

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**EFECTO DEL MARINADOR Y MÉTODOS DE MARINADO EN EL  
RENDIMIENTO DE DIFERENTES CORTES DE CARNE**

**Por:**

**VANESSA JIMÉNEZ SALAZAR**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,  
Diciembre del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**EFFECTO DEL MARINADOR Y MÉTODOS DE MARINADO EN EL  
RENDIMIENTO DE DIFERENTES CORTES DE CARNE**

**Por**

**Vanessa Jiménez Salazar**

**Tesis**

**Que se somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**APROBADA**

\_\_\_\_\_  
**M.C. OSCAR NOE REBOLLOSO PARILLA  
PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2004**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** que me concedió las facilidades necesaria para realizar mis estudios de Licenciatura y a sus maestros.

A todos los integrantes del **Departamento de Nutrición y Alimentos** y la los profesores de la carrera de **Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.

Al **Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología** por otorgarme la beca para que llevara a cabo este proyecto de investigación.

Al **M.C. Oscar Noe Reboloso Padilla**, por su confianza brindada y por darme la oportunidad de trabajar y aprender bajo su asesoría, pero sobretodo por brindarme su amistad.

A la **M.C. María Hernández**, por sus conocimientos y amistad brindada.

Al **M.C. Jesús Alberto Mellado Bosque** por su apoyo en el análisis estadístico de la presente investigación.

## DEDICATORIAS

A Dios por darme la vida, y por ayudarme a llegar a una de las metas más anheladas de mi vida y sobre todo porque siempre estuvo y estará en mí. Por guiarme al camino de la sabiduría.

A mis padres Eliseo y Amparo, gracias por creer en mí y darme la oportunidad de estudiar ya que representa la mayor herencia que he recibido.

A mis hermanos (Jonathan, Crhistian y Argenis) por sus consejos y por ser mis mejores amigos en la vida.

A mis tíos (Gerardo, Alberto, Adriana, Jose y Javier) por su apoyo y cariño durante mi estancia en la universidad.

A Edgar Omar Nazarre Delgado por sus consejos y apoyo como compañero y amigo.

A mi gran compañero Juan Manuel Tirado Gallegos porque me compartió sus conocimientos y apoyo en las buenas y en las malas.

## INDICE GENERAL

Agradecimientos	
Dedicatorias	
Índice de figuras	
Índice de tablas	
Resumen.....	xiii
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Justificación.....	4
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 CARNE.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Músculo.....	6
<b>2.2 ESTRUCTURA DE LA CANAL.....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Tejido muscular.....	6
2.2.1.1 Músculo esquelético estriado.....	6
2.2.1.2 Músculo cardiaco.....	8
2.2.1.3 Músculo liso (no estriado).....	8
2.2.2 Tejido grasa.....	8
2.2.3 Tejido conectivo.....	9
2.2.4 Tejido óseo.....	10
<b>2.3 SACRIFICIO HUMANITARIO.....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Rigor mortis.....	11
2.3.2 Maduración.....	13
<b>2.4 COMPOSICIÓN DE LA CARNE.....</b>	<b>14</b>
2.4.1 Agua.....	14
2.4.2 Grasa.....	15
2.4.3 Proteínas.....	15
2.4.3.1 Proteínas sarcoplasmáticas.....	15
2.4.3.2 Proteínas miofibrilares.....	16
2.4.3.3 Proteínas reticulares.....	16
2.4.4 Hidratos de carbono.....	16
2.4.5 Vitaminas.....	17
2.4.6 Minerales.....	17
<b>2.5 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 MARINADO DE CARNES.....</b>	<b>18</b>
<b>2.7 MÉTODOS DE MARINADO DE CARNES.....</b>	<b>19</b>
2.7.1 Inmersión.....	20
2.7.2 Masaje.....	20
2.7.3 Inyección.....	21
<b>2.8 FORMULACIÓN DE MARINADORES.....</b>	<b>22</b>

2.8.1 Marinadores.....	22
2.8.2 Salmuera básica para marinar.....	23
<b>2.9 FUNCIÓN DE INGREDIENTES, EFECTOS.....</b>	<b>23</b>
2.9.1 Sal.....	23
2.9.2 Fosfatos.....	24
2.9.3 Agua.....	25
2.9.4 Nitritos y nitratos.....	25
2.9.5 Ácido ascórbico, ascorbato o eritorbato de sodio.....	26
2.9.6 Especias.....	27
2.9.7 Extracto de especias.....	27
2.9.8 Féculas.....	28
<b>2.10 EFECTOS DEL MARINADOR SOBRE EL RENDIMIENTO.....</b>	<b>28</b>
2.10.1 Retención del marinado dentro de la carne.....	28
2.10.2 Efecto de la sal y los fosfatos.....	29
2.10.3 Efecto del pH.....	30
<b>2.11 CORTES MAYORES Y AL MENUDEO DE LA CANAL.....</b>	<b>31</b>
2.11.1 Cuarto delantero.....	32
2.11.2 Cuarto trasero.....	32
2.11.3 Rib-eye.....	34
2.11.4 T-bone.....	35
2.11.5 Arrachera (falda exterior, diafragma).....	36
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>38</b>
3.1 Materia prima.....	38
3.2 Materiales.....	38
3.3 Equipos.....	39
<b>4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....</b>	<b>40</b>
4.1 Selección de la materia prima.....	40
4.2 Procedimiento general del marinado.....	40
4.2.1 Marinado de la carne.....	41
4.2.2 Por inmersión.....	41
4.2.3 Por inyección.....	42
4.2.2 Rendimiento.....	42
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>44</b>
5.1 Resultados del aumento en rendimiento para cada corte.....	48
5.2 Resultados de los métodos de marinado en el aumento en rendimiento.....	50
5.3 Resultado de los marinadores sobre el aumento en rendimiento.....	52
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>56</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Arquitectura del músculo esquelético y sus fibras.....	7
2	Cuarto delantero.....	32
3	Cuarto trasero.....	33
4	Carta de res, cortes al mayoreo.....	33
5	Ubicación del corte rib-eye en el cuarto delantero.....	34
6	Rib-eye.....	34
7	Ubicación del corte T.bone en el cuarto trasero.....	35
8	T-bone.....	35
9	Arrachera.....	36
10	Gráfica de res, cortes al mayoreo y menudeo.....	37
11	Aumento ó promedio en rendimiento de los cortes en %.....	48
12	Influencia de los métodos de marinado en el aumento en rendimiento.....	51
13	Efecto de los marinadores en el aumento en rendimiento en %.....	52

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
1 Relación de condiciones experimentales empleadas.....	42
2 Aumento en rendimiento de los diferentes cortes (1).....	44
3 Aumento en rendimiento de los diferentes cortes (3).....	45
4 Análisis de varianza para todos los datos.....	46
5 Análisis de varianza para cada factor.....	47
6 pH de los marinadores.....	52
7 pH del marinador después de marinar la carne.....	53





## RESUMEN

---

En la presente investigación se muestra el efecto del marinador y los métodos de marinado en el aumento en rendimiento de los cortes arrachera, T-bone y rib-eye.

En este estudio se utilizaron dos marinadores, un marinador natural y otro marinador con picante, los métodos de marinado fueron por inmersión y por inyección.

Se realizaron do repeticiones para cada corte, obteniéndose 12 tratamientos los cuales se sometieron a un análisis de varianza, resultando de éste el corte arrachera con el mayor aumento en rendimiento siguiendo el T-bone y por último el rib-eye. De los marinadores se encontró que el marinador con picante penetró mejor en los tres cortes ya que contiene más fosfatos que el marinador natural y en lo que respecta a los métodos de marinado, el mainado por inmersión resultó más eficaz que el método por inyección debido a que éste se escurría al ser inyectado.



## INTRODUCCION

---

El marinado ó curado es una técnica que, al igual que muchas otras formas de creatividad culinaria, ha sido factor de sociabilidad desde la sociedad primitiva, gracias al afán continuo del hombre por modificar los alimentos y hacerlos más apetecibles y prácticos.

Gracias al marinado es posible mejorar la textura, incrementar o potenciar el sabor y disminuir la pérdida de jugosidad durante la cocción de la carne, por medio de la incorporación de una salmuera (solución conformada por agua, sal y otras sustancias de uso permitido).

Tradicionalmente se ha marinado o curado la carne para conseguir mejores y diferentes sabores, incrementar la ternura de los músculos más duros, y aumentar la conservación del producto por efecto de la sal. Pero los cambios de costumbres de la sociedad actual, que dispone de menos tiempo para dedicar a la cocina, han llevado al olvido este tipo de prácticas, perdiéndose la calidad que se conseguía.

Existen numerosas referencias acerca del beneficio del marinado sobre la textura de la carne, que demuestran que la incorporación de una cierta cantidad de agua con diversos ingredientes, tales como sal, fosfatos y proteínas, proporcionan una textura más jugosa a la carne al disminuir la pérdida de jugosidad durante la cocción. Asimismo, también hay referencias sobre el incremento y potenciación del sabor por parte de una amplia gama de productos y que varían según las diferentes culturas, como pueden ser: especias, esencia de frutas, alcoholes aromáticos, aceites, salsas orientales, etc.

En el presente trabajo se pretende mostrar la literatura reciente sobre el tema, así como el desarrollo experimental para ver el efecto del marinado en cortes de carne de vacuno, además se detallan las técnicas empleadas para evaluar los parámetros de calidad de los mismos



## 1.1 OBJETIVOS

---

### 1.1.1 Objetivo General

Establecer las condiciones optimas de marinado en tres cortes de carne mediante la aplicación del marinador y sistema de marinado apropiado.

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del sistema(s) de marinado en las características del producto.
2. Establecer la composición del marinado óptimo para lograr el mejor rendimiento.
3. Estudiar el efecto del corte de carne sobre la calidad del proceso de marinado.
4. Observar la influencia de los componentes del marinador en la suavidad de la carne.
5. Evaluar el efecto de la temperatura y el tiempo de marinado sobre el rendimiento de la carne.
6. Analizar la influencia de los componentes estructurales de la carne sobre la capacidad de la misma para retener el marinador.

## 1.2 HIPOTESIS

El método de marinado influye directamente en el aumento en rendimiento de la carne el sabor y la textura.



## 1.3 JUSTIFICACION

---

La carne, es uno de los alimentos más consumidos en nuestro país, especialmente en los estados del norte. Se ha destacado la preferencia de los consumidores de carne por una forma más rápida y fácil de consumirla sin tener que adicionarle más ingredientes ya que debido a la situación actual hace falta tiempo para estar en la cocina; debido a esto la carne se puede adquirir marinada como una opción más con la seguridad de que están consumiendo un producto de calidad que conserva el sabor y la suavidad que le caracteriza.

Existen diferentes cortes de carne de vacuno que se pueden consumir marinados; con el presente proyecto se pretende buscar un tipo de corte óptimo que además de ser agradable para el consumidor se obtenga un beneficio del productor, ya que un aspecto importante del marinado es el aumento en rendimiento de materia prima, el cual, bien controlado, puede ofrecer beneficio al productor y consumidor, dando lugar a la creación de productos con alto valor agregado.

Por otra parte es importante evaluar diferentes métodos de marinado como son: por inmersión e inyección y determinar cual es el más conveniente para retener el marinador por más tiempo disminuyendo el exudado de la carne.



## 2. REVISION DE LITERATURA

---

### 2.1 Carne

La carne es el conjunto de diferentes tejidos animales entre los que destacan por sus proporciones el tejido muscular, tejido conjuntivo y tejido óseo. (Libby, 1981).

La carne es el tejido magro y el tejido graso de todo animal. También se incluyen los órganos de los animales como: lengua, hígado, riñones, sesos, etcétera (Pérez, 2003).

El término “carne” se utiliza para definir los tejidos contráctiles de todas las especies animales utilizadas como alimento (Fennema, 2000).

La carne proviene de animales de abasto sacrificados con sistemas humanitarios los cuales posteriormente son sometidos a procesos de maduración por tiempos determinados, según la especie que se trate.

### **2.1.1 Músculo**

Se puede definir como el tejido muscular vivo que es responsable de los mecanismos de contracción y relajación. Estos mecanismos dan como resultado el movimiento del animal. El músculo está formado por dos proteínas responsables de los mecanismos ya mencionados las cuales son, actina y la miosina. La interacción entre estas dos proteínas durante la contracción da lugar a la actinmiosina (Wilson, 1970).

Los músculos se dividen en dos tipos:

1. Voluntarios, o músculos estriados que están bajo el control de la voluntad. También se les denomina músculos esqueléticos y están insertos en los huesos.
2. Involuntarios, no estriados o lisos que no están bajo el control de la voluntad (Wilson, 1970).

## **2.2 ESTRUCTURA DE LA CANAL**

### **2.2.1 Tejido muscular**

#### **2.2.1.1 Músculo esquelético estriado.**

Los tejidos del músculo esquelético estriado constituyen la mayor parte comestible de la carne. El músculo está cubierto por un fino tejido conectivo

llamado epimisio. Éste queda subdividido en varias fibras musculares, las cuales están recubiertas por el tejido conectivo perimisio. Un paquete muscular está compuesto de fibras musculares (células) y una red de tejido suelto entrelazante llamado endomisio que se encuentra entre éstas. Cada fibra es una célula alargada que contienen varios núcleos así como sarcoplasma, al cual lo atraviezan estrías que alternan bandas claras y bandas oscuras. La causa de que tenga estas bandas son las proteínas miosina (bandas oscuras) y la actina, moléculas proteicas que se congregan en un patrón uniforme. La fibra muscular se contrae y se relaja deslizando los filamentos gruesos (miosina) y los delgados (actina), simultáneamente (Libby, 1981).

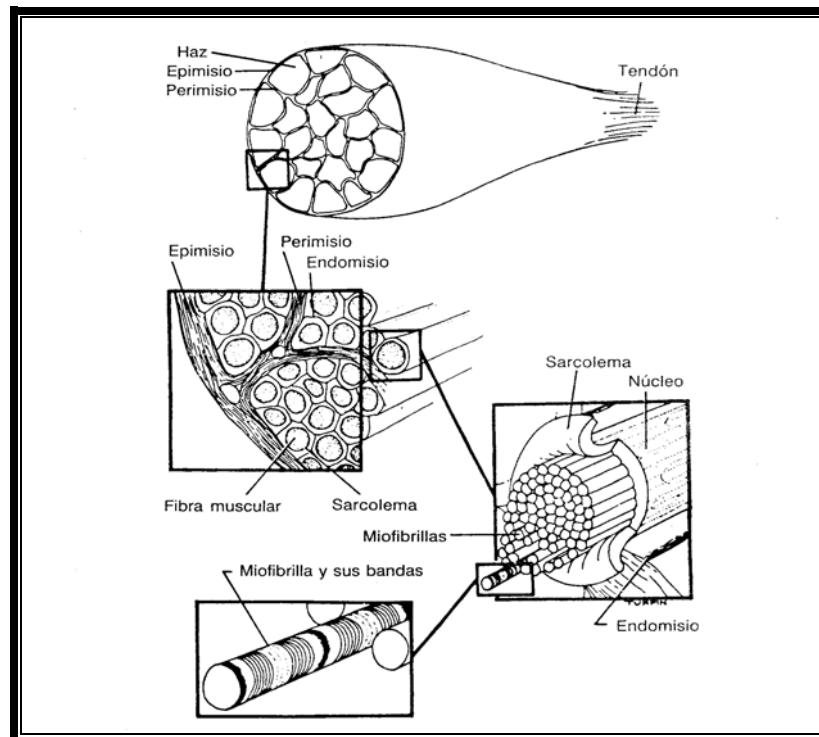


Figura 1. Arquitectura del músculo esquelético y sus fibras (Torrey: Morfología de los vertebrados)



### **2.2.1.2 Músculo cardiaco**

El músculo cardiaco tiene fibras estriadas cruzadas, igual que el esquelético, pero con la diferencia de que no está bajo el control voluntario y se localiza solamente en el corazón y en la base de los grandes vasos cuando se unen al corazón (Libby, 1981).

### **2.2.1.3 Músculo liso (no estriado)**

En contraste con el músculo esquelético estriado, la célula del músculo liso es corta y fusiforme, contiene únicamente un núcleo central por célula y no es en forma de banda (no estriado). De los tres tipos de músculos, el músculo liso es el de estructura más sencilla y de acción involuntaria. Se utiliza como ingrediente de los embutidos y también como envoltura para estos (Libby, 1981).

## **2.2.2 Tejido graso**

Está conformado principalmente por ácidos grasos saturados agrupados en triglicéridos. Representan una reserva energética para el animal y cierta protección para órganos vitales (Libby, 1981).

La grasa es el último tejido que se desarrolla en el animal y lo hace de la siguiente forma:

- Grasa caudal y renal
- Grasa intramuscular y subcutánea sobre los músculos
- Grasa entre los haces musculares (marmoleo)

La cantidad de grasa en la canal depende del sexo, la raza, la edad y del nivel nutricional (Libby, 1981).

A mayor grado de marmoleo, mayor suavidad y sabor en la carne

### **2.2.3 Tejido conectivo**

El tejido conectivo rodea al músculo y proporciona un marco suave y flexible, mantiene en su lugar a las fibras musculares, a la grasa y a los huesos. Hacia el final del músculo el tejido conectivo forma los tendones. El tejido conectivo se compone de tres tipos de proteínas: colágeno, elastina y reticulina (Libby, 1981).

El colágeno se encuentra en la piel, tendones, cartílagos, rodeando a las fibras musculares y músculos. El colágeno es termolábil. Se hidroliza en agua caliente convirtiéndose en gelatina soluble en el agua. Por eso, el colágeno es un factor importante en la suavidad de la carne cocida (Pérez, 2003).

La elastina se encuentra en las paredes de arterias, venas y en ligamentos. Es insoluble en agua y no se suaviza en la cocción. (Pérez, 2003).

#### **2.2.4 Tejido óseo**

Éste está conformado por todos los huesos del animal, sus funciones son de estructura y soporte de diversos órganos (Libby, 1981).

El armazón del cuerpo, o estructura ósea consiste en huesos conectados por ligamentos a través de las articulaciones. Los tejidos blandos (músculo y grasa) están armados sobre dicha estructura y los órganos están encerrados y protegidos por el esqueleto. Muchos cortes cárnicos al menudeo que contienen hueso, ayudan al consumidor a identificar la parte anatómica a la que corresponden (Libby, 1981).

De acuerdo a lo anterior se puede decir que un corte de carne contiene casi partes iguales de:

- Tejido muscular
- Tejido graso
- Tejido óseo

### **2.3 SACRIFICIO HUMANITARIO**

Es la aplicación del sistema de matanza que tiene como propósito fundamental eliminar el sufrimiento innecesario de los animales. Consiste

principalmente en provocar la insensibilización al animal por contusión o aplicación de gases para lograr mejor calidad en la carne y posteriormente sacrificar al animal para obtener un desangrado perfecto (Wilson, 1970).

### **2.3.1 Rigor mortis**

El “rigor mortis” es un cambio que ocurre en el músculo después de la muerte. Se caracteriza por lo siguiente:

- Los músculos se contraen y se endurecen.
- Las articulaciones se vuelven duras e inmóviles.

Estos cambios tienen lugar unas 10 horas después de la muerte, siendo más pronunciados a las 24 horas y desapareciendo después gradualmente.

El desarrollo del “rigor mortis” se ve influido por:

- \* Temperatura atmosférica. Las altas temperaturas lo aceleran, por el contrario, las bajas lo retrasan.
- \* Estado del animal antes de morir. Cuando un animal está cansado antes del sacrificio, la rigidez cadavérica es muy débil o no aparece. Bajo estas circunstancias su máximo se alcanza enseguida y el proceso pasa rápidamente (Wilson, 1971).

Inmediatamente después de que se sacrifica un animal bien descansado, sus músculos contienen ATP, creatin-fosfato y su pH es de 6.70 a 7.2, el músculo en estado de prerigor es extensible y se puede estirar de modo reversible hasta el 130-140% de su longitud en reposo. Cuando se disminuye el suministro de sangre portadora de oxígeno, el músculo entra en anaerobiosis y no puede mantener el nivel de ATP mediante fosforilización oxidativa. Al principio, el nivel de ATP muscular se mantiene por conversión de ADP en ATP a expensas de creatin-fosfato, y cuando éste último se agota, la concentración de ATP desciende. La pérdida de ATP también desencadena la conversión anaeróbica de glucógeno en lactato con el consiguiente descenso del pH de 7.2 a 5.5 pasadas 24 horas. Cuando los niveles de ATP descienden, los filamentos de miosina de la miofibrilla forman enlace con los filamentos de actina y el músculo pierde su extensibilidad y entra en fase de rigor (Lawrie, 1984).

El bajo pH causado por éste ácido hace a las proteínas musculares más sensibles, lo que ocasiona la ruptura de las bandas Z provocada por acción enzimática y el pH lo que da como resultado la terminación del “rigor mortis”, es decir se inicia la suavización de la carne. La duración del “rigor mortis” tiene relación directa con la especie del animal. En bovinos dura alrededor de 24 horas refrigerando de 4 °C a 8 °C (Wilson, 1970).

La carne de vacuno recién sacrificada es ligeramente ácida o alcalina tiene un pH de 6.5 a 7.2. Durante el rigor mortis el glucógeno se transforma en ácido láctico y éste hace que el pH del músculo descienda rápidamente hasta 5.6 en 48

horas. Esta acidificación evita el crecimiento de bacterias putrefactivas y con ello una rápida descomposición (Wilson, 1970).

### **2.3.1.2 Maduración**

Es el periodo de tiempo recomendado para que la carne adquiera las características sensoriales necesarias para obtener productos de buena calidad.

La maduración comienza cuando el músculo entra en rigor y se liberan iones de  $Ca^{2+}$  del retículo sarcoplásmico (Lawrie, 1984).

Esta liberación activa a un grupo de proteinasas (enzimas proteolíticos) denominadas calpaínas las cuales degradan proteínas miofibrilares al igual que las catepsinas las cuales muestran actividad óptima a pH ácido. Las que existen en el músculo y actúan sobre las proteínas del músculo son:

Catepsina B1, pH 3.5-6.0

Catepsina H, pH 6.0

Catepsina L, pH 6.0

Catepsina D, pH 3.0-5.0 (Lawrie, 1984).

A medida que transcurre el estado "post-mortem" la dureza disminuye. Después de 10 días de almacenamiento a 1°C se alcanza aproximadamente un

80% de la reducción total de la dureza. La elevación de la temperatura de almacenamiento aumenta la velocidad de ablandamiento, temperaturas entre 0°C y 40°C (Lawrie, 1984).

## **2.4 COMPOSICIÓN DE LA CARNE**

### **2.4.1 Agua**

El agua es el mayor componente (70 a 78%) del tejido del muscular magro. La humedad total se divide en dos categorías: agua libre y agua retenida. El tejido muscular normal “post mortem” tiene un pH promedio de 5.5, el cual se acerca al punto isoeléctrico (pH en el cual la proteína tiene una carga neutral y un mínimo en la capacidad de retención del agua) de las proteínas del tejido muscular de la carne; consecuentemente una alteración (fosfato o ácido) del pH aumenta la capacidad de retención de agua. La adición de algunos fosfatos (trifosfato de sodio, pirofosfato de sodio y fosfato disódico) puede aumentar el pH del músculo, provocando que las miofibrillas tomen una carga negativa, haciendo que estas miofibrillas se separen y consecuentemente, aumente su capacidad para retener agua. Durante la evolución del “rigor mortis”, el pH normalmente desciende de 7.2 a más o menos 5.5; esto reduce la capacidad de retención de agua de los tejidos (Libby, 1981).

### **2.4.2 Grasa**

Los lípidos son las fracciones de tejidos insolubles en agua, y solubles en éter etílico. La mayor porción de la fracción del lípido es un compuesto de triglicéridos

conocidos en la industria como grasas (sólidos a temperatura ambiente) o aceites (líquidos a temperatura ambiente). En la fracción lipídica de la carne se encuentran los fosfolípidos, esteroles y ácidos grasos libres (sustancias insaponificables) y los triglicéridos (sustancias saponificables). Dentro de los ácidos grasos saturados se encuentran el butírico, láurico, místico, esteárico, entre otros y los ácidos grasos no saturados como el palmitoleico, oleico, linoleico, linolenico y araquiidónico (Libby, 1981).

### **2.4.3 Proteínas**

#### **2.4.3.1 Proteínas sarcoplasmicas**

Proteínas sarcoplasmicas (6% del músculo) son las que se encuentran en el líquido que circunda y penetra en las miofibrillas y otras en los corpúsculos de las células musculares. Estas proteínas pueden extraerse de la célula, disolviéndolas en soluciones salinas. Dentro de estas se encuentran la mioglobina y la hemoglobina (Libby, 1981).

#### **2.4.3.2 Proteínas miofibrillares**

Las proteínas miofibrillares (10% del músculo) son las proteínas que dan la rigidez al músculo y son las responsables de convertir la energía química en



mecánica. Son solubles en soluciones salinas concentradas. Dentro de estas se encuentran la miosina y la actina (Libby, 1981).

### **2.4.3. 3 Proteínas reticulares**

Son las proteínas del tejido conjuntivo y son el principal soporte de la estructura del animal. Junto con esta función incluyen estructuras, cubren al organismo y conectan los músculos, órganos y huesos. Son insolubles en soluciones concentradas salinas a bajas temperaturas. Dentro de estas se encuentran el **colágeno**: tejido conjuntivo blanco, que se puede convertir en gelatina por medio del calor, **elastina**: tejido conjuntivo amarillo que casi es indestructible, **reticulina**: tejido conjuntivo que resiste la conversión a gelatina a pesar del calor húmedo (Libby, 1981).

### **2.4.4 Hidratos de carbono**

Representan menos del 1% de la canal encontrándose entre ellos al glucógeno, glucosa, mucopolisacáridos (condroitin sulfato y ácido hialurónico) y polisacáridos misceláneos (heparina y queratosulfato) siendo el glucógeno más importante, ya que en los animales vivos los carbohidratos se almacenan en forma de glucógeno (energía animal). La cantidad, en el tejido muscular generalmente, es menor del 1%. El glucógeno contenido en el músculo se convierte en ácido láctico después de morir el animal; esto provoca el descenso del pH de aproximadamente de 7.2 hasta 5.5. La disminución de la proporción del pH en el

estado “post mortem” está influenciada por las características genéticas del animal y de la temperatura de la canal en el estado “post mortem” (una rápida congelación causa la caída más lenta del pH). El pH (el pH más o menos estable se obtiene de las 8 a las 24 horas post mortem en las canales congeladas) está en función de la especie animal, tipo de músculo, factores genéticos y del nivel de glucógeno (un alto nivel de glucógeno da como resultado un pH al final bajo) el cual es regulado en los tejidos por la alimentación y el estado de estrés antes de la muerte (Libby, 1981).

#### **2.4.5 Vitaminas**

Los tejidos musculares se consideran como buenas fuentes de vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, B<sub>6</sub>, ácido pantoténico, biotina, ácido fólico y B<sub>12</sub>) y vitaminas liposolubles como A, D, E, K. (Libby, 1981).

#### **2.4.6 Minerales**

El contenido de cenizas en los tejidos musculares, es de aproximadamente el 1% siendo éstos el azufre, potasio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, calcio, hierro, zinc (Libby, 1981).

### **2.5 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA**

La capacidad de retención de agua se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas, tales como el corte, la trituration y el prensado. La humedad de la carne depende de la capacidad de retención, y

ésta a su vez depende del pH, de la concentración de proteínas hidrofílicas y de la presencia de iones (Ca, Cl, K, Na y PO<sub>2</sub>). A pH que oscila de 5.8 a 6.0 la CRA es máxima, mientras que un alejamiento de este punto provoca la desnaturalización de proteínas, y por tanto, una baja en la CRA (Guerrero y cols., 1990).

## **2.6 MARINADO DE CARNES**

Por miles de años se ha practicado la marinación o curado (costumbre de saturar la carne en soluciones de sal, vino o vinagre). En principio fue un método para preservar la carne. Pero además vuelve a la carne más tierna y recientemente se ha empleado por su efecto marinador y sazonador (Libby, 1981).

Hay muchos factores que afectan la suavidad de la carne, como la raza del animal, su edad, la concentración de sal, la solubilidad del colágeno y la acidez del músculo (James-Jensen, 1994).

Probablemente el mecanismo de reblandecimiento más importante sea la hidrólisis de la fibra muscular, que representa las tres cuartas partes de la porción comestible de la carne (James-Jensen, 1994).

La marinación es un método de agregar valor a varias gamas de productos. Típicamente los marinadores contenían ingredientes como azúcar, condimentos, aceite y un ácido, este último en la forma de vinagre, vino o jugo de fruta (James-Jensen, 1994).

## **2.7 MÉTODOS DE MARINADO DE CARNES**

Existen tres métodos para elaborar productos marinados:

- Inmersión
- inyección
- masaje.

El marinado se realiza por medio de procesos estáticos (por inmersión) o dinámicos (por inyección y masaje). El estático, el más utilizado, se logra sumergiendo la carne en una solución . El dinámico utiliza métodos mecánicos como el "tombleado" (masaje) y la inyección, cuyos resultados son mejores y menor es la demanda de tiempo (Xargayó y cols., 2001).

### **2.7.1 Inmersión**

La inmersión es el método más antiguo como se menciona anteriormente, es un proceso estático y consiste en sumergir la carne en el marinado, dejando que los ingredientes penetren por en la carne por difusión con el paso del tiempo (de 12 a 16 horas). Este método es poco fiable en la industria cárnica porque no proporciona regularidad en la distribución de los ingredientes. Por otra parte, es

poco práctico porque requiere tiempos largos de proceso y limita la cantidad de marinado a absorber (Xargayó y cols., 2001).

### **2.7.2 Masaje**

La marinación rotativa involucra la utilización de unidades masajeadoras. Se puede disminuir el tiempo que se demora la carne en absorber el marinado de horas a minutos con la agitación continua. Se colocan la carne cruda y el líquido de marinado o la mezcla seca (si se va a cubrir la superficie solamente) en un tambor giratorio y se deja rodar suavemente en el marinado. En cuanto al marinado por masaje (tombleado) tiene mayor aplicación en trozos de carne pequeños y deshuesados, porque es difícil mantener una buena regularidad y uniformidad de los ingredientes del marinado en trozos grandes distribuyendo la salmuera solamente por difusión, y cuando se trata de carne con huesos, estos se pueden dañar o separar de la carne (Xargayó y cols., 2001).

### **2.7.3 Inyección**

Otra técnica para incorporar los marinados a las piezas más gruesas de músculo es la inyección directa. Hay inyectoros con agujas múltiples disponibles para productos con huesos y sin huesos. El control de la cantidad de líquido

inyectado es bastante preciso y permite que se logre uniformidad en la distribución del marinador (Xargayó y cols., 2001).

Los marinadores que se utilizan son aquellos que tienen componentes que se disuelven completamente en la solución o que no tienen partículas. Los aceites de condimentos, las oleorresinas y soluciones de extractos de sazones se mezclan o se dispersan bien en las soluciones de sal y fosfatos. Las partículas suspendidas en una solución de marinado, como los granos de pimienta, polvo de mostaza, semillas y otras partículas de sazones tienden a obstruir las agujas del inyector y efectivamente obstaculizan la entrega del líquido al producto (James-Jensen, 1994).

El marinado por inyección quizás sea el método más ampliamente utilizado porque permite dosificar una cantidad exacta de salmuera, garantizando una regularidad en el producto y sin las pérdidas de tiempo que implica la inmersión. Pero para conseguir esta regularidad es necesario que el equipo utilizado pueda inyectar la cantidad deseada de marinado de forma muy precisa y que la

distribución de la misma sea regular a lo largo de la pieza, sin afectar la integridad de la misma. Otro factor importante a tener en cuenta, es el drenaje posterior a la inyección, que tiene que ser el mínimo posible para no afectar el aspecto del producto final (James-Jensen, 1994).

Se hace por medio de bombas que impulsan la salmuera ó marinador a través de agujas con orificios de 1 mm o más de diámetro, depositando el marinado durante su recorrido descendente a través de la carne, formando un depósito de salmuera en la zona de penetración de la aguja (Xargayó y cols., 2001).

## **2.8 FORMULACIÓN DE MARINADORES**

### **2.8.1 Marinadores**

Hay cuatro tipos de marinadores para marinar: los cocidos, los crudos, los instantáneos y los secos.

Los cocidos se utilizan muy poco, gracias a los adelantos de la refrigeración, pero se suelen preparar cuando se quiere que el producto final mantenga por más tiempo una calidad excelente. La ventaja es que como se cocinan todos los ingredientes; las especias, sueltan todo su sabor y éste se adhiere fácilmente a la carne (James-Jensen, 1994).

Los marinadores crudos consisten en combinar los ingredientes y añadirlos a la carne, se marinan en el refrigerador hasta por dos o tres días, dando vuelta a la carne para que ésta se impregne de sabor (James-Jensen, 1994).

Los marinadores instantáneos son los que vienen embotellados y se vierten sobre la carne por algunos minutos u horas antes de colocarlas a la parrilla. El tiempo depende del tipo de carne y el corte que sea (James-Jensen, 1994).

Los marinadores secos se utilizan sólo para dar sabor. Generalmente son una mezcla de sal, especias y hierbas (James-Jensen, 1994).

### **2.8.2 Salmuera básica para marinar**

- Agua (89.3%)
- Cloruro sódico (7.7%)
- Tripolifosfato sódico (1.5%)
- Diferentes aromas según el tipo de carne utilizada (1.5%) (Xargayó y cols. 2001).

## **2.9 FUNCIÓN DE LOS INGREDIENTE, EFECTOS**

### **2.9.1 Sal**

En embutidos escaldados se incorpora de 1,6 a 2,2 % con la finalidad de impartir sabor (ión sodio), solubilizar las proteínas, retener agua (ión cloruro),

mejorar la coloración y conservar el producto. La adición de sal a una carne cruda disminuye el pH de las proteínas aproximadamente en 0.2 unidades y lo lleva por tanto a las proximidades de 5.0. por esto, en las condiciones prácticas de fabricación de los



productos cárnicos (pH 5.5 a 6.0), la diferencia entre las proteínas y el pH del medio está aumentada, lo que se traduce por un aumento del poder de retención de agua (Girard, 1997).

La elevación de la temperatura favorece la penetración de la sal. Poco sensible a la baja temperatura, esta influencia es muy marcada por encima de los 15°C. cuanto más elevado es el pH menos fácilmente penetra la sal. Ayuda a la solubilización de proteínas cárnicas y a la expansión de las estructuras cuaternarias, ya que supone el principal aporte a la fuerza iónica del producto, gracias a que debilita las uniones electrostáticas existentes entre los grupos -COO<sup>-</sup> y -NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, lo que contribuye a la retención de agua y a la ligazón entre los músculos en el producto terminado (Girard, 1997).

### **2.9.2 Fosfatos**

La adición de fosfatos a la carne eleva su pH de 0.2 a 0.5 unidades y por ello aumenta su poder de retención de agua. Cumplen básicamente las siguientes funciones: ayudan a la carne a retener agua, solubilizan y extraen proteínas miofibrilares (actina miosina), responsables de la ligazón intermuscular. La capacidad de hidratación de la proteína y por ende su capacidad retenedora de agua durante la cocción será mayor en la medida en que el fosfato (en especial el

pirofosfato en sus diferentes formas de sales sódicas, potásicas o cálcicas) rompa los enlaces de las proteínas terciaria y cuaternaria. Se emplean en los productos

cárnicos con el fin primordial de aumentar la capacidad de retención de agua. Este incremento tiene como resultado: reducción de la pérdida de agua durante la cocción, incremento del rendimiento después del cocimiento, incremento de la suavidad, retención del sabor por la pérdida de los jugos propios de la carne durante la cocción, incremento de la capacidad de ligado entre piezas musculares y la prolongación de la vida de anaquel por la habilidad de secuestrar el hierro que cataliza las reacciones de oxidación de las grasas (Girard, 1997)

### **2.9.3 Agua**

Una de las funciones principales del agua es la de actuar como solvente. La solubilización de las proteínas cárnicas es crítica para el buen desempeño tanto de la emulsión como de las propiedades de ligazón de la carne. Por su carácter solvente sirve para disolver y distribuir uniformemente los demás ingredientes no cárnicos y controla la temperatura del proceso. Al utilizar el agua o el hielo en proporciones adecuadas se puede reducir la cantidad de calor causada por la fricción (Girard, 1997).

### **2.9.4 Nitritos y nitratos**

El nitrato como tal no tiene acción nitrificante sobre la carne. Su efecto se debe a que se transforma en nitrito por acción de las enzimas nitrato-reductasa producidas, entre otros, por lactobacilos y enterobacterias. Este proceso de transformación es lento por lo que su uso está limitado a productos de procesamiento lento. Su función como conservador es muy específica, ya que inhibe el crecimiento de microorganismos,

adicionalmente tiene efecto en la formación de color (rojo de curado), contribuye al sabor y aroma, y como antioxidante (protección de las grasas frente a la oxidación (Girard, 1997).

Los nitritos de sodio y de potasio se agregan como agentes para el curado de productos cárnicos en lugar de los nitratos. El nitrito provoca múltiples efectos en la carne, a saber: 1) fija la hemoglobina en forma de nitrosohemoglobina, dando a la carne su característico color rojo, 2) tiene un efecto definido sobre el sabor cuando está presente en pequeñas cantidades; 3) tiene acción bacteriostática. La cantidad de nitrito tolerada en carnes curadas tiene un límite de menos de 200 ppm en el producto acabado (Libby, 1981). Lo anterior se debe a que el nitrito es tóxico por su poder oxidante. Tiene la propiedad de oxidar la hemoglobina sanguínea en metahemoblobina que bajo esta forma no es ya apta para jugar su papel de transportadora de oxígeno (Girard, 1991).

### **2.9.5 Ácido ascórbico, Ascorbato o Eritorbato de Sodio**

Cumple con tres funciones básicas destacando en primer lugar como agente reductor del nitrito. Reduce el nitrito a óxido nitroso facilitando la formación de nitrosomioglobina, acelerando por lo tanto la formación de color. Contribuye decisivamente a la estabilidad de color en el producto terminado, lo cual se le atribuye a sus propiedades reductoras (efecto antioxidante) que actúan inhibiendo la formación de radicales de peróxido en la superficie por acción de la luz ultravioleta y el oxígeno del aire, responsables de la descomposición del pigmento.

Contribuye también a la formación de nitrosaminas cancerígenas, bloqueando la formación de agentes nitrosantes ( $N_2O_3$ ) a partir del óxido de nitroso (Girard, 1997).

### **2.9.6 Especies**

Se incorporan a los productos cárnicos para conferirles olores y sabores particulares. También actúan de manera positiva sobre la digestión. Algunas especias tienen acción antioxidante como la pimienta negra, el clavo, el jengibre, la nuez moscada, el romero, la salvia y el tomillo. Igualmente, se les adjudica un aumento en la capacidad para la fijación de agua. Todas las acciones van a depender de la dosificación, relacionada con el tipo de producto, el fabricante y los hábitos del consumidor (Girard, 1997).

### **2.9.7 Extractos de especias**

De las especias se extraen aceites volátiles o esenciales y aceites fijos u oleorresinas conteniendo principios aromáticos y tienen un carácter sazonador y conveniente para los alimentos con carne. La mayoría de aceites esenciales consisten en mezclas de hidrocarburos (terpenos), compuestos oxigenados (alcoholes, ésteres) y cantidades pequeñas de residuos no volátiles sólidos o básicos (Libby, 1981).

### **2.9.8 Féculas**

En productos de alto rendimiento se usan para la retención de agua almidones y féculas. Estos productos, que suelen ser utilizados en jamón cocido sin modificaciones químicas, son polisacáridos que gelifican por acción del calor formando una trama tridimensional que retiene abundantes cantidades de agua. La mayoría de almidones gelifican a temperaturas entre 65y 75°C, siendo la temperatura de gelificación dependiente también del tamaño de partícula que presenten. Los más usados son los almidones de trigo, patata, maíz y mandioca. El almidón de trigo tiene la ventaja de que tiene buen sabor y gelifica a temperatura baja (65°C) dando al producto una buena textura. La fécula de patata tiene un poder de retención de agua muy elevado pero transmite al producto un sabor no muy agradable y una textura no demasiado satisfactoria, con un punto de gelificación de alrededor de 70°C (Girard, 1997).

## **2.10 EFECTO DEL MARINADOR SOBRE EL RENDIMIENTO**

### **2.10.1 Retención del marinado dentro de la carne**

Se puede definir la retención como la capacidad de ligar agua por parte de las proteínas naturales de la carne. Cuanto más fuerte es esta unión, mejor es la capacidad de retención de la carne y menor el drenaje posterior (Xargayó, 2001).

Las proteínas de la carne son las responsables de la retención de agua, y específicamente las miofibrillas musculares. Éstas poseen grupos reactivos cargados eléctricamente y por tanto pueden asociarse a los grupos polares de las

moléculas de agua. Las moléculas de agua que permanecen fuertemente unidas a las proteínas cárnicas, son aquellas que se encuentran más cercanas a ellas. Otras moléculas acuosas pueden ser atraídas sucesivamente por las moléculas ligadas en capas que son cada vez más débiles a medida que es cada vez mayor su distancia del grupo reactivo de la proteína. Esta agua se puede denominar inmovilizada, pero la cantidad así inmovilizada depende de la cantidad de fuerza ejercida físicamente sobre el músculo. El agua que se mantiene ligada únicamente por fuerzas superficiales se denomina agua libre y es la que se puede perder más fácilmente durante el escurrido (Guerrero y cols., 1990).

#### **2.10.1.2 Efecto de la sal y los fosfatos**

Como ingredientes claves se tienen el cloruro sódico (sal) y los fosfatos de sodio, excluyendo los sabores y condimentos. El contenido de sal en el producto después de la absorción de la solución generalmente es más bajo que el de los productos procesados como rollo de carne, carne rostizada y jamones. Un alcance de 0.2% a 0.5% del contenido de sal en el producto final es típico, y depende tanto del método y cantidad de marinado que se incorpora, como del perfil del sabor que se ha fijado como objetivo (James-Jansen, 1994).

La sal funciona para acelerar la absorción del marinador. Asociado con este fenómeno hay un aumento en el contenido de humedad mediante los efectos de la sal en las proteínas miofibrilares de los tejidos del músculo. Hay menos

pérdida de humedad en el goteo de las piezas crudas y marinadas porque aumenta la capacidad de los tejidos de retener agua. Esto se debe en gran parte a que los iones de cloruro de sal son cargados negativamente los cuales alteran la conformación de las proteínas miofibrilares. Por otra parte hay interacción con los aminoácidos los cuales son cargados positivamente y expuestos a lo largo de la estructura fibrillar de la proteína de esta manera se nota una hinchazón dentro de las fibras del tejido debido a la retención de agua, por lo tanto la carne encogerá menos y habrá más jugosidad (James-Jansen, 1994).

Los fosfatos de sodio también son formas de sal y fomentan los mismos efectos que se describieron para el cloruro de sodio. La adición del cloruro de sodio no altera el pH de los tejidos (James-Jansen, 1994).

No obstante, el pH es otra importante consideración que afecta la absorción de humedad.

### **2.10.1.3 Efectos del pH**

La adición de fosfatos alcalinos ( tripolifosfato de sodio, pirofosfato de sodio, metafosfato de sodio al 1% todos) a los marinados tiene el efecto de subir el pH de los tejidos del músculo y aumenta la fuerza iónica en la fase acuosa de la carne. Debido al efecto del pH, la ionización total de los aminoácidos en las proteínas miofibrilares aumenta y los iones negativos de fosfato actúan

recíprocamente con los sitios expuestos de las proteínas de la misma manera que la sal (James-Jansen, 1994).

Los efectos sinérgicos en la absorción de humedad, retención de sabor y menos encogimiento ocurren con los marinadores que contiene ambos sal y fosfatos (.30%) (James-Jansen, 1994).

## **2.11 CORTES MAYORES Y AL MENUDEO DE LA CANAL**

Las canales de ganado bovino antes de ser seccionadas se cortan en dos pares. Las mitades de bovino están formadas por un cuarto anterior y uno posterior del mismo lado del animal. Los cuartos son producidos al cortar las mitades separando el cuarto anterior y el posterior entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costillas, la 13<sup>a</sup> costilla pertenece al cuarto posterior (Lobby, 1981).

Posteriormente se continúa con la operación de despiece y cortes al mayoreo de los cuales se obtienen los cortes menores a los que pertenecen el T-bone, rib-eye y la arrachera (Lobby, 1981).

### **2.11.1 Cuarto delantero**



Es la porción anterior de la canal que es separado del cuarto trasero por un corte que pasa entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla.

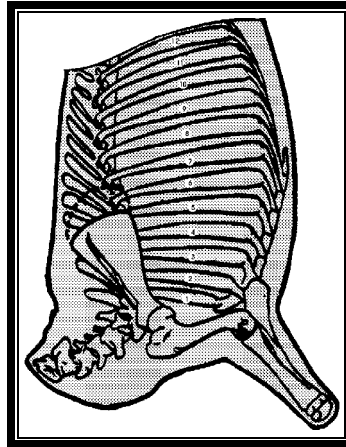


Figura 2. Cuarto delantero. (Inspection, 2004)

### **2.11.2 Cuarto trasero**

Es la porción posterior de la canal que es separado del cuarto delantero por un corte que pasa entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla.

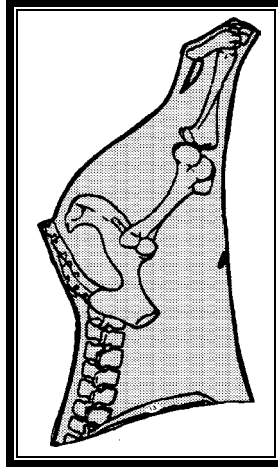


Figura 3. Cuarto trasero. ( Inspection, 2004)

En la siguiente figura se muestran los cortes mayores de la canal de res.

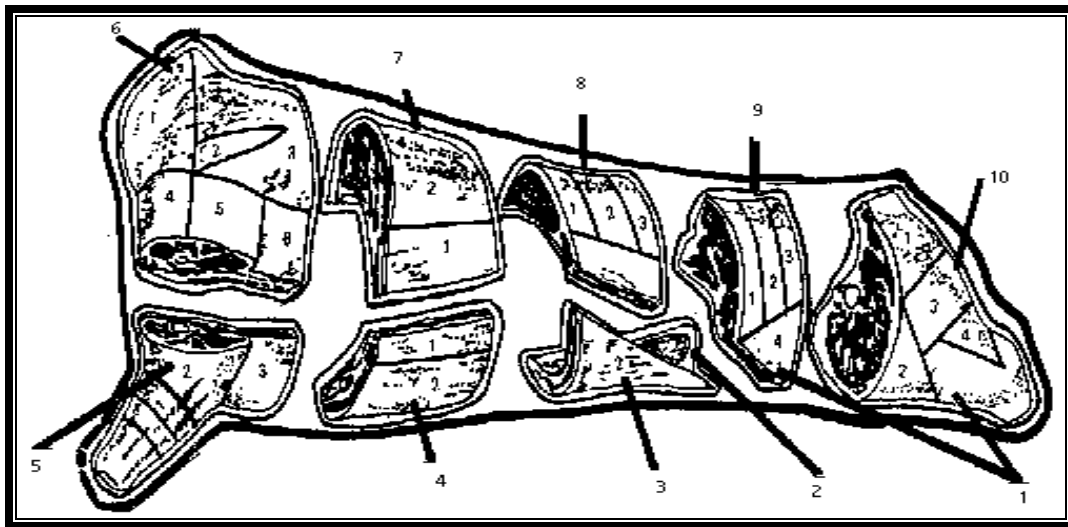


Figura 4. Carta de res, cortes al mayoreo (Carta cortesía del Rastro Nacional y del Consejo de la Carne de los EE.UU., 1984)

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1. Pierna trasera           | 6. Espalda               |
| 2. Falda                    | 7. Entrecot y costillas  |
| 3. Falda                    | 8. Lomo corto            |
| 4. Agujas                   | 9. Lomo bajo o solomillo |
| 5. Pecho y pierna delantera | 10. Aguayón o redondo    |

### 2.11.3 Rib-eye (ojo de la costilla)

Proviene del cuarto delantero de la canal, se le denomina en México chuleton y en Estados Unidos rib, está formado por el músculo “longissimus dorsi” que forma el ojo de chuleta o rib eye. Este corte además incluye los músculos “spinalis dorsi”, “complexus” y “nultifidus dorsi”. Esta pieza debe quedar prácticamente libre de grasa superficial y carne intercostal (U.S. Meat Export Federation, 1999).

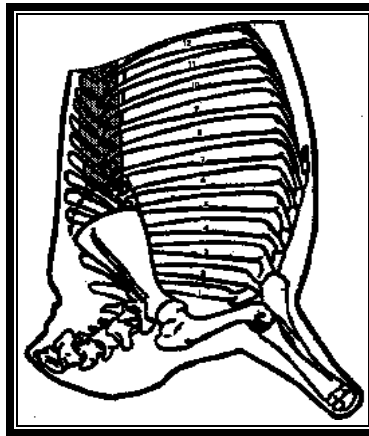


Figura 5. Ubicación del corte rib-eye en el cuarto delantero. (Inspection, 2004)



Figura 6. Rib-eye

#### 2.11.4 T-bone

Este tipo de corte proviene del cuarto posterior, su principal característica es que este corte tiene un hueso que forma una T por el centro, este corte siempre se hace con sierra para cortar las vértebras uniformemente (U.S. Meat Export Federation, 1999).

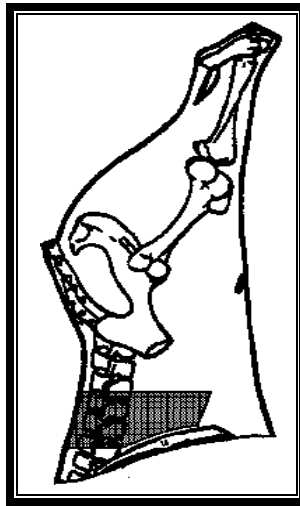


Figura 7. Ubicación del corte T- bone en el cuarto trasero. (Inspection, 2004)



Figura 8. T-bone

El lomo se divide en el lomo corto y el solomillo. El lomo corto incluye la decimotercera costilla y la pequeña parte posterior.

El lomo corto es el más blando de los cortes principales porque los músculos en esta área son poco usados. El músculo superior del lomo es el músculo más grande y el filete es el músculo interior más pequeño. Los cortes del lomo corto son también los más costosos y magros en los animales domésticos, el mayor de los músculos del lomo se conoce como “longissimus dorsi”. Está compuesto de numerosos haces pequeños, extendidos desde regiones transversas a regiones espinosas (Frandsen, 1995).

#### **2.11.5 Arrachera (falda exterior, diafragma)**

La falda exterior o diafragma es un corte deshuesado que se produce de las agujas cortas. Este músculo delgado se puede comprar con o sin pellejo o membrana unidos. Este corte casi no presenta grasa en la superficie. Falda significa parte muscular fina del diafragma adyacente a las costillas (U.S. Meat Export Federation, 1999). La arrachera se caracteriza por tener muchos tejidos finos conectivos que se derriten cuando se cocina la carne. Aunque este corte es sabroso, no es tan blando como los cortes del lomo y la costilla. Este músculo es de los músculos ejercitados y por lo tanto, es más resistente y se beneficia de los métodos húmedos para cocinar.



Figura 9. Arrachera

En la siguiente figura se muestran los cortes al mayoreo y menudeo que se obtienen de la canal.

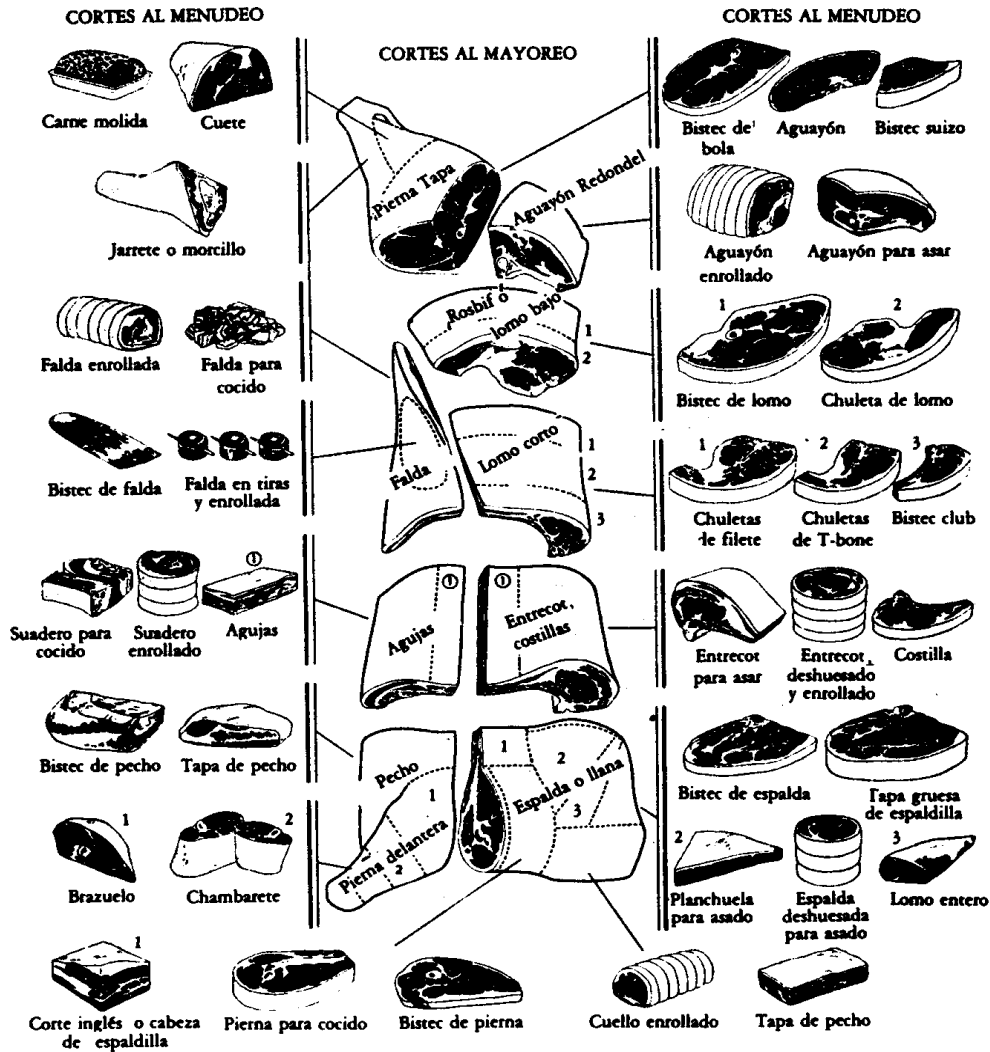


Figura 10. Gráfica de res, cortes al mayoreo y menudeo. (Cortesía del Rastro Nacional y del Consejo de la Carne de los E.U.A.)  
 El corte arrachera se obtiene de la falda, el corte T-bone del lomo corto y el rib-eye del costillar.



## **3. MATERIALES Y METODOS**

---

### **3.1 Materia prima**

Los cortes de carne que se utilizaron en la presente investigación son: arrachera, T-bone y rib-eye. Estos cortes se adquirieron en el comercio local.

- agua purificada

### **3.2 Materiales**

- Se utilizó material de plástico del laboratorio de carnes
- Cuchillos
- Vaso de precipitados de 1 litro
- Jeringa veterinaria con capacidad de 30 ml

Dos marinadores los cuales se describen a continuación:

#### **Marinador de carnes natural**

Ingredientes:

- Harina de trigo
- Mezcla de oleorresinas
- Mezcla de fosfatos

- Glutamato monosódico

Uso: disolver en agua poniendo 25% del marinador con respecto al peso de la carne, de acuerdo con las especificaciones del proveedor.

### **Marinador con picante**

Ingredientes:

- Chile cascabel en polvo
- Mezcla de oleorresinas
- Fosfato de sodio
- Almidón de maíz y papa
- Sal nitro (nitratos Na-K)
- Eritorbato de sodio

Uso. Disolver 250 gr del marinador en un litro de agua de acuerdo con las especificaciones del proveedor.

### **3.3 Equipos**

- Báscula electrónica.
- Potenciómetro





## **4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

---

### **4.1 Selección de la materia prima**

Los cortes de carne se adquirieron en el mismo centro comercial para tener una homogeneidad en el grosor del corte y disminuir la variación en resultados relacionados con este parámetro.

### **4.2 Procedimiento general del marinado**

El proceso general para todos los cortes fue el siguiente:

La carne se enjuagó para eliminar el exceso de sangre, posteriormente se pesó para obtener 1000 g de ésta. Se preparó el marinado con la cantidad de agua y marinador correspondiente, enseguida se agregó el marinado a la carne y se dejó en reposo durante 12 horas a temperatura de refrigeración (4°C). Transcurrido este tiempo, la carne se enjuagó ligeramente para eliminar exceso de marinador. Finalmente se pesó para obtener por diferencia de pesos el aumento en rendimiento en peso de la carne.

El experimento se realizó utilizando dos marinadores, los cuales se identificaron de la siguiente forma.

Marinador número 1 = marinador natural.

Marinador número 2 = marinador con picante.

Estos fueron adicionados en una cantidad de 250 gr por 1000 gr de carne.

Se utilizó 1000 g de carne como base para cada repetición.

Los métodos de marinado fueron dos:

- Marinado por inmersión
- Marinado por inyección

#### **4.2.1 Marinado de la carne**

##### **4.2.1.1 Por inmersión**

La carne se marinó y se dejó en reposo por 12 horas a una temperatura de refrigeración de 4°C.

##### **4.2.1.2 Por inyección**

En este caso también se lavó la carne para disminuir el exceso de sangre, posteriormente se pesó, se preparó el marinado de acuerdo a la especificación del marinador, se colocó en la jeringa inyectora el 15% del marinador en base al peso de la carne, lo que representa 150 ml para 1000 g de carne, la inyección se hizo con una distribución homogénea y posteriormente se dejó en reposo por 12 horas a 4°C.

#### 4.2.2 Rendimiento

El cálculo del rendimiento se hizo por diferencia de peso de la carne como sigue:

$$R = \frac{\text{peso carne marinado} - \text{peso inicial carne}}{\text{peso inicial carne}} \times 100$$

Cada corte de carne se marinó por separado con los dos marinadores y con los dos métodos de los cuales se obtuvo la relación de datos presentados en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Relación de condiciones experimentales empleadas**

<b>CORTE</b>	<b>METODO</b>	<b>MARINADOR</b>
Arrachera	Inmersión	1
Arrachera	Inmersión	2
Arrachera	Inyección	1
Arrachera	Inyección	2
T-bone	Inmersión	1
T-bone	Inmersión	2
T-bone	Inyección	1
T-bone	Inyección	2
Rib-eye	Inmersión	1
Rib-eye	Inmersión	2
Rib-eye	Inyección	1
Rib-eye	Inyección	2

Se realizaron dos repeticiones experimentales para poder hacer la comparación de resultados.

Los datos fueron procesados en el software SAS en un diseño factorial bajo el procedimiento GLM (general linear model), ubicándose el corte como primer factor (x1), el método de marinación como segundo factor (x2) y el marinador como tercer factor (x3). Se capturaron las dos repeticiones del experimento.



## **5. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

La presente investigación se realizó en dos etapas, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

En la primera repetición los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Cuadro 2. Aumento en rendimiento de los diferentes cortes (1)**

<b>CORTE</b>	<b>METODO</b>	<b>MARINADOR</b>	<b>A.R %</b>
Arrachera	inmersión	1	22.5
Arrachera	inmersión	2	21
Arrachera	inyección	1	10
Arrachera	inyección	2	16
T-Bone	inmersión	1	7.2
T-Bone	inmersión	2	12
T-Bone	inyección	1	11
T-Bone	inyección	2	13
Rib-eye	inmersión	1	16
Rib-eye	inmersión	2	14
Rib-eye	inyección	1	10
Rib-eye	inyección	2	18.6

Marinador 1 = marinador natural, Marinador 2 = marinador con picante

En el Cuadro 2 se observa que el corte que obtuvo un mayor aumento en rendimiento es la arrachera teniendo un 22.5 % de aumento en peso en relación con el inicial, con el método de inmersión y con el marinador natural ó número 1. Los de menor aumento fueron el T-bone con 7.27% por medio del método de

inmersión con el marinador 1, siguiendo el rib-eye con 10% de aumento en rendimiento con el método de marinado por inyección y el marinador 1.

Los datos de la segunda etapa se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Aumento en rendimiento de los diferentes cortes (2)**

<b>CORTE</b>	<b>METODO</b>	<b>MARINADOR</b>	<b>A.R %</b>
Arrachera	inmersión	1	16.5
Arrachera	inmersión	2	23.5
Arrachera	inyección	1	14.4
Arrachera	inyección	2	22
T-Bone	inmersión	1	13
T-Bone	inmersión	2	14.5
T-Bone	inyección	1	10
T-Bone	inyección	2	10.5
Rib-eye	inmersión	1	8.5
Rib-eye	inmersión	2	12.5
Rib-eye	inyección	1	13
Rib-eye	inyección	2	12.5

Marinador 1 = marinador natural, Marinador 2 = marinador con picante

En el Cuadro 3 se puede observar que el corte que tuvo mayor aumento en rendimiento sobre los demás cortes es la arrachera teniendo un 23.5% de aumento en peso mediante el método de inmersión con el marinador número 2 ó con picante. El de menor aumento fue el rib-eye con 8.5% de aumento mediante el método de inmersión con marinador 1, siguiendo el T-bone con 10% de aumento en peso con el método de inyección y el marinador 1.

Los datos obtenidos en las dos tablas anteriores todavía no se sometían al análisis estadístico, por lo que para obtener resultados más claros se aplicó este análisis.

El número de observaciones son 24 debido a que en cada repetición se trabajó con 12 tratamientos.

En Cuadro 4 se muestra el análisis de varianza para todos los tratamientos juntos y así poder determinar si el modelo es aceptable para los tratamientos

**Cuadro 4. Análisis de varianza para todos los datos**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Fc</b>	<b>Fc&gt;Ft</b>
Tratamientos	9	330.44017	36.71557	3.7	0.0143
Error	14	139.01552	9.92968		
Total	23	469.4556			

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrado medio, Fc = F calculada, F de tabla  
Coeficiente de variación = 22.16%

De acuerdo al coeficiente de variación, se tiene 22.16% de confianza los datos.

El análisis de varianza para cada factor se muestra en el siguiente cuadro..

**Cuadro 5. Análisis de varianza para cada factor**

F.V	G.L.	S.C.	M.C	Fc	Fc>Ft
X1	2	207.4694	103.7347	10.45	0.0017
X2	1	18.8505	18.8505	1.9	0.1899
X3	1	50.8377	50.8377	5.12	0.0401
X1*x2	2	39.3385	19.6692	1.98	0.1748
X1*x3	2	11.6189	5.8094	0.59	0.5701
X2*x3	1	2.3250	2.3250	0.23	0.6359

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, SC = suma de cuadrados,  
CM = cuadrado medio, Fc = F calculada, F de tabla  
x1 = corte, x2 = método de marinación, x3 = marinador  
x1 \* x2 = corte con método de marinación  
x1 \* x3 = corte con marinador  
x2 \* x3 = método de marinación con marinador

En el Cuadro 5 se muestra el análisis de varianza y puede observarse que existe diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ), entre los resultados de los cortes. En cuanto al método de marinación no existe diferencia significativa entre los dos métodos y en cuanto al marinador si existe diferencia significativa.

En lo que se refiere a las interacciones, ninguna de ellas presenta diferencia significativa, lo que indica que cada uno de los factores actúan individualmente en el proceso de marinación.



### 5.1 Resultados del aumento en rendimiento en cada corte

Para obtener este resultado se determinó el promedio de cada corte para ver la diferencia en aumento en rendimiento entre ellos, los resultados se expresan en la siguiente gráfica.

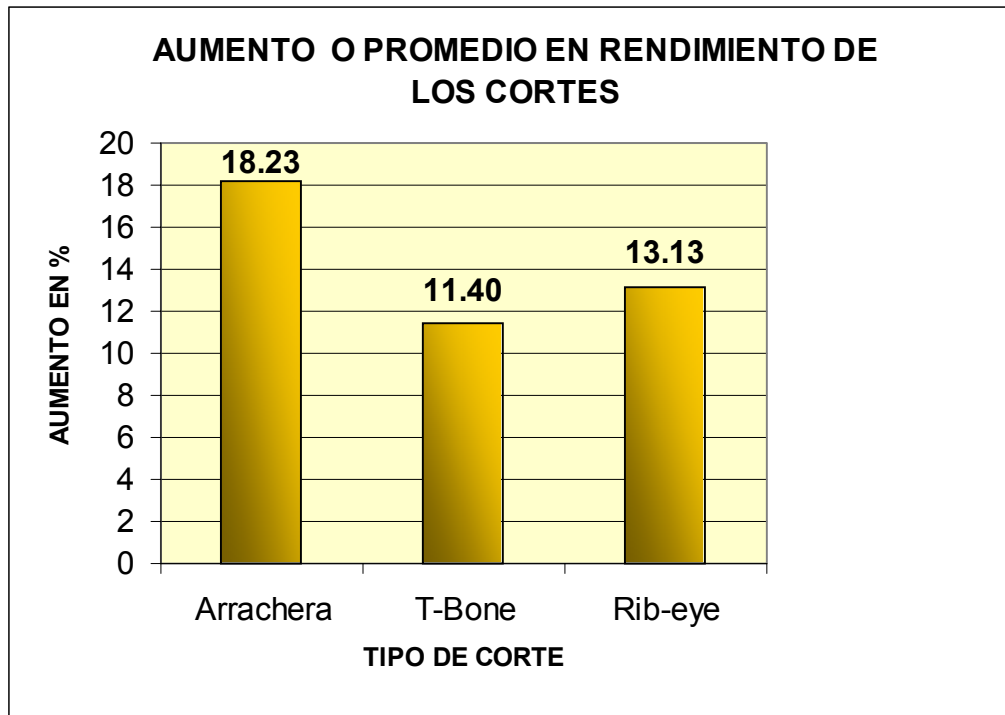


Figura 11. Aumento o promedio en rendimiento de los cortes en %

En la Figura 11 se muestran los rendimientos en los cortes y se observa que la mejor respuesta al marinado la tuvo la arrachera, en segundo lugar el T-bone y en tercer lugar el rib-eye.

De acuerdo a lo anterior la arrachera tuvo diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ) sobre el T-bone y el rib-eye.

Esto fue debido a que la arrachera presenta fibras musculares largas y delgadas rodeadas de tejido conectivo, además de que pertenece al tejido muscular estriado y una de las características de éste es que presenta cierta plasticidad y elasticidad ya que contiene fibras de colágeno que son solubles en agua y reticulita.

Por otra parte la solubilidad de las proteínas cárnicas en este corte se vio más influenciado por la sal, ya que los iones de cloruro de sal son cargados negativamente los cuales alteran la conformación de las proteínas miofibrilares, lo que denota una hinchazón dentro de las fibras del tejido, por lo tanto hay mayor retención de agua, lo que coincide con James y Jansen, (1994).

Estos factores dieron como resultado un mayor incremento en peso de la arrachera.

Por otra parte, el corte T-bone y el corte rib-eye, contienen músculo estriado que se caracteriza por presentar estrías. Además estos cortes pertenecen al músculo "longissimus dorsi" que se caracteriza por presentar haces pequeños y compactos de células según Frandson, (1995), lo que pudo haber impedido que la carne absorbiera mejor al marinador en el sistema de inmersión.

En cuanto al T-Bone que fue el que menor aumento en rendimiento tuvo, pudo haber sido por la grasa que tiene a los lados lo cual no permitió que el marinador penetrara por la orilla.

También se pudo deber al grueso de los cortes, ya que la arrachera es un corte más delgado en comparación con el T-bone y el rib-eye.

## **5.2 Resultados de la influencia de los métodos de marinado sobre el aumento en rendimiento**

Aunque estadísticamente quedó establecido que no existe diferencia significativa entre el método de marinado en la Figura 12 se puede ver que el método de inmersión ofrece mejor aumento en rendimiento en la carne.

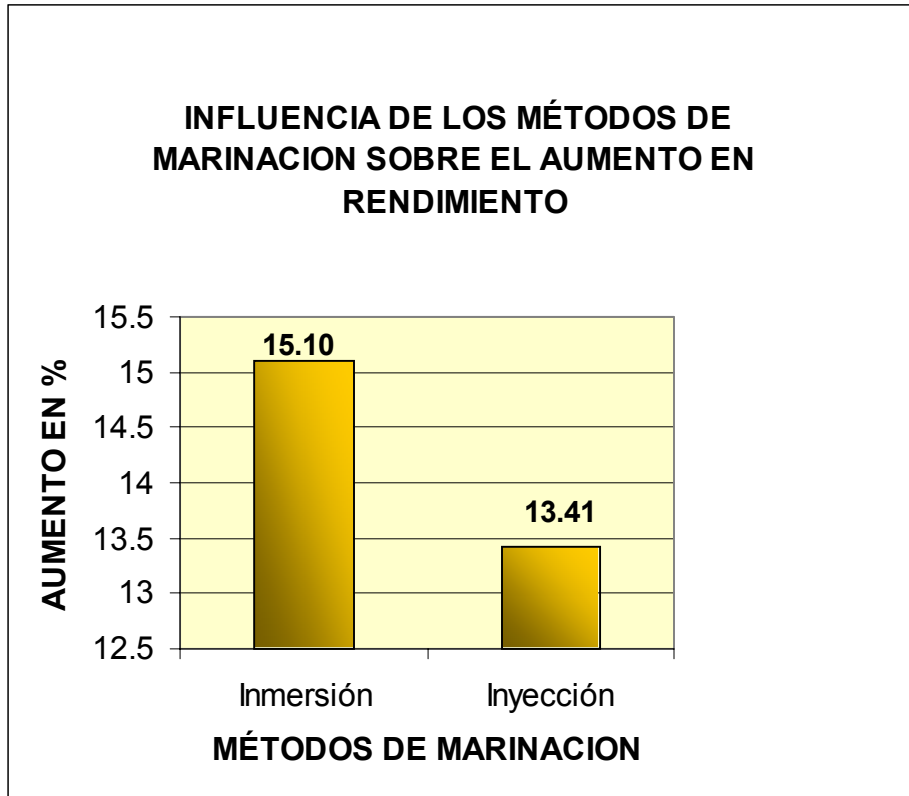


Figura 12. Influencia de los métodos de marinado sobre el aumento en rendimiento

Según James y Jensen, (1994) el marinado por inyección brinda mejores resultados porque hay control en la cantidad de líquido inyectado y permite que se logre uniformidad en la distribución del marinado, y en la presente investigación se tuvo como mejor método de marinado la inmersión ya que por medio de este se observó mayor aumento en peso de la carne. Además mediante este método de inmersión se tuvo mejor uniformidad en la distribución del marinado que por medio de la inyección ya que al utilizar la jeringa para inyectar la carne se dañaba la estructura muscular principalmente en el T-bone y el rib-eye, en la arrachera el marinado inyectado se dificultaba por el grosor del corte lo que dio como resultado

el escurrido del mismo. Por otra parte de acuerdo con la literatura citada el marinado por inyección se realiza con equipos tecnificados.

### 5.3 Resultado de los marinadores sobre el aumento en rendimiento

En cuanto al marinador, la Figura 13 de las medias muestra que el marinador 2 ofrece significativamente mejor rendimiento que el marinador 1.

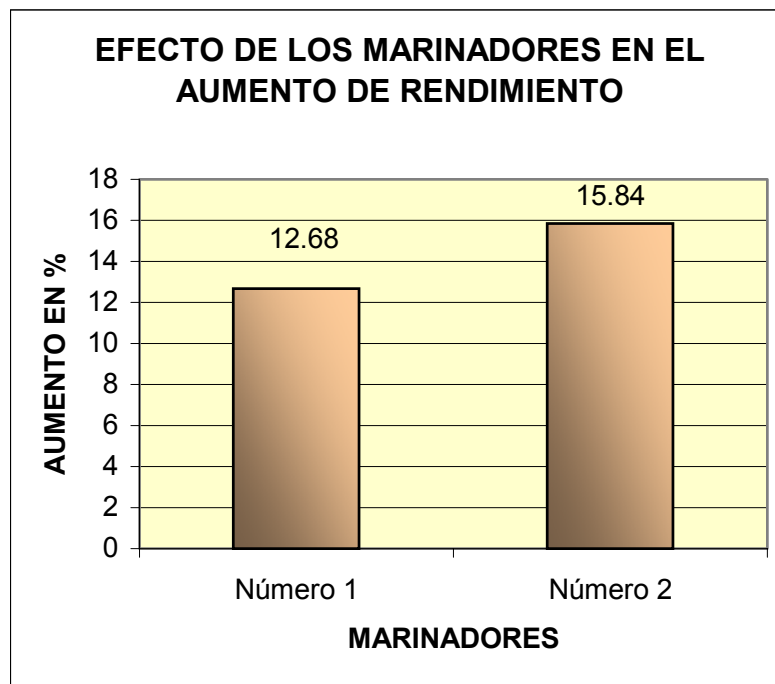


Figura 13. Efecto de los marinadores en el aumento en rendimiento en %

Para entender mejor este resultado se obtuvo el pH de los marinadores el cual fue el siguiente:

#### Cuadro 6. pH de los marinadores

MARINADORES	PH
MARINADOR 1	7.18
MARINADOR 2	7.20

En el Cuadro 6 se observa que los marinadores son ligeramente alcalinos, lo que se traduce en el contenido de fosfatos alcalinos el cual es elevado. Por lo anterior se tomó el pH de los marinadores después de marinar la carne y el resultado fue el siguiente:

**Cuadro 7. pH del marinador después de marinar la carne**

<b>MARINADORES</b>	<b>PH</b>
MARINADOR 1	6.42
MARINADOR 2	6.47

En los resultados que muestra el cuadro 7 se tiene que los marinadores son cercanos al valor neutral. De acuerdo con los resultados el marinador 2 tiene mayor contenido de fosfatos lo que contribuyó al aumento en peso de la carne y esto concuerda con Girard, (1991), quien dice que la adición de fosfatos alcalinos a la carne eleva su pH de 0.2 a 0.5 unidades y por ello aumenta su poder de retención de agua. La función de los fosfatos fue de ayudar a retener el agua, solubizar y extraer proteínas miofibrilares (actina y miosina). Otro factor que tuvo influencia en este resultado es el contenido de almidón de papa en el marinador 2, ya que este tiene mayor poder de retención de agua como lo menciona Libby, (1981).



## 6. CONCLUSIONES

---

De los resultados obtenidos en este estudio se concluye que el mejor corte de carne para marinar es la arrachera ya que tuvo un aumento en rendimiento de 18.23% en relación con el rib-eye y el T-bone.

El método de marinado por inmersión influye mejor en el aumento en rendimiento sobre los cortes ya que tuvo un 15.10% de aumento en relación con el método de inyección.

El mejor marinador para lograr el mejor rendimiento es el marinador 2 por su contenido de fosfatos, sal, harina de papa y maíz, chile, eritorbato de sodio, nitritos y oleorresinas.

El grosor del corte, el tipo de corte, el pH del marinador y el sistema de marinación influyen en el aumento en rendimiento de la carne.

En los resultados obtenidos se observó que la estructura del músculo del corte influye significativamente en el aumento en rendimiento de la carne.

Los ingredientes del marinador que tienen mejor actividad para aumentar la capacidad de retención de agua en la carne a marinar son la sal, fosfatos y el almidón de papa.

Con la realización de este estudio se concluye que el corte óptimo para marinar es la arrechera, utilizando el marinador 2 y el sistema de inmersión.





## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

**Fennema, O.R. 2000.** Química de los alimentos. Segunda edición. Acribia, Zaragoza, España.

**Frandsen. 1995.** Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Quinta edición, Mc Graw Hill, México.

**Girard, J.P. 1991.** Tecnología de la carne y los productos cárnicos. Acribia, Zaragoza, España.

**Guerrero, L; Ricardo Martínez.1990.** Tecnología de carnes, elaboración y preservación de productos cárnicos. Trillas, México.

**James, A; Jay Jensen. 1994.** Cómo entender la tecnología del marinado. Industria avícola, EUA.

**Lawri, R. 1984.** Avances de la ciencia de la carne. Acribia, Zaragoza, España.

**Libby, A.J. 1981.** Avances de la ciencia de la carne. Segunda edición. Compañía editorial continental S.A., México.

**Pérez, A.M. 2003.** La química en el arte de cocinar. Primera edición. Trillas, México.

**Rudrick, HL. 1942.** Nacional association of meat purveyors

**Xargayó, M; J. Lagares y cols. 2001.** Marinado de carne por efecto spray en la calidad de los productos marinados. Departamento tecnológico metalquimia. Girona, España.

**Wilson, 1970.** Inspección práctica de la carne. Acribia, Zaragoza, España.

[www.inpection.gc.ca](http://www.inpection.gc.ca)

[www.bodybuilding.com](http://www.bodybuilding.com)

[www.piasa.com](http://www.piasa.com)

[www.revistasazon.com](http://www.revistasazon.com)

[www.anarecetacocina](http://www.anarecetacocina)

[www.metalquimia.com](http://www.metalquimia.com)

[www.laopinion.com](http://www.laopinion.com)

[www.marbella.com](http://www.marbella.com)

