) a través de una alianza entre el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y la Asociación Peruana de Porcicultura vienen implementando un programa de control de inocuidad en las principales regiones productoras de porcino, esto conllevará a mejorar la sanidad nacional de este producto y de esta manera poder acceder a mercado internacional (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).

### ***2.5.2. Consumo de la carne de cerdo***

En cada país varía la cantidad consumida de carne de cerdo, esto varía dependiendo de las condiciones sociales y/ económicas, religión de cada país, entre otros. Sin embargo el consumo de carne de cerdo va en aumento a medida que la población mundial crece, logrando de esta manera que se consuma mayor cantidad de carne. (Gruda, 1999).

Seguido de la carne de pollo, la carne de cerdo es una de las más consumidas a nivel mundial, durante el año 2019 los países con mayor consumo de carne de cerdo fueron Hong Kon con un 82 kg/hab/año, la Unión Europea con 41,1 kg/hab/año, China con 40 kg/hab/año, Taiwán con 39,5 kg/hab/año, Corea del Sur con 38,2 kg/hab/año y Estados Unidos con 28,8 kg/hab/año. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020)

En el Perú, la carne de cerdo es la tercera carne más consumida en el Perú, después del pollo (50,3 kg/hab/año) y el vacuno (6,1 kg/hab/año). En el año 2019 el consumo de carne de porcino alcanzó los 5,5 kg/hab/año; y en los últimos 20 años, la carne de cerdo ha tenido un crecimiento a una tasa anual de 2,3%. Su consumo preferencial se debe a la versatilidad gastronómica y a su valor nutricional. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020)

El plato bandera del Perú hecha a base de carne de cerdo es “el chicharrón”, es un plato peruano de poca complejidad en el ámbito de su preparación, básicamente se debe hervir la carne de cerdo (preferentemente el corte panceta) con agua y sal, posteriormente se

deja secar y se fríen hasta que las piezas queden crujientes. En cada departamento del Perú la presentación de este plato es distinta, por ejemplo, en Lima, su presentación más comercial con pan, camote frito y salsa criolla, En Andahuaylas y Apurímac el plato viene acompañado con papas sancochadas, o por ejemplo en Chiclayo, también llamado “frito de chancho”, lo acompañan con yucas y camotes sancochados.

#### **Figura 4**

*Frito de chancho, plato típico de Chiclayo*



#### **2.5.3. Precio de la carne de cerdo**

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2019 el corte chuleta de cerdo alcanzó un precio promedio de S/16,30 por kilogramo, el cual fue un incremento del 30,6% del precio promedio alcanzado el año 2018.

El precio depende mucho del tipo de corte, por ejemplo, actualmente el corte bife de lomo de cerdo en Tiendas Metro tiene un costo de S/31,40, la picaña de cerdo en tiendas Plaza vea es de S/37,90 y el pernil de cerdo tiene un costo de S/16,70 en tiendas Tottus.

Con respecto al corte panceta de cerdo en Tiendas Wong el precio es de S/43,90 de la marca Otto Kunz, en Tiendas Metro está con un precio de S/38,90 de la marca San Fernando y S/31,50 de la marca Redondos y en Tiendas Plaza Veá tiene un precio de S/30,50 de la marca El Buen Corte.

#### ***2.5.4. Exhibición de la carne de cerdo en el Perú***

La carne de cerdo se exhibe para su venta de muchas maneras, en mercados locales se exhibe muchas veces sin refrigeración, lo que ocasiona que el producto no cuente con un tiempo de vida amplio, sin embargo, la venta de este tipo es para el consumo inmediato (del día) lo que permite que haya una buena rotación de productos en los mercados locales.

En tiendas retail, todas las carnes son exhibida en cámara de refrigeración con temperatura oscilante entre 1 °C y 2 °C, cada una cuenta con trazabilidad y etiqueta de precio.

#### **Figura 5**

*Exhibición de carne de cerdo tiendas retail*



### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa, cualitativa y experimental, que según la Organización para la Cooperación Económica y desarrollo (OCDE) se encuentra en el área de conocimiento de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los alimentos.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

La muestra proveniente de la actividad del faenado del cerdo (*Sus scrofa domesticus*); que comprende el beneficio, cortar las partes de acuerdo con normas técnicas peruanas y prácticas cotidianas de la actividad porcina.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de SERFRISA, provincia y región Lima. El desarrollo del proyecto duró, aproximadamente, seis meses (desde el mes de Julio del año 2022 a Diciembre del 2022)

#### 3.3. Variables

Las variables de estudio fueron principalmente la temperatura de refrigeración, el tiempo de expendio, la masa y el espesor de cada una de las pancetas y las consideraciones económicas.

##### 3.3.1. Variables dependientes

La variable dependiente ha sido las consideraciones económicas

##### 3.3.2. Variables independientes

Las variables independientes fueron la temperatura, el tiempo de expendio y las masas (1,50; 1,75 y 2,00 kg) y el espesor de las pancetas.

### **3.4 Población y muestra**

La especie de estudio fue la carne de cerdo, específicamente el corte panceta, las cuales fueron proporcionadas por la empresa SERFRISA.

En la presente tesis se empleó panceta de cerdo de 1,50; 1,75 y 2,00 kilogramos de un espesor de 4 cm cada una.

### **3.5. Instrumentos**

#### **3.5.1. Materiales**

- Materia Prima. Se utilizó las carnes de cerdo en presentaciones de 1,5; 1,75 y 2,00 kilogramos; respectivamente.
- Material de Laboratorio: Termómetro ETI LTD 810-275, pH metro Testo 250 digital, vernier Truper digital milimétrico.
- Reactivo: Ácido láctico (2%) para desinfección de la carne y solución buffer 4,01-7,00.

#### **3.5.2. Equipos**

- a) Refrigerador industrial marca Ventus, con capacidad de 1300 L de acero inoxidable.
- b) Balanza analítica: Marca SUPER, modelo SS, capacidad de 7,5 kg, precisión de 1g.

### **3.6. Procedimiento**

La recepción de la panceta de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) se realizó siguiendo las buenas prácticas de manufactura convencional. Se procedió a empaquetar la panceta en empaques de 1,5; 1,75 y 2,0 kilogramos; respectivamente, de acuerdo con el siguiente diseño experimental y/o arreglo, mostrado en la Tabla 2; entre las temperaturas de 5 °C y -2 °C, sacando un promedio, para la temperatura de refrigeración.

**Tabla 2**

*Número de Pruebas (3) para cada una de las masas de panceta*

<b>N° de prueba</b>	<b>Panceta (Kg)</b>
<b>1</b>	
<b>2</b>	<b>1,500</b>
<b>3</b>	
<b>1</b>	
<b>2</b>	<b>1,750</b>
<b>3</b>	
<b>1</b>	
<b>2</b>	<b>2,000</b>
<b>3</b>	

### ***3.6.1. Método potenciométrico***

Para determinar la temperatura y tiempo de refrigeración de la panceta de cerdo se ha utilizado el método potenciométrico, utilizando un termómetro con precisión de +/- 0,1 °C. Consiste en realizar hendiduras (cortes) a dichas pancetas de 3 mm a 5 mm de profundidad. En esta hendidura se coloca el termómetro, que es apretado por la misma corteza de la panceta. Luego se coloca la muestra a temperatura promedio deseada.

### ***3.6.2. Diseño experimental***

Para determinar la cinética de refrigeración de la panceta de cerdo (*Sus scrofa domesticus*) en el rango de temperatura entre 5 °C y -2 °C, se ha formulado 9 toma de datos del historial tiempo temperatura, considerando 3 masas de panceta de 1,5; 1,75 y 2,0 kilogramos; respectivamente.

La toma de datos del historial tiempo temperatura para cada masa de panceta se tomaron por triplicado; posteriormente se utilizarán las medias aritméticas simples, en función del tiempo de refrigeración en un rango de 0 a 15 días. Considerando que cada variable independiente es un factor, el cual se aplicará en dos niveles (máximo y mínimo), se tendrá un experimento factorial  $3^2 = 9$ , como se muestra en la Tabla 2.

### **3.6.3. Metodología**

La metodología se basa, teniendo en cuenta que los actuales métodos de conservación de los alimentos a bajas temperaturas, en que se puede influir adecuadamente sobre la actividad enzimática y el curso de los procesos fisicoquímicos que alteran los productos, al inhibir por completo la actividad de los microorganismos.

La metodología tendrá en cuenta los criterios decisivos siguientes:

- Máxima prolongación de la capacidad de conservación de la panceta.
- Mínima modificación de las características sensoriales de presentación, calidad y valor nutritivo de la panceta.
- Temperatura de puesta en exhibición de la panceta.
- Reducir las pérdidas debido a la temperatura inadecuada de expendio.

Para refrigerar las carnes mencionadas la metodología consistirá en seguir los siguientes pasos:

- Una vez recepcionadas las carcasas de cerdo, se procedió a realizar el desposte, cabe mencionar que la temperatura del área de proceso se encontraba entre 5 °C y 8°C para que a temperatura de la carne no aumente.
- Las pancetas se embolsaron en empaques cuyos pesos fueron de 1,5; 1,75 y 2,0 kilogramos y se colocaron etiqueta de trazabilidad.
- Estos empaques fueron llevados a la cámara de almacenamiento a temperatura oscilante entre 0 °C y 5 °C.

- Una vez el producto se encontraba en cámara de almacenamiento se encontraba listo para su picking y despacho.

#### **3.6.4. Nivel o tipo de investigación**

Los niveles al que llegó la investigación fueron:

- Explorativa: Puesto que permite desarrollar temas nuevos o poco conocidos y careciente de información, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho tema, el diseño de nuevos productos conservados es una investigación que sin lugar a duda nos lleva a adquirir nuevos conocimientos (Chapra y Canale, 2007).
- Correlacional: Pretende medir el grado de relación no causal que existe entre más de una variable. Para este tipo de estudio se realiza primero la medición de variables y luego, mediante pruebas de hipótesis, acompañadas de la aplicación de técnicas estadísticas, se determina la correlación entre las variables independientes. (Chapra y Canale, 2007).

### **3.7. Análisis de datos**

El tratamiento estadístico fue validado para comparar si existe o no diferencia significativa entre las pancetas empacadas según las masas de 1,5; 1,75 y 2,00 kilogramos en el que la temperatura que debe estar en área de expendio.

Los datos o historiales de tiempo (entre 0 días y 15 días) y temperatura de proceso (entre 5 °C a -2 °C) fueron correlacionados y tratados estadísticamente por el método de interpolación de Newton; que es un método numérico.

#### **3.7.1. Métodos numéricos**

Los métodos numéricos nos permiten formular problemas, de tal forma que puedan resolverse utilizando operaciones aritméticas elementales bajo reglas específicas. Existen



múltiples tipos, sin embargo, todos presentan en común cálculos aritméticos tediosos. Sin embargo existen múltiples problemas para los que no se conoce solución analítica. Hay otros, también, que para los que la solución analítica es tediosa y la respuesta resulta ser infinita la que solo puede interpretarse solo después de cálculo de gran esfuerzo (Guerra, 2018)

Guerra (2018) menciona que las razones por los cuales se estudian y se emplean los métodos numéricos resulta ser porque son herramientas de gran importancia para poder solucionar problemas y porque solo de esta manera se puede manejar ecuaciones de gran tamaño, geométricas y no lineales, las que son imposibles de resolver de forma analítica. También menciona que es posible que se tenga que usar un software u otro tipo de lenguaje comercial que posea métodos numéricos. El uso de este tipo de programas depende del conocimiento básico de la teoría y de las operaciones complementales.

Existen múltiples problemas que no pueden plantearse ni resolverse de manera adecuada al emplearse programas ya existentes, de lo contrario, se requiere diseñar otros programas menos costosos. Para poder generar programas computacionales y predecir resultados, este método es un vehículo eficiente, pero se requiere principalmente saber lo que se desea encontrar. Resulta también ser un medio para reforzar el entendimiento de las matemáticas, ya que nos permite reducir las operaciones superiores a operaciones aritméticas básicas. (Guerra, 2018)

### ***3.7.2 Interpolación***

Frecuentemente, el ingeniero tiene que enfrentarse con un conjunto de datos que relacionan dos variables, como por ejemplo la temperatura y la presión que predominan en el interior de un recipiente. Al tener desconocimiento del tipo de función que ejerce la presión sobre la temperatura, se requiere calcular la presión correspondiente a una temperatura “X”, así se encuentre dentro o fuera del límite de los datos disponibles. Este procedimiento se denomina interpolación (Guerra, 2018).

El fundamento de la interpolación se basa en la suposición de que, entre dos variables, su relación funcional es incesante en el intervalo de la variable independiente que se considera. Por tanto, al interpolar, se debe obtener una relación funcional u aproximada. Por ello se considera, desde la perspectiva de los resultados experimentales y del análisis matemático, la tendencia de los datos. Por ejemplo, un matemático es capaz de asignar una ecuación aproximada para la relación entre vapor y temperatura, y es ahí donde no se presenta complicaciones en la interpolación. Una variedad de fórmulas matemáticas existen mediante las cuales pueden ser expresadas por mediante un polinomio. Newton y Lagrange, son las técnicas más utilizadas. En el presente trabajo hemos empleado la interpolación de Newton.

### 3.7.3. *Fórmula de Newton*

Cuando disponemos de puntos o datos para valores de la variable independiente uniformemente espaciados, podemos emplear las fórmulas de diferencias de Newton, para poder aclarar de mejor manera el procedimiento mediante las aplicaciones realizadas en este estudio, dada por la fórmula:

$$f(x) = y_0 \frac{\Delta y_0}{1! h} (x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2! h^2} (x - x_0)(x - x_1) + \frac{\Delta^3 y_0}{3! h^3} (x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \dots$$

$$h = \Delta x \text{ (Variación de } x \text{ constante)}$$

y para las variables de estudio:

$$T(t) = T_0 + \frac{\Delta T_0}{h} (t - t_0) + \frac{\Delta^2 T_0}{2! \times h^2} (t - t_0)(t - t_1) + \frac{\Delta^3 T_0}{3! \times h^3} (t - t_0)(t - t_1)(t - t_2) + \dots (1)$$

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Primera prueba experimental

Habiendo realizado el proceso de refrigeración por triplicado, considerando la panceta de un espesor de 4 cm y una masa de 1,5 kg durante 15 días, los resultados lo observamos en las cuatro primeras columnas de la Tabla 3. Las temperaturas se promediaron, evaluando su desviación estándar, los resultados se observan en la quinta columna de la Tabla 3.

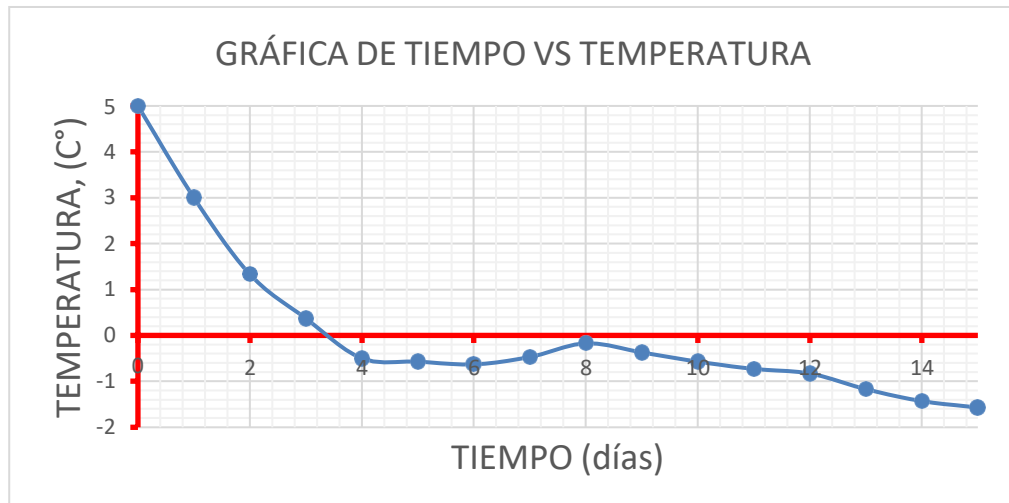
**Tabla 3**

*Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 1,5 kilogramos de masa*

<b>Tiempo, t (días)</b>	<b>T<sub>1</sub>(°C)</b>	<b>T<sub>2</sub>(°C)</b>	<b>T<sub>3</sub>(°C)</b>	<b><math>\bar{T}</math>(°C)</b>
<b>0</b>	5	4,8	5,2	5,00±0,20
<b>1</b>	2,5	2,3	2,6	2,46±0,15
<b>2</b>	1,5	1,2	1,3	1,33±0,15
<b>3</b>	0,5	0,2	0,4	0,37±0,15
<b>4</b>	-0,6	-0,4	-0,5	-0,50±0,45
<b>5</b>	-0,6	-0,5	-0,6	-0,57±0,05
<b>6</b>	-0,6	-0,7	-0,6	-0,63±0,05
<b>7</b>	-0,4	-0,5	-0,5	-0,47±0,05
<b>8</b>	-0,2	-0,1	-0,2	-0,17±0,05
<b>9</b>	-0,3	-0,4	-0,4	-0,37±0,05
<b>10</b>	-0,6	-0,5	-0,6	-0,57±0,05
<b>11</b>	-0,8	-0,7	-0,7	-0,73±0,05
<b>12</b>	-0,9	-0,8	-0,8	-0,83±0,05
<b>13</b>	-1,1	-1,2	-1,2	-1,17±0,05
<b>14</b>	-1,4	-1,5	-1,4	-1,43±0,05
<b>15</b>	-1,6	-1,5	-1,6	-1,57±0,05

**Figura 6**

*Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 1,5 kilogramos de masa*

**Figura 7**

*Panceta de 1,5 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio con temperatura de 0,4°C*



Para el análisis del proceso cinético de refrigeración se consideraron cinco pares de puntos representativos de la primera y última columna de la Tabla 3, observables en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Valores representativos de tiempo (días) y temperatura, ambos de refrigeración (°C) para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros de espesor y 1,5 kilogramos)*

<b>Tiempo, t (días)</b>	<b>Temperatura, T (°C)</b>
<b>2</b>	1,33
<b>4</b>	-0,50
<b>6</b>	-0,63
<b>8</b>	-0,17
<b>10</b>	-0,57

El proceso cinético de refrigeración de la panceta, de 4 centímetros de espesor y 1,5 kilogramos de masa, se realizó mediante la interpolación de Newton (variación constante e igual a 2 días de la variable independiente “t”; procesos observables en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la dependencia de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso*

Tiempo, t (días)	T <sub>0</sub> (°C)	ΔT <sub>0</sub>	Δ <sup>2</sup> T <sub>0</sub>	Δ <sup>3</sup> T <sub>0</sub>	Δ <sup>4</sup> T <sub>0</sub>
2	1,33	-1,83	1,70	-1,11	-0,34
4	-0,50	-0,13	0,59	-1,45	-
6	-0,63	0,46	-0,86	-	-
8	-0,17	-0,40	-	-	-
10	-0,57	-	-	-	-

La fórmula teórica de interpolación de Newton es:

$$T(t) = T_0 + \frac{\Delta T_0}{h} (t - t_0) + \frac{\Delta^2 T_0}{2! \times h^2} (t - t_0)(t - t_1) + \frac{\Delta^3 T_0}{3! \times h^3} (t - t_0)(t - t_1)(t - t_2) + \dots (1)$$

Reemplazando para los datos, se tiene la ecuación (2):

$$T(t) = 1,33 - \frac{1,83}{2} (t-2) + \frac{1,7}{2 \times 4} (t-2)(t-4) - \frac{1,11}{6 \times 8} (t-2)(t-4)(t-6) - \frac{0,34}{24 \times 16} (t-2)(t-4)(t-6)(t-8)$$

$$T(t) = 1,33 - 0,915 (t-2) + 0,2125 (t^2 - 6t + 8) - 0,023125 (t^3 - 12t^2 + 44t - 48)$$

$$-0,000885417 (t^4 - 20t^3 + 140t^2 - 400t + 384)$$

$$T(t) = 5,63 - 2,853333t + 0,36604t^2 - 0,005417t^3 - 0,000885417t^4 \dots (2)$$

La ecuación (2) se deriva y se iguala a cero para determinar el tiempo crítico ( $t_c$ ) para la cual la temperatura de refrigeración será óptima.

$$T'(t) = -2,85333 + 0,73208t - 0,01625t^2 - 0,0035417t^3 \Rightarrow T'(t) = 0$$

Donde:

tc1 = -18,2942 días (valor que no sirve)

tc2 = 8,56352 días

tc3 = 5,1425 días

Reemplazando datos para la ecuación 2, obtenemos:

$$T(8,56352 \text{ días}) = -0,13^{\circ}\text{C}$$

$$T(5,1425 \text{ días}) = -0,72^{\circ}\text{C}$$

#### **4.1.1. Interpretación**

En el tiempo de 5 días la panceta llega a su mínima temperatura posible de conservación de  $-0,72^{\circ}\text{C}$ . En el tiempo 8,5 días la panceta llega a la temperatura máxima de conservación de  $-0,13^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.1.2. Conclusión**

La panceta de 4 centímetros de espesor y de 1,5 kg de masa, tiene temperatura mínima de conservación de  $-0,72^{\circ}\text{C}$  en un tiempo de 5 días y una temperatura máxima de conservación de  $-0,13^{\circ}\text{C}$  en el día 8,5; mostrando que la panceta mejora sustancialmente su tiempo de conservación y prolongando su tiempo de vida útil.

#### **4.2. Segunda prueba experimental**

Habiendo realizado el proceso de refrigeración por triplicado y considerando la panceta de un espesor de 4 cm y una masa de 1,75 kilogramos, durante 15 días, los resultados lo observamos en las cuatro primeras columnas de la Tabla 6. Las temperaturas de trabajo se promediaron, evaluando su desviación estándar, resultados que se pueden visualizar en la quinta columna de la Tabla 6.

**Tabla 6**

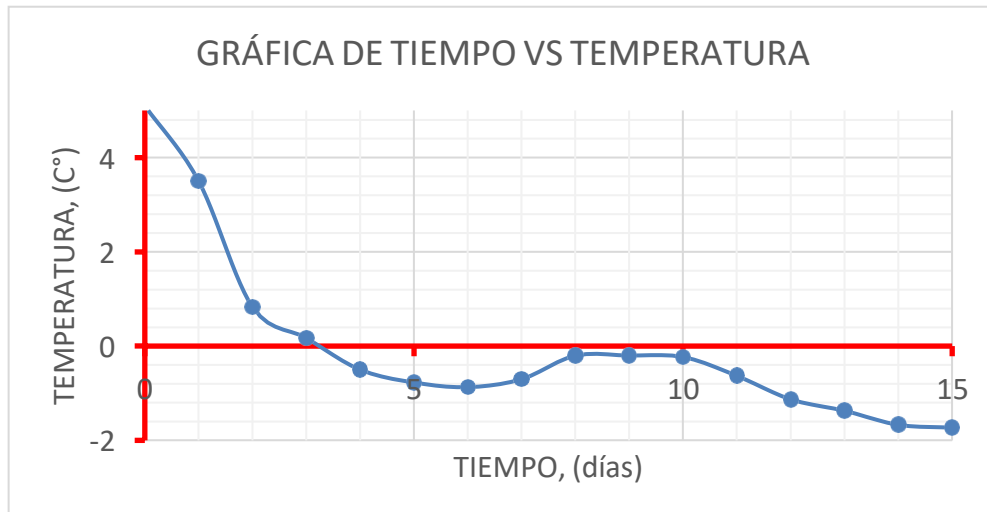
*Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 1,75 kilogramos de masa*

<b>Tiempo, t (Días)</b>	<b>T<sub>1</sub>(°C)</b>	<b>T<sub>2</sub>(°C)</b>	<b>T<sub>3</sub>(°C)</b>	<b>T(°C)</b>
<b>0</b>	5,0	5,0	5,3	5,10±0,17
<b>1</b>	3,5	3,4	3,6	3,50±0,10
<b>2</b>	0,9	0,8	0,8	0,83±0,05
<b>3</b>	0,2	0,0	0,3	0,17±0,15
<b>4</b>	-0,5	-0,6	-0,4	-0,50±0,10
<b>5</b>	-0,8	-0,8	-0,7	-0,77±0,05
<b>6</b>	-0,9	-0,8	-0,9	-0,87±0,05
<b>7</b>	-0,7	-0,7	-0,7	-0,70±0,00
<b>8</b>	-0,2	-0,3	-0,1	-0,20±0,10
<b>9</b>	-0,2	-0,1	-0,3	-0,20±0,10
<b>10</b>	-0,2	-0,2	-0,3	-0,23±0,05
<b>11</b>	-0,6	-0,6	-0,7	-0,63±0,05
<b>12</b>	-1,1	-1,2	-1,1	-1,13±0,05
<b>13</b>	-1,4	-1,3	-1,4	-1,37±0,05
<b>14</b>	-1,6	-1,7	-1,7	-1,67±0,05
<b>15</b>	-1,7	-1,8	-1,7	-1,73±0,05



**Figura 8**

*Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 1,75 kilogramos de masa*

**Figura 9**

*Panceta de 1,75 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio con temperatura de 3,5 °C*



Para el análisis del proceso cinético de refrigeración se consideraron 5 pares de puntos representativos de la primera y última columna de la Tabla 6, observables en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Valores representativos de tiempo (días) y temperatura, ambos de refrigeración (°C) para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros de espesor y 1,75 kilogramos)*

<b>Tiempo, t (días)</b>	<b>Temperatura, T (°C)</b>
<b>2</b>	0,83
<b>4</b>	-0,50
<b>6</b>	-0,87
<b>8</b>	-0,20
<b>10</b>	-0,23

El proceso cinético de refrigeración de la panceta, de 4 centímetros de espesor y 1,75 kg de masa, se realizó mediante la interpolación de Newton (variación constante e igual a 2 días de la variable independiente “t”; procesos observables en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la dependencia de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso*

<b>Tiempo, t (días)</b>	<b>T(°C)</b>	<b><math>\Delta T_0</math></b>	<b><math>\Delta^2 T_0</math></b>	<b><math>\Delta^3 T_0</math></b>	<b><math>\Delta^4 T_0</math></b>
<b>2</b>	0,83	-1,33	0,96	0,08	-1,82
<b>4</b>	-0,50	-0,37	1,04	-1,74	-
<b>6</b>	-0,87	0,67	-0,70	-	-
<b>8</b>	-0,20	-0,03	-	-	-
<b>10</b>	-0,23	-	-	-	-

La fórmula teórica de interpolación de Newton es:

$$T(t) = T_0 + \frac{\Delta T_0}{h} (t - t_0) + \frac{\Delta^2 T_0}{2! \times h^2} (t - t_0)(t - t_1) + \frac{\Delta^3 T_0}{3! \times h^3} (t - t_0)(t - t_1)(t - t_2) + \dots (1)$$

Reemplazando datos se obtiene la ecuación (2):

$$T(t) = 0,83 - \frac{1,33}{2} (t-2) + \frac{0,96}{2 \times 4} (t-2) (t-4) + \frac{0,08}{6 \times 8} (t-2) (t-4) (t-6) - \frac{1,82}{24 \times 16} (t-2) (t-4) (t-6) (t-8)$$

$$T(t) = 0,83 - 0,665 (t-2) + 0,12 (t^2 - 6t + 8) + 0,0016667 (t^3 - 12t^2 + 44t - 48) - 0,0047396 (t^4 - 20t^3 + 140t^2 - 400t + 384)$$

$$T(t) = 1,34 + 0,584175t - 0,563544t^2 + 0,0964587t^3 - 0,0047396t^4 \dots (2)$$

La ecuación (2) se deriva y se iguala a cero para determinar el tiempo crítico ( $t_c$ ) para la cual la temperatura de refrigeración será óptima.

$$T'(t) = 0,584175 - 1,127088t + 0,289376t^2 - 0,0189584t^3 \rightarrow T'(t) = 0$$

Donde:

$$t_{c1} = 0,610031 \text{ (No sirve)}$$

$$t_{c2} = 9,10769 \text{ días}$$

$$t_{c3} = 5,5460 \text{ días}$$

Reemplazando datos para la ecuación 2 obtenemos:

$$T(9,10769 \text{ días}) = -0,18 \text{ °C}$$

$$T(5,5460 \text{ días}) = -0,78 \text{ °C}$$

#### 4.2.1. Interpretación

En un tiempo de 5,5 días la panceta llega a su mínima temperatura posible de conservación de -0,78 °C.

En un tiempo de 9 días la panceta llega a máxima temperatura de conservación de -0,18 °C.

#### 4.2.2. Conclusión

La panceta de 4 centímetros de espesor y de 1,75kg de masa, tiene temperatura mínima de conservación de -0,78°C en el 5,5 día y una temperatura máxima de conservación de -0,18°C

en el día 9; mostrando que la panceta mejora sustancialmente su tiempo de conservación y prolongando su tiempo de vida útil.

### 4.3. Tercera prueba experimental

Habiendo realizado el proceso de refrigeración por triplicado y considerando la panceta de un espesor de 4 cm y una masa de 2,00 kilogramos durante 15 días, los resultados obtenidos lo observamos en las cuatro primeras columnas de la Tabla 9. Las temperaturas de trabajo se promediaron, evaluando su desviación estándar, resultados que se pueden visualizar en la quinta columna de la Tabla 9.

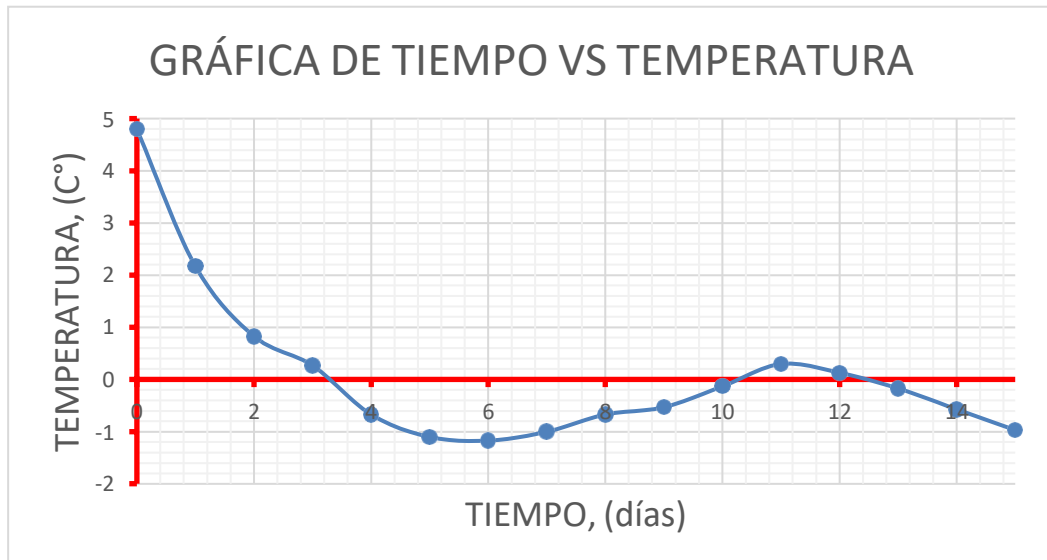
**Tabla 9**

*Datos de tiempo de refrigeración (días) y temperaturas de refrigeración (°C) para la panceta de 4 cm de espesor y 2,00 kilogramos de masa*

Tiempo, t (días)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T(°C)
0	4,8	4,9	4,7	4,80±0,08
1	2,2	2,1	2,2	2,17±0,05
2	0,8	0,9	0,8	0,83±0,05
3	0,3	0,3	0,2	0,27±0,05
4	-0,6	-0,7	-0,6	-0,67±0,05
5	-1,1	-1,2	-1,0	-1,10±0,08
6	-1,2	-1,2	-1,1	-1,17±0,05
7	-0,9	-1,0	-1,1	-1,00±0,08
8	-0,7	-0,7	-0,6	-0,67±0,05
9	-0,6	-0,5	-0,5	-0,53±0,05
10	-0,1	-0,2	-0,1	-0,13±0,05
11	0,3	0,2	0,4	0,30±0,08
12	0,1	0,2	0,1	0,13±0,05
13	-0,2	-0,2	-0,1	-0,17±0,05
14	-0,6	-0,5	-0,6	-0,57±0,05
15	-0,9	-1,0	-1,0	-0,97±0,05

**Figura 10**

*Representación de la temperatura y el tiempo de refrigeración para la panceta de 4 cm de espesor y 2,0 kilogramos de masa*

**Figura 11**

*Panceta de 2 kilogramos y 4 centímetros de espesor promedio, con temperatura de 2,2 °C*



Para el análisis del proceso cinético de refrigeración se consideraron cinco pares de puntos representativos de la primera y última columna de la Tabla 9, observables en la Tabla 10.

**Tabla 10**

Valores representativos de tiempo (días) y temperatura (°C), ambos de refrigeración para realizar la cinética de refrigeración de la panceta (4 centímetros de espesor y 2,00 kilogramos)

Tiempo, t (días)	Temperatura, T (°C)
2	0,83
5	-1,10
8	-0,67
11	0,30
14	-0,57

El proceso cinético de refrigeración de la panceta, de 4 centímetros de espesor y 2,00 kilogramos de masa, se realizó mediante la interpolación de Newton (variación constante e igual a 3 días de la variable independiente t; procesos observables en la Tabla 11).

**Tabla 11**

Datos de tiempo, temperatura y variación de temperatura para hallar la dependencia de la temperatura de refrigeración de la panceta en función del tiempo de proceso

Tiempo, t (días)	T(°C)	$\Delta T_0$	$\Delta^2 T_0$	$\Delta^3 T_0$	$\Delta^4 T_0$
2	0,83	-1,93.	2,36	-1,82	-0,56
5	-1,10	0,43	0,54	-2,38	-
8	-0,67	0,97	-1,84	-	-
11	0,30	-0,87	-	-	-
14	-0,57	-	-	-	-

La fórmula teórica de interpolación de Newton es:

$$T_{(t)} = T_0 + \frac{\Delta T_0}{h} (t - t_0) + \frac{\Delta^2 T_0}{2! \times h^2} (t - t_0)(t - t_1) + \frac{\Delta^3 T_0}{3! \times h^3} (t - t_0)(t - t_1)(t - t_2) + \dots (1)$$

$$T(t) = 0,83 - \frac{1,93}{3} (t-2) + \frac{2,36}{2 \times 9} (t-2)(t-5) - \frac{1,82}{6 \times 27} (t-2)(t-5)(t-8) - \frac{0,56}{24 \times 81} (t-2)(t-5)(t-8)(t-11)$$

$$T(t) = 0,83 - 0,64333(t-2) + 0,131111(t^2 - 7t + 10) - 0,0112346(t^3 - 15t^2 + 66t - 80) - \\ 0,00028866(t^4 - 26t^3 + 231t^2 - 806t + 880)$$

$$T(t) = 4,073 - 2,070413t + 0,233087t^2 - 0,00374488t^3 - 0,00028806t^4 \dots (2)$$

La ecuación (2) se deriva y se iguala a cero para determinar el tiempo crítico ( $t_c$ ) para la cual la temperatura de refrigeración será óptima.

$$T'(t) = -2,070413 + 0,466174 \times t - 0,0112347 \times t^2 - 0,0001152264 \times t^3 \rightarrow T'(t) = 0$$

Donde:

$$t_{c1} = -0,037 \text{ (no sirve);}$$

$$t_{c2} = 11,7016 \text{ días}$$

$$t_{c3} = 5,66311 \text{ días}$$

Reemplazamos datos para la ecuación 2, obtenemos:

$$T(11,7016 \text{ días}) = -0,36 \text{ °C}$$

$$T(5,66311 \text{ días}) = -1,15 \text{ °C}$$

#### **4.3.1. Interpretación**

En un tiempo de 5,6 días la panceta llega a su mínima temperatura de conservación de -1,15 °C.

En un tiempo de 11,7 días la panceta llega a su máxima temperatura posible de conservación -0,36 °C.

#### **4.3.2. Conclusión**

La panceta de 4 centímetros de espesor y de 2,00 kg de masa, tiene temperatura mínima de conservación de -1,15 °C en el tiempo de 5,6 días y una temperatura máxima de conservación de -0,36 °C en 11,7 días; mostrando que la panceta mejora sustancialmente su tiempo de conservación y prolongando su tiempo de vida útil.

#### 4.4. Análisis de datos estadísticos.

A continuación, en la Tabla 12 podemos observar la diferencia de tiempo y temperatura (mínima y máxima) de expendio en la que deben estar cada una de las pancetas (1,50;1,75 y 2,00 kg respectivamente) para conservar su calidad y características organoléptica.

**Tabla 12**

*Valores hallados del tiempo y temperatura ideal en la que debería estar la panceta de cerdo según su peso para que conserve su calidad y características organolépticas,*

	<b>Tiempo (días)</b>	<b>Temperatura mínima (C°)</b>	<b>Tiempo (días)</b>	<b>Temperatura máxima (C°)</b>
<b>Panceta de 1,5 kg y 4 cm de espesor</b>	5,1	-0,72	8,5	-0,13
<b>Panceta de 1,75 kg y 4 cm de espesor</b>	5,5	-0,78	9,1	-0,18
<b>Panceta de 2,00 kg y 4 cm de espesor</b>	5,6	-1,15	11,7	-0,36



## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Se determinó que el tiempo de vida útil de la panceta mejora sustancialmente, dependiendo de la temperatura de almacenamiento en refrigeración constituyendo en la condición más importante en su deterioro o conservación; brindando varios beneficios, tales como mejor presentación, menos tiempo de removido de productos y tiempos y temperaturas más cercanas a la realidad, coincidiendo con lo reportado por González et al. (2014).

5.2. El propósito de conservar la panceta se cumplió satisfactoriamente, es así que se puede manejar la panceta tanto en refrigeración; obteniendo registros de tiempos y temperaturas que ayuden a mejorar el producto. En cuanto a su tiempo de vida útil, se mejoró la conservación de las propiedades organolépticas durante mayor tiempo posible, retrasando el deterioro de la panceta en sus diferentes presentaciones, coincidiendo con lo mencionado por Bustamante (2020).

5.3. La panceta de 4 centímetros de espesor y 1,5; 1,75 y 2,00 kilogramos de masa, tiene temperatura mínima de conservación de  $-0,72\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $-0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; cuyos tiempos óptimos alcanzan 5; 5,5 y 5,7 días respectivamente. Así mismo, la panceta de 4 centímetros de espesor y 1,5; 1,75 y 2,00 kilogramos de masa, tiene temperatura máxima de conservación de  $-0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $-0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-0,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; cuyos tiempos óptimos alcanzan 8,5; 8,5 y 11,7 días; respectivamente, mostrando que tiempo de vida útil la panceta mejora sustancialmente; obteniendo criterios análogos al presentado por Morsell (2013) y Guerra (2018).

## VI. CONCLUSIONES

6.1. El objetivo general del trabajo se ha cumplido de manera satisfactoria, evaluando la cinética de refrigeración de la carne de cerdo en anaqueles de expendio entre las temperaturas de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

6.2. Se determinó para cada masa de panceta el tiempo adecuado (en días) y la temperatura (en  $^{\circ}\text{C}$ ) en la que debe ser expuesta en venta en los mostradores de tienda para que la panceta mantenga la calidad y sus características organolépticas intactas.

6.3. Se determinó que la panceta de 4 centímetros de espesor y de 1,5 kg de masa, debe estar a una temperatura mínima de conservación de  $-0,72\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el día número 5,1 y a una temperatura máxima de conservación de  $-0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el día número 8,5.

6.4. Se determinó para la panceta de 4 centímetros de espesor y de 1,75 kg de masa, debe estar a una temperatura mínima de conservación de  $-0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el día número 5,5 y a una temperatura máxima de conservación de  $-0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el día número 9,1.

6.5. Se determinó para la panceta de 4 centímetros de espesor y de 2,00 kg de masa, debe estar a una temperatura mínima de conservación de  $-1,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el tiempo de 5,6 días y a una temperatura máxima de conservación de  $-0,36\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el día número 11,7.

6.6. Los valores de temperatura y tiempo de refrigeración están influenciados por la masa, en consecuencia, conservan una relación directamente proporcional.

6.7. La interpolación empleada para determinar la dependencia de la temperatura de refrigeración en función del tiempo de procesos de refrigeración es una técnica matemática bastante rigurosa y que se puede utilizar sin mayor dificultad;

obteniendo modelos cinéticos bastantes cercanos a la experimentación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

7.1. Para tener un mejor control de los productos en estado de refrigeración será conveniente que los parámetros de estudio tengan un mejor control en cuanto a equipos de medición y cuantificación.

7.2. Los datos de temperatura deben ser tomados con mayor precisión y paralelamente debe ser considerado la variación del pH.

7.3. Las técnicas estadísticas y matemáticas deben ser más estrictas y rigurosas para tener mejores resultados de precisión, en la cual también sería posible evaluar otros factores de calidad tales como: color, sabor, olor, apariencia, textura, etc.

## VIII. REFERENCIAS

- Anderson, M. (2009). *Tratado de los elementos principales de las temperaturas bajas en refrigeración*. Zaragoza, España: Acribia.
- Arboleda, C. E. (2011). *Desarrollo del Manual de desposte de cerdo para la empresa carne Vally S.A.* Caldas: Corporacion Universitaria Lasallista Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Industrias Pecuarias Caldas. <https://docplayer.es/14715868-Desarrollo-del-manual-de-desposte-de-cerdo-para-la-empresa-carne-vally-s-a-carlos-eduardo-arboleda-acevedo.html>
- Argote, F., Velasco, R., & Paz, P. (2007). *Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (cavia porcellus) empacada a vacío* (Vol. 2). Universidad de Cauca. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117955>
- Asociacion Peruana de Porcicultores. (2022). *Come cerdo come sano*. Retrieved 2022, from [www.comecerdocomesano.com](http://www.comecerdocomesano.com)
- Bendall, J., & Swatland, H. (1988). *A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality* (Vol. 24). [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90052-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90052-6)
- Beshah, W. B. (2014). *Calidad de la carne de cerdo, efecto de la congelación y descongelación, uso del calentamiento dielectrico para la descongelación y la espectroscopia dielectrica para evaluar la calidad tecnologica*. Cataluña: Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/283362>
- Bravo, P., Ruiz, M., Gonzáles, R., Grajales, A. (2005) Influencia de la temperatura de refrigeración (pre rigor) sobre la incidencia de carne PSE en cerdo. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* (Vol. 4) <https://www.redalyc.org/pdf/620/62040206.pdf>
- Bustamante, E. (2020). *Conservación de carnes*. San Andrés Tuxtla. [https://www.academia.edu/42324002/ILUSTRACIÓN\\_1\\_MÉTODOS\\_DE\\_CONSERVACIÓN\\_DE\\_LA\\_CARNE](https://www.academia.edu/42324002/ILUSTRACIÓN_1_MÉTODOS_DE_CONSERVACIÓN_DE_LA_CARNE)
- Chapra, S., Canale, R. (2007) *Métodos numéricos para ingenieros* (5ª ed.) McGRAW-HILL / Interamerica Editores, S.A de CV <http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/Chapra.pdf>
- Chiralt, A., Martinez, N., Talens, P., Gonzales, C., & Moraga, G. (2007). *Propiedades físicas de los alimentos*. (U. P. Valencia, Ed.) <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25328>
- Delgado, D. D. (2008). *Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes-Perú*. Memoria para optar el grado de Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de León.

<https://coopleon.files.wordpress.com/2009/12/tesisdaphne.pdf>

Errecart, V. (2015). Análisis del mercado mundial de carnes. Argentina Universidad Nacional San Martín

[https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia\\_regional/cere%20-%20mayo%20-%202015.pdf](https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/cere%20-%20mayo%20-%202015.pdf)

Food and Agriculture Organization. (2002). Nutricion humana en el mundo en desarrollo.

Retrieved Diciembre 08, 2022, from <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0x.htm>

Galindo, E., & Piagentini, A. (2021). El uso del Nitratos y Nitritos en la Industria cárnica, lo bueno, lo malo y el modelado matemático para optimizar su uso. (Vol. 29). Santa Fe, Argentina: Revista Alimentos Hoy.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/167327/CONICET\\_Digital\\_Nro.b483\\_f76d-e8f0-4854-b1f6-2896ea81f076\\_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/167327/CONICET_Digital_Nro.b483_f76d-e8f0-4854-b1f6-2896ea81f076_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Gonzáles, M., Mesa, C., & Quintero, O. (2014). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y cerdo con diferente contenido graso (Vol. 21). Medellín, Colombia: Centro de investigación y Desarrollo Cárnico, Industrias de Alimentos Zenú S.A.S.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042014000300005#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20evaluación,14%20y%2021%20días%20respectivamente.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042014000300005#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20evaluación,14%20y%2021%20días%20respectivamente.)

Gruda, Z. (1999). Tecnología de la congelación y refrigeración de los alimentos.

[https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=30685140295&searchurl=an%3Dgruda%26pt%3Dbook%26sortby%3D17%26tn%3Dtecnologia%2Bcongelacion%2Balimentos&cm\\_sp=snippet-\\_srp1-\\_title2](https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=30685140295&searchurl=an%3Dgruda%26pt%3Dbook%26sortby%3D17%26tn%3Dtecnologia%2Bcongelacion%2Balimentos&cm_sp=snippet-_srp1-_title2)

Guerra, H. (2018). Optimización del tiempo de maduración de carnes de cerdo y vacuno durante el proceso de congelación. [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjwmMrijbf-AhXL0aQKHb7sC8wQFnoECBIAAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.unfv.edu.pe%2Fhandle%2F20.500.13084%2F3828&usg=AOvVaw2Neq9xTeh6fdzuSxzFY4Ks>

Gutierrez, J. (2013). Ciencia y Tecnología Culinaria. España: Diaz de Santos.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiM6PmWkLf->

[AhUJOuwKHQ5aAjsQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.casadellibro.com%2Flibro-ciencia-y-tecnologia-culinaria%2F9788479783792%2F637114&usg=AOvVaw1p0A\\_NM3LrGh6-XTvcyqTM](https://www.casadellibro.com/libro-ciencia-y-tecnologia-culinaria/9788479783792/637114&usg=AOvVaw1p0A_NM3LrGh6-XTvcyqTM)

Hansen, E., Lauridsen, L., Skibsted, L., Moawad, R., & Andersen, M. (2004). Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of fluctuating temperature on lipid oxidation (Vol. 68). Meat Science.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwih-6-ck7f->

[AhVH2KQKHdx4B74QFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Fscience%2Farticle%2Fabs%2Fpii%2FS0309174004000531&usg=AOvVaw0uqXR\\_wvPU4Qs75UsJsZax](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174004000531&usg=AOvVaw0uqXR_wvPU4Qs75UsJsZax)

Hinojosa, E. (2021). Estudio de una línea de producción de ahumados de carne de cerdo en Ambato. Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwixk93Nk7f->

[AhUT76QKH19AbAQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.uniandes.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F13338&usg=AOvVaw0p4bzYMwMUfnXE37jTE9hg](https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/13338&usg=AOvVaw0p4bzYMwMUfnXE37jTE9hg)

IIDEA, I. d. (2006). Procesamiento de Cárnicos. Manual para el alumno. México.

[https://www.academia.edu/36429978/Procesamiento\\_de\\_Cárnicos\\_Manual\\_para\\_el\\_Alumno\\_E\\_PROCA\\_01\\_Programa\\_de\\_Estudios\\_de\\_la\\_Carrera\\_de](https://www.academia.edu/36429978/Procesamiento_de_Cárnicos_Manual_para_el_Alumno_E_PROCA_01_Programa_de_Estudios_de_la_Carrera_de)

Kaufmann, R. G., & Marsh, B. B. (1994). Características de la calidad del músculo como alimento. Zaragoza, España: Acribia.

Lawrie, R. (1998). Ciencia de la carne (Cuarta ed.). Acribia Editorial.

<https://www.casadellibro.com/libro-ciencia-de-la-carne-4-ed/9788420008561/621209>

Livingston, & Brown. (1981). The chemistry of myoglobin and its reactions. Food Technology. <https://worldveg.tind.io/record/20212>

Madrid, A., Gomez, J., & Regidor, F. (1994). Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Madrid, España.

[https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000043779706331/34CVA\\_UMH\\_VU1](https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000043779706331/34CVA_UMH_VU1)

Mancini, & Hunt. (2005). Current research in meat colour. Meat Science.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917400500094X>

- Menchú, M., & Méndez, H. (2012). Tabla de Composición de a limentos de Centroamérica (Segunda ed.). Guatemala: Servi Prensa S.A.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiNwZze07f-AhXQzqQKHX7aAAcQFnoECAsQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.incap.int%2Fmesocaribefoods%2Fdocuments%2FTablaCAAlimentos.pdf&usg=AOvVaw1KzxZ8bomOowJFFOhbpN7y>
- Mendoza, B. (2008). Conservación de carne de conejo empacada a vacío. Tesis de Químico en Alimentos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Retrieved 2022, from <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10900?locale-attribute=es>
- Mina, H., & Paz, D. (2014). Determinación del tiempo de vida útil de pancetas de cerdo marinadas, preocidas, empacadas al vacío. Cali, Colombia: Universidad del Valle.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjO3dmb1Lf-AhXKO-wKHerCCG0QFnoECBAQAw&url=https%3A%2F%2Fbibliotecadigital.univalle.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10893%2F11026%2FCB-0527943.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllo>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020, Enero). Panorama y perspectiva de la producción de la carne de cerdo en el Perú. Retrieved Octubre 2022, from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama\\_y\\_persp\\_produc\\_carne\\_cerdo.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama_y_persp_produc_carne_cerdo.pdf)
- Ministerio de Desarrollo Agrario. (2006). Situación de las actividades de crianza y producción de porcino. Retrieved Diciembre 9, 2022, from [https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-;a \(Food and Agriculture Organization, 2002\)ctividades-de-crianza-y-producci/302-porcinos?start=1](https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-;a (Food and Agriculture Organization, 2002)ctividades-de-crianza-y-producci/302-porcinos?start=1)
- Moreno, B. (2006). Higiene e inspeccion de carnes (2ª ed.)  
<https://www.editdiazdesantos.com/libros/moreno-garcia-benito-higiene-e-inspeccion-de-carnes-vol-i-L03007640103.html>
- Morsell, H. (2013). Vademécum del frigorista (3ª ed.) Zaagoza, España: Acribia.  
<https://www.iberlibro.com/9788420003115/Vademecum-frigorista-Morsel-H-8420003115/plp>
- Onega, M. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Departamento de Nutrición y Bromatología.



- Madrid, España: Universidad Complutense.  
[https://www.researchgate.net/publication/39159271\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_carnes\\_frescas\\_aplicacion\\_de\\_tecnicas\\_analiticas\\_instrumentales\\_y\\_sensoriales](https://www.researchgate.net/publication/39159271_Evaluacion_de_la_calidad_de_carnes_frescas_aplicacion_de_tecnicas_analiticas_instrumentales_y_sensoriales)
- Pierre, M. (1994). Ingeniería Industrial Alimentaria: Técnicas de separación (Vol. II). Zaragoza, España: Acribia SA. [http://sibi.unprg.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10231&shelfbrowse\\_itemnumber=16800](http://sibi.unprg.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=10231&shelfbrowse_itemnumber=16800)
- Restrepo, D., Arango, C., Restrepo, R., & Campuzano, A. (2001). Industria de la carne. Universidad Nacional de Colombia en la ciudad de Medellín.  
<https://docplayer.es/16514427-Industria-de-carnes-diego-alonso-restrepo-molina-claudia-maria-arango-mejia-alejandro-amezquita-campuzano-renato-arturo-restrepo-digiammarco.html>
- Rodriguez, R. E. (2005). Los refrigerantes en las instalaciones frigoríficas. Madrid, España: Thompson Parainfo Spain. <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788428328906/los-refrigerantes-en-las-instalaciones-frigorificas>
- Romero, L., & Sailema, G. (2011). Determinación del Tiempo de Vida Útil de pernil de cerdo elaborado a base de un condimento natural para la sustitución de aditivos químicos. Guanujo, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar.  
[https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UEB\\_7a00263eaa27d73e106e8ef7abc1336b](https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UEB_7a00263eaa27d73e106e8ef7abc1336b)
- Sanguinetti, R. (2008). Tratado Práctico de la Refrigeración. Lima: Tecnilibros S.A La tecnología a tu alcance.
- Sierra, V. (2010). Evolución post-mortem de parámetros indicativos de calidad de carne vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular. Universidad de Oviedo.  
[https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS\\_1.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS_1.pdf)
- Yepez, J. (2014). Calidad de la carne del cerdo mestizo (Yorkshire vs Landrace) bajo diferentes métodos y periodos de conservación, en el cantón El Empalme, 2014. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4802>

## IX. ANEXOS

## 9.1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General</b></p> <p>Teniendo en cuenta que la carne de cerdo (Sus scrofa domesticus) es recepcionada en buenas condiciones de temperatura (entre 5 a -2 °C) para su conservación y posterior troceado, almacenamiento y expendio, durante el tiempo de vida útil (entre 10 a 15 días), acaecen, por lo general, problemas en cuanto a la temperatura en su tiempo de exposición. La panceta de cerdo al ser expuesta desde 5 °C hasta -2 °C; presenta deterioro de apariencia, textura y terneza, provocando pérdidas en la calidad del producto.</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la cinética de refrigeración de las pancetas de cerdo en los anaqueles de expendio entre las temperaturas de 5 °C Y -2 °C.</p> <p><b>Objetivo Específico</b></p> <p>Determinar el tiempo y la temperatura adecuada en que la panceta de cerdo debe ser expuesta a venta en los mostradores de grandes tiendas para las presentaciones en masas de 1,5 kg, 1,75 kg y 2,00 kg respectivamente.</p>	<p><b>Hipótesis Principal</b></p> <p>Es factible determinar la cinética en el proceso de refrigeración de la panceta de cerdo en los anaqueles de expendio entre 5 °C y -2 °C.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>La determinación del historial tiempo y temperatura en el proceso de refrigeración de la panceta en los anaqueles de expendio, para las presentaciones en masa de 1,5 kg, 1,75 kg y 2,00 kg respectivamente, influirán de manera considerable en la industria, lo que reducirá pérdidas económicas.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>La variable dependiente ha sido las consideraciones económicas</p> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Las variables independientes fueron la temperatura, el tiempo de expendio y las masas (1,50; 1,75 y 2,00 kg) y el espesor de las pancetas.</p> <p><b>Población y Muestra</b></p> <p>La especie de estudio fue la carne de cerdo, específicamente el corte panceta, las cuales fueron propocionadas por la empresa SERFRISA.</p> <p>En la presente tesis se empleó panceta de cerdo de 1,50; 1,75 y 2,00 kilogramos de un espesor de 4 cm cada una.</p>	<p><b>Materiales</b></p> <p>-Materia Prima. Se utilizó las carnes de cerdo en presentaciones de 1,5; 1,75 y 2,00 kilogramos; respectivamente.</p> <p>-Material de Laboratorio: Termómetro ETI LTD 810-275, pH metro Testo 250 digital, vernier Truper digital milimétrico.</p> <p>-Reactivo: Ácido láctico (2%) para desinfección de la carne y solución buffer 4,01-7,00.</p> <p><b>Equipos</b></p> <p>-Refrigerador industrial marca Ventus, con capacidad de 1300 L de acero inoxidable.</p> <p>-Balanza analítica: Marca SUPER, modelo SS, capacidad de 7,5 kg, precisión de 1g.</p>