

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Evaluación del Efecto del Marinado sobre la Calidad
Microbiológica y Sensorial de Arrachera**

POR:

LORETO CORONA GONZALEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre del 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**Evaluación del Efecto del Marinado sobre la Calidad
Microbiológica y Sensorial de Arrachera**

Por:

LORETO CORONA GONZALEZ

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 por el comité de tesis:

MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Asesor Principal

MC. Victor Hugo Castro Tavares
Co-asesor

Ing. Ramon Lozano
Vocal

MC. Xochitl Ruelas Chacón
Vocal suplente

Dr. Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre del 2005

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por haberme cobijado durante la licenciatura.

A todos y cada uno de los maestros que me compartieron sus conocimientos experiencia y amistad brindada.

Al **Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, COECYT**, por las facilidades y apoyo que me dio al otorgarme la beca para llevar a cabo este proyecto de investigación.

Al **M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla** por haberme dado la oportunidad de trabajar bajo su asesoría, además de sus conocimientos y experiencias compartidos. Por todo el apoyo en general que me brindo durante mi estancia en la universidad.

Al **Ing. Víctor Hugo Castro Tavares** por su apoyo y sus conocimientos brindados para realizar el análisis estadístico de los datos de esta investigación.

A la empresa **Prokarne**, particularmente al **Ing. Ramón Lozano Chávez**, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A la **MC. Xochitl Ruelas Chacón**, por su participación en la revisión de este trabajo.

A los supervisores **César y Éver**, de Prokarne, por la disponibilidad y conocimientos que me brindaron durante mi estancia en la empresa.

DEDICATORIAS

A **Dios** por haberme dado la vida y las fuerzas necesarias para poder realizar y concluir uno de mis más grandes sueños.

A mis padres, **Álvaro y Estela**, por todo su amor y cariño, gracias por haberme dado la oportunidad de estudiar, por todo su apoyo físico y moral, por estar ahí cuando siempre los necesite y enseñarme en la vida que cuando se quiere algo se necesita luchar para obtenerlo.

A mis hermanos **Álvaro, Herminia, Marbella, Evodio, Lilia y Celia**. A ustedes con cariño por apoyarme, demostrándoles que con esfuerzo se pueden alcanzar los más grandes sueños.

A mis sobrinos **Fernando, Rodrigo, Alma Wendy, Manuel, Mauricio y Maria Fernanda**.

A mi tío **Enrique (q.e.p.d.)** a usted con mucho cariño por que se que le hubiera dado gusto ver la realización de una carrera profesional.

A ti **Rogelio** por ser una persona tan especial y brindarme tu cariño y comprensión, espero nunca cambies.

A **Silvia**, por todos los momentos compartidos como amigas y socias dentro de la universidad.

A mi amiga **Micaela** por todos sus consejos y apoyo brindados.

A mi gran amigo **Raúl Zeferino** por todo su apoyo y consejos brindados y ser realmente un verdadero amigo.

A **Carmen, Sofía y Yanet**, por todo el apoyo y momentos compartidos, que se quedaran siempre guardados en mí.

A todos y cada uno de mis compañeros y amigos, en especial a aquella persona que siempre estuvo ahí cuando la necesite.

INDICE GENERAL

Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.	ii
Indice.....	iii
Índice de figuras	vi
Índice de cuadros.....	vii
Antecedentes.....	1
I. INTRODUCCION.....	2
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Justificación.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Industria de la carne en México.....	4
2.1.1 Producción nacional de carne de bovino.....	4
2.1.2 Oferta y demanda de la carne de bovino.....	5
2.1.3 Consumo de carne de bovino.....	6
2.1.4 Consumo nacional aparente.....	7
2.1.5 Consumo per cápita.....	7
2.2 Composición de la carne.....	7
2.2.1 Agua.....	8
2.2.2 Grasa.....	8
2.2.3 Proteínas.....	8
2.2.4 Hidratos de carbono.....	9
2.2.5 Vitaminas.....	9
2.2.6 Minerales.....	9
2.3 Conversión de músculo a carne - maduración.....	10
2.3.1 Suavidad post-mortem.....	10

2.3.2 Cambios de color.....	11
2.3.3 Cambios en la capacidad de retención de agua	13
2.4 Calidad de la carne.....	14
2.4.1 Medición de la calidad.....	15
2.4.2 Calidad tecnológica de la carne.....	17
2.4.3 Calidad organoléptica de la carne.....	18
2.4.4 Calidad de la grasa.....	19
2.5 Microbiología de la carne.....	20
2.5.1 Bacterias.....	21
2.5.2 Características del crecimiento de las bacterias	21
2.5.3 Factores que afectan al crecimiento de las bacterias que contaminan la carne.....	22
2.5.4 Hongos y levaduras.....	24
2.5.5 Características del crecimiento de hongos y levadura	25
2.5.6 Factores que afectan al crecimiento de los hongos y y levaduras que contaminan la carne.....	24
2.5.7 Microbiología de carnes frescas.....	25
2.6 Marinado de carnes.....	27
2.6.1 Métodos de marinado.....	27
2.6.1.1 Inmersión.....	27
2.6.1.2 Masajeo.....	28
2.6.1.3 Inyección.....	28
2.7 Función de ingredientes en el marinado.....	28
2.8 Evaluación sensorial de alimentos.....	31
2.8.1 Importancia de la evaluación sensorial.....	31
2.8.2 Objetivo de la evaluación sensorial.....	31
2.8.3 Beneficio de las evaluaciones.....	32
2.9 Efectos del marinador sobre las características sensoriales de la carne.....	33
2.10 Efectos del marinador sobre la microbiología de la carne.....	33
III. MATERIALES Y METODOS.....	37
3.1 Marinado.....	37

3.2 Evaluación microbiológica.....	40
3.3 Evaluación sensorial.....	41
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	46
4.1 Datos de marinado.....	46
4.2 Datos de evaluación microbiológica.....	47
4.3 Datos de la evaluación sensorial.....	51
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de la conversión de músculo a carne.....	11
2. Pigmentos de la carne.....	13
3. Temperaturas de crecimiento.....	23
4. Carne fresca para marinar.....	38
5. Marinado por inmersión.....	39
6. Arrachera marinada Prokarne.....	40
7. Cocinado de la carne.....	43
8. Carne cocinada.....	43
9. Preparación de las muestras.....	44
10. Evaluación microbiológica de muestras de carne.....	47
11. Recuento de bacterias en muestras de carne.....	47
12. Recuento de hongos y levaduras en muestras de carne.....	50
13. Promedio de las evaluaciones.....	51
14. Resultado de las evaluaciones sensoriales.....	52
15. Comparación de M. UAAAN Y M. PK.....	52
16. Comparación de N. PK y M. PK.....	53
17. Comparación de M. UAAAN Y N. PK.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Logaritmo natural del contenido bacteriano de las carnes.....	48
2. Análisis de varianza del contenido bacteriano de las carnes.....	48
3. Tabla de medias del contenido bacteriano de las carnes.....	48
4. Comparación de medias del contenido bacteriano de las carnes.	49
5. Logaritmo natural del contenido de hongos y levaduras.....	50
6. Análisis de varianza del contenido de hongos y levaduras.....	50
7. Tabla de medias del contenido de hongos y levaduras.....	51
8. Preferencia de las diferentes muestras.....	53
9. Análisis de varianza de las preferencias.....	54
10. Tabla de medias del número de preferencias.....	54

ANTECEDENTES

El marinado de las carnes es un proceso ampliamente utilizado en todo el mundo, tanto a nivel doméstico como industrial.

Los procedimientos de marinado más exigentes en términos de calidad y uniformidad normalmente se efectúan mediante el sistema de inyección.

Las carnes frescas de ave, cerdos, vacuno y pescados se han inclinado por la utilización de tecnología que considera el marinado por inyección.

El marinado fortalece las características sensoriales de la carne de ave y además abre un horizonte hacia la creación de nuevos productos.

Los consumidores buscan en los productos cárnicos atributos como buen sabor, jugosidad, seguridad, aporte nutricional y bajo costo. Todas estas cualidades son potenciadas por el proceso de marinado.

Durante los últimos 10 años se han elaborado grandes cantidades de productos marinados de ave para el mercado nacional e internacional siendo la inocuidad de estos productos claramente demostrada por los análisis efectuados y la demanda creciente de los consumidores.

I. INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar los efectos microbiológicos y sensoriales que tiene el marinado sobre la carne.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los grupos y cantidad de microorganismos presentes en la carne marinada. Para evaluar el efecto del marinador.
- Evaluar las características sensoriales de carne sin marinar y la marinada.

1.2 Hipótesis

La aplicación del marinador reduce el contenido microbiano de las carnes.

El marinado mejora las características sensoriales de sabor, aroma, jugosidad y suavidad.

1.3 Justificación

El consumo de la carne marinada ha aumentado en los últimos años considerablemente, en base a esto las industrias productoras de carne marinada se han enfocado exclusivamente a su producción y distribución. Ningún organismo se ha preocupado por evaluar las características de las carnes marinadas.

Otro aspecto que falta considerar y evaluar, es la evaluación sensorial que también existe muy poca información acerca de este parámetro.

Lo importante es aportar información sobre aspectos microbiológicos y sensoriales, dando a conocer las características que se mejoran con el marinado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Industria de la carne en México

La ganadería bovina para la producción de carne es de gran importancia socioeconómica para el país. El inventario nacional en el 2001 fue de 28.48 millones de cabezas con una producción en pie de 2.75 millones de ton (SAGARPA, 2003). De acuerdo con la misma fuente la carne en canal de ganado bovino producida para el mismo año fue 1.44 millones de ton, que representa aproximadamente el 32% del total de carne producida en el país. De la década de los ochentas hasta mediados de los noventas la carne de bovino representó la mayor proporción de la carne producida, por ejemplo en 1990 la carne de bovino aportó aproximadamente el 42% del total nacional.

En términos generales, la totalidad de la producción nacional se destina al abasto interno, para un mercado demandante de cortes populares tipo español. Además, existe un segmento limitado de consumidores exclusivos (que adquieren un volumen menor de cárnicos de alto valor económico) y que son demandantes de productos cuya especificidad no siempre puede cubrirse con la producción nacional, por lo que frecuentemente se complementa con productos de EUA.

2.1.1 Producción nacional de carne de bovino

La ganadería bovina para carne en el país se desarrolla en muy diversas condiciones agro-ecológicas, influenciadas principalmente por los factores climáticos. Esta variabilidad micro-climática no permite que la ganadería sea homogénea, igualmente la tecnología aplicada es muy variable, existiendo desde las explotaciones tradicionales hasta las que utilizan tecnología de vanguardia. En términos generales, las condiciones bajo las que se desarrolla la ganadería mexicana son extensivas, aunque existe la

finalización en corral de engorda, ésta se realiza de manera limitada por los altos costos de alimentación.

Aproximadamente el 35% de la producción nacional de carne de bovino procede de corrales de engorda.

La mayoría del ganado producido en México se finaliza en pastoreo. Como resultado de las condiciones económicas, muchos ganaderos y engordadores no pueden adquirir ingredientes importados. La modernización e implantación de tecnologías de producción modernas es limitada.

Aproximadamente el 60% de la carne producida en el país se comercializa en forma de canal caliente, lo que afecta la calidad y la inocuidad para el consumidor. La participación de los productores bovinos en el mercado creciente de productos con valor agregado (hamburguesas, marinados y alimentos precocidos) es limitada.

2.1.2 Oferta y demanda de la carne de bovino

Como resultado de una adecuada satisfacción de la demanda de carne bovina y precios relativamente estables, el consumo se espera que incremente. La mayoría de este incremento será en mercados regionales del norte de México donde las condiciones de sequía de años anteriores han obligado a los ganaderos a enviar parte de sus animales al sacrificio.

El consumo de carne de res continuará incrementándose debido a la creciente demanda del consumidor por proteína animal y el incremento general de la población. La demanda está creciendo más rápidamente entre la clase media y superior en las grandes ciudades donde el ingreso per cápita es mayor.

La carne producida es bastante heterogénea en términos de su composición y grado de madurez, por causa de la variabilidad en la edad, el

tipo de procesamiento, la especialización productiva del ganado y la gran variabilidad climática donde se produce.

Esto ha dificultado el establecimiento de un sistema nacional de clasificación en pie y en canal.

2.1.3 Consumo de carne de bovino

La cadena productiva está generalmente desarticulada, la distribución de la carne de origen nacional (ya sea en medias canales o cortes primarios) se efectúa principalmente por tablajeros que adquieren su mercancía en rastros municipales (o en rastros clandestinos) o, en menor proporción, a través de las cadenas de tiendas de autoservicio que son abastecidas por plantas TIF.

Por consiguiente, los beneficios económicos generados por la cadena de producción de carne de bovino se distribuyen entre los distintos eslabones de la cadena de comercialización (en ocasiones comprendiendo un mínimo de tres agentes intermediarios).

En el caso de las importaciones de carne, éstas se distribuyen a través de las cadenas de tiendas de autoservicio, así como a través de las cadenas de restaurantes de lujo, para un mercado exclusivo (al cual vende cortes caros) o del tipo popular (en el caso de los cortes baratos y los despojos comestibles).

Los productos importados están ocupando mercados que tradicionalmente eran abastecidos por la producción nacional, particularmente por su menor precio. Los volúmenes de carne distribuidos y vendidos al consumidor final a través de las tiendas de autoservicio son cada vez mayores, especialmente en las grandes ciudades. Existe un diferencial de precio entre la carne comercializada en las tiendas de autoservicio y las carnicerías, generalmente el precio es menor en las carnicerías especialmente en los cortes populares.

2.1.4 Consumo nacional aparente (CNA)

De acuerdo con estadísticas de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (2003a), el CNA se incrementó de 1.023 en 1993 a 1.32 millones de ton en el 2002, un aumento del 29%. Sin embargo, este crecimiento incluye una proporción cada vez mayor de la carne de importación, ya que para el mismo período la producción de carne de res pasó de 885 a 814 mil ton, que corresponden a una reducción del 8%. La diferencia entre los volúmenes producido y consumido se ha cubierto con importaciones.

2.1.5 Consumo per cápita

Según información de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (2003a), el consumo per cápita de carne de bovino se ha mantenido relativamente constante de 1993 a 2002. En 1993 el consumo per cápita de carne bovina fue 11.8 kg, mientras que para 2002 fue de 13.1 kg. Aunque la oferta nacional de carne de res se ha reducido, el aumento en las importaciones ha permitido el mantenimiento de los niveles de consumo por persona de carne bovina.

2.2 Composición de la carne

La composición de la carne o sus derivados depende de la especie animal de procedencia, cantidad de grasa del animal, corte o pieza específica, grado de división o corte, curado y/o tratamiento de procesado.

2.2.1 Agua

En el aspecto cuantitativo es el componente más importante de la carne la carne roja magra contiene alrededor del 76 % de agua.

Al ser tan abundante, el agua influye profundamente en la calidad de la carne, afectando en primer término a su jugosidad, pero también a la suavidad, color y sabor. Puesto que el agua es el medio universal de las reacciones biológicas, su presencia influye poderosamente en los cambios que ocurren en la carne durante la refrigeración, almacenamiento y procesado.

2.2.2 Grasa

Los lípidos son las fracciones de tejidos insolubles en agua, y solubles en éter etílico. La mayor porción de la fracción de 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 lípidica de la carne se encuentran los fosfolípidos, esteroides y ácidos grasos libres (sustancias insaponificables) y los triglicéridos (sustancias saponificables). Dentro de los ácidos grasos saturados se encuentran el butírico, laurico, mirístico y esteárico, entre otros y los ácidos grasos no saturados como el palmitoleico, linoleico, linoleico y araquidónico.

2.2.3 Proteínas

Las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado. Existen numerosas clasificaciones de las proteínas. Por ejemplo, atendiendo a su forma, las proteínas cárnicas se clasifican en globulares y fibrosas.

Clasificación de acuerdo a su solubilidad.

Sarcoplásmicas solubles en agua, están disueltas en el líquido que empapa la fibra muscular: funcionalmente son enzimas.

Miofibrilares fundamentalmente actina, miosina, las de la línea M. Comprenden aproximadamente el 50 o 60 % de todas las proteínas cárnicas. Son insolubles en agua, pero solubles en soluciones salinas 1 molar.

Conectivas totalmente insolubles en agua y en soluciones salinas son colágeno y elastina y forman las membranas musculares: epimisio, perimisio y endomisio (López, 1991).

2.2.4 Hidratos de carbono

Todos los tejidos y líquidos tisulares de los animales contienen carbohidratos aunque estos sean más abundantes en los vegetales. Se presentan libres o formando parte de los ácidos nucleicos, nucleótidos, de algunas proteínas y lípidos.

2.2.5 Vitaminas

Las carnes son excelentes fuentes dietéticas de vitaminas del complejo B la cantidad de cada una de las diversas vitaminas que contienen una pieza de carne depende de la especie, la edad, el grado de cebamiento y el tipo de la alimentación del animal que se produce, así como también de la situación del corte en la canal.

2.2.6 Minerales

El calcio, el fósforo y el hierro han recibido la máxima atención en las investigaciones relativas al contenido mineral de la carne; en algunos casos se ha determinado el contenido de la carne en sodio, potasio y magnesio (Price, 1976).

2.3 Conversión de músculo a carne - maduración

El post-rigor o maduración, es cuando la carne generalmente se hace suave y empieza a ser organolépticamente aceptable. En carnes de mamíferos

llega a su óptimo de aceptación, almacenada a 2° C a las 2 – 3 semanas, después de pasar el rigor mortis.

2.3.1 Suavidad post-mortem

Después de la disolución del rigor mortis, viene un gradual ablandamiento de la carne. La carne se encuentra generalmente en óptima calidad, aceptable y suave, después de la maduración de aproximadamente 10 a 18 días de almacenamiento a 0-5°C. La maduración puede ser acelerada por aumento de temperatura, por ejemplo 3 días a 15°C, con luz ultravioleta, para evitar el crecimiento microbiano.

Mecanismo de suavidad post-mortem

Junto con la influencia de los cambios de capacidad de retención de agua y suavidad, otros factores importantes son también considerados, por ejemplo: es bien conocido que un incremento de suavidad de la carne, era asociado con un aumento en el nivel de nitrógeno no proteico, siendo normalmente péptidos y aminoácidos derivados de las proteínas del músculo, producidos por la actividad de las enzimas proteolíticas. El sarcoplasma dentro de las fibras del músculo contiene lisosomas; organelos celulares que pueden ser removidos por centrifugación diferencial. Estos saquitos contienen enzimas hidrolíticas que incluyen a las catepsina, que es una proteasa que se activa a pH ácido. Esta enzima es liberada cuando la membrana lipoproteica de los lisosomas se rompe debido a que baja el pH. La catepsina parece tener un pH óptimo alrededor de 5.5 y una temperatura de 37°C, varios investigadores confirman que no hay relación entre la suavidad de la carne y la actividad proteolítica a bajas temperaturas, pero sí encontraron que los aminoácidos libres, resultados por la acción de la catepsina, eran relacionados con los precursores del sabor.

El ablandamiento, que tiene lugar durante la maduración de la carne de vacuno, se debe en parte, a la degradación de algunos de los tejidos conectivos de colágeno del músculo, bajo la acción de las catepsinas.

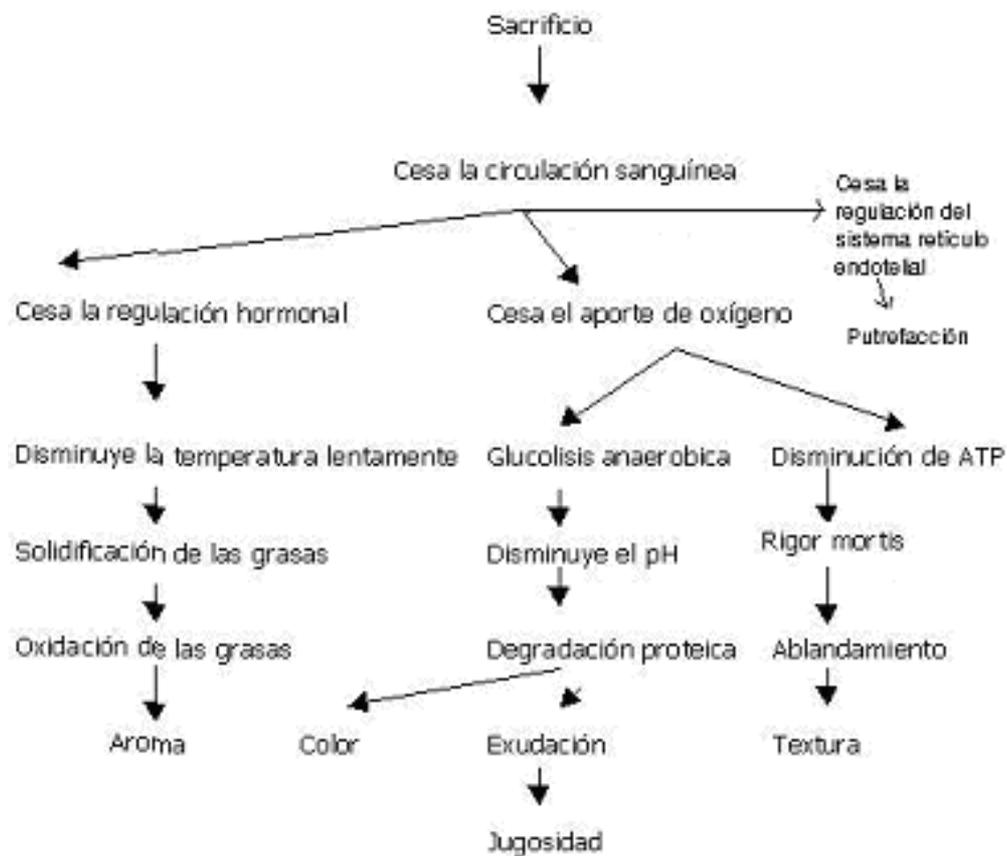


Figura1.Esquema de la conversión de músculo a carne.

2.3.2 Cambios de color

El principal pigmento presente en la carne (miofibrillas) es la mioglobina, que es una proteína conjugada de color rojo, estructuralmente relacionada con la hemoglobina, que se encuentra en las células sanguíneas. También existen en la carne, pequeñas cantidades de enzimas con coenzimas o grupos prostéticos cromóforos, entre los cuales tenemos las peroxidasas, los citocromos y las flavinas.

La propiedad principal de la hemoglobina y la mioglobina, es la capacidad de ligar una molécula de oxígeno, produciéndose la oxihemoglobina y la oximioglobina, respectivamente, que son de color rojo brillante, mientras que la hemoglobina y la mioglobina son de color rojo púrpura. El color azulado de las

carne se debe a la gran cantidad de mioglobina presente, pero cuando la carne es cortada, la superficie expuesta al aire se vuelve más brillante debido a que se forma la oximioglobina.

La metamioglobina (color café), es formada por oxidación de la mioglobina. Normalmente en las carnes de pigmentación café opaco y gris está dado por este pigmento.

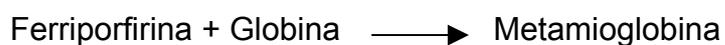
El oscurecimiento de la carne puede ocurrir por la oxidación del grupo hemo, después de la disociación de la proteína, por desnaturalización, como se muestra en la siguiente reacción:



A pesar de que después de la muerte del animal el oxígeno es removido, la ferroporfirina es rápidamente oxidada a ferriporfirina (hematina), tal como ocurre en el cocimiento, coagulación por calentamiento o degradación de proteínas. La reacción de este último caso es como sigue:



La metamioglobina es la ferriporfirina, unida a las proteínas es decir:



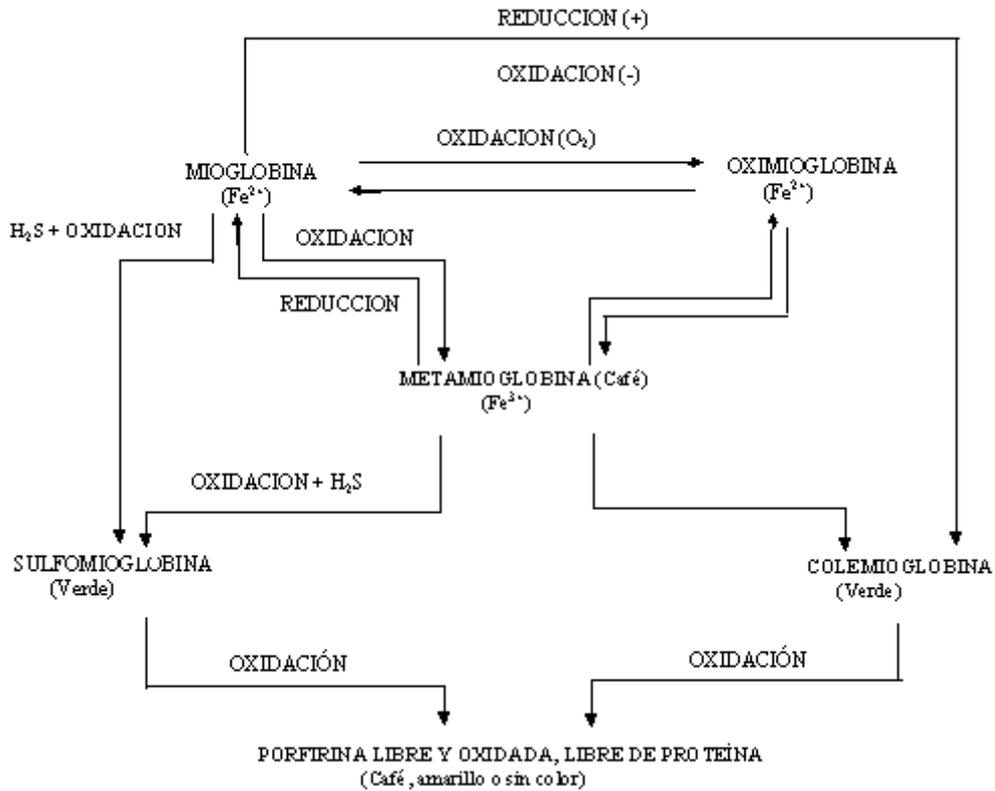


Figura 2. Pigmentos de la carne (Santos, 1991).

2.3.3 Cambios en la capacidad de retención de agua

Un prominente cambio post-mortem en carnes, la pérdida de fluido o exudación, el cual está relacionado a la habilidad de las proteínas del músculo para retener agua. En el período de prerigor, la carne posee un alto poder de retención que baja dentro de las primeras horas después de la muerte a un mínimo nivel que coincide con el desarrollo del rigor mortis; y este mismo nivel en la carne corresponde al último pH de 5.3 a 5.5, que es el rango del punto isoeléctrico de las principales proteínas del músculo. Estos cambios están asociados también con la reducción del ATP.

Durante la maduración de la carne, la retención de agua aumenta, esto se atribuye a un incremento en la presión osmótica dentro de las fibras, o alteraciones de las cargas eléctricas en las moléculas de proteínas. Durante la maduración de la carne, existe una continua liberación de sodio y calcio, de las

proteínas del músculo, mientras el ión potasio parece ser absorbido después de 24 horas y continúa entre 6 y 13 días, seguido de una caída de Mg^{2+} . El intercambio de cationes hidratados y este último fenómeno, se cree que sea el responsable del aumento de la capacidad de retención del agua, observada durante la maduración de la carne y también contribuye a la suavidad de la misma. (Santos 1995).

2.4 Calidad de la carne

La calidad se define como la capacidad de un producto o servicio para satisfacer las expectativas de los consumidores.

Factores que influyen sobre la calidad de la carne

Los factores más importantes son:

- Granja de origen
- Transporte
- Rastro
- Genética
- Condiciones del procesado

Factores biológicos que controlan la calidad de carne

Marmoleo: es la grasa depositada en el perimio entre los haces de fibras musculares. Reduce la fuerza a realizar durante el corte o masticación e incrementa la jugosidad.

Colágeno: La fuerza del músculo es debida al armazón de tejido conectivo. A mayor edad se desarrolla un fuerte vínculo intramolecular que lo hace más difícil de degradar en la cocción.

Fibras musculares: lo más importante respecto a la dureza es el agrupamiento de las fibras musculares que ocurre durante el enfriamiento. Los

músculos con altas proporciones de fibra rojas tienden a ser más tiernos que aquellos que contienen fibra blanca.

Androsterona y escatol: alcanzan altas concentraciones en machos enteros y el escatol está también influenciado por la dieta y factores de manejo.

Caída de pH: una caída rápida del pH post-mortem produce carne pálida, suave y exudativa (PSE). Una caída retardada causa carne oscura, seca y firme (DFD). Influenciado por la raza y manejo pre-sacrificio.

Desarrollo del tejido: cerdos con un desarrollo de tejido inmaduro exhiben un rango de caracteres que afectan adversamente a la calidad de la carne. Así presentan mucha agua y baja grasa en el tejido conectivo entre los músculos.

2.4.1 Medición de la calidad de la canal

Rendimiento

Peso de la canal

Porcentaje de músculo

Conformación

Rendimiento de la canal

Se define como la relación entre el peso de la canal y el peso vivo expresado en porcentaje.

Los factores que afectan al rendimiento de la canal son:

- La duración del ayuno
- La alimentación (composición y nivel)

- La duración del transporte
- El tipo genético

- El peso

Peso de la canal

La industria de la carne suministra diferentes mercados más o menos abundantes y con distintas exigencias. Las canales deben ser escogidas a partir de las entregas de los ganaderos. Con el fin de asegurar una cierta homogeneidad se realizan unas horquillas de pago y se penalizan a los cerdos demasiado escasos o pasados de peso. Las penalizaciones en algunos mercados pueden ser de hasta un 10 - 20 % del precio.

Porcentaje de músculo

Todos los sistemas de clasificación utilizados intentan dar una apreciación de la composición muscular de la canal de una manera más o menos directa. El porcentaje de músculo es la relación entre el peso del músculo y el peso de la canal expresado en porcentaje. Se estima a partir de una o dos medidas de grasa y de un espesor muscular con un aparato (FOM, HGP) cuyo principio se basa en la diferente reflectancia de la grasa y el músculo.

Conformación

Hay países que emplean la conformación como criterio de pago. Así se mide objetivamente en algunos países utilizando un aparato llamado SKG diseñado especialmente para medir el ángulo del jamón. Por el contrario en otros la conformación se juzga visualmente.

2.4.2 Calidad tecnológica de la carne

Capacidad de retención de agua

De esta propiedad depende el color, suavidad y jugosidad de los productos cárnicos. Es muy importante ya que determina dos parámetros económicos: las pérdidas de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos.

El agua es retenida en el seno de una red de fibras musculares de la siguiente manera:

- La acción de cargas eléctricas de las proteínas que permiten fijar firmemente un cierto número de moléculas de agua.
- La acción ligada a la configuración espacial más o menos abierta de esta red y consecuentemente la posibilidad más o menos importante de contener y retener las moléculas de agua.
- El descenso de pH provoca un encogimiento de la red de cadenas polipeptídicas que conlleva a una disminución de la carne a retener agua. El poder de retención de agua está estrechamente ligado al pH último y guarda un valor más alto cuanto más alto sea el valor de pH. La velocidad a la que el pH se estabilice tiene también influencia. Cuando la caída de pH es más rápida, las alteraciones sufridas por las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas se traducen por un descenso en el poder de retención de agua.

Color

El color es el resultado de tres elementos:

La cantidad de pigmento: mioglobina

La forma química del pigmento (Figura 2)

La cantidad de luz reflejada por la superficie

La forma química define el color (rojo o marrón). El nivel de pigmento y la cantidad de luz reflejada condiciona la intensidad del color (claro u oscuro)

La evolución del pH post-mortem influye considerablemente en el color de la

carne ya que afecta la estructura de la superficie de la carne y la proporción de luz incidente reflejada.

Si el pH es elevado la red proteica se deja penetrar profundamente por los rayos de luz y absorbe una parte importante lo que se traduce en un color oscuro.

Aptitud para la transformación

Una característica importante de la aptitud a la transformación es el rendimiento a la cocción. Este criterio está fuertemente correlacionado con el pH último de la carne.

Aptitud para la conservación

Depende de la resistencia de la carne a la penetración y a la proliferación de microorganismos fuente de alteraciones. El descenso de pH después de la muerte tiene un efecto bacteriostático. Cuando el pH se estabiliza a un pH elevado las proliferaciones bacterianas se favorecen. En la práctica se considera que las carnes que tienen un pH superior a 6.2 - 6.3 no son aptas para la salazón seca.

2.4.3 Calidad organoléptica de la carne

- **Suavidad**
- **Jugosidad**
- **Sabor**

Las cualidades organolépticas de la carne son aquellas que son percibidas por el consumidor en el momento del consumo de carne y son:

La textura o consistencia que se caracteriza por las impresiones de suavidad y jugosidad.

El sabor que reúne las sensaciones olfativas y gustativas y que son lo que denominamos gusto.

La suavidad

La impresión de suavidad depende de la textura del tejido muscular (tamaño de la fibra), de la distribución y del tipo de tejido conjuntivo que está incluido y por otra parte con la facilidad inicial con que la carne se corta en trozos y la importancia de los restos de la masticación.

La jugosidad

Es la impresión resultante de la masticación que es función de una parte del jugo liberado por la carne y de otra por la secreción salivar estimulada esencialmente por la grasa.

El sabor

Impresión compleja resultante de la percepción de olores y gustos que reposa sobre la existencia y características de sustancias químicas (volátiles y solubles).

2.4.4 Calidad de la grasa

Depende de la consistencia de tejido adiposo y del grado de oxidación de los lípidos. La oxidación de los lípidos depende estrechamente de la composición en ácidos grasos del tejido adiposo y principalmente de su tasa de ácidos grasos poli-insaturados. La consistencia del tejido adiposo es más compleja, depende a la vez del punto de fusión de los lípidos y de la resistencia mecánica de la trama de colágeno.

2.5 Microbiología de la carne

Después del sacrificio y evisceración del animal la carne conserva las características microbianas generales que poseía antes del sacrificio. La superficie animal esta contaminada por microorganismos procedentes del suelo, aire y agua mientras que en el músculo esquelético normalmente carece de microorganismos.

En el contenido intestinal del animal, sin embargo existe un número extraordinariamente elevado de microorganismos y es de pensar que algunos contaminen la canal durante la preparación de esta. Otros animales aparentemente sanos albergan determinados microorganismos en el hígado, riñones, nódulos linfáticos y bazo, microorganismos que pueden llegar a los músculos esqueléticos vía el sistema circulatorio.

También pueden existir contaminaciones al apuntillar al animal a la hora del sacrificio y distribuirse los microorganismos contaminantes por el sistema circulatorio hasta alcanzar los músculos. Subsiguientemente al manipularse las canales y entrar en las líneas comerciales de distribución de alimentos en las que son cortadas en unidades más pequeñas, las superficies de corte van adquiriendo una carga microbiana creciente. El destino de estos microorganismos advenedizos depende de diversos factores intrínsecos y ambientales como su capacidad para utilizar a baja temperatura el sustrato carne, rico en proteínas y pobre en carbohidratos. Además la elevada tensión de oxígeno y gran humedad existentes en la superficie de la carne imponen a la selección de aquellos microorganismos mejor dotados para crecer rápidamente en tales condiciones. Por estas razones los géneros microbianos *Pseudomonas* y *Acrhomobacter*, capaces de crecer a baja temperatura, son los que más comúnmente se encuentran en la carne fresca mantenida a temperaturas de refrigeración (Price, 1976).

2.5.1 Bacterias

Para su crecimiento nutricionalmente son muy exigentes, ya que requieren elevada aw para su desarrollo, además de la temperatura óptima y todos los componentes nutricionales que contiene la carne.

2.5.2 Características del crecimiento de las bacterias

El crecimiento bacteriano puede describirse generalmente mediante un ciclo de crecimiento en cuatro fases. La primera es la *fase de latencia* tiempo durante el cual las células aumentan de tamaño y se enriquecen en material nuclear y en el que se incrementa la actividad de determinados sistemas enzimáticos. Durante la fase de latencia apenas aumenta, si es que aumenta el número de células. Después de la fase de latencia las células comienzan a dividirse por simple división binaria, denominándose a esta parte del ciclo *fase de crecimiento logarítmico*: durante ella las células continúan creciendo y dividiéndose a velocidad constante. Al tiempo que tarda una célula recién formada en crecer y dividirse o duplicarse para formar de una célula dos y de dos cuatro, se llama *tiempo de duplicación o tiempo de generación*. La fase de crecimiento logarítmico termina de una forma gradual y las células entran en la fase estacionaria, en esta fase el número de células puede permanecer constante durante cierto tiempo debido probablemente a la falta de división celular o a que se establece un equilibrio entre la velocidad de duplicación y la velocidad de mortandad. La *fase de declinación* depende de la naturaleza del microorganismo y del factor responsable del cese del crecimiento. Generalmente este se debe al agotamiento de los nutrientes esenciales o la acumulación de subproductos metabólicos acídicos.

El conocimiento de las características del crecimiento de las bacterias permite al tecnólogo de los alimentos y a los industriales idear medios prácticos de control bacteriano.

2.5.3 Factores que afectan al crecimiento de las bacterias que contaminan la carne

Necesidades nutritivas

La mayoría de las bacterias, incluidas las del género *Pseudomonas*, que alteran la carne, poseen necesidades nutritivas de complejidad intermedia. La carne constituye una fuente rica en la variedad de nutrientes que necesita *S. faecium* y por lo tanto es un excelente medio de cultivo para la mayor parte de las bacterias presentes en los productos cárnicos.

Temperatura

La temperatura es un factor crítico tanto en lo que se refiere a la velocidad como a la cuantía del crecimiento de las bacterias presentes en los productos cárnicos. La mayoría de las bacterias crecen bien en temperaturas comprendidas entre 15°C y 40°C. Estas bacterias mesófilas crecen mejor dentro del margen de temperatura comprendido entre 25°C y 40°C. La temperatura óptima de crecimiento de las bacterias mesófilas es de 37°C, a 45°C la velocidad de división y la población máxima son considerablemente menores que a 37°C. La reducción de la temperatura a 20°C prolonga considerablemente la fase de latencia y el tiempo de generación. Cada microorganismo tiene también una temperatura mínima por debajo de la cual no inicia su crecimiento y una temperatura máxima por encima de la cual no sigue creciendo. La temperatura mínima de crecimiento de las bacterias mesófilas es de 10°C. Muchos productos cárnicos frescos, curados y pasterizados, desecados o tratados con vinagre, se almacenan en condiciones de refrigeración. En estos productos suele desarrollarse una flora bacteriana *psicrófila*. Se consideran bacterias psicrófilas a las que crecen a 0°C o menos aunque su temperatura óptima de crecimiento se encuentre entre 20°C y 30°C.

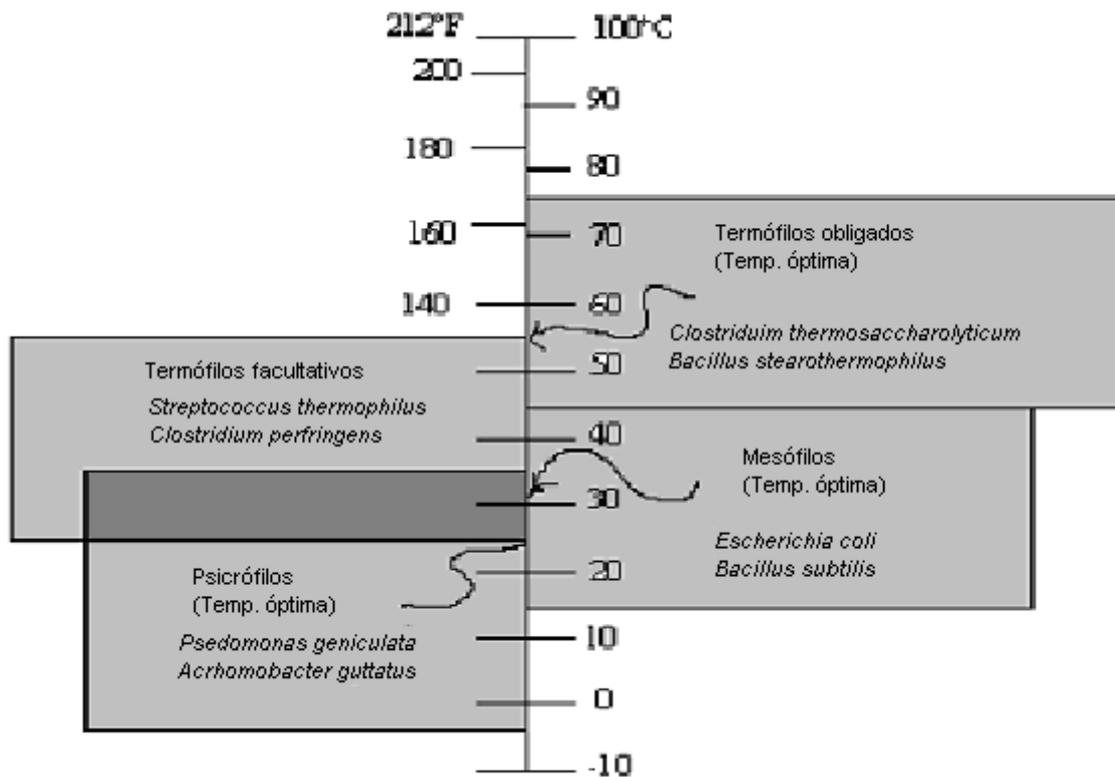


Figura 3. Temperaturas de crecimiento de los principales grupos de bacterias (Price, 1976).

Oxígeno

Las bacterias pueden dividirse en grupos fisiológicos basándose en la influencia de la presencia o ausencia de oxígeno sobre su crecimiento. En un extremo se encuentran los microorganismos anaerobios obligados, como los clostridios, que solamente pueden crecer en ausencia de oxígeno debido a que es tóxico para ellos. En el otro extremo se encuentran los aerobios obligados, como las *pseudomonas* y los micrococos, que necesitan oxígeno para crecer. En ambos extremos se hallan los anaerobios facultativos, como los estafilococos y las bacterias coliformes, que pueden crecer tanto en presencia como en ausencia de oxígeno.

pH

La mayor parte de las bacterias tienen un pH de crecimiento óptimo a la neutralidad y valores máximos y mínimos en torno a 8.0 y 5.0 respectivamente. Sin embargo existen bacterias que inician el crecimiento a pH 11 y otras que pueden crecer a pH inferior a 3.

Dependiendo fundamentalmente de la alimentación y del procedimiento de manipulación antes del sacrificio, el pH de la carne fresca suele estar comprendido entre 5.3 y 6.5. La mayor parte de los tipos de microorganismos pueden iniciar el crecimiento dentro de este margen de pH, se ha demostrado que la carne fresca que tiene un pH de 6.5 se altera bacteriológicamente con más rapidez que la carne a un pH de 5.3.

Necesidades de agua

Todos los seres vivos, incluidos los microorganismos, necesitan agua para su crecimiento. La fase acuosa de un medio microbiológico, o de un alimento como la carne, contiene muchas sustancias disueltas. La actividad de agua de la carne fresca generalmente es de 0.99 o superior y, por tanto se halla cerca de la óptima de muchas variedades de bacterias. La a_w mínima para el crecimiento de muchas bacterias de la alteración es tan alta como 0.98. Algunos mohos pueden crecer a valores de a_w tan bajos como 0.75 y la carne tendría que desecarse hasta una a_w de 0.70-0.65 para prevenir durante un largo periodo el crecimiento fúngico. No obstante, la alteración bacteriana puede evitarse ordinariamente o al menos retardarse considerablemente, reduciendo la a_w a 0.85.

2.5.4 Hongos y levaduras

Los hongos y las levaduras crecen lentamente en todas las carnes no envasadas y sus requerimientos son menores en relación a los de las bacterias, no necesitan elevada a_w para su desarrollo pero en cambio requieren valores de pH menores a los de aquellas.

2.5.5 Características del crecimiento de hongos y levaduras

El crecimiento de la mayoría de las levaduras se debe a un proceso asexual de gemación, aunque en algunas circunstancias determinadas levaduras se reproducen mediante esporas sexuales. Las células de las levaduras tienen un tamaño varias veces mayor que el de las bacterias. Los mohos son organismos filamentosos que crecen por alargamiento y ramificación o que pueden reproducirse mediante la producción de alto número de esporas. Debido a la forma de reproducirse, las levaduras y los mohos no siguen el mismo tipo de ciclo de crecimiento que las bacterias ni el mismo orden de muerte. Por tanto su crecimiento, inhibición y destrucción no pueden someterse al análisis matemático aplicado a las bacterias.

2.5.6 Factores que afectan al crecimiento de los hongos y levaduras que contaminan la carne

Las levaduras y mohos de mayor importancia en la alteración de la carne son organismos psicrófilos y aerobios obligados que toleran muy bien tanto los ambientes ácidos como los secos. Muchos de ellos pueden utilizar el nitrito y el nitrato como fuente de nitrógeno, sus células vegetativas y sus esporas no son resistentes al calor, pero resisten la desecación. Por tales características es de esperar que las levaduras y los mohos se presenten con mayor probabilidad en los productos cárnicos salados, desecados y fermentados. Aunque algunas especies son capaces de crecer a -5°C , su velocidad de crecimiento sobre las carnes frescas mantenidas a baja temperatura es algo más lenta que la de las bacterias psicrófilas (Price, 1976).

2.5.7 Microbiología de carnes frescas

Debido a las diversas fuentes de contaminación de la carne pueden encontrarse una gran variedad de tipos de microorganismos entre los más importantes destacan:

Hongos: Principalmente las especies de los géneros, Cladosporium, Sporotrichum, Geotrichum, Mucor, Thamnidium, Alternaria y Monilia.

Levaduras: Especialmente no esporuladas.

Bacterias: Los géneros más importantes son: Pseudomonas, Alcaligenes, Micrococcus, Streptococcus, Proteus, Clostridium, Escherichia y Salmonella. Muchas de estas bacterias se desarrollan en temperaturas de refrigeración. Se puede presentar también contaminación de la carne por microorganismos patógenos del hombre, especialmente de origen entérico.

Almacenamiento aeróbico de carnes

La presencia de oxígeno durante el almacenamiento de la carne aumenta la posibilidad del desarrollo de la carga microbiana y la alteración de ella. En las salas de refrigeración y congelación generalmente existe circulación de aire que contribuye a aumentar la dispersión de la contaminación microbiana.

El empleo de cubiertas de tela ayuda a reducir la contaminación durante las etapas de almacenamiento. Sin embargo; las mismas telas pueden contribuir a la contaminación.

La reducción del contacto de la carne con el oxígeno evita la rápida proliferación de los microbios. Algunos productos son envasados en empaques donde se reduce la presencia de oxígeno y se aumenta el tiempo de almacenamiento.

En algunos casos el empleo de atmósferas controladas se requiere para el almacenamiento durante largos períodos de tiempo ya que mediante este método se reduce la concentración de oxígeno en el ambiente. La principal desventaja es que se requiere de un gasto más elevado.

2.6 Marinado de carnes

Por muchos años se ha practicado la marinación o curado, costumbre de saturar la carne en soluciones de sal, vino o vinagre. Tradicionalmente se marino o curado la carne para conseguir mejores y diferentes sabores, incrementar la suavidad de los músculos más duros y aumentar la conservación del producto por efecto de la sal.

Este es un proceso de valor agregado, que como muchos otros, ha incorporado conocimientos científicos, tecnología y la aplicación de procedimientos operacionales estandarizados, a procesos cotidianos utilizados en muchos hogares como propósito fundamental de enriquecer las propiedades sensoriales de las diferentes carnes.

Hay muchos factores que afectan la suavidad de la carne como: la raza del animal, su edad, la concentración de la sal, la solubilidad del colágeno y la acidez del músculo.

2.6.1 Métodos de marinado

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 la solución marinadora, con el objeto de que esta penetre por ósmosis al producto (en un tiempo de 12 a 16 horas). El dinámico utiliza métodos mecánicos como el "tombleado" (masajeo) y la inyección, cuyos resultados son mejores y menor es la demanda de tiempo.

2.6.1.1 Inmersión

Es el método más antiguo y consiste en sumergir la carne en el marinado, dejando que los ingredientes penetren en la carne por difusión con el paso del tiempo.

Desventajas

En la industria cárnica no proporciona regularidad en la distribución de los ingredientes y aumenta el riesgo de contaminación bacteriana. Requiere tiempos largos de proceso y limita la cantidad de marinado a absorber.

2.6.1.2 Masajeo

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, éstos se pueden dañar o separar de la carne.

2.6.1.3 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.

Desventajas:

Se requiere equipo que 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 afectar el aspecto del producto final (Anónimo 1).

2.7 Función de ingredientes

La función conjunta principal de los ingredientes del marinador es de mejorar la textura, incrementar o potenciar el sabor y disminuir la pérdida de jugosidad durante la cocción de la carne.

Sal

Actúa como agente depresor de la actividad del agua, lo que facilita la conservación del producto y su sápidéz. 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^- y -NH_4^+ , lo que contribuye a la retención de agua y a la ligazón entre los músculos en el producto terminado.

Proteínas

Las proteínas e hidrolizados son empleados para aumentar el contenido proteico del producto terminado y porque mejoran a este su capacidad para retener agua.

Fosfato

La adición de fosfatos ayudan a la carne a retener el agua, solubilizar y extraer proteínas miofibrilares (actina y miosina), responsables de la ligazón intermuscular.

Se emplean en los productos cárnicos con el fin de aumentar la capacidad de retención de agua, aumenta la jugosidad de la carne. 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.

Nitritos y nitratos

El efecto del curado, es conseguir la conservación de la carne evitando

su alteración y mejorando el color. El color de curado se forma por una reacción química entre el pigmento de la carne, la mioglobina, y el ión nitrito. Cuando se añaden nitratos, estos se transforman en parte en nitritos por acción de ciertos microorganismos, siendo el efecto final el mismo se añada un producto u otro.

Espicias

Muchos aceites esenciales y otras sustancias que contienen las especias son eficaces agentes conservadores. Por ejemplo, el ajo posee aceite de mostaza, aldehído cinnámico y alicina, que son sustancias bacteriostáticas eficaces. Sin embargo, a las concentraciones que se emplean para impartir sabor a los embutidos y demás productos cárnicos, las especias carecen de acción conservadora. Es más sí las especias no se han sometido a tratamientos antimicrobianos, pueden contener poblaciones bacterianas muy elevadas que constituyen significativamente a la carga bacteriana total de los cárnicos no procesados. La población bacteriana de las especias puede reducirse eficazmente tratándolas con óxido de etileno u otros agentes adecuados.

Estas se incorporan para conferir olores y sabores particulares, algunas tienen efectos antioxidantes, también se les adjudica un aumento en la capacidad de retención de agua. Todo esto va a depender de la dosificación relacionada con el tipo de producto, el fabricante y los hábitos del consumidor (Anónimo 2).

Enzimas

Enzimas como la papaína y bromelina, rompen las proteínas, se pueden utilizar, fundamentalmente durante el cocinado doméstico, para ablandar la carne.

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 (Jiménez, 2004).

2.8 Evaluación sensorial de alimentos

Es una disciplina científica para recordar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición.

Ventajas

Puede describir a un producto terminado de la misma forma en que puede ser descrito por sus propiedades físico-químicas y microbiológicas. La respuesta del ser humano va a ser integral.

2.8.1 Importancia de la evaluación sensorial

Una parte importante del éxito de las industrias de alimentación se basa en su capacidad para producir sus especialidades satisfaciendo el gusto de los consumidores. Para detectar las tendencias de mercado se llevan a cabo encuestas dirigidas a reflejar las opiniones de los potenciales consumidores.

2.8.2 Objetivo de la evaluación sensorial

El objetivo del análisis sensorial es procesar las respuestas de los consumidores encuestas entre los potenciales consumidores, cuando valoran la calidad o la aceptabilidad de productos que se aprecian principalmente a través de los sentidos (Anónimo 3).

2.8.3 Beneficio de las evaluaciones

El beneficio que se busca con el análisis sensorial es adaptar los sistemas de producción para poder obtener productos mejor valorados por los consumidores.

Existen diferentes tipos de análisis entre los que destacan los siguientes:

- **Análisis discriminativo.** Son pruebas en donde se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y en algunos casos es importante diferenciar en cuanto a la magnitud de un atributo.
- **Análisis descriptivo.** Se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas lo más objetivamente posible.
- **Pruebas afectivas.** El juez expresa su reacción subjetiva sobre un producto, si le gusta o le disgusta, si lo prefiere o no lo prefiere en cuanto a otro producto.

Comparadas con las pruebas discriminativas y descriptivas presentan mayor variabilidad ya que el tipo de juez es consumidor.

Prueba de preferencia.

Objetivo. Conocer si el juez consumidor prefiere un alimento sobre otro.

Es una prueba sencilla y solo se le pide al juez que diga cual prefiere de las muestras presentadas

2.9 Efectos del marinador sobre las características sensoriales de la carne

Las principales características que aporta el marinador a las carnes son:

La suavidad se debe a la textura que presenta el tejido muscular, la distribución del tejido conjuntivo, lo cual se ve modificada por las enzimas presentes en el marinador.

Las proteínas aumentan la capacidad de retención de agua las cuales aumentarán la jugosidad de la carne en función del jugo liberado por la carne y la secreción salivar estimulada por la grasa.

El sabor se ve mejorado por las especias que confieren olores y sabores particulares también se les adjudica un aumento en la capacidad de retención de agua.

2.10 Efectos del marinador sobre la microbiología de la carne

En los productos cárnicos que son sometidos a procesos de curación se modifican las condiciones del medio ambiente. Los principales agentes de curación tienen diversos efectos en tales modificaciones:

Sal: Muchos microorganismos ven limitado su desarrollo por concentraciones altas de cloruro de sodio. Otro efecto de la sal es la reducción en la actividad de agua del alimento (*aw*). Generalmente las salmueras para curado de carnes contienen un mínimo de 10% de sal.

Azúcar: Puede servir como sustrato energético para los gérmenes. Contribuye a reducir la actividad de agua.

Nitrato de sodio: Tiene una ligera acción bacteriostática en solución ácida, especialmente contra bacterias esporuladas. Puede servir como material de reserva para las bacterias reductoras para producción de nitrito durante un proceso de curado largo. El nitrito de sodio tiene un efecto antimicrobiano similar.



Las especies microbianas presentes en las carnes curadas pueden depender del tipo de producto de que se trate. Los principales grupos presentes son: Lactobacilos, Leuconostoc, Estreptococos, Pediococos, Micrococos, Bacilos y Clostridios.

Cuando las salmueras tienen un pH mayor de 6 y se eleva el contenido de azúcares éstas sufren alteración putrefactiva por especies de Vibrio, Alcaligenes y/o Spirillus. Generalmente estas son especies halófilas.

Tipos de alteraciones microbianas en las carnes.-

La alteración de la carne está determinada en gran parte por dos factores principales:

- (a) las condiciones de aerobiosis o anaerobiosis y
- (b) el tipo de microorganismo participante.

Microorganismos aerobios:

Bacterias

Mucosidad superficial. Provocada por bacterias que producen sustancias mucilaginosas (*Leuconostoc*, *Bacillus*, *Lactobacillus*).

Modificación de color. Debido al desarrollo de sustancias oxidantes por bacterias (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*).

Alteración de grasas. Se presenta enranciamiento de la grasa por especies de *Pseudomonas* y *Achromobacter*. Puede ser debido a factores físicos (luz y aire).

Fosforescencia. Efecto poco común debido a bacterias del género *Photobacterium* que se desarrollan sobre la superficie de la carne.

Coloraciones extrañas:

- Rojo: *Serratia marcescens*,
 - Azul: *Pseudomonas syncyanea*.
 - Verde azulada o negro parduzca. *Flavobacterium*, *Chromobacterium*.
- Los pigmentos microbianos amarillos sufren cambios de tonalidades por la presencia de sustancias (peróxidos, rancidez de grasa).

Olores y sabores extraños. La generación de "husmo" (olor y sabor desagradable) es la primera señal evidente de la alteración de la carne. El sabor a "refrigerador" se aplica a la carne pasada o vieja.

Hongos

Adhesividad. El desarrollo inicial de los hongos produce una carne pegajosa.

Barbas. Red de micelio en crecimiento limitado en carnes en refrigeración (0-2° C).

Debido a especies de *Thamnidium*, *Mucor*, *Rhizopus*. Existen especies especiales de *Thamnidium* que contribuyen a mejorar el sabor de la carne de vacuno durante su "envejecimiento".

Manchas negras. Producidas por *Cladosporium herbarum* u otros mohos con pigmentos oscuros.

Manchas Blancas. Provocadas generalmente por *Sporotrichum carnis* o por otros géneros que producen colonias blancas húmedas (*Geotrichum*).

Manchas verdosas. A causa de esporas verdes del género *Penicillium*.

Descomposición de grasa.- Actividad de lipasas fúngicas.

Olores y sabores extraños. La carne adquiere sabor a "enmohecido" alrededor de donde se desarrollan los hongos.

Microorganismos anaerobios.

Agriado. Debido a diferentes ácidos: acético, fórmico, butírico, propiónico, láctico o succínico. Provocada por la acción microbiana sobre los componentes de las carnes; principalmente por el género *Clostridium* y bacterias lácticas.

Putrefacción. Consiste en la descomposición anaerobia de las proteínas con la producción de sustancias de aroma desagradable. Debido a bacterias de género *Clostridium* y en menor grado *Pseudomonas*, *Alcaligenes* y *Proteus*.

Las condiciones de almacenamiento permiten el desarrollo de especies psicrótrofas las cuales son causantes de viscosidad, alteración del color superficial y el agriado.

Las especies que producen putrefacción requieren de temperaturas más altas (Anónimo 3).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MARINADO

De acuerdo a estudios anteriores se encontró que el proceso de marinado en diferentes cortes, da como resultado que utilizando el método de inmersión se obtiene mayor rendimiento en la arrachera. (Jiménez, 2004).

Materia prima

Arrachera de Prokarne

Arrachera natural de tienda comercial

Agua purificada

Agua filtrada

Hielo

Marinador con toque a cebolla

Marinador con toque a ajo

Marinador comercial exclusivo de Prokarne

Materiales

Cuchillos

Recipiente de plástico

Vasos de precipitado

Bascula

Agitador

Refrigerador

Equipo de marinado por masajeo (Tombler)

Marinado por método inmersión (M.UAAAN)

Procedimiento

1. Enjuagar la carne para eliminar el exceso de sangre

2. Preparar el marinado con la cantidad de agua y marinador correspondiente
3. Colocar la carne en un recipiente de plástico
4. Agregar el marinado hasta cubrir la carne
5. Dejar reposar por 12 horas a temperatura de refrigeración (4°C)
6. Enjuagar el exceso de marinador
7. Refrigerar



Figura 4. Carne fresca para marinar



Figura 5. Marinado por inmersión

El marinado por el método de Prokarne (M.PK)

Procedimiento

1. Pesar carne
2. Preparar el marinador con el agua filtrada para obtener la salmuera
3. Colocar la carne en el Tomblor
4. Agregar la salmuera
5. Agregar el hielo
6. Marinar alrededor de una hora, empleando 3 ciclos, girando primero a la derecha 25 minutos, a la izquierda 10 minutos y finalmente a la derecha 20 minutos
7. Mantener una temperatura de 0° C
8. Sacar la carne del Tomblor
9. Empacar al vacío
10. Refrigerar



Figura 6. Arrachera marinada Prokarne

3.2 Evaluación microbiológica

Materia prima

Arrachera: natural de Prokarne, marinada de Prokarne, marinada UAAAN y marinada prueba.

Reactivos

Agar papa dextrosa

Agar cuenta estándar

Agua destilada

Agua peptonada

Materiales

Cajas petri

Vasos de precipitado

Pipetas 1 ml, 10 ml

Tubos de ensaye

Mechero

Algodón

Papel de estraza

Frascos de dilución

Probeta

Equipos

Horno

Cámara de incubación

Autoclave

Refrigerador

Procedimiento

Preparar los medios de cultivo para cuenta total, hongos y levaduras, agua peptonada

Esterilizar el material a utilizar

Preparar diluciones seriadas hasta 10^{-3}

Sembrar en superficie las diferentes muestras

Incubar en la estufa a 37° C

Realizar el recuento a 24 y 48 horas

3.3 Evaluación Sensorial

Se eligió trabajar con la prueba de preferencia utilizando a consumidores como jueces estos deben de tener consumo habitual.

Materia prima

Diferentes muestras antes mencionadas. Todas debidamente cocinadas.

Agua purificada

Materiales

Laboratorio con área de pruebas para evaluación sensorial.

Vasos

Popotes

Recipientes para expectorar

Platos

Servilletas

Procedimiento

Preparar el área con los materiales necesarios

Cocinar las muestras a evaluar

Cortar en trozos de 2 cm. cuadrados aprox.

Colocar las muestras en el lugar de evaluaciones, debidamente identificadas

Dar las indicaciones a los jueces

Pasar a los jueces al lugar de evaluación

Recoger los formatos de evaluación

Realizar limpieza y volver a iniciar

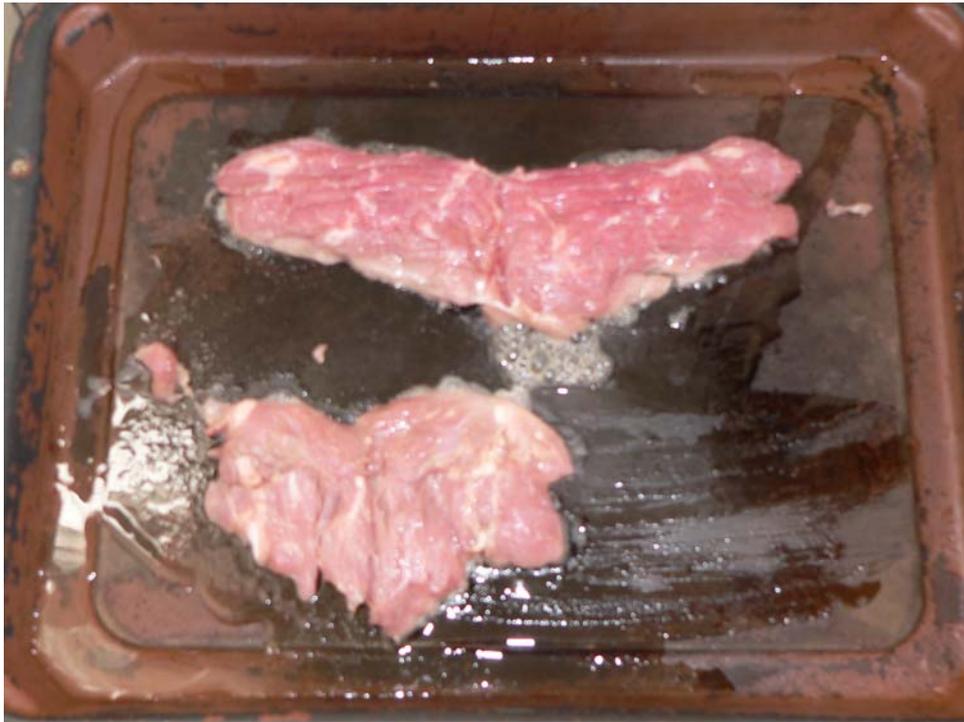


Figura 7. Cocinado de la carne



Figura 8. Carne cocinada



Figura 9. Preparación de la muestras

El formato a utilizar es con el fin de obtener las respuestas de los jueces y debe ser sencillo y fácil de entender. A continuación se presenta el formato utilizado.

Hoja de evaluación

Nombre _____ Fecha _____

Pruebe las muestras que se le presentan e indique sobre el número de la muestra de su preferencia, marcando con el 1 la que más le guste y con el 4 la que menos le guste.

_____	_____	_____	_____
658	904	321	176

Explique por que prefiere ese orden de las muestras:

Muchas gracias

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Marinado

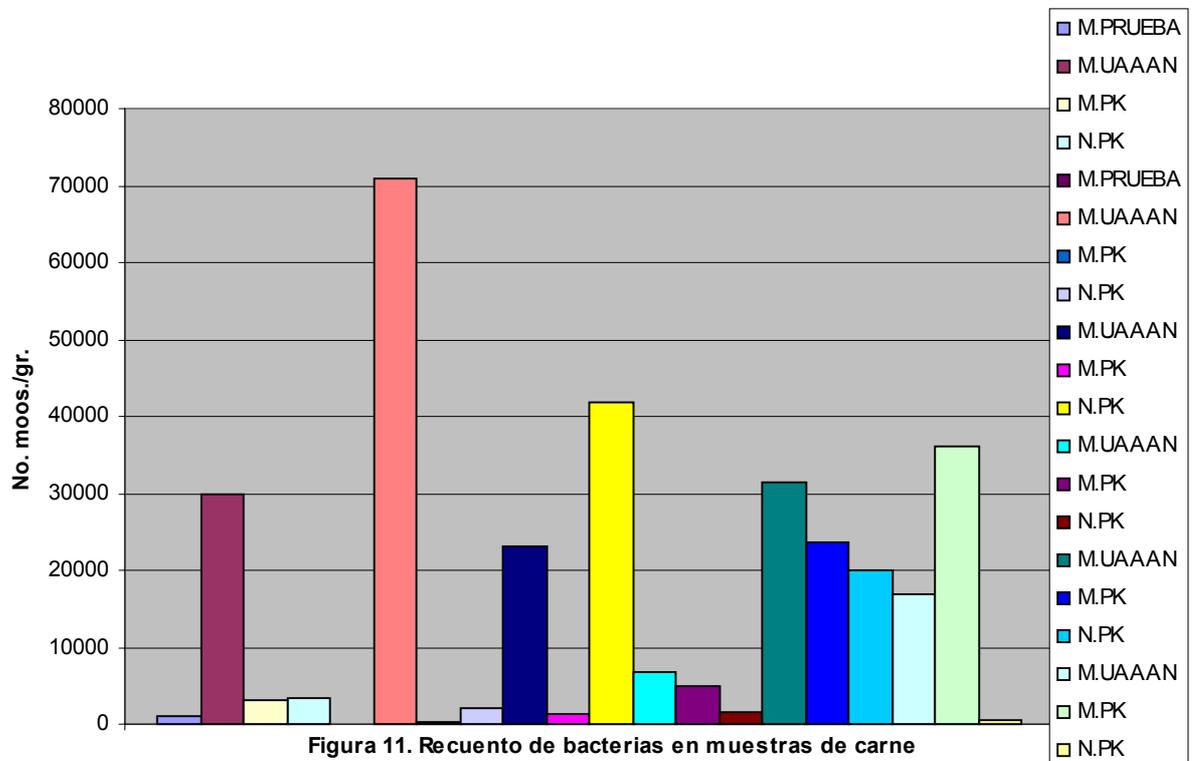
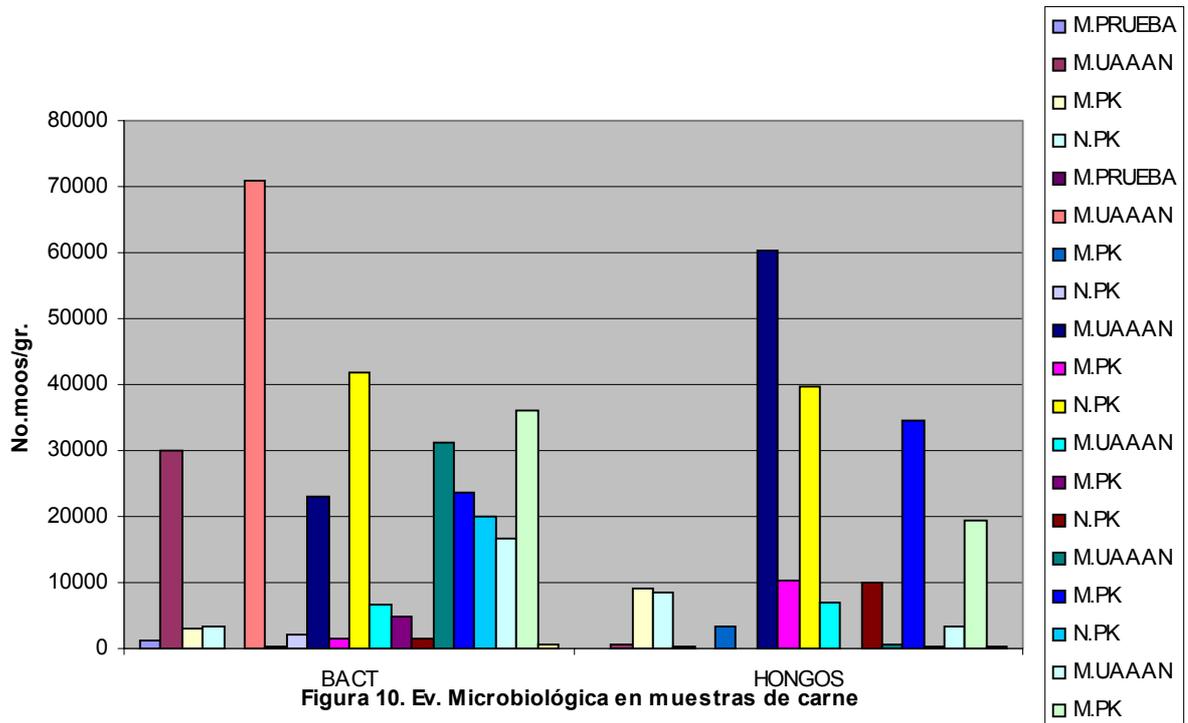
El cálculo del rendimiento se hace por diferencia de peso de la carne como sigue:

$$R = \left(\frac{\text{Peso de carne marinada} - \text{peso de carne natural}}{\text{Peso de carne natural}} \right) \times 100$$

El marinado por inmersión da un rendimiento de 21%, adicional al peso de la carne natural.

El marinado por método de tobleado da un rendimiento de 34%, adicional al peso de la carne natural.

Evaluación microbiológica



Cuadro 1. Logaritmo natural del contenido bacteriano de las carnes

TRATA.	R1	R2	R3	R4	R5	R6
T1	7.0400	0.0000				
T2	10.3000	11.1700	10.0400	8.8000	10.3500	12.0300
T3	8.0000	5.2900	7.2400	8.4900	10.0600	10.4900
T4	8.1000	7.6000	10.6400	7.3700	9.9000	6.3900

T1= Marinador prueba T2= Marinador UAAAN T3= Marinador Prokarne T4= Natural

Cuadro 2. Análisis de varianza del contenido bacteriano de las carnes

FV	GL	SC	CM	F _{calc}	F _{tabla} (3, 16 gl)	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	72.8602	24.28674	6.2690	3.24	5.29
ERROR	16	61.9852	3.87407			
TOTAL	19	134.8454				

C.V. = 23.25 %

Cuadro 3. Tabla de medias del contenido bacteriano de las carnes

TRATA.	REP.	MEDIA
T1	2	3.520000
T2	6	10.448334
T3	6	8.261666
T4	6	8.333333

Se realiza una comparación de medias, ya que existe una diferencia significativa entre tratamientos.

Prueba de Tukey

Variable: contenido bacteriano de las carnes

Número de tratamientos = 4

Número de repeticiones = 6

Cuadrado medio del error = 3.8740

Grados de libertad del error = 16

Cuadro 4. Comparación de medias del contenido bacteriano de las carnes

TRATA.	MEDIA
T2	10.4400 A
T4	8.3330 A
T3	8.2616 A
T1	3.5200 B

Nivel de significancia = 0.01

Tukey = 4.1703

Nivel de significancia = 0.05

Tukey = 3.2543

Valores de tablas (0.05), (0.01) = 4.05, 5.19

Se comprueba que el tratamiento 1 es diferente.

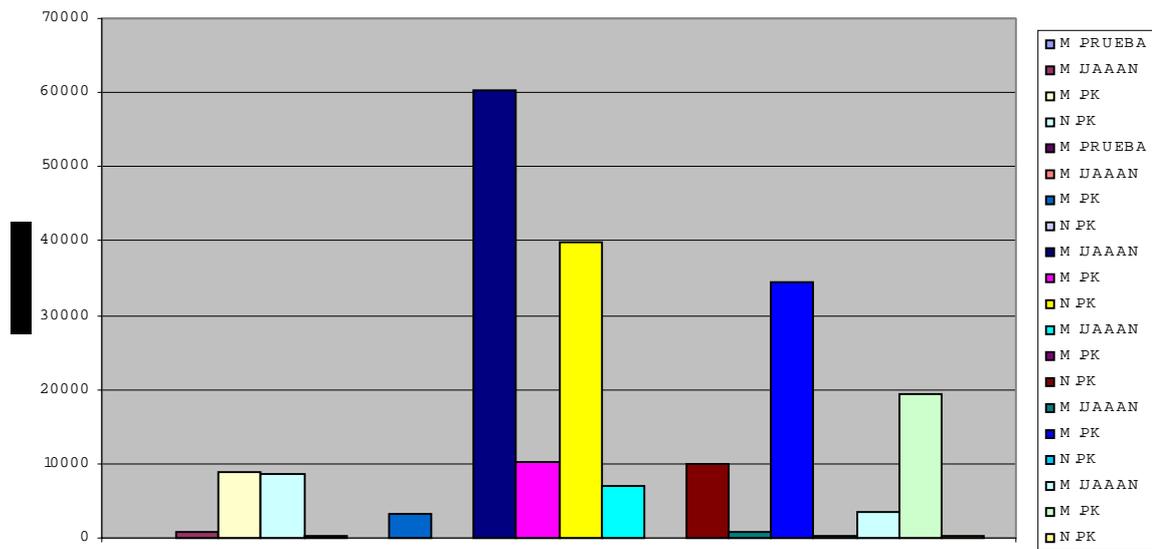


Figura 12. Recuento de hongos y levaduras en muestras de carne

Cuadro 5. Logaritmo natural del contenido de hongos y levaduras de las carnes

TRATA.	R1	R2	R3	R4	R5	R6
T1	2.9900	5.0000				
T2	6.6200	3.4000	11.0000	8.8500	8.8500	5.8200
T3	9.1000	8.1100	9.2300	4.8600	8.1400	9.8600
T4	9.0500	4.0900	10.5900	9.2100	5.9900	5.2900

Cuadro 6. Análisis de varianza del contenido de hongos y levaduras de las carnes

FV	GL	SC	CM	F _{calc}	F _{tabla} (3,16 gl)	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	27.00817	9.002727	1.6435	3.24	5.29
ERROR	16	87.64440	5.477776			
TOTAL	19	114.65258				

C.V. = 32.05 %

Cuadro 7. Tabla de medias del contenido de hongos y levaduras de las carnes

TRATA.	REP.	MEDIA
T1	2	3.995000
T2	6	7.423334
T3	6	8.216666
T4	6	7.370000

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

EVALUACIÓN SENSORIAL

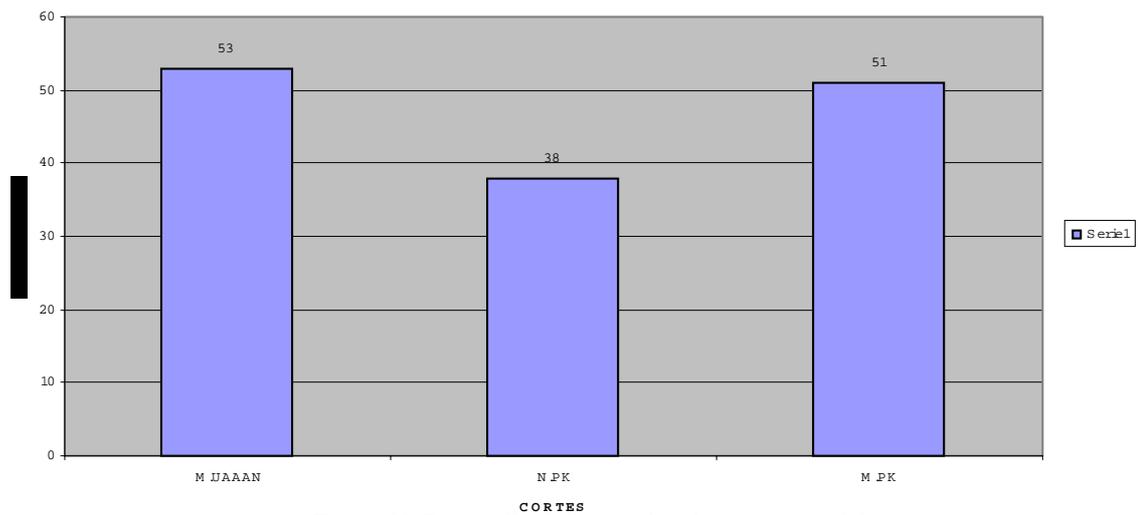


Figura 13. Promedio de las evaluaciones sensoriales

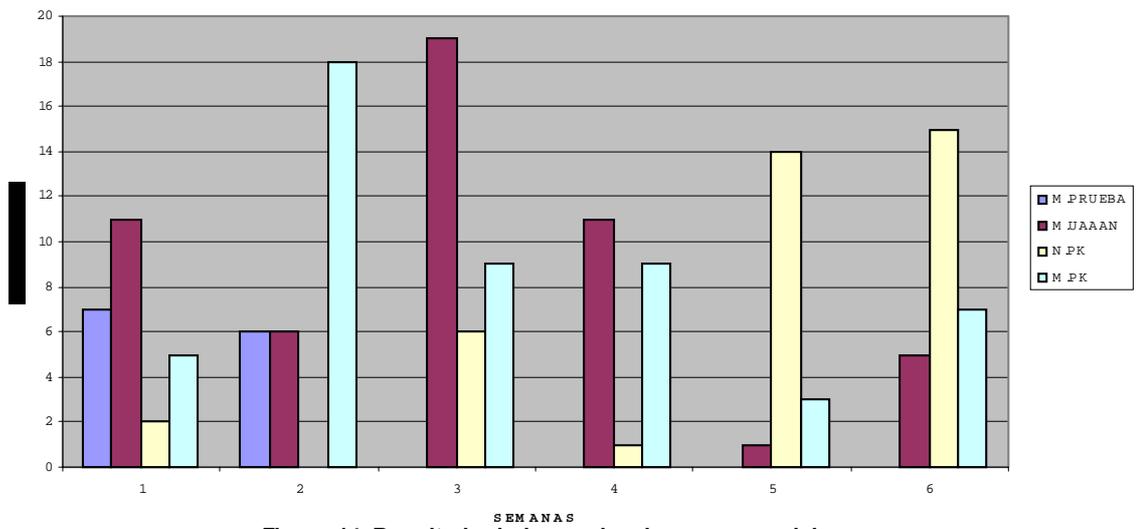


Figura 14. Resultado de las evaluaciones sensoriales

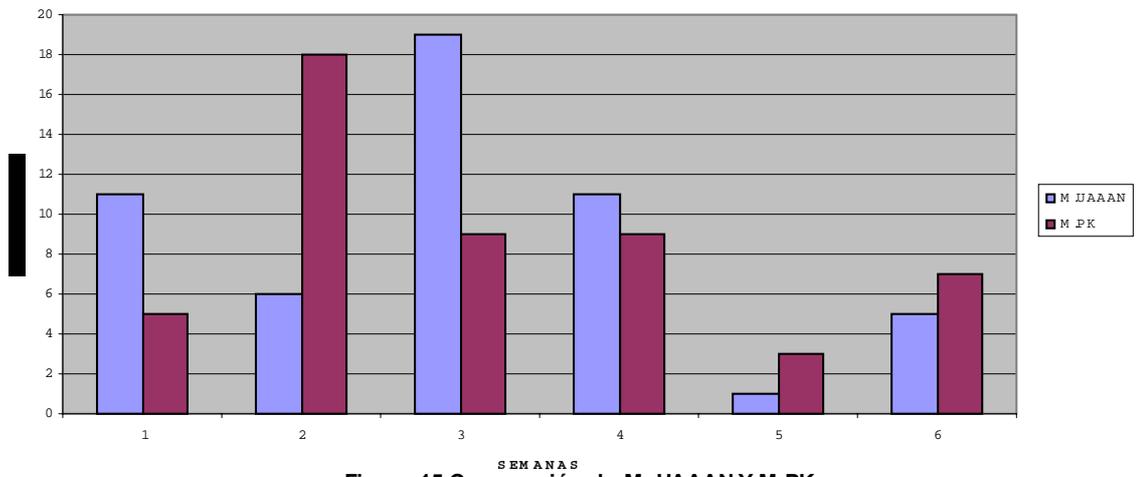


Figura 15 Compración de M. UAAAN Y M.PK

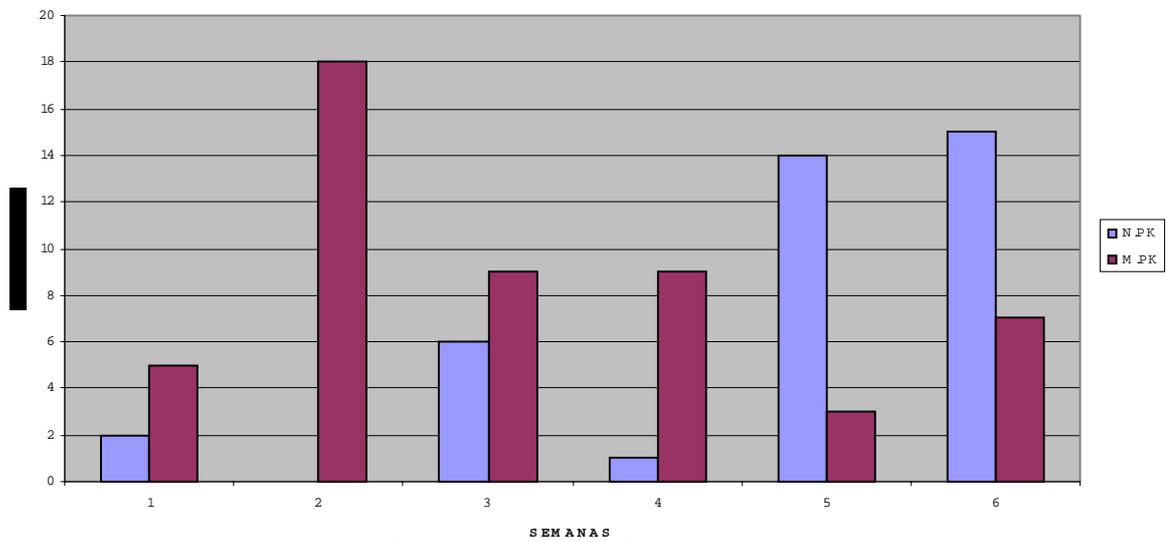


Figura 16. Comparación de N.P.K. Y M.P.K.

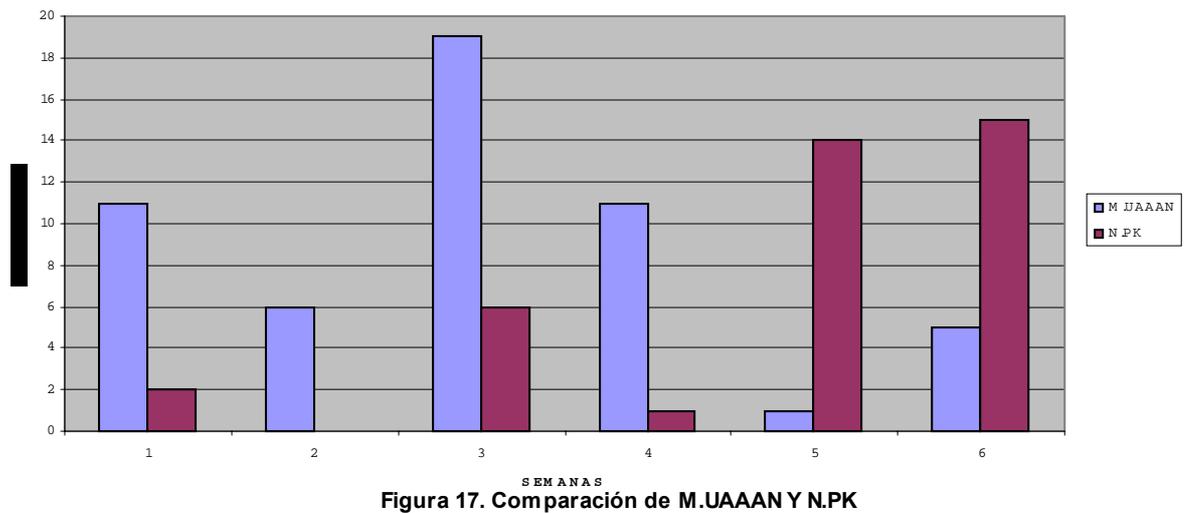


Figura 17. Comparación de M.UAAAN Y N.P.K.

Cuadro 8. Números de preferencia de las diferentes muestras

TRATA.	R1	R2	R3	R4	R5	R6
T1	7.0000	6.0000				
T2	11.0000	6.0000	19.0000	11.0000	1.0000	5.0000
T3	5.0000	18.0000	9.0000	9.0000	3.0000	7.0000
T4	2.0000	0.0000	6.0000	1.0000	14.0000	15.0000

Cuadro 9. Análisis de varianza de los números de preferencia

FV	GL	SC	CM	F _{calc}	F _{tabla} (3, 16 gl)	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	25.5833	8.52779	0.2462 ^{NS}	3.24	5.29
ERROR	16	554.1666	34.63541			
TOTAL	19	579.7500				

C.V. = 75.94 %

Cuadro 10. Tabla de medias del número de preferencia

TRATA.	REP.	MEDIA
T1	2	6.500000
T2	6	8.833333
T3	6	8.500000
T4	6	6.333333

No se hace la comparación de medias por que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

DISCUSIONES

Marinado

El mejor marinado se obtiene por el método de Prokarne ya que este tiene un mayor rendimiento en comparación al utilizado en la UAAAN.

Evaluación microbiológica

Hipótesis.

H_0 : todos los τ_i son iguales.

H_1 : al menos un τ_i son es diferente

Bacterias

Dado que el estadístico de prueba $F_{calculada}$ 6.2690 es mayor que el estadístico de comparación F_{tablas} 3.24 (0.05), 5.29 (0.01), aceptamos la hipótesis alterna de que los resultados obtenidos por la aplicación de diferentes tratamientos al menos uno es diferente. Lo cual se comprueba con la comparación de medias.

Para nuestro problema en particular quiere decir que el T1 (marinada prueba) tiene mejor y mayor efecto en la reducción de bacterias, esto puede deberse a la composición del marinador.

Hongos

Dado que el estadístico de prueba $F_{calculada}$ 1.6435 es menor que el estadístico de comparación F_{tablas} 3.24 (0.05), 5.29 (0.01) aceptamos la hipótesis inicial de que los resultados obtenidos por la aplicación de diferentes tratamientos son iguales.

Para nuestro problema en particular quiere decir que no existe diferencia en la reducción de hongos en base a los resultados obtenidos por la aplicación de diferentes tratamientos. Es decir ningún tipo de marinador reduce en forma significativa el crecimiento de los hongos.

Evaluación sensorial

Dado que el estadístico de prueba $F_{calculada}$ 0.2462 es menor que el estadístico de comparación F tablas 3.24 (0.05), 5.29 (0.01), aceptamos la hipótesis inicial de que los resultados obtenidos por la aplicación de diferentes tratamientos son iguales.

Para nuestro problema en particular quiere decir que el grado de aceptación de todas las diferentes presentaciones de arrachera (marinada y natural) son iguales en la prueba sensorial para diferentes grupos de jueces.

V. CONCLUSIONES

Sin duda se obtiene mayor rendimiento con el método de marinado de Prokarne.

Con la evaluación microbiológica realizada y los datos obtenidos se concluye que existen tanto bacterias como hongos en la carne marinada y sin marinar, encontrándose mayor cantidad de bacterias que hongos.

No existe gran diferencia en el contenido microbiano de carne natural y marinada, esto puede deberse principalmente, a la forma en que se obtuvo cada una de ellas, el tiempo de exposición al medio ambiente y las buenas prácticas de higiene. Ya que la carne natural fue tomada al inicio de la producción y la marinada sufrió traslado y otros procesos.

La función principal del marinador es reducir la carga microbiana, en especial el contenido de bacterias, debido a que en este grupo podemos encontrar patógenos que causan efectos dañinos a la salud. En este caso en los datos obtenidos no se observó tal reducción.

Para este caso en particular quizás si se realiza la marinación en un mismo lugar y bajo las mismas condiciones deberá existir reducción de la carga por efecto del marinador.

El marinado sí mejora las características sensoriales de sabor, aroma y suavidad. Y en particular el marinado de Prokarne incrementa la jugosidad debido al incremento del rendimiento.

Es importante mencionar que en el mercado existe gran variabilidad de aceptación por la carne, debido a que existen consumidores que les agrada la carne condimentada y hay quienes la prefieren natural, quizás tal vez por la falta de costumbre.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anónimo 1 (en línea) (15 de mayo del 2005).

WWW.METALQUIMIA.COM/IMAGES/DOCTECNOLOGIC/ART13.PDF

Anónimo 2 (en línea) (15 de noviembre del 2005).

www.htei.info/dialup/biblioteca/glosario.htm

Anónimo 3 (en línea) (15 de noviembre de 2005)

fibosa.com/esp/descargas/pdf/Elaboracion_de_carne_marinada.pdf

Anónimo 4 (en línea) (21 de noviembre de 2005)

www.eufic.org/sp/quickfacts/aditivos_alimentarios.htm

Facco Sillveira E.T., Silviera N.F.A., Beraquet N.J., (1998). The influence of stunning techniques on some quality aspects of pig meat. Proc. Int. Congr. of Meat Sci. and Technol. Barcelona. 44: 1.072-1.073.

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

James, A. Jay Jensen. 1994. Como entender la tecnología del marinado. Industria avícola, EUA.

Jiménez, Salazar, Vanessa. Efecto del marinador y métodos de marinado en el rendimiento de diferentes cortes de carne. Tesis Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2004.55p.

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

López de Torre, G. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Madrid. España.

Norris, J.R. y Pettipher, G.L.; (1987); ESSAYS IN AGRICULTURAL AND FOOD MICROBIOLOGY; John Wiley and Sons. New York.

Pospiech E., Borzuta K., Lyezynski A., Plokarz W., (1998). Meat defects and their economic importance. Pol. J. Food Nutr Sci., Vol 7/48, No 4: 7-20.

Price, J. F. Ciencia de la carne y productos cárnicos. Acribia, Zaragoza España.

Santos Moreno, Armando. Química y bioquímica de alimentos. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Universidad Autónoma Chapingo, (en línea) (16 noviembre de 2005)
http://www.economia.gob.mx/pics/p/p1763/CARNE_DE_BOVINO_010304.pd

Wilson. N.R.P; (1992). MEAT AND MEAT PRODUCTS. John Wiley and Sons. New York.

