



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE
MANABÍ**

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**TRABAJO DE TITULACIÓN, MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA

PROCESOS DE CONSERVACION DE CARNES

TÍTULO

**“RELACIÓN ENTRE TIEMPO DE DESCONGELAMIENTO Y
PÉRDIDA DE PESO DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE RES Y
DE CERDO PREVIAMENTE CONGELADAS”**

AUTORAS

ALCIVAR CEDEÑO GEMA ALEXANDRA

OSTAIZA RAMIREZ SILVIA MARIA

TUTOR

ING. HUGO LLAMPELL AVELLÁN PEÑAFIEL

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2017

Ing. Llampell Avellán Peñafiel, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de Director del Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN titulado: **“RELACIÓN ENTRE TIEMPO DE DESCONGELAMIENTO Y PÉRDIDA DE PESO DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE RES Y DE CERDO PREVIAMENTE CONGELADAS”**, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: **GEMA ALEXANDRA ALCÍVAR CEDEÑO** y **SILVIA MARÍA OSTAIZA RAMÍREZ**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Junio del 2017

Ing. Llampell Avellán Peñafiel

TUTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas en este trabajo de titulación, es exclusividad de sus autoras.

Chone, Junio del 2017

Alcívar Cedeño Gema Alexandra

Autora

Ostaiza Ramírez Silvia María

Autora



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

INGENIEROS EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de Investigación, sobre el tema: **“RELACIÓN ENTRE TIEMPO DE DESCONGELAMIENTO Y PÉRDIDA DE PESO DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE RES Y DE CERDO PREVIAMENTE CONGELADAS”** elaborada por las egresadas **GEMA ALEXANDRA ALCÍVAR CEDEÑO** y **SILVIA MARÍA OSTAIZA RAMÍREZ** de la carrera de Ingeniería en Alimentos.

Chone, Junio del 2017

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

Ing. Llampell Avellán Peñafiel

TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SECRETARÍA

DEDICATORIA

Hoy que estoy alcanzando una de mis metas más anheladas dedico con gran satisfacción este triunfo a Dios, por darme la fe y la confianza para terminar este trabajo.

A mi señor padre Luis Bolívar Alcívar Witong, quien me brindó su apoyo y amor para que pudiera concluir con este paso importante, porque gracias a él logre alcanzar una de mis metas, ya que siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria; al igual que al resto de mi familia, pilares fundamentales y forjadores de mi vida.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone por la oportunidad que me brindó para ser una profesional.

Finalmente a los docentes, aquellos que marcaron cada etapa en nuestro camino universitario y han estado ahí para ayudarme en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de esta tesis.

Gema

DEDICATORIA

Mi dedicatoria va dirigida ante todo a Dios quien es el que me bendice día a día y el que permite que siga luchando y disfrutando cada momento, en segundo lugar a mis padres Gerson Ostaiza y Exita Ramírez quienes son un ejemplo de superación ya que ellos fomentaron mis valores personales y espirituales, me enseñaron a nunca decaer y siempre salir adelante ante cualquier adversidad que se presente; a mi hermano Diego de quien aprendí a luchar por mis sueños y metas propuestas y que ha sido un segundo padre y una bendición que me guía siempre; a mis demás hermanos Jean Carlos y Eliana que de algún modo me apoyaron para poder alcanzar este logro.

De manera muy especial quiero plasmar en esta dedicatoria mi gratitud fraterna a mi segunda madre Lady Aveiga, maestra y guía que con su amor, paciencia, y dedicación a la educación me enseñó mis primeras palabras, me incentivó el interés por el estudio para superarme y así poder ser una gran profesional.

A mis familiares y amigos que de una u otra manera se esmeraron en apoyarme y cada vez que quería decaer me daban una voz de aliento que hacían que retomara el curso de mi vida.

Silvia

AGRADECIMIENTO

Al concluir este trabajo de titulación podemos apreciar que hubiera sido inalcanzable sin la colaboración de personas e instituciones que han contribuido para que dicho trabajo llegase a feliz término, es por esta razón que para nosotras es un verdadero placer dedicar este espacio para expresar nuestros agradecimientos.

Principalmente a nuestros padres y familiares queremos expresar nuestros más sinceros e infinitos agradecimientos por su apoyo en todos nuestros años de estudio, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone y a la Carrera de Ingeniería en Alimentos por el apoyo y enseñanzas impartidas por medio de los catedráticos que nos brindaron sus conocimientos en el transcurso y término de la carrera..

De manera especial debemos agradecer al Ing. Hugo Llampell Avellán Peñafiel por aceptar desarrollar la Tesis bajo su dirección, además por el apoyo, confianza y paciencia en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas con sus conocimientos; ha sido un pilar invaluable no solo en el desarrollo de la tesis sino además en nuestra formación.

Las autoras

SÍNTESIS

Para la elaboración de la presente investigación se tomaron 72 muestras (peso promedio de 190-200 g) de músculo *Triceps femoral* de carne de res y de cerdo las cuales se almacenaron en congelación durante un mes a 0°C, con la finalidad de evaluar la relación entre el tiempo de descongelamiento y pérdida de peso y exudado con los datos obtenidos. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey identificándose diferencias significativas para el efecto tipo de carne, tiempo de almacenamiento, pérdida de peso y exudado. El menor porcentaje de pérdida de peso y exudado de la carne de res está en un rango de 1.2 y 1.4%, a medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento en congelación aumentó el porcentaje de pérdida ubicándose en un rango superior de 1.5, 3.4 y 3.6 % mientras que la de cerdo tiene un rango de 3.8 y 8.4 %. La interacción de tipo de carne cruda y tiempo de almacenamiento en congelación refleja que en cada tipo se incrementó diferencialmente la pérdida de peso y exudado de las muestras de carne tanto de res como de cerdo al prolongar el almacenamiento.

Palabras clave: carne de res, carne de cerdo, pérdida de peso, almacenamiento, tiempo de descongelamiento.

ABSTRACT

For the preparation of the present investigation, 72 samples (average weight of 190-200 g) of femoral triceps muscle of beef and pork were taken in freezing for one month at 0 ° C, in order to evaluate The relationship between the time of thawing and loss of weight and exudate with the data obtained. An analysis of variance and Tukey's test were performed, identifying significant differences for meat type, storage time, weight loss and exudate. The lowest percentage of weight loss and exudate of the beef is in a range of 1.2 and 1.4%, as the freezing storage time increased, the percentage of loss increased to a higher range of 1.5, 3.4 and 3.6% while that of pig has a range of 3.8 and 8.4%. The interaction of crude meat type and storage time in freezing reflects that in each type the weight loss and exudation of both beef and pork meat samples were increased differently by prolonged storage.

Key words: beef, pork, weight loss, storage, defrosting time.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
SÍNTESIS	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
ESTADO DEL ARTE	3
1.1. Tiempo de almacenamiento en congelación.....	3
1.1.1. Carnes	3
1.1.1.1. Carne de res	4
1.1.1.2. Carnes de cerdo.....	7
1.1.2. Calidad de la carne.....	11
1.1.2.1. Características de calidad de la carne	13
1.1.3. Carnes congeladas.....	16
1.1.3.1. Descongelamiento de carnes.....	17
1.2. Pérdida de peso en las carnes.....	18
1.3. Exudado	22
1.3.1. Factores de variación que inciden en el exudado.	24
CAPÍTULO II	30
MATERIALES Y MÉTODOS	30
2.1. Métodos	30

2.1.1. Técnicas de recolección de información.....	30
2.1.2. Materiales y procedimiento	30
2.2. Resultados.....	35
2.2.1. Descongelamiento de muestras de carne	35
2.2.2. Determinación de relación entre tiempos de descongelamiento y pérdida de peso de muestras de carne.....	37
CAPÍTULO III.....	42
PROPUESTA.....	42
CAPÍTULO IV	43
EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	43
4.1. Comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones semejantes	43
4.2. Comparaciones individuales	43
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFIA	47
WEBGRAFÍA.....	48
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Composición nutricional de varios tipos de carne de res	4
Tabla 1.2. Valor nutricional de la carne de res por cada 100 g	5
Tabla 1.3. Composición y valor nutricional de la carne de cerdo.....	9
Tabla 1.4. Clasificación de factores de calidad de la carne	12
Tabla 2.1. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de peso en carnes de res ..	37
Tabla 2.2. Resultados de análisis de Tukey de pérdida de peso en carnes de res.....	38
Tabla 2.3. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de exudado en carnes de res	38
Tabla 2.4. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de exudado en carnes de res	39
Tabla 2.5. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de peso en carnes de cerdo	39
Tabla 2.6. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de peso en carnes de cerdo ..	40
Tabla 2.7. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de exudado en carnes de cerdo.....	40
Tabla 2.8. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de exudado en carnes de cerdo	41

INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento de alto nivel proteico para el consumo del ser humano que contribuye al desarrollo físico y mental, proporcionando también vitaminas del complejo B y aportando fuente de minerales como el hierro.

En esta investigación se utilizó el método de congelación como un medio de conservar la carne de res y de cerdo para así determinar la pérdida de peso y pérdida de exudado de las muestras utilizadas después de los procesos de las mismas. El método de descongelamiento de carnes tanto de res y de cerdo tiene un efecto significativo en pérdidas de peso de las diferentes muestras en tiempos distintos.

Al realizar un análisis de las muestras de carnes por descongelamiento estos sufren un efecto en las características físico-químicas de las carnes. En los resultados obtenidos después de culminar esta investigación se puede observar más detenidamente que al transcurrir 5 semanas de la evaluación realizada y que las muestras fueron evaluadas en diferentes tiempos se pudo comprobar que si hubo relación entre cada una de las muestras previamente congeladas.

La estructura del presente trabajo de investigación consta de cuatro capítulos.

El capítulo I, Estado del Arte hace referencia a las dos variables tanto la independiente, tiempo de almacenamiento en congelación; como las dependientes: pérdida de peso en la carne y el exudado. La información utilizada proviene de fuentes bibliográficas apropiadamente citadas.

En el capítulo II, denominado Materiales y Métodos se detalla la descripción de los pasos seguidos para alcanzar los objetivos, es decir, aquí se explica cómo se hizo la investigación incluyendo las especificaciones técnicas y las cantidades exactas, así como la procedencia o el método de preparación.

El capítulo III, La Propuesta se basa en dar a conocer cuál es el mejor tratamiento que se le dio a la carne dependiendo del tiempo de almacenamiento para que tenga menos pérdida de peso y menor pérdida de exudado.

El capítulo IV, Evaluación de los resultados se refiere a la evaluación de los resultados donde se indica el mejor tratamiento y se lo compara con otras investigaciones.

Por último en la investigación se dan a conocer las Conclusiones y las Recomendaciones. La bibliografía de donde se consiguió la información del estado del arte y por último se incluyó los anexos de la investigación.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

1.1. Tiempo de almacenamiento en congelación

1.1.1. Carnes

La carne tiene de un 65 - 80% de agua en su composición y dependiendo del método de conservación al que se someta ésta varía, durante periodos de congelación esta puede perder o ganar peso lo que afecta su tejido muscular. El agua contenida en el alimento se encuentra en diferentes fases:

- El agua ligada que representa un 4-5% y permanece fuertemente unida incluso cuando se le aplica al músculo una fuerza ya sea mecánica o de otro tipo.
- El agua inmovilizada que está ligada más débilmente y cuya liberación depende de la cantidad de fuerza física que se ejerce sobre el músculo.
- El agua libre que se mantiene únicamente por fuerzas superficiales y que es fácilmente desprendible.

Esta última es la que tiene importancia durante el enfriamiento y el subsiguiente almacenamiento debido a que es en ese momento cuando ocurren las pérdidas por evaporación y goteo.

Según Moreno (2006) La carne contiene microorganismos desde el momento de su obtención en el matadero, algunos de estos agentes pueden causar enfermedades en el consumidor, pero la mayoría son responsables de alteraciones del producto; por ello, el control de calidad en la fase de corte y posteriormente durante el almacenamiento, despique, preparación para la venta, etc. Está basado en dos aspectos fundamentales: reducir la llegada de microorganismos y frenar el crecimiento de los ya presentes. Afortunadamente el número inicial no es suficiente para ocasionar los efectos que más adelante se mencionan, por lo que las medidas preventivas tienen gran importancia.

La calidad de la carne se comprueba mediante dos aspectos importantes como son: organolépticos (olor, color, textura y consistencia) de las mismas, características que

hacen que la carne sea comestible y apetitosas ante la vista del comprador, y por otra parte por su composición químicas (calidad y cantidad de los componentes presentes en ella), que garantizan la preservación del producto y el bienestar del consumidor.

La mayor parte de personas tienen un consumo excesivo de carne que puede provocar enfermedades irreversibles de quien la consume tales como: problemas del corazón, arterioesclerosis, hipertensión, trastornos en el metabolismo de las grasas, cáncer en colon, pecho, recto y útero, obesidad, reuma y problemas en los huesos, en ciertos casos incluso fomenta la depresión; para esto y otras enfermedades es aconsejable reducir el consumo de carnes rojas e implementar en su ingesta diaria de alimentos las verduras y frutas.

1.1.1.1. Carne de res

La carne de res apta para el consumo humano comprende el tejido muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto procedentes del sacrificio de los animales bovinos domesticados de edad adulta entre 15 y 24 meses que estén declarados idóneos por la inspección veterinaria para el consumo que abastece a las necesidades de los compradores. El color de la grasa del animal nos puede indicar si es joven o adulto, si es blanca el animal es joven y si es de apariencia amarillenta es de un animal de edad adulta. En el siguiente cuadro se mencionan las composiciones nutricionales de distintas carnes.

Tabla 1.1. Composición nutricional de varios tipos de carne de res

Producto	Agua	Proteína	Grasas	Cenizas N	Kilojulio
Carne de vacuno magra	75	22.3	1.8	1.2	116
Carne de vacuno	54.7	16.5	28	0.8	323
Carne de ternera	76.4	21.3	0.8	1.2	98

Elaborado: Alcívar, Gema y Ostaiza, Silvia (2017)

Los valores que a continuación se detallan son en base a una porción de carne de 100 g que se ingieren diariamente.

Tabla 1.2. Valor nutricional de la carne de res por cada 100 g

Cantidad por cada 100 g	
Calorías	143
Grasas totales	3.5 g
Ácidos grasos saturados	1.2 g
Ácidos grasos poliinsaturados	0.5 g
Ácidos grasos monoinsaturados	1.3 g
Ácidos grasos trans	1 g
Colesterol	73 mg
Sodio	57 mg
Potasio	421 g
Carbohidratos	0 g
Fibra alimentaria	0 g
Azúcares	0 g
Proteínas	26 g
Vitamina A	0 IU
Calcio	6 mg
Vitamina D	10 IU
Vitamina B12	0.6 µg
Vitamina C	0 mg
Hierro	1.2 mg
Vitamina B6	0.7 mg
Magnesio	29 mg

Elaborado: Alcívar, Gema y Ostaiza, Silvia (2017)

La carne que se encuentra ubicada en la pierna del animal es más adecuada para este tipo de investigaciones ya que es escasa de grasa y es más apropiada para obtener los resultados deseados. Una de las principales características de la carne es el color por su

contenido de mioglobina y hemoglobina que son los que le dan la pigmentación adecuada a las carnes.

La carne tiene propiedades que difícilmente pueden sustituirse con otros alimentos, es rica en proteínas de alto valor biológico, esencial para la formación de todos los tejidos del organismo, especialmente de los niños; y en el organismo que requiere que las células se reconstruyan, los humanos somos incapaces de sintetizar el grupo amino, por eso debemos ingerir alimentos de fuente animal y vegetal, las proteínas esenciales son las que satisfacen las necesidades proteicas del organismo y éstas las tiene la carne, que contiene todos los aminoácidos indispensables para la vida, la falta de un aminoácido esencial conlleva a la reducción del efecto de los demás y además contienen factores que van a contribuir en el aumento del índice de hemoglobina.

La consecuencia de no consumir carne puede producir a largo plazo patologías en el sistema nervioso central, consecuentemente una hemoglobina baja, y eso se traduce en anemia, el individuo rinde menos y puede tener complicaciones de salud.

“La carne es fuente importante de hierro, zinc y fósforo y es una fuente deficiente de calcio, yodo, y magnesio” (Meat, 1991).

El hierro es esencial no sólo para el crecimiento normal, sino también para su desarrollo tanto en la esfera motora como en la mental, así como en la función cognoscitiva. Es tan importante este metal que en los primeros años de vida, el 80% del total del metal que existe en el adulto fue almacenado en su cerebro durante la primera década de la vida.

Varios síntomas se han relacionado con la anemia por deficiencia de hierro, tales como: Cansancio, agotamiento, nerviosismo, falta de energía, poca capacidad de concentración, dificultad para encontrar las palabras adecuadas, dolor de cabeza en las mañanas, disforia depresiva, labilidad psicológica, disminución de la eficiencia, pérdida del apetito, aumento de la susceptibilidad a la infección y falta de memoria; inclusive aún, estos síntomas pueden presentarse en personas con deficiencia de hierro que no llegan a producir anemia.

El zinc es cofactor de los enzimas que participan en la síntesis de ADN, es esencial para la síntesis de proteína y para la reparación y crecimiento de los tejidos. Su deficiencia a cualquier edad causa una lentitud en el proceso del sanado de heridas.

Además su absorción es más fácil al provenir de fuentes alimenticias de origen animal que de origen vegetal. Una persona debe consumir proteína animal según su peso, su talla y edad. Lo normal es 0,8 a 1 gramo de proteína diaria por Kilogramo de peso.

Se identifican dos tipos de grasa que son la periférica y la intramuscular, una está entre el músculo y piel y la otra entre músculo y músculo (Fenix, 2014). La primera no es del todo indeseable, pero se busca sólo una cantidad mínima para obtener una buena calidad de carne, por ejemplo esta grasa es la que se encuentra en cortes como la punta de ancla, es gustosa pero no deseable en exceso. La otra es la que se conoce como marmoleo, que son las finas franjas que se encuentran entre el músculo y que al momento de preparar en carne se derriten y son las que le dan un buen sabor al producto.

Hasta el momento en las ganaderías del Ecuador las razas de ganado productoras de carne son de origen cebuino, el cual no produce marmoleo y en la cultura nacional no se identifica ni se reconoce esta importante característica de la carne, incluso se prefieren carnes más magras con menos marmoleo. La ausencia de parámetros de clasificación de la carne representa una desventaja para promover el consumo de carne de calidad, se debería contar con un sistema de clasificación que considere parámetros importantes que inciden en la calidad como lo son el nivel de grasa y la edad al sacrificio que es considerado un parámetro importante para determinar la calidad de las mismas.

1.1.1.2. Carnes de cerdo

“Carne es un tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post-rigor), comestible, sano y limpio de animales de abasto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano” (INEN, 2006).

La carne es una estructura formada por fibra muscular estriada, seguida o no de tejido conectivo, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos, de las especies animales calificadas para el consumo humano. La calidad de este producto obedece a

un sinnúmero de factores que influyen en el procesamiento, así como el sistema de comercialización, entre otros.

El cerdo se encuentra hoy entre los animales más eficientemente productores de carne; sus características particulares, como gran precocidad y prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, lo hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación.

La carne de cerdo se señala como uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades del hombre y su consumo podría contribuir en gran medida a mejorar la calidad de vida humana desde el punto de vista de los rendimientos físicos e intelectuales. Sin embargo, durante varios años la carne de cerdo ha tenido una imagen equivocada por ser considerada como un alimento “pesado”, graso, con muy alto contenido en calorías y colesterol y asociado a enfermedades cardiovasculares y parásitos. Estas creencias populares constituyen una imagen equivocada que todavía se proyecta a un sector muy amplio de la población y tuvieron su origen en el tipo de animal y en la forma como se explotaba en el pasado.

Price y Schweigert (1994) menciona que el valor nutritivo de la carne de cerdo la señala como uno de los alimentos más completos y de gran importancia en la dieta humana, debido en gran parte a su aporte en proteínas de alto valor biológico (18-20 g proteína/100 g de carne) con un alto contenido en aminoácidos esenciales, lípidos (5-10 %), carbohidratos (1 %) y minerales (1 %). Se estima que 100 g de carne de cerdo cubren el 7 % de las recomendaciones de ingesta diaria de hierro, 11 % de potasio 6 % de magnesio, 15 % de zinc, además de ser una fuente importante de fósforo y vitamina B1. (Tabla 1.3.)

“La carne de cerdo se compone fundamentalmente de tejido muscular, que contiene agua, sales minerales, vitaminas, proteínas algo de hidratos de carbono, lípidos y tejidos conectivo. Conviene tener en cuenta que la composición de la carne de cerdo depende de muchos factores tales como la raza, la edad, el sexo, el entorno en el que ha vivido el animal la alimentación y la transformación a las que se ha sometido la carne mediante tecnología alimentaria” según Marín, (2004).

Tabla 1.3. Composición y valor nutricional de la carne de cerdo

Agua	75 %
Proteína Bruta	20 %v
Lípidos	5-10 %
Carbohidratos	1 %
Minerales	1 %
Vitaminas	B1,B6,B12,Riboflavinas,etc.

Elaborado: Alcívar, Gema y Ostaiza, Silvia (2017)

Los compuestos ms relevantes de la composición de la carne de cerdo se detallan a continuación:

- **Agua**

“La carne cruda, inmediatamente después del sacrificio, puede contener alrededor del 75% de agua” (Lawrie, 1998). “Cuantitativamente, el agua es el constituyente más importante de la carne”.

La carne contiene aproximadamente entre un 70 - 75% de agua, de la cual el 70% es agua libre que se encuentra entre los espacios de los filamentos de actina y miosina, el otro 5% es agua ligada a proteínas.

“Parte de esta agua se pierde por diversos procesos: por evaporación durante el enfriamiento de las canales (hasta un 2% en el caso del bovino); por goteo al seccionar los tejidos (hasta un 6%, que puede doblarse tras la descongelación), sin embargo, el proceso que provoca mayores pérdidas es el cocinado de la carne, ya que pueden superar el 40%” (Offer, 1998)

- **Proteínas:**

“La carne es sin duda alguna una muy importante fuente de proteínas esenciales. El complejo comestible consiste principalmente de las proteínas actina y miosina juntas con pequeñas cantidades de colágeno, reticulina y elastina” (Egan, 1987).

Las proteínas cumplen un papel importante para formar el organismo humano, mantenerlo y repararlo. La calidad de las proteínas de cualquier fuente alimenticia se mide por la cantidad y disponibilidad de los aminoácidos contenidos en ellas.

La carne de cerdo es una fuente de proteína esencial por tener un alto contenido de aminoácidos esenciales, algunos de ellos no son sintetizados por el organismo humano.

Existen tres tipos de proteínas en la carne de cerdo y estas son:

- Proteínas contráctiles: El tipo de proteína más valioso para el procesador cárnico.
- Proteínas del tejido conectivo: El tipo de proteína más abundante en las carnes.
- Proteínas sarcoplasmáticas: Su contribución a la ternura de la carne es mínima pero ayuda a dar color a la carne.
- **Grasas:**

Según Niivivaara (1973) “Las grasas son una fuente importante de energía en la dieta humana pues aportan 2,25 veces más energía por unidad de masa que los carbohidratos y proteínas”.

Es el componente más variable de la carne en cuanto a composición, las células grasas viven y funcionan como todas las demás tipos de células y están llenos de lípidos, los cuales varían grandemente en su composición de ácidos grasos.

Las cadenas de ácidos grasos pueden variar en longitud de 12-20 carbonos, y pueden ser totalmente saturadas (ningún enlace doble), monoinsaturadas (1 enlace doble) o poliinsaturadas (2 o 3 enlaces dobles). Mientras más insaturado sea un ácido graso, menor será su punto de fusión y más susceptible será la grasa a la oxidación y al desarrollo de sabores rancios y malos olores.

Dentro de las funciones metabólicas de las grasas está la de servir de vehículo a las vitaminas liposolubles (A, D, E, K). Los lípidos en la carne de cerdo, presentes en el tejido muscular, en proporción no mayor de 3-5%, proporcionan características de jugosidad, ternura y buen sabor, además de ser indispensables en la fabricación de productos cárnicos porque aportan palatabilidad y textura.

- **Carbohidratos**

“El contenido de carbohidratos del tejido muscular es generalmente muy pequeño, alrededor del 1 % del peso húmedo”(Lawrie y Lehninger,1982).

- **Minerales**

Están presentes en la carne de cerdo en 1%, siendo los más importantes el hierro, manganeso y fósforo, los cuales son de gran importancia para el organismo humano, pues intervienen en la formación de huesos y dientes.

- **Vitaminas**

“Tiene poca cantidad de las vitaminas liposolubles como A, D, E, K; pero mucha cantidad de las vitaminas del grupo B (B1, B2, B6, B12)” (Lawrie, 1981).

En pequeñas cantidades son necesarias para el crecimiento, desarrollo y reproducción humana. En la carne de cerdo sobresalen las vitaminas del Complejo B y, en especial, la B1 que se encuentra en mayor cantidad que en otras carnes. También es rica en vitaminas B6, B12 y Riboflavina.

1.1.2. Calidad de la carne

La carne es el resultado de una serie de transformaciones y de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el músculo tras la muerte del animal. Kauffman (1986) Sugiere la existencia de tres niveles de calidad de la carne: El primer nivel presenta la mayor prioridad y requiere que la carne sea higiénicamente saludable, su consumo sea seguro y que contenga los niveles adecuados de vitaminas, proteínas y minerales. El segundo nivel demanda que la carne presente unas pérdidas mínimas durante el procesado, incluyendo el cocinado. Por último el tercer nivel sostiene que la carne debe tener un atractivo máximo en cuanto a su aspecto, adecuación al consumo y calidad sensorial.

Hofmann (1987) agrupa las características, parámetros o factores de calidad de la carne en cuatro grandes grupos que se detallan a continuación en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Clasificación de factores de calidad de la carne

Clasificación de factores			
Sensoriales	Nutricionales	Higiénicos	Tecnológicos
Color	Proteínas	Bacterias	Estructura
Exudación	Aminoácidos	Esporas	Textura
Grasa infiltrada	Ácidos grasos	Hongos	Consistencia
Olor	Vitaminas	pH	Viscosidad
Graso	Digestibilidad	Actividad agua	Color
Aroma	Valor biológico	Potencial Redox	CRA
Contenido graso		Aditivos	Estado de proteínas
Composición grasa		Contenido graso	Estado de grasas
Terneza		Toxinas	Tejido conjuntivo
		Residuos	Ph
Textura		Composición gasa	Humedad
Jugosidad		Colesterol	
pH			

Elaborado: Alcívar, Gema y Ostaiza, Silvia (2017)

Actualmente el mercado de la carne está demandando un producto exigido por el consumidor que reúna una serie de características o combinación de factores, como son:

- Comestible
- Nutritivo
- Saludable

La calidad de cualquier producto debe ser consistente y en especial cuando se trata de carne, contemplándose con esto, que el producto debe ser atractivo en apariencia, apetitoso.

La calidad es un tema complejo, esto quiere decir que el cliente no solamente está exigiendo un alto contenido de magro en las canales porcinas o bovinas y en especial en las piezas más costosas como los lomos y perniles (jamones); sino también que el producto (carne) reúna una serie de características que permitan producir la calidad más satisfactoria con el mejor rendimiento.

Ante las mayores exigencias expresadas por el mercado, actualmente la producción de carne deben abarcar todos los puntos que constituyen la cadena de la carne, es decir, desde la producción en la granja con todos sus aspectos hasta el consumo:

- Sanidad
- Bioseguridad
- Manejo
- Genética
- Alimentación
- Pasando por el transporte
- Procesamiento
- Conservación.

1.1.2.1. Características de calidad de la carne

- **Color Muscular**

El color normal de la carne fluctúa entre un rojo y rosado. La uniformidad en el color es usualmente apreciable en músculos individuales; cuando apreciamos los músculos en conjunto, el color puede variar considerablemente.

El consumidor puede estar en desacuerdo con la variación en el color de la carne, bien sea por demasiado pálidos o demasiado oscuros.

Esta variación en el color puede obedecer a los siguientes factores:

- Penetración de oxígeno en la superficie.
- Contaminación bacteriana.
- Deshidratación en la superficie.
- Falta de acumulación de ácido láctico después del sacrificio.
- Condición DFD (oscuro, firme y seco).

El color más oscuro puede resultar de: Aumento de Oximioglobina (pigmento de color) por edad avanzada del animal; o músculo o grupo de músculos con mayor actividad fisiológica (músculos flexores o extensores).

El color rosa pálido casi gris se puede presentar como consecuencia de una rápida conversión de glucógeno muscular a ácido Láctico (pH muscular bajo=acidez).

- **Textura (Condición de humedad)**

Existen 5 rangos trabajados:

Rango 1: Muy suave y húmeda (músculo de textura abierta)

- Acumulación de fluido en la superficie
- Se presenta en carnes pálidas
- Son canales de mala calidad, ya que el producto se encoge durante el procesamiento y queda con poco jugo después del cocido.

Rango 2: Suave y húmeda

- Similar a la anterior (menos severa)

Rango 3: Poco firme y jugosa

Rango 4: Firme y moderadamente seca

Rango 5: Muy firme y seca

- Estructura rígida y cerrada (sin fluidos en la superficie)
- Asociada a carnes oscuras.

- **Marmoreo (Grasa intramuscular):**

Se refiere a la grasa que es visible entre las fibras musculares. La selección en contra del engrosamiento en los animales porcinos y vacunos domesticados ha llevado a una disminución de los niveles del porcentaje de grasa intramuscular inferiores al 2% en el lomo a nivel de la última costilla. Existen 5 rangos que son:

Rango 1: Inexistente a casi inexistente (menor al 1%)

Rango 2: Una que otra fibra o pocas (entre 1-2%)

Rango 3: Pocas fibras (2-3%)

Rango 4: Moderado a poco abundante (3-4%)

Rango 5: Moderadamente abundante (más del 8%)

En este contexto, la detección rápida de la calidad de la carne es de suma importancia para la industria, ya que esto permite optimizar las condiciones de procesamiento y distribución. Los músculos Longissimus dorsi y Semimembranosas son los más susceptibles a sufrir problemas de PSE (pálido, suave y exudativo) y hace que éstos tengan una menor aceptación por su apariencia menciona (Bravo, 2005).

Según Amau (1998) en cambio, la carne DFD (oscuro, firme y seco) es apropiada para productos del tipo emulsión cárnica (mortadelas y salchichas) y jamones cocidos, pero tampoco es aconsejable para fabricar jamón curado (especialmente peligroso en el caso de jamones con hueso) debido a su poca difusión de sal su fácil alteración microbiana ya que presentan texturas anómalas y precipitados de fosfato.

1.1.2.2. Problemas de calidad de la carne

Carnes Exudativas PSE (pálido, suave y exudativo) es uno de los principales problemas de calidad de la carne; este efecto causa graves pérdidas económicas durante el procesado y venta de carne fresca.

La condición PSE ocurre cuando el músculo de una canal porcina o bovina es pálido en color, tiene textura suave o suelta y es exudativa, o sea, que pierde líquido (humedad). Factores genéticos, ambientales y de manejo, tanto del animal vivo como de la canal inmediatamente después del sacrificio pueden influir en la incidencia y magnitud de esta condición.

Una rápida caída del pH produce una acelerada glicólisis anaeróbica combinada con una elevada temperatura de la canal; esto da como resultado una desnaturalización de aproximadamente el 20% de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares (la combinación crítica de valores de pH inferiores a 6.0 con temperaturas superiores a 38°C). Estos cambios moleculares se aprecian macroscópicamente por una pérdida de la capacidad de retención de agua del músculo y mayor palidez.

Amau (1995) menciona que además, la carne PSE no resulta apropiada, por su escasa capacidad de retención de agua, para la elaboración de jamón cocido extra (separación

de gran cantidad de gelatina) ni para elaborar jamón curado (elevadas pérdidas por secado, mayor absorción de sal, color pálido y escaso aroma).

La carne PSE está asociada con la susceptibilidad hereditaria del stress del animal que se va a sacrificar, presentándose con mayor frecuencia en canales de animales mejorados para un mayor rendimiento o desarrollo muscular.

Otra práctica importante para reducir el PSE en canales, es someterlas a cadena de frío inmediatamente que son sacrificadas (-25°C), esto con el fin de bajar la temperatura rápidamente. Los treinta minutos post-mortem son decisivos como indicador de carnes potencialmente exudativas (pH<6,0).

Otra condición que deteriora considerablemente la calidad de la carne es la particularidad DFD (oscuro, firme y seco). Esta ocurre cuando las reservas de glucógeno del músculo en los animales vivos se han agotado antes de la muerte, produciéndose poco ácido láctico que da como resultado un pH muscular final elevado (>6,0), esto trae como consecuencia una vida media disminuida, ya que con el pH elevado sufre una putrefacción más rápida debido al acelerado crecimiento bacteriano.

En resumen, actualmente la producción de carne debe abarcar todos los eslabones que constituyen la cadena de la carne, desde la concepción hasta el consumo. Ante las mayores exigencias cualitativas la estrategia debe ser una producción integral.

En general, los consumidores desean carne sin exceso de grasa, con buena capacidad de retención de agua, de color uniforme, y con sabor y aroma normal de la carne porcina o bovina.

1.1.3. Carnes congeladas

El método de congelación consiste en someter un producto a temperaturas inferiores a 0°C; en carnes o cualquier tipo de alimento, es una forma de conservarlos y a la vez puede ocurrir pérdida de peso, mermas, cambios en las características organolépticas, variando sus valores nutricionales y perdiendo la calidad del producto a consumir.

Barreiro y Sandoval (2006) menciona que la velocidad de deshidratación superficial y, por consiguiente la pérdida de peso dependen de diversos factores tales como la

naturaleza del alimento, el tipo de empaque que se utilice, la velocidad superficial del aire sobre éste, el modo de almacenar dentro del almacén de frío, su forma, composición y geometría, la humedad relativa ambiental en el almacén frío y las temperaturas en el ambiente refrigerado y evaporador del sistema de congelación.

La congelación de la carne transforma en su mayor parte el agua presente en las células en cristales de hielo, logrando detener la actividad microbiológica y bioquímica de los alimentos, por lo consiguiente esta se conserva hasta aproximadamente 6 meses en óptimas condiciones, pasado este tiempo el alimento puede presentar alteraciones, principalmente rancidez oxidativas de las grasas. La capacidad de congelación de los alimentos dependerá de los sólidos presentes en su fase acuosa dependiendo del alimento que se esté descongelando, vale resaltar que la temperatura que se utilizó en este trabajo fue de -16°C .

En muchas ocasiones los consumidores señalan que las carnes frescas tienen mejores características físicas y organolépticas que una carne congelada y posteriormente descongelada porque pierde peso, valores nutricionales, suavidad, coloración y se ve afectada en su apariencia general; aunque si se habla de valores económicos la carne fresca tiene un costo más elevado que la carne congelada.

Según Moreno (2006) “existen características a consecuencia del congelamiento, como es el oscurecimiento de la carne, por exposición al aire sobre todo las partes musculares no recubiertas de grasa. Ello se debe a una concentración de los pigmentos musculares por pérdida de agua y a una oxidación de la mioglobina y paso a metamioglobina de color pardo.”

1.1.3.1. Descongelamiento de carnes

La congelación en carne no elimina las bacterias o microorganismos sino que solo detiene su crecimiento, pero al descongelar éste o cualquier otro alimento de consumo humano el crecimiento microbiano aumenta con rapidez y ocasiona daños en la carne que si se consume inadecuadamente afectaría a quien lo consume.

Moreno (2006) menciona que la carne que se congela y almacena en forma adecuada no presenta alteraciones microbianas, solo si tenía una carga microbiana elevada cuando se

congeló, puede sufrir alteraciones en el almacenamiento, principalmente un enranciamiento hidrolítico, por las lipasas microbianas, que siguen actuando a temperaturas de congelación.

El descongelamiento de carnes que hace que éstas pierdan calidad y se vayan deteriorando lentamente perdiendo peso, sabor, color, textura, apariencia general y al descongelarse lentamente o a temperatura ambiente el crecimiento de bacterias aumentan tan rápido que podrían causar enfermedades en el consumidor si no se controla adecuadamente.

Las alteraciones microbianas se presentan después de descongelamiento, y la más frecuente es la alteración superficial por bacterias psicrotrofas. En algún caso puede observarse la putrefacción profunda sobre todo si las temperaturas de descongelación fueron altas, según Moreno (2006).

Al momento de congelar cualquier alimento en este caso la carne se debe realizar en recipientes adecuados o herméticamente sellados para para posteriormente colocarle la fecha que inicia la congelación para así ir sacando adecuadamente el producto ya que al descongelarse pierde líquido y puede multiplicarse las bacterias presentes en las carnes, produciendo el deterioro del mismo.

1.2. Pérdida de peso en las carnes

La pérdida de peso se produce en la congelación y durante la conservación en este estado, las primeras oscilan entre el 1.5% y el 2% y las segundas entre el 1%y el 4%; pero su valor depende de diversos factores.

Las canales de los animales bien nutridos y con grasa abundante pierden menos peso que las magras.

La excesiva desecación de la carne congelada repercute negativamente en su calidad comercial: la carne es menos jugosa y resulta muy dura a la masticación, para reducirla es necesario llevar a cabo correctamente el proceso de congelación y mantener la cámara frigorífica a la temperatura aconsejada.

No se trata en realidad de una alteración, sino de una consecuencia casi normal de la descongelación de la carne. Claro que todo depende del grado en que el fenómeno se manifieste, los componentes químicos que se producen en la congelación son la causa de pérdida de peso por goteo y exudación, constituyendo una de las causas más importantes de la pérdida de calidad de la carne congeladas. Los problemas de pérdida por goteo o exudación se agravan cuando los cuartos se despiezan y la carne se corta en porciones o filetes según García (2006).

Las pérdidas de peso que sufren los músculos durante la descongelación son menores al estar los músculos unidos al esqueleto, esto tiende a reducir la exudación al mínimo; deben descongelarse lentamente para reducir el goteo al mínimo menciona Yeates (1967).

Una parte importante de las modificaciones físicas en la estructura se debe a la formación de cristales de hielo. En efecto, la carne contiene gran cantidad de agua 75%, distribuida de manera heterogénea. En cuanto a estado físico, solo el 12% está firmemente ligado a las proteínas musculares (agua de hidratación), estando el resto (agua libre) inmovilizada por una red de membranas, filamentos de las proteínas estructurales y por enlaces cruzados fuerzas electrostáticas entre las cadenas proteicas.

El agua firmemente ligada no sufre modificaciones durante la congelación, el agua libre se congela, pero como lleva distintas sustancias orgánicas e inorgánicas su punto de congelación está entre -1°C y $-1,8^{\circ}\text{C}$.

Daudin (1991) menciona que la mayor parte del agua de la carne se congela entre -1°C y -5°C , siendo máxima la formación de cristales de hielo en ese rango de temperatura (zona crítica), por lo que es preciso abreviarlo al máximo al congelar la carne.

En efecto, el tamaño de los cristales formados y su localización, fuera o dentro de las célula muscular, depende de la rapidez de la aplicación del frío, es común simplificar diciendo que en la congelación llamada lenta se forman cristales de gran tamaño, situados en los espacios extracelulares, a los que llega una parte del agua del interior de las células, mientras que en la rápida los cristales surgen tanto en el exterior como en el interior de las células musculares, siendo más numerosos y pequeños. Esta mejor

distribución de los cristales de hielo y su menor tamaño facilitan la reabsorción del agua por las proteínas durante la congelación.

Sin embargo los conceptos de congelación lenta y congelación rápida son un poco teóricos en algunos casos. Así por ejemplo, cuando se congelan grandes masas es inevitable una lenta congelación de las partes profundas, aunque se utilicen procedimientos rápidos; en ese caso, los cristales de hielo formados pueden seguir creciendo durante la conservación en congelación, si la temperatura no es suficiente baja. Como ya se menciona antes entre -1°C y -5°C se congela la mayor parte del agua de la carne, alrededor del 75%. A -10°C , el 82% está congelado y a -30°C el 87%. Es preciso llegar a los -65°C para que toda el agua libre esté congelada.

Para formar cristales, el agua libre debe separarse de las proteínas, lo que determina cambios en las mismas, disminuyendo su capacidad de retención de agua y su solubilidad, es la llamada desnaturalización por congelación. Además el aumento en la concentración de iones y la consiguiente caída de pH en los líquidos residuales aun no congelada contribuyen también a una progresiva desnaturalización proteica. Los compuestos de elevado peso molecular, tales como las lipoproteínas, se ven particularmente afectados por la desnaturalización lo que ocasiona lesiones en las membranas celulares, que son causantes de modificaciones de sus propiedades osmóticas.

Estos cambios en la capacidad de hinchamiento en la solubilidad y en la capacidad de retención de agua de las proteínas, que tienen lugar durante la congelación son los responsables junto con los cambios estructurales debidos a la formación de cristales de hielo, sobre todo si son grandes, de las pérdidas de agua por goteo y exudación, que tiene lugar antes y después de la descongelación.

En efecto los cambios estructurales, físicos y químicos que produce la congelación en la carne deberían ser reversibles en el proceso de descongelación, es decir que todo debería volver a su estado inicial. Generalmente esto no sucede así, aun cuando todas las operaciones (congelación, mantenimiento en congelación y descongelación) se hagan correctamente, esta es la causa principal de la pérdida de calidad de la carne congelada en relación con la refrigerada.

Esta pérdida de calidad se debe en buena parte a que durante la descongelación y hasta el consumo la carne pierde por goteo o exudación una gran cantidad de jugo muscular, constituido por agua que contiene diversas sustancias orgánicas, sales, vitaminas, etc. Lo que determina una disminución de su sabor y jugosidad. Por lo que se refiere a la pérdida de vitaminas las más importantes se refieren al grupo B.

Genot (2002) menciona que la importancia de estas pérdidas por goteo depende de la intensidad de las modificaciones estructurales, físicas y químicas producidas durante la congelación y el mantenimiento en congelación, influye también el pH de la carne en el momento de la congelación: si este es bajo del orden de 5.5 a 5.7 las pérdidas son mayores que cuando es más elevado (6,1 – 6,3).

Para descongelar y que no haya pérdida de peso por exudado se debe descongelar partes grandes de una canal y es mejor utilizar temperaturas más altas con una elevada humedad relativa, sin que por ello deban esperar mayores pérdidas de peso, aunque si es posible el aumento del crecimiento microbiano en la superficie de la carne por lo que será muy importante una mínima contaminación. El aire debe estar tan saturado de humedad como sea posible y en todo caso su humedad relativa será mayor del 95% y su velocidad alta (2-4m/s).

Unas pocas horas antes de finalizar el proceso de descongelación, la temperatura debe descender a unos 4 °C y utilizarse aire seco para que se produzca una débil deshidratación de la superficie, lo que reducirá el crecimiento microbiano. Tomando en cuenta que en estas condiciones las grandes piezas pueden descongelarse durante unas 36 horas, mientras que en la descongelación a temperaturas entre 0 y 2 °C se precisarían 4-5 días. Es conveniente que el aire frío salga por la parte superior de las instalaciones de descongelación, ya que de esta forma las partes más voluminosas de carne están más cerca que la parte de menor grosor. Con lo que se consigue una descongelación más uniforme.

También Ciquard, Rosset, y Roussel (1988) aconsejan un procedimiento basado en los mismos principios, aunque algo diferente en su ejecución.

Genot (2003) indica que la descongelación no debe ser muy lenta, a fin de reducir el tiempo en la zona de inestabilidad química de la carne (0°C- 5°C), y

añade que la velocidad a la que la carne fue congelada: una congelación rápida necesita una descongelación rápida y una descongelación lenta una descongelación lenta.

En la práctica, teniendo en cuenta que la descongelación de las muestras de carne tanto de res como de cerdo se realiza en un área muy variada, cabe pensar que con frecuencia no se cumple con las condiciones para una buena marcha del proceso. Además en algunos casos el destino de la carne puede aconsejar formas distintas de descongelamiento.

1.3. Exudado

La pérdida por goteo es definida como la cantidad de líquido exudado en la superficie de la carne, sin la aplicación de una fuerza mecánica externa, utilizando únicamente la gravedad. El exudado es básicamente agua y proteínas que se liberan del músculo posterior al rigor mortis.

El agua es el componente más abundante de la carne 65-80% (Forrest, 1979); sin embargo, esta cantidad de agua en el tejido muscular, puede ser muy variable, debido a la ganancia o pérdida que se puede tener al procesar el producto. Muchas de las propiedades físicas de la carne (color y textura en carne cruda) y de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de su capacidad para no perder esta agua.

Agua más fácil de extraer es el agua extracelular y de hecho es la que origina el llamado "drip loss" o "pérdida por goteo". Si se aplica una fuerza sobre el sistema, parte del agua inmovilizada se libera como agua perdida; mediciones de esta agua liberada son usadas como indicador de las propiedades de ligar el agua de las proteínas menciona Vadehra (1973)

La liberación de gotas (pérdidas por goteo) desde el músculo parece ser dependiente del estado de contracción según Goldman (1979). Además Honikel (1986) menciona que los sarcómeros contraídos, fibrillas o fibras después de la instauración del rigor y es debido a la reducción del espacio filamental quizá también cambios en la membrana celular (fenómenos osmóticos y cambios en la permeabilidad). También Currie y Wolfe (1983) mencionan que resulta en una liberación del agua en el espacio extracelular, en

definitiva el rigor (contracción) actuaría exprimiendo el músculo, que soltaría el agua por goteo a través de las superficies de corte.

El goteo es un problema sobre todo económico primero para el comercializador, por la pérdida de peso en el corte, provocando una acumulación de líquido alrededor de este y como consecuencia un rechazo por parte del consumidor disminuyendo su apariencia. Luego afecta de manera directa al procesador de carne, ya que existe una pérdida de proteína animal a través de la merma líquida que generalmente desecha el consumidor.

Se ha reportado que la cantidad de goteo perdido en las canales es casi nula, pero una vez realizado el despiece estas pérdidas son de alrededor del 1% (después de dos días de enfriamiento) y pueden además ser comparables con las pérdidas por evaporación.

Cuando la carne es cortada en bistec, cortes o cubos, la pérdida por goteo se incrementa entre un 2 y 6% del peso de la carne magra después de cuatro días bajo condiciones de refrigeración; esto es alrededor del 1 al 3% del peso total del corte. Si las canales son congeladas y descongeladas, estas pérdidas pueden ser aún mayores. La carne PSE (Pálida, Suave y Exudativa) en cerdos susceptibles al estrés también exudan una gran cantidad de agua por goteo

La pérdida de agua en carne fresca es de gran importancia ya que esta es vendida por peso y la cantidad de agua que pierde durante el almacenamiento, afecta el rendimiento y su valor económico.

La exactitud de las pérdidas por goteo se ve afectada por el tiempo que dure la medición no es lo mismo reportar el goteo que tuvo una carne en 24 que en 48 h, por lo que el tiempo siempre se debe estandarizar y reportar; lo más común es a 24 y 48 h. Otro factor que puede aumentar la pérdida por goteo, es la geometría de la pieza, debido a que se tendrá una mayor pérdida en una pieza delgada, en comparación con una de mayor grosor.

En este mismo sentido, los cortes que se hagan para producir la pieza, deben de ser los menos posibles, cortando la carne con trazos rectos y continuos, ya que en la medida en que se incrementen los cortes sobre la pieza, aumentará más la pérdida de agua.

Así mismo, es importante considerar la temperatura de la medición, puesto que a mayor temperatura se incrementan las pérdidas por goteo.

Las muestras a analizar se pueden derivar de cualquier músculo, sin embargo, la prueba se ha estandarizado para trabajar con el pernil, músculo *Longissimus dorsi*, normalmente colectado a las 24 h *post-mortem*. Por ejemplo, para el caso de la carne de cerdo, se recomienda utilizar una chuleta de 2.5 cm de grosor, liberada de toda la grasa externa, para que el cálculo se haga solamente sobre el tejido magro que comprende al lomo.

Las mediciones realizadas con muestras de carne congeladas, o provenientes de faenas realizadas con más de 48 h de antelación, pierden sentido y será difícil su comparación.

1.3.1. Factores de variación que inciden en el exudado.

a) Intrínsecos

- **Tipo de músculo:**

Existen diferencias entre músculos de un mismo animal (Laborde, 1985) o incluso se han señalado variaciones dentro del mismo músculo. La relación agua/proteína influiría en la capacidad de retención de agua; disminuyendo conforme aumenta esta relación.

“Existe una mayor preponderancia de músculos rojos que tienen un mayor pH último y mayor CRA (capacidad de retención de agua) en la espalda que en el lomo o la pierna” según Bote & Warriss (1988) concordando con los resultados de Forcada (1985) en ovino la menor CRA corresponde a los músculos del tercio posterior y lomo, y la mayor a los del tercio anterior.

- **Especie:**

En general, el ganado porcino tiene carnes más exudativas al ser más sensible al estrés, en los bovinos existe una tendencia a producir carnes DFD, ocupando el ovino una posición intermedia.

- **Raza:**

En el ganado bovino la CRA tiende a disminuir cuando el desarrollo muscular (hipertrofia de tipo culón) aumenta, muy relacionado con lo que ocurre en porcino con ciertas razas selectas muy mejoradas según Pietrain y Blanco Belga).

En los ovinos las diferencias raciales no parecen muy marcadas. No obstante parece ser que razas más precoces tendrían una menor CRA menciona HAWKINS (1985).

- **Sexo:**

No parece ser muy importante, aunque algún autor muestra alguna influencia según Kauffman (1986), posiblemente debido -al mayor engrosamiento de las hembras menciona Sierra (1977).

- **Edad:**

En los bovinos el poder de retención de agua disminuye con la edad siendo menor el porcentaje de jugo exprimible en la carne de ternera que en la de vaca. En ovino Sañudo y Sierra (1982) y López (1988) indican que en animales de mayor edad hay una menor CRA.

b) Extrínsecos

- **Procesado:**

Este es un factor de mucha importancia porque aquí se debe dar prioridad al tiempo hasta que el producto llega a ser congelado, cocido u otro acondicionamiento, sin descuidar la cadena de conservación con hielo o refrigerado.

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.

- **Manejo pre-sacrificio:**

Como ya se dijo en el pH, influye el transporte, ayuno, sacrificio, oreo, etc. Vrchlabsky (1967) encontró que la CRA de la carne disminuía en animales mantenidos largos períodos sin agua y comida, aunque 24 h de transporte incrementaba CRA.

Los antitiroideos (metiltiouracilo) se utilizaron durante tiempo en alimentación del ganado con objeto de aumentar el peso del animal para obtener un mayor rendimiento.

Estas sustancias producen un aumento de la retención de líquidos, lo que supone un fraude económico, por lo que está prohibido su administración desde 1973. Según Allen (1988) la CRA fue ligeramente reducida en un tratamiento por cimaterol, hecho no confirmado por Sommer & Fiems (1988).

Las carnes hormonadas se caracterizan por una excesiva retención de agua, que se libera durante el cocinado quedando al final una carne seca, insípida y descolorada. Afortunadamente, en la actualidad está prohibida la utilización de estos productos en el cebo.

En cerdos la suplementación de la dieta con vitamina E mejora la CRA al disminuir las pérdidas por goteo según Cheah (1955)

- **Estimulación eléctrica (E.E.):**

En condiciones de E.E. moderada Laroche (1980) no observó nunca influencia negativa. Este hecho puede aprovecharse para permitir un calentamiento inmediato de los cortes que hayan de industrializarse y deben conservar todavía gran CRA. Según Whiting (1981) el efecto de la E.E. es inconsistente y generalmente mínimo.

- **El pH:**

Como ya se ha comentado anteriormente el pH es un factor importante ligado a la CRA, presentando una correlación de 0,927 menciona Thomsen y Zeuthen (1988). El incremento en la CRA en el intervalo de medida del pH desde 5,40 a 5,85 corresponde claramente con la curvatura pH-CRA señalada por Hamm (1960).

- **Grado de acidificación:**

La velocidad y el grado de acidificación de los músculos después del sacrificio tienen un profundo efecto sobre la palidez y la consistencia y el grado de pérdidas de fluidos por exudación (carnes PSE). Esto viene determinado por una mayor desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas solubles según OLIVER (1989).

- **Temperatura:**

Además de todo lo comentado anteriormente, la interacción pH-temperatura es especialmente importante en músculos profundos de la canal donde la refrigeración rápida no tiene efectos apreciables en la disminución de la temperatura (carnes PSE).

Con respecto al calentamiento varios estudios Vail y Martens (1963) “han demostrado que un incremento de la temperatura produce un aumento de las pérdidas por cocinado; el punto final de temperatura alcanzado ($P < 0,001$) afecta a dichas pérdidas. La elevación de la temperatura interna tiene un efecto significativo en el agua libre y ligada”.

La temperatura óptima para conversión de agua ligada en agua libre encontrada por Ritchey & Hostetler (1964) fue de 70 °C. Calentando el músculo a mayores temperaturas disminuye la CRA debido a la agregación de los sistemas proteicos.

Según Wierbicki (1963) la disminución de la CRA se aprecia a partir de los 40 °C y la modificación más importante tiene lugar entre los 40 y 50 °C.

La duración del calentamiento influye poco en la CRA según Hamm y Iwata (1962). Una modelización empírica de la disminución de la CRA ha demostrado Laroche (1982) que la duración del calentamiento influye como máximo en el 10% de la disminución de la CRA, a temperaturas de calentamiento relativamente bajas (50-60°C).

- **Congelación:**

La acción de formación de hielo en la rotura del tejido muscular y en el descenso de la CRA es bien conocida menciona Jalang (1987)

“La formación y modificación de cristales de hielo conducen a una redistribución del agua, que afecta a su reentrada en los sitios originales (rehidratación proteica y CRA) resultando una eliminación de agua de los tejidos como exudado” indica Connell y Matsumoto (1968).

Calvelo (1981) “explica la pérdida de CRA del tejido por la acumulación de solutos y su relación” con las membranas, además de la distorsión del tejido resultado de la formación de grandes cristales extracelulares.

Las pérdidas de peso que sufren los músculos durante la descongelación son menores al estar los músculos unidos al esqueleto; esto tiende a reducir la exudación al mínimo. Deben descongelarse lentamente para reducir el goteo al mínimo según Yeates (1967).

Todo ello obliga a realizar los estudios de evaluación de calidad de carne sin congelar menciona Sierra (1977).

- **El picado:**

Muestras picadas retienen significativamente menor humedad que las muestras enteras ($P < 0,001$), esta diferencia es esperada pues se produce un daño estructural en el picado según Bouton (1971).

- **Adición de polifosfatos y sales:**

Los polifosfatos usados como aditivos, constituyen una gama de productos denominados "retenedores de agua" pues son polielectrolitos que se encuentran fuertemente cargados negativamente por lo que atraen moléculas de agua facilitando su retención.

El equilibrio entre agua libre y ligada se desplaza en función de las condiciones del medio. Los polifosfatos actúan como secuestrantes, mediante los complejos Ca^{++} y Mg^{++} influyendo así en la retención de agua, pues complejan las cationes disminuyendo sus enlaces, abren las cadenas peptídicas y el medio se hidrata. Los fosfatos alcalinos ayudan a retener el agua que exuda en los ciclos de congelación-descongelación.

Hamm (1960) indica que añadiendo cloruro sódico a la carne se puede cambiar el punto isoeléctrico hacia menores pH, y a valores de pH mayores de 5, la presencia de sal da lugar a un incremento de la capacidad de retención de agua (Schut, 1976) Por otra parte la sal incrementa la solubilidad de las proteínas del músculo y la CRA.

Para el agua ligada se incrementa ($P < 0,001$) con la adición de NaCl, mientras que el agua libre disminuye según Aljawad y Bowers (1988) ($P < 0,001$). Observaciones similares en medidas de CRA son señaladas por Lyon (1980) y Jolley (1981).

c) Factores organolépticos

- **Textura:**

Según la norma ISO 5492:2 la textura se define como: todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos”

La textura (dureza/terneza) es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación. Además, está relacionada con el estado e interacción de las diferentes estructuras del músculo y sus componentes (miofibrillas, tejido conjuntivo y agua) menciona Rosenthal (1999)

Las causas que dan lugar a la variación en la terneza de la carne son muy diversas, pero entre las más importantes se puede mencionar la especie, raza, sistema de producción, sistema de refrigeración y congelado, maduración de la carne, el acortamiento de los sarcómeros (estado de contracción muscular), cantidad y características del tejido conjuntivo, temperatura de cocción de la carne e inclusive el uso de sistemas de ablandamiento.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Métodos

En la presente investigación se utilizó los método inductivo - deductivo y analítico para de esta forma validar la hipótesis planteada. A continuación el detalle del método

a) **Inductivo – Deductivo:** Se parte de conceptos generales particulares de la investigación y se proponen propuestas que solucionen los problemas encontrados. Se determinó el impacto del tiempo de almacenamiento en cuanto a pérdida de peso y exudado en la carne de res y cerdo.

b) **Analítico:** Porque se fragmentó el todo del proceso, descomponiéndolo en sus partes o elementos para prestar atención a las causas, la naturaleza y los efectos referentes al tema planteado.

2.1.1. Técnicas de recolección de información

a) **Observación científica:** se examinó directamente las reacciones o cambios que se presentaron y así se recopiló datos de una forma sistemática, realizando las conclusiones pertinentes.

b) **Tabulación:** consistió en el recuento de las respuestas contenidas en los instrumentos, a través del conteo de los códigos numéricos de las repeticiones, con la finalidad de generar resultados que se recopilaron en una tabla. (ver Anexo 2.1.)

2.1.2. Materiales y procedimiento

Para el desarrollo del experimento y el análisis correspondiente de las carnes (res y cerdo) se utilizaron los siguientes materiales para la preparación de las muestras:

a) Materiales de laboratorio.

- Balanza analítica con resolución de 0.01g.
- 1 Termómetro

b) Materia prima.

- 36 muestras de carne de res entre 190 g y 210 g cada una.
- 36 muestras de carne de cerdo entre 190 g y 210 g cada una.

c) Otros materiales

- 1 congelador grande
- 1 Cuchillo
- 1 Mesa de trabajo
- 3 Recipientes
- 72 bolsas de plástico con cierre hermético (16.5 x 14.9 cm) tipo Ziploc
- 1 Tabla de picar

Para el análisis de las muestras el procedimiento se dividió en tres etapas:

- Preparación de las muestras.
- Descongelamiento.
- Calculo de pérdida de peso y pérdida de exudado respectivamente.

a) Preparación de las muestras.

Recepción e inspección.- Se procedió a receiptar la carne tanto de res como de cerdo verificando que esté en óptimas condiciones para el respectivo experimento y que estas estén frescas para obtener mejores resultados.

Limpieza.- Se realizó una adecuada limpieza de los dos tipos de carne desechando el exceso de grasa.

Preparación.- Una vez que las carnes estuvieron limpias se procedió a realizar los respectivos cortes para cada una de las 72 muestras, (36 de carne de cerdo y 36 de carne de res) cada uno de un rango de 190 g y 210 g.

Enfundado: se procedió a introducir las muestras de carne en cada una de las bolsas de plástico con cierre hermético (16.5 x 14.9 cm) tipo Ziploc eliminando el aire.

Identificación: se procedió a rotular cada una de las muestras en sus respectivas bolsas plásticas se incluyó el tipo de carne res o cerdo, peso y fecha.

Congelación: se congelaron las muestras durante 5 semanas y un día (12 días de pesaje de 3 repeticiones cada una).

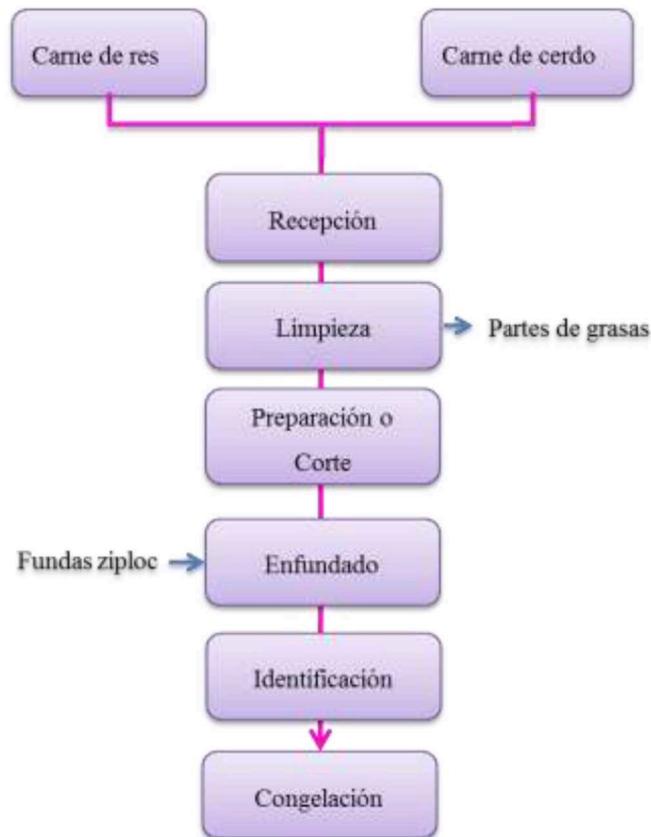


Figura 2.1. Diagrama preparación de muestras

Elaborado por: las autoras

b) Descongelamiento de las muestras de carnes de res y de cerdo

Una vez colocadas las muestras en congelación y transcurridos 3 días después del ingreso de las mismas se procedió a retirarlas y descongelarlas a temperatura ambiente con 12 horas de anticipación para que así la muestra está completamente descongelada para poder realizar el respectivo pesaje para el establecimiento de pérdida de peso y exudado de las muestras.

Pasando cada 3 días se van retirando las muestras en un lapso de 5 semanas y un día que dura el experimento; en ocasiones se hizo dos tipos de descongelamientos como

colocarlas en un recipiente con agua y descongelar y también a temperatura ambiente para determinar con que método se descongelaba más rápido llegando a la conclusión que su descongelamiento va a ser similar. Ver anexo 1 Tabla de tratamientos.

c) Cálculos de pérdida de peso y exudado de carnes de res y de cerdo

Una vez descongeladas las muestras se procedió a pesar una a una las muestras tanto de la carne como del líquido de exudado por separado. Se procedió a realizar el mismo procedimiento cada vez que se sacaban las muestras durante el tiempo del experimento.

Para obtener resultados idóneos y eficaces se procedió a realizar los cálculos con las siguientes fórmulas tanto para pérdida de peso y para exudado de las muestras de carnes.

• Determinación de pérdida de peso

Para calcular la pérdida de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% Pp = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100 \quad [2.1.]$$

Donde:

%Pp = porcentaje de pérdida de peso.

Pi = peso inicial de la muestra.

Pf = peso final de la muestra.

Resultado de porcentaje de pérdida de peso de carne de res:

$$\% Pp = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$$

Ejemplo:

$$\% Pp = \frac{(200 - 197.1)}{200} * 100$$

$$\% Pp = 1.45$$

Resultado de porcentaje de pérdida de peso de carne de cerdo:

$$\% Pp = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$$

Ejemplo:

$$\% Pp = \frac{(210 - 207.7)}{210} * 100$$

$$\% Pp = 1.10$$

- **Determinación de la cantidad de exudado**

Al igual que la pérdida de peso para calcular el exudado se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% E = \frac{Pe}{Pi} * 100 \quad [2.2.]$$

Donde:

%E= porcentaje de exudado de la muestra

Pe= peso exudado de la muestra.

Pi= peso inicial de la muestra

Resultado de porcentaje de pérdida de peso del exudado de carne de res:

$$\% E = \frac{Pe}{Pi} * 100$$

Ejemplo:

$$\% E = \frac{2.8}{200} * 100$$

$$\% E = 1.4$$

Resultado de porcentaje de pérdida de peso del exudado de carne de cerdo:

$$\% E = \frac{Pe}{Pi} * 100$$

Ejemplo:

$$\% E = \frac{2.2}{210} * 100$$

$$\% E = 1.05$$

2.2. Resultados

2.2.1. Descongelamiento de muestras de carne

En la siguiente imagen se detalla los valores que se obtuvieron una vez que la carne se descongeló para poder así determinar la pérdida de peso y la pérdida de exudado.

SEMANAS	CONTEO		RES			CERDO		
SEMANA 1	1							
	2							
	3	P.I.	200	210	210	210	210	210
		P.F.	197,1	207,3	206,7	207,7	208,1	206,5
		EXUDADO	2,8	2,6	3,1	2,2	1,8	3,3
	4							
	5							
	6	P.I.	190	210	190	200	200	200
P.F.		187,6	204,9	187,3	193	194,4	191,9	
EXUDADO		2,3	4,9	2,5	7	5,6	8	
7								
SEMANA 2	8							
	9	P.I.	190	190	190	210	210	210
		P.F.	182,9	183,6	180,8	196,2	198,1	199,1
		EXUDADO	7,1	6,2	9,1	13,6	11,7	10,3
	10							
	11							
	12	P.I.	190	210	190	200	210	210
		P.F.	179	196,2	180	188	191,1	193,5
EXUDADO		10,9	13,7	9,9	11,2	18,8	16,5	
13								
14								
SEMANA 3	15	P.I.	200	200	210	210	210	210
		P.F.	183,5	185,8	195,6	181,9	186,8	184,8
		EXUDADO	16,4	14,1	14,2	28,1	23	25,1
	16							
	17							
	18	P.I.	190	210	210	200	200	190
		P.F.	170,3	192,3	193	184,3	186,2	169,8
		EXUDADO	19,6	17,5	16,9	15,6	13,7	20,1
19								
20								
21	P.I.	200	210	210	210	210	210	
	P.F.	184,5	188,7	186,1	178,1	177,6	175,8	
	EXUDADO	15,4	21,2	23,8	31,6	31,3	34,2	
22								
23								
SEMANA 4	24	P.I.	210	200	210	210	200	200
		P.F.	183,5	181,5	182,2	173,4	174,5	171,1
		EXUDADO	26,1	18,2	27,6	36,5	25,3	28,7
	25							
	26							
	27	P.I.	200	210	210	210	200	210
P.F.		178	179,8	175,9	169,4	170,2	168,1	
EXUDADO		21,8	29,9	34	40,4	29,5	41,7	
28								
SEMANA 5	29							
	30	P.I.	200	200	210	210	210	190
		P.F.	174,1	176,7	172,1	165,5	167,4	165,6
		EXUDADO	25,7	23,3	37,8	44,3	42,3	24,2
	31							
	32							
	33	P.I.	210	200	210	200	210	200
P.F.		170,7	172,6	168,5	166,6	164,4	168,7	
EXUDADO		33,2	27,1	41,3	33,3	45,3	31,1	
34								
35								
SEMANA 6	36	P.I.	200	210	210	210	210	210
		P.F.	167,5	166,5	165,9	160,2	162,6	161,9
		EXUDADO	32,3	43,2	39,7	49,4	47,1	47,8

Figura 2.2. Resultados de las muestras después del descongelamiento

Elaborado por: las autoras

2.2.2. Determinación de relación entre tiempos de descongelamiento y pérdida de peso de muestras de carne

Para la prueba experimental sobre descongelamiento de carnes se procedió a ingresar los datos obtenidos en el software InfoStat (versión 2008) después de haber tomado las respectivas muestras y se interpretó los resultados de la tabla de manera separada tanto para res y para cerdo, realizándose 36 mediciones cada tres días tomamos 3 muestras en un lapso de 5 semanas dando como resultados 12 tratamientos.

Se realizó la prueba de ANOVA como se puede observar en la tabla 2.1 de análisis de varianza para carne de res los tipos de almacenamiento como tratamiento si tuvo un impacto en la pérdida de peso pues el valor de probabilidad es menor a 0.05 por lo que indica que si hubo significancia en la pérdida de peso.

Tabla 2.1. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de peso en carnes de res

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1136,50	11	103,32	26,06	<0,0001
T. ALMACENAMIENTO	1136,50	11	103,32	26,06	<0,0001
Error	95,15	24	3,96		
Total	1231,65	35			

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Como se puede observar en la siguiente tabla 2.2 de Tukey, los tratamientos (días) se comportan de manera similar entre 4 o 5 tratamientos por grupo, formándose 7 grupos la mayoría de 4 tratamientos similares entre sí, y luego de haber analizados los tratamientos, la diferencia de los promedios de pérdida de peso van desde aproximadamente el 1% hasta un poco más del 19%.

Tabla 2.2. Resultados de análisis de Tukey de pérdida de peso en carnes de res

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,86188
 Error: 3,9646 gl: 24

T. ALMACENAMIENTO	Medias	n	E.E.							
1,00	1,44	3	1,15	A						
2,00	1,70	3	1,15	A	B					
3,00	3,98	3	1,15	A	B	C				
4,00	5,87	3	1,15	A	B	C	D			
5,00	7,40	3	1,15		B	C	D			
6,00	8,96	3	1,15			C	D	E		
7,00	9,76	3	1,15			C	D	E		
8,00	11,70	3	1,15				D	E	F	
9,00	13,87	3	1,15					E	F	G
10,00	14,22	3	1,15					E	F	G
11,00	17,39	3	1,15						F	G
12,00	19,32	3	1,15							G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Cada vez que se realizaba una medición de pérdida de exudado el porcentaje va aumentando como se observa en la tabla 2.3 el valor de la pérdida de peso entre un 1% y 2% más de la pesada anterior, comenzando con un aproximado de un 1% hasta culminar en los 12 días las repeticiones esas muestras han perdido peso de exudado más de un 18%, habiendo diferencia entre los tratamientos y se van agrupando aproximadamente de cuatro en cuatro ($p < 0,05$).

Tabla 2.3. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de exudado en carnes de res

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1051,63	11	95,60	25,66	<0,0001
T. ALMACENAMIENTO	1051,63	11	95,60	25,66	<0,0001
Error	89,42	24	3,73		
Total	1141,05	35			

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Mientras en el exudado puede apreciarse en la tabla 2.4 que hay un fenómeno similar a los de la pérdida de peso, agrupándose los tratamientos de cuatro en cuatro aproximadamente y los porcentajes de exudado van desde más de un 1% hasta un 18 %, siendo el comportamiento similar a la pérdida de peso.

Tabla 2.4. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de exudado en carnes de res

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,68269

Error: 3,7259 gl: 24

T. ALMACENAMIENTO	Medias	n	E.E.							
1,00	1,37	3	1,11	A						
2,00	1,62	3	1,11	A						
3,00	3,93	3	1,11	A	B					
4,00	5,82	3	1,11	A	B	C				
5,00	7,34	3	1,11		B	C	D			
6,00	8,90	3	1,11		B	C	D	E		
7,00	9,71	3	1,11			C	D	E		
8,00	11,56	3	1,11				D	E	F	
9,00	13,78	3	1,11					E	F	G
10,00	14,17	3	1,11					E	F	G
11,00	16,34	3	1,11						F	G
12,00	18,54	3	1,11							G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Para lo que es carne de cerdo se realiza el mismo procedimientos obteniendo los resultados en la tabla 2.5 de ANOVA, de igual manera existe significancia para la variable independiente aplicada con una probabilidad menor al 0.05% siendo su valor menor al 0.0001.

Tabla 2.5. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de peso en carnes de cerdo

PERDIDA DE PESO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PERDIDA DE PESO	36	0,92	0,89	19,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1674,38	11	152,22	25,74	<0,0001
T. ALMACENAMIENTO	1674,38	11	152,22	25,74	<0,0001
Error	141,95	24	5,91		
Total	1816,34	35			

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Posteriormente podemos observar en la tabla 2.6 los tratamientos tienen un comportamiento similar a las pruebas de carne de res con la única diferencia que desde la pesada número 5 hasta la pesada número 10 es decir, estos 6 tratamientos se comportan similar y el resto de tratamientos se agrupan de 4 en 4. Consecutivamente la pérdida de peso para carne de cerdo inicia con más de un 1% y termina en un 25 %,

siendo un porcentaje promedio de la pérdida de peso aumenta en un 2% al avanzar las pesadas.

Tabla 2.6. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de peso en carnes de cerdo

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,15985
 Error: 5,9148 gl: 24

T. ALMACENAMIENTO	Medias	n	E.E.					
1,00	1,22	3	1,40	A				
2,00	3,45	3	1,40	A	B			
3,00	5,81	3	1,40	A	B	C		
4,00	7,62	3	1,40	A	B	C		
6,00	8,46	3	1,40		B	C	D	
5,00	12,14	3	1,40			C	D	E
8,00	14,88	3	1,40				D	E
7,00	15,64	3	1,40					E
11,00	17,86	3	1,40					E
9,00	18,06	3	1,40					E F
10,00	18,11	3	1,40					E F
12,00	25,06	3	1,40					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Continuando con el exudado en carne de cerdo, si existe significancia con una probabilidad menor a 0.05%, y los tratamientos también se comportan iguales en grupos de 3 y de 4 a excepción de la pesada número 5 hasta la 10, estos 6 tratamientos forman un solo grupo, iniciando el porcentaje de exudado de un 1% hasta un 22%, en todas las pruebas se ve la misma tendencia como se puede observar en las tablas 2.7 y 2.8 respectivamente.

Tabla 2.7. Resultados de análisis de ANOVA para pérdida de exudado en carnes de cerdo

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1526,49	11	138,77	30,37	<0,0001
T. ALMACENAMIENTO	1526,49	11	138,77	30,37	<0,0001
Error	109,68	24	4,57		
Total	1636,17	35			

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

Tabla 2.8. Resultados de análisis de Tukey para pérdida de exudado en carnes de cerdo

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,29353

Error: 4,5700 gl: 24

T. ALMACENAMIENTO	Medias	n	E.E.			
1,00	1,16	3	1,23	A		
2,00	3,43	3	1,23	A	B	
3,00	5,68	3	1,23	A	B	
4,00	7,47	3	1,23		B	C
6,00	8,41	3	1,23		B	C
5,00	12,09	3	1,23			C D
8,00	14,79	3	1,23			D
7,00	15,41	3	1,23			D
11,00	17,92	3	1,23			D E
9,00	17,95	3	1,23			D E
10,00	17,99	3	1,23			D E
12,00	22,90	3	1,23			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Gema Alcívar y Silvia Ostaiza

En opinión de las autoras en el resultado del experimento realizado se pudo determinar que mientras más tiempo se mantiene una carne en congelación y posteriormente se descongela mayor será la pérdida de peso y el exudado de las mismas que estos pueden aumentar el crecimiento microbiano que hace variar sus características organolépticas a simple vista y en estudios más profundos alteraciones en su composición química.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

La propuesta presentada a continuación es la que menor pérdida de peso tiene o el mejor tratamiento para reducir la merma de peso de las muestras de carne después de los pruebas realizados.

Una vez que se efectuaron los respectivos tratamientos en las carnes de res y de cerdo, se pudo constatar que la carne que menor contenido de exudado y la menor pérdida de peso fue la carne de cerdo.

Dentro de las actividades de la investigación se evaluó tanto carne de res como carne de cerdo que en diferente tiempos de congelamiento (se retiran muestras cada 3 días hasta los 36), que tanto es el detrimento de peso así como exudado mismo, luego de los análisis de diseño experimental se concluye que para carne de res al final de los 36 días se pierde peso en un 19%, en cambio la de cerdo un 22%, por ende la carne de res tiene menor tendencia en el tiempo a conservar el peso del corte.

Es recomendable que cuando la carne sea faenada, y ya sea refrigerada o congelada, es preferible el no esperar mucho tiempo para el consumo, porque la pérdida de peso es mayor en función del tiempo. Esto se menciona más allá de los problemas de las reacciones propias físico- químicas de la carne y de los ataques microbiológicos que a mayor presencia de agua esta propensa a sufrir un corte de carne.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones semejantes

Se han realizadas otros tipos de investigaciones que al igual que esta controlan la pérdida de peso de diferentes tipos de carnes y pérdidas por goteo a partir de diversos tiempos de almacenamiento de las carnes ya sean en refrigeración, congelación, o al ambiente.

Para la comparación de los resultados de esta investigación se tomó como referencia los trabajos que se detallan a continuación:

- Investigación realiza en la Universidad de Zulia con el tema “pérdida por goteo en carnes crudas de diferentes tipos de animales” desarrollada por Oneida E. Morón-Fuenmayor y Libertad Zamorano García. 2004
- Investigación realizada en la Universidad Complutense de Madrid con el tema “Evaluación de la calidad de las carnes frescas; aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales” desarrollada por María Esther Onega Pagador”. 2003
- Investigación realizada en la Universidad de las Américas – México con el tema “Aspectos tecnológicos de la congelación en alimentos” desarrollada por A. I. Gómez-Sánchez; T. G. Cerón-Carrillo; V. Rodríguez-Martínez; M. M. Vázquez- Aguilar. 2007

4.2. Comparaciones individuales

4.2.1. Comparación 1

Estableciendo las comparaciones realizadas con la Universidad de Zulia en la cual existen diferencias <0.05 en la pérdida por goteo que indica que mientras más tiempo de almacenado la carne mayor es la pérdida por goteo dependiendo del animal y el tiempo almacenado, este tipo de diferencias en las carnes dependen del tipo de fibras que componen el tejido en cada una de las especie evaluadas, a diferencia del experimento realizado la perdida por goteo dependiendo del tipo de carne (res y cerdo), el tiempo de almacenamiento de las muestras y tipo de empaque que se utiliza para este procedimiento.

4.2.2. Comparación 2

En relación con las comparaciones realizadas con la Universidad Complutense de Madrid se producen pérdidas de calidad, la desecación/quemadura por frío o exudado se origina también por un envasado inadecuado sin vacío y acelerándose por temperaturas altas o fluctuantes que favorecen en la superficie de los cristales, a menos de que sea eliminado en su totalidad el oxígeno en estos varía entre la carne en congelación el flavor; a diferencia a este trabajo el descongelamiento de las carnes por más de 10 horas incrementa el crecimiento microbiano de las mismas de una manera incontrolable, estos tipos de problemas pueden eliminarse por tratamientos térmicos que inactiven las enzimas o se puede emplear aditivos que aumenten la estabilidad, controlen o eliminen el crecimiento de los microorganismos.

4.2.3. Comparación 3

Desarrollando las respectivas comparaciones realizadas en la Universidad de las Américas por lo consiguiente los alimentos son sometidos comercialmente a tratamientos de conservación empleando bajas temperaturas (-10 °C o inferiores) cuando se desea preservar su calidad, obtener una estructura y consistencia especial (por ejemplo, helado y yogurt congelado), o para llevar a cabo determinados procesos de producción, y favoreciendo la reducción del crecimiento de microorganismos a diferencia de este trabajo investigativo que al permanecer la carne por un lapso mayor a 3 días la consistencia, estructura y apariencia general del mismo varía y a simple vista no es apta para el consumo humano, y al descongelarse se aumenta el crecimiento microbiano que si no se le da un tratamiento de cocción inmediato este podría afectar la salud de quien lo consume.

CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se han realizado las pruebas experimentales, y a partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Las variaciones de peso de las carnes descongeladas dependen de algunos factores como: el ambiente de descongelamiento, el tiempo de congelación, el tiempo de descongelamiento, el tipo de carnes.
- En el momento de la descongelación de las carnes, en una muestra de 200 g, cada 3 días se pierde desde el 1% hasta más del 19%, para la carne de res y a su vez las características organolépticas se deterioran afectando su composición y los nutrientes presentes en las mismas; además la cantidad de pérdida de exudado en carne de res va desde un 1% hasta más del 19% respectivamente.
- En el momento de la descongelación de las carnes, en una muestra de 200 g. cada 3 días pierden desde un 1% hasta un 25% final, para la carne de cerdo y a su vez las características organolépticas se deterioran afectando su composición y los nutrientes presentes en las mismas; mientras que la pérdida de exudado en carnes de cerdo va desde un 1% hasta un 22%.
- El contenido de agua desprendido a medida que se va aumentando el tiempo de descongelamiento, como muchos autores citan, incrementa la actividad del agua (a_w), lo que es un ambiente propenso para el aumento masivo de microorganismos, y si se consumen crudas éstas carnes pueden afectar la salud de las personas.

RECOMENDACIONES

Concluido el estudio del presente trabajo de investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

- No es recomendable dejar por mucho tiempo la carne a temperatura ambiente luego del descongelamiento porque esto acelera el proceso de oxidación y crecimiento microbiano.
- Se recomienda a futuras investigaciones indagar la composición nutricional de las carnes más a fondo por lo que al congelar y descongelar posteriormente las mismas varían en su apariencia general y por consiguiente en su contenido de nutrientes.
- Es aconsejable que al momento del experimento se controlen los diversos parámetros como: la temperatura, peso, ambiente, tiempo, para obtener información lo más real posible.

BIBLIOGRAFIA

- Forrest, J.C.; Aberle, E.D.; Hedrick, H.B.; Judge, M.D.; Merkel, R.A. (1979).*
Fundamentos de la ciencia de la carne. Zaragoza España: Edit. Acribia. 150-158
PP..
- Hamm, H.; Honikel, O.; Fischer, C.; Hamid, A. (1993).* Modificaciones en la carne
vacuna luego de la faena y sus consecuencias sobre la capacidad de retención de
agua. *Fleischwirtsch. Vol. 1: 42-48..*
- Honikel, K.O. (1984).* *Retención de agua y emulsión de la grasa en la elaboración de
patrones para embutidos escaldados. Fleischwirtsch. Vol. 2: 30-36.*
- INEN, N. (2006).* *Carne y productos cárnicos, definiciones. NTE INEN, 1*
- Moreno, B.(2006).* *Higiene e inspeccion de carnes, España. Ediciones: Diaz de santos.
Vol. 1*
- Barreiro, J. y Sandoval. A. (2006).* Operaciones de conservación de alimentos por bajas
temperaturas, Caracas, Venezuela. Editorial Equinoccio
- Marín, D. A. (2004).* *Carne de cerdo y alimentación salucabe. Madrid: pearson
educacion. Bote, L. , & Warriss. (1988).*
- Lawrie, R. (1998).* *Ciencia de la carne. Acribia editorial. Woodhead Publishing, 3era
edición.*
- Lawrie, R. (1981).* *Ciencia de la carne. Acribia. editorial Woodhead Publishing , 7ma
edición*

WEBGRAFÍA

- Moron, O., Zambrano, L. (2004). *Pérdida Por Goteo En Carne Cruda De Diferentes Tipos De Animales*. Hermosillo, Sonora, México: Revista Científica FCV-LUZ / Vol. XIV, N° 1, 36-39. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28013/2/art5.pdf>
- Onega, M. (2003). *Evaluación de la calidad de las carnes frescas; aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales*. Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/vet/ucm-t27264.pdf>.
- Gómez, A., Cerón, T., Rodríguez, V. Vázquez, M. (2007). Aspectos tecnológicos de la congelación en alimentos. Universidad de las Américas – México. Obtenido de: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Alimentos/Gomez-Sanchez-et-al-2a-2007.pdf
- Yeates, (1967). Kauffman, (1986). Cheah, (1955). Sommer y Fiems, (1988). Allen, (1988). Vrchlabsky, (1967). Sañudo y Sierra, (1982). López (1988). Sierra (1977). Forcada, (1985). Laroche, (1980). Hawkins, (1985). Laborde, (1985). Goldan (1979), *Capacidad de retención de agua*. Obtenido de: www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/.../07_09_40_3_REVCRA.pdf
- Whiting, (1981). Thomsen y Zeuthen (1988). Hamm, (1960). Ritchey y Hostetler (1964). Hamm y Iwata, (1962). Laroche, (1982). Jalang, (1987). Connell y Matsumoto (1968). Calvelo, (1981). Yeates, (1967). Bouton, (1971). Schut, (1976). Aljaward y Boers, (1988). Lyon, (1980). Jolley, (1981). *Capacidad de retención de agua*. Obtenido de: www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/.../07_09_40_3_REVCRA.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de tratamientos

Tipo de carne	Tiempo	Réplicas (n)	Pérdida de peso	Exudado
Res	T1	3	X	X
	T2	3	X	X
	T3	3	X	X
	T4	3	X	X
	T5	3	X	X
	T6	3	X	X
	T7	3	X	X
	T8	3	X	X
	T9	3	X	X
	T10	3	X	X
	T11	3	X	X
	T12	3	X	X
Cerdo	T1	3	X	X
	T2	3	X	X
	T3	3	X	X
	T4	3	X	X
	T5	3	X	X
	T6	3	X	X
	T7	3	X	X
	T8	3	X	X
	T9	3	X	X
	T10	3	X	X
	T11	3	X	X
	T12	3	X	X

Elaborado por: Alcívar Gema y Ostaiza Silvia (2017)

Anexo 2. Fotografías de materiales utilizados en el experimento



Fotografía #1. Congelador



Fotografía #2. Fundas ziploc



Fotografía #3. Cinta para rotular



Fotografía #4. Hielera



Fotografía #5. Balanza analítica



Fotografía #6. Termómetro

Anexos 3. Fotografías de materia prima y procedimiento



Fotografía #1. Carne de res



Fotografía #2. Carne de cerdo

Procedimiento:



Fotografía #3. Recepción (res)



Fotografía #4. Recepción (cerdo)



Fotografía #5. Limpieza y corte



Fotografía #6. Limpieza y corte



Fotografía #7. Etiquetado



Fotografía #8. Etiquetado



Fotografía #9. Congelado



Fotografía #10. Congelado



Fotografía #11. Descongelado



Fotografía #12. Descongelado



Fotografía #13. Exudado



Fotografía #14. Exudado



Fotografía #15. Pesado



Fotografía #16. Pesado