

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Evaluación de la cadena fría basada en el plan HACCP en planta TIF para el  
procesamiento de carne de bovino.

Por:

**GÉNESIS GÓMEZ ALMEIDA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación de la cadena fría basada en el plan HACCP en planta TIF para el  
procesamiento de carne de bovino.

Por:

**GÉNESIS GÓMEZ ALMEIDA**

TESIS

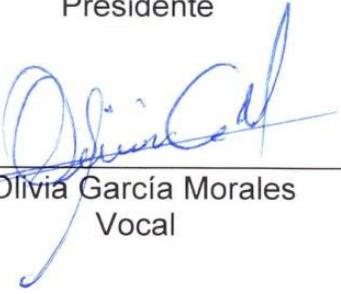
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
MC. José Luis Fco. Sandoval Elías  
Presidente

  
MC. Cristina Esparza Alcalá  
Vocal

  
MC. Olivia García Morales  
Vocal

  
MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso  
Vocal Suplente

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal  
  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación de la cadena fría basada en el plan HACCP en planta TIF para el  
procesamiento de carne de bovino.

Por:

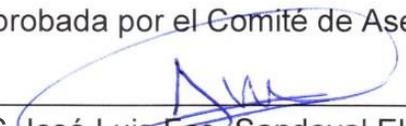
**GÉNESIS GÓMEZ ALMEIDA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
MC. José Luis Fco. Sandoval Elías  
Asesor Principal

  
MC. Cristina Esparza Alcalá  
Coasesor

  
MC. Olivia García Morales  
Coasesor

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

## AGRADECIMIENTOS

**A mis padres, Elizabeth Almeida Cortina y Ulises Gómez Amaya** por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionista.

**A mi Alma Terra Mater,** por aceptarme ser parte de ella y darme una formación profesional.

**Al MC. José Luis Fco. Sandoval Elías,** por acompañarme, orientarme y apoyarme durante todo mi estancia en la universidad.

**A las profesoras ME. Cristina Esparza Alcalá y MC. Olivia García Morales,** por brindarme su apoyo y orientación en la realización de éste proyecto de tesis.

**Al establecimiento TIF 645 Ganadería y Rastro de la Laguna S.A. de C.V,** por permitirme entrar en sus instalaciones y proporcionarme siempre las facilidades para la realización de éste proyecto.

## DEDICATORIAS

**A mis padres**, por su apoyo incondicional durante mi estancia en la universidad, por estar para mí en todo momento.

**A mis abuelos**, Ramiro Almeida Juárez y Silvia Cortina Rodríguez, por sus sabios consejos y las muestras de apoyo y cariño brindadas.

**A Lupo**, por ser mi amigo fiel, por ser el principal motivo de mi ingreso en ésta institución.

**A mis compañeros**, Marco Antonio Galindo Negrete, David Alonso Baca y Ricardo Padilla Rubio, por siempre estar presentes durante cinco años, brindando su apoyo y amistad incondicional en todo momento.

**A toda mi familia**, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

**A Alejandro**, por ser mi compañero de inicio a fin en este camino universitario, por no dejar que desistiera cuando más razones tenía para hacerlo, por compartirme siempre sus conocimientos y ayuda.

## RESUMEN

Con el propósito de cuantificar y comparar la cantidad de carga bacteriana en productos cárnicos antes y después de ser introducidos en el conservador carton chiller se realizaron 36 muestras elegidas al azar de distintos cortes o piezas consideradas como críticas debido a 3 factores importantes: volumen, peso y región anatómica de la cual procede dicho producto. Para su análisis, las muestras se clasificaron en 3 grupos: lomos, pulpas y filetes, fueron registradas las variables tiempo y temperatura de cada producto en 5 puntos de control establecidos. La medición de temperatura dentro del conservador se realizó por medio de termograficadores de pila que fueron introducidos en el punto medio de cada producto. Los muestreos microbiológicos se realizaron por el método de esponja en solución de agua peptonada (ABP). En el total de las muestras hubo ausencia de microorganismos patógenos *Salmonella spp* *Escherichia coli* O157:H7/NM. Los microorganismos indicadores que se aislaron en las muestras testigos y sus resultados fueron: Mesófilos aerobios 97.2 UFC/cm<sup>2</sup> como máxima y 32.4 UFC/cm<sup>2</sup> como mínimas, coliformes totales máxima 11.6 UFC/cm<sup>2</sup> y .2 UFC/cm<sup>2</sup> mínima, *E. coli* genérica 5.7 UFC/cm<sup>2</sup> y ND=0. De las muestras tomadas en producto terminado a la salida del carton chiller los resultados fueron menor a los de la muestras testigos: Mesófilos aerobios 59.4 UFC/cm<sup>2</sup> como máxima y 5.3 UFC/cm<sup>2</sup> como mínimas, coliformes totales máxima 6.2 UFC/cm<sup>2</sup> y ND=0 UFC/cm<sup>2</sup> mínima, *E. coli* genérica 0.6 UFC/cm<sup>2</sup> y ND=0. El presente estudio demuestra que existe una relación positiva en la reducción de carga bacteriana con respecto a la disminución de la temperatura en productos cárnicos.

**Palabras clave:** HACCP, Carton chiller, *E. coli*, TIF, microorganismos indicadores.

# Índice

Contenido	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>Índice</b> .....	iv
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	2
<b>Hipótesis</b> .....	2
<b>I ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>II DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b> .....	5
<b>2.1 Obtención de carne: de animal a canal</b> .....	5
<b>2.2 Los cambios <i>post mortem</i> y la transformación del músculo en carne</b> .....	6
2.2.1 Rigor mortis.....	7
2.2.3 Acidificación post mortem.....	9
<b>2.3 Componentes de la carne</b> .....	9
2.3.1 Proteínas.....	9
2.3.2 Agua.....	11
2.3.3 Grasa.....	11
2.3.4 Vitaminas del tejido muscular.....	12
<b>2.4 Factores que influyen en la calidad y estimación de la vida de anaquel de la carne</b> .....	12
2.4.1 Especie.....	12
2.4.2 Sexo.....	13
2.4.3 Raza.....	13
2.4.4 Edad.....	13
<b>2.5 Composición química</b> .....	13
2.5.1 pH.....	14
<b>III MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE LA CARNE</b> .....	15
3.1. Esterilización.....	16
3.2 Cocción.....	16
3.3 Deseccación.....	16

3.4 Refrigeración .....	18
3.5 Congelación .....	18
3.6 Fermentación.....	19
<b>IV ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS.....</b>	<b>20</b>
4.1 Microorganismos de mayor impacto en la salud pública .....	21
4.1.1 <i>Salmonella spp.</i> .....	21
4.1.2 <i>Vibrio Cholerae</i> .....	22
4.1.3 <i>Trichinella spiralis</i> .....	23
4.1.4 <i>Escherichia coli</i> .....	25
4.2 Prevención de ETA's.....	25
4.3 Inocuidad alimentaria .....	26
4.4 Vigilancia zoonosanitaria .....	26
<b>V MARCO REGULATORIO .....</b>	<b>27</b>
5.1 Organización Mundial de la Salud (OMS).....	27
5.2 Organización Mundial de las Naciones para la Alimentación y Agricultura (FAO) .....	28
5.3 CODEX Alimentarius .....	29
5.4 Normatividad nacional .....	29
5.4.1 SAGARPA .....	29
5.4.2 SENASICA.....	29
5.4.3 Secretaría de Salud.....	30
5.4.4 Normas Oficiales Mexicanas .....	30
5.4.4.1 NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.....	30
.....	31
5.4.4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne. ....	31
Objetivo y campo de aplicación.....	31
5.4.4.3 NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, .....	32
5.5 Certificaciones comerciales.....	32
5.5.1 BRC Global Standard for Food Safety .....	32
5.5.3 Sistema de análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) .....	33
<b>VI ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL: HACCP .....</b>	<b>34</b>
6.1 Programa de prerrequisitos .....	35

6.1.1 Objetivo .....	36
6.2 Principios del sistema de HACCP.....	36
6.3 Desarrollo de un programa HACCP .....	37
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	42
Área de estudio .....	42
Materiales .....	42
Diseño del estudio.....	43
<b>RESULTADOS</b> .....	45
Resultados microbiológicos .....	52
Discusión.....	55
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	56
<b>CITAS</b> .....	57
<b>Anexos</b> .....	60
Anexo 1. Procedimiento para la recolección de muestra con esponja para la detección de Salmonella spp. ....	60
Anexo 2. Base de datos .....	61
Anexo 3. Resultados microbiológicos de laboratorio en muestra cárnica.....	62

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de proteínas del músculo. _____	10
Cuadro 2. Comparación de resultados microbiológicos de producto en proceso y producto terminado _____	52

Fig. 1. Insensibilización con pistola de perno cautivo para bovinos de razas europeas y becerros cebúinos.\_\_\_\_\_31

Fig. 2. Diagrama de flujo del plan HACCP implementado en Establecimiento TIF para producto cárnico crudo no molido en sala de deshuese \_\_\_\_\_38

Fig. 3 Gráfica comparativa de temperaturas en lomos, registradas en cada punto de control con \_\_\_\_\_termómetro \_\_\_\_\_digital. \_\_\_\_\_45

Fig. 4 Gráfica comparativa de toma de temperaturas con termómetro digital en 5 puntos de control, a pulpas de diferentes pesos.\_\_\_\_\_46

Fig 5. Gráfica comparativa de temperaturas en filetes, registradas en cada punto de control con \_\_\_\_\_termómetro \_\_\_\_\_digital. \_\_\_\_\_46

Fig. 6 Variación de la curva de enfriamiento con respecto al peso de lomos (parte 1). \_\_\_\_\_47

Fig 7. Variación de la curva de enfriamiento con respecto al peso en lomos (parte 2). \_\_\_\_\_48

Fig. 8 Gráfica comparativa de curvas de enfriamiento en productos de diferentes pesos.\_\_\_\_49

Fig. 9 Gráfica comparativa de la curva de enfriamiento en filetes con diferentes pesos\_\_\_\_\_49

Fig. 10 Gráfica comparativa de resultados microbiológicos para Mesófilos aerobios entre la muestra testigo tomada previo al sellado de empaque e ingreso al carton chiller con la muestra \_\_\_\_\_en \_\_\_\_\_el \_\_\_\_\_producto \_\_\_\_\_final.

**ÍNDICE DE FIGURAS**



## Introducción

La carne provee aminoácidos esenciales en cantidades que se consideran muy adecuadas para promover la salud y prevenir enfermedades. Además, la carne tiene vitaminas, minerales y ácidos grasos de gran importancia para el adecuado funcionamiento del organismo (Rubio et al., 2012).

Ante la importancia de producir alimentos sanos, inocuos y nutritivos para el consumidor, desde el punto de vista de la salud pública, es necesario implementar diferentes estrategias para la identificación de puntos críticos del control. Tomando en cuenta que la globalización actual en la industria alimenticia se encuentra condicionada a modificar su actitud hacia el mercado y es allí donde surge la calidad como elemento de distinción de los productos.

La calidad de éste tipo de productos está determinada por el cumplimiento de los requerimientos normativos, legales, comerciales, la satisfacción del consumidor y la producción en un ciclo de mejora continua. Uno de los procedimientos, es la conservación de los productos cárnicos al alto vacío; y un adecuado manejo de la cadena fría antes, durante y después del proceso. En el presente estudio se evaluará la cadena fría y sus posibles variaciones para establecer puntos de control y evitar la falla en la misma, desde el peso frío de canales de bovino hasta el producto final (carne de res) listo para el transporte a las áreas de comercialización.

**Objetivos**

- Validar el proceso de enfriamiento en carton chiller dentro de la cadena fría, como método de conservación y reducción de patógenos con el fin de lograr un aseguramiento de inocuidad de los productos cárnicos
- Reducir la cantidad de reprocesos procedentes de muestreos aleatorios realizados por el establecimiento como método de control de temperatura y reducción de patógenos en el producto final
- Modificación en las actividades del plan HACCP estableciendo el carton chiller como punto crítico de control

**Hipótesis**

El tiempo y método de conservación por enfriamiento en productos cárnicos resulta efectivo para el aseguramiento de la inocuidad y previene el desarrollo de microorganismos patógenos.

## I ANTECEDENTES

La importancia de los alimentos para la salud y la enfermedad se ha reconocido desde los tiempos de Hipócrates, padre de la medicina, y los otros médicos-sacerdotes de la antigüedad griega. Desde el siglo pasado, la relación empírica entre la dieta y la enfermedad se ha ido reemplazando cada vez en mayor medida por la prueba científica que demuestre sin lugar a dudas que lo que comemos tiene influencia considerable en nuestra salud (Guajardo *et al.*, 1998).

De todos los recursos obtenidos de la agricultura, la carne constituye en muchos países el sector económico más importante. La industria transformadora de la carne también representa un porcentaje no despreciable de la industria alimentaria global. Todo ello se debe al papel que los productos cárnicos desempeñan en la alimentación humana, hasta el punto que el ama de casa de nuestro país destina casi un tercio de su presupuesto a la adquisición de alimentos cárnicos. El progreso de las investigaciones sobre la nutrición ha revalorizado la importancia de este grupo de alimentos, y su consumo se ha ido incrementando a medida que mejora el nivel de vida de la población (Astiasarán y Martínez, 2003).

Las necesidades del hombre generaron una tecnología para la conservación de productos alimentarios y hacerlos disponibles en cualquier época del año, incluso muchas veces más baratos que en su estado natural o no procesado por ser más económico su transporte y distribución (Guajardo *et al.*, 1998).

La carne provee aminoácidos esenciales en cantidades que se consideran muy adecuadas para promover la salud y prevenir enfermedades. Además, la carne tiene vitaminas, minerales y ácidos grasos de gran importancia para el adecuado funcionamiento del organismo (Rubio *et al.*, 2012).

La mayoría de las actividades de producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y venta requerirán programas hechos a la medida que documenten todos los requisitos de higiene. La industria tiene la responsabilidad primordial de documentar e implementar tales programas, con supervisión y verificación por

parte de la autoridad regulatoria gubernamental con tal jurisdicción. Tres bloques formadores pueden ser usados en el desarrollo práctico de un programa específico de higiene de la carne:

1. Buenas prácticas de higiene (GHP del inglés good hygienic practice)
2. El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)
3. Evaluación de riesgo

### 1.1 Historia del HACCP

En 1960, la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), la compañía Pillsbury y la armada de los Estados Unidos crearon el sistema HACCP, ante la necesidad de producir alimentos inocuos para los astronautas. La idea era generar alimentos libres de peligros que pudieran causar enfermedad o daño a la tripulación. Por lo que el HACCP fue diseñado como una herramienta para reducir, eliminar o controlar los peligros a niveles aceptables en los alimentos (OIRSA, 2016).

En el mes de enero de 1993, ocurrió un gran episodio de contaminación por *E. coli* O157:H7 en la historia de los Estados Unidos. Dicha bacteria es causante de diarreas sanguinolentas, falla renal y muerte, principalmente en poblaciones susceptibles. Este brote afectó cuatro estados con un resultado de más de 700 personas afectadas, principalmente niños de los cuales 4 fallecieron. El origen del brote fueron hamburguesas mal cocinadas, consumidas en una cadena de restaurantes de comida rápida. Ante esta situación, la legislación de los EEUU obligó a la industria cárnica a implementar el Sistema HACCP en sus plantas, así como en las plantas extranjeras que desearan exportar hacia dicho país (OIRSA, 2016).

## II DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Desde el punto de vista bromatológico, la carne es el resultado de la transformación experimentada por el tejido muscular del animal a través de una serie concatenada de procesos fisicoquímicos y bioquímicos, que se desarrollan como consecuencia del sacrificio del animal (Astiasarán y Martínez, 2003).

Una vez que los animales han alcanzado un peso de aproximadamente 500 kg, son llevados a la planta de faenado (también llamada rastro o planta de beneficio) para su procesado y en muchos casos iniciarse el corte. En México hay dos tipos de faenas bien diferenciadas según sus características sanitarias. Hay carne que se obtiene de la faena municipal y otra que proviene de la faena en rastros Tipo Inspección Federal (TIF). Los sistemas regulatorios que rigen al sistema municipal, y en consecuencia a las medidas sanitarias y de bienestar animal, son por completo diferentes de los del sistema TIF. En México, el 52% del ganado bovino se faena en rastros municipales y sólo el 48% en plantas TIF (Rubio, *et al.* 2012).

### 2.1 Obtención de carne: de animal a canal

Se entiende por canal bovina el cuerpo del bovino una vez sacrificado, exanguinado, decapitado, sin pezuñas, despellejado y eviscerado (vísceras blancas y rojas con excepción del riñón). Las canales están compuestas macroscópicamente por carne, grasa y hueso, determinando la proporción relativa de estos tejidos el "valor carnicero" inicial de la canal. Obviamente, en la medida en que proporcionalmente el tejido muscular y luego el tejido adiposo como tejidos básicos aprovechables por la industria de carnes, sean superiores al óseo, el interés industrial se verá favorecido y por ende será el primer índice de calidad a evaluar (Restrepo, *et al.*, 2001).

Normalmente, el eviscerado es total para las vísceras blancas, mientras que las rojas se dejan suspendidas de la canal, esto para facilitar la identificación de ellas en el proceso de inspección veterinaria pos-mortem previo a la distribución, lo cual no implica que las vísceras rojas hagan parte de la canal. A diferencia del bovino, la canal porcina no ha sido decapitada, lo cual es práctica común cuando se

realizan otros cortes, por ejemplo el corte americano; esto conlleva a que los rendimientos en canal, medidos como peso de la canal caliente o fría dividido por el peso vivo del animal ayunado, expresado porcentualmente puedan presentar importantes diferencias debidas a la presencia o no de la cabeza en la canal (Restrepo, et al., 2001).

## **2.2 Los cambios *post mortem* y la transformación del músculo en carne**

El músculo no se convierte en carne repentinamente al detenerse sus funciones. Esta conversión implica una serie de cambios continuos en el metabolismo de las células musculares así como en la estructura de sus proteínas, que se producen en un periodo de varias horas o aun de días y se caracterizan por una disminución del pH, el agotamiento del ATP, el decrecimiento de la temperatura del músculo, el establecimiento de la rigidez cadavérica o *rigor mortis* (Andújar et al., 2003).

El mayor cambio que experimenta el músculo una vez ha cesado la vida tiene que ver con la síntesis energética (Restrepo *et al.*, 2001).

Al sacrificar un animal, su desangramiento marca el inicio de los cambios post mortem. Cesa el flujo sanguíneo y, en consecuencia, el suministro de oxígeno y nutrientes exógenos (glucosa, ácidos grasos, aminoácidos), es decir, de las fuentes esenciales para producir energía en las células musculares. También cesa el transporte de productos de desecho fuera de las mismas. Simultáneamente desaparece la regulación central, tanto nerviosa como hormonal, quedando así en cada fibra muscular una regulación exclusivamente local. La actividad enzimática se mantiene prácticamente inalterada y se imponen las vías anaerobias, fundamentalmente la glucólisis, de manera similar a cuando el animal vivo carece temporalmente de suficiente oxígeno para la fosforilación oxidativa durante los periodos de intenso ejercicio físico (Andújar et al., 2003).

La electroestimulación es uno de los métodos físicos usados para incidir sobre la ternura de la carne. La estimulación eléctrica de canales, en la cual una corriente eléctrica de voltaje suficiente causa una contracción violenta y un gasto rápido de glucógeno y ATP con producción de ácido láctico, disminuye el pH del músculo y

acelera el rigor mortis en condiciones de temperatura alta de la canal. Además, acelera el proceso de maduración a través de un incremento de la actividad enzimática debido al descenso en el pH a alta temperatura. La disminución en el pH causa rompimiento de los lisosomas produciendo una liberación de enzimas, disrupción proteica a causa de la violenta contracción con el cual se sucede daño estructural en la fibra muscular causando ablandamiento y previniendo el acortamiento por frío (Restrepo *et al.*, 2001).

### 2.2.1 Rigor mortis

En el proceso de contracción muscular se involucran cuatro proteínas miofibrilares: la actina y miosina como agentes contráctiles y, la tropomiosina y troponina que actúan como proteínas reguladoras, iniciando o terminando el proceso contráctil. En ausencia o a muy bajas concentraciones de ATP, la actina y la miosina se unen en forma irreversible formando el complejo actomiosina, produciendo la rigidez cadavérica y haciendo los músculos inextensibles. El proceso es similar al de la contracción muscular en vida, sólo que en esta situación es irreversible en condiciones naturales (Restrepo *et al.*, 2001).

De otro lado, para mantener el músculo relajado se necesita energía, la cual está representada por la alta concentración de ATP en el complejo ATP-Mg. Esta energía es requerida para prevenir la formación de actomiosina y el complejo ATP-Mg actúa como lubricante para el deslizamiento de las fibras de actina y miosina, e inhibe la actividad de ATPasa. El Calcio liberado al interactuar con la troponina interfiere la unión del  $Mg^{2+}$  y el ATP. Con la ATPasa activada, el ATP es hidrolizado, permitiendo la contracción.

Conjuntamente ocurre una lenta despolarización de las membranas de las fibras musculares que permite una salida gradual del  $Ca^{2+}$  del retículo sarcoplásmico (RS) al espacio miofibrilar, el descenso del pH causa una pérdida de la capacidad del RS para secuestrar el  $Ca^{2+}$ , mientras que hay una dependencia de esta capacidad con el pH, la cual decrece rápidamente cuando el pH desciende por debajo de 6,0. Sobre todo, con la progresiva degradación del ATP, la bomba

de  $\text{Ca}^{2+}$  del RS comienza a fallar porque no hay suficiente energía para que opere y es incapaz de mantener el gradiente de  $\text{Ca}^{2+}$  a través de la membrana (baja concentración del ion en el sarcoplasma y alta dentro del retículo) (Andújar *et al.*, 2003).

En un músculo normal e intacto el rigor mortis presenta, entre otras, dos facetas principales: el acortamiento y la rigidez, que lo endurecen y hacen menos elástico y flexible. El acortamiento de los sarcómeros se origina por la formación de enlaces cruzados entre los filamentos finos y los gruesos y crea un estado de tensión continua en las fibras musculares que produce la rigidez característica del músculo. Se puede decir que el estado de rigor es el resultado de que haya suficiente  $\text{Ca}^{2+}$  para que se produzcan los enlaces cruzados, pero insuficiente ATP para romperlos. Después de instaurado el rigor ya la carne puede llamarse así con toda propiedad. La contracción permanente del rigor es físicamente idéntica a la que ocurre en los músculos del animal vivo, aunque es irreversible en condiciones normales y tiene lugar en un periodo de tiempo mucho mayor, pues la velocidad de recambio del ATP (Andújar *et al.*, 2003).

### 2.2.2 Acortamiento

Ocurre aproximadamente dentro del intervalo de pH en que se inicia y desarrolla el rigor (fase rápida), o sea, comienza sólo cuando se inicia la agudización de la caída del ATP y es seguido de inmediato por el rigor como tal, sobre lo cual los sarcómeros *post mortem* se contraen, acortándose, cuando la concentración de ATP en ellos es de aproximadamente  $0,1 \mu\text{Mol}\cdot\text{g}^{-1}$ , es irreversible y su magnitud depende de la temperatura a la cual se establezca. A cualquier temperatura *post mortem* entre la temperatura corporal del animal ( $38 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y la de congelación de la carne ( $-1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) se producen acortamientos, pero en diferente medida. El tiempo *post mortem*, el pH y la concentración de ATP al comienzo de cada acortamiento serán diferentes (Andújar *et al.*, 2003).

### 2.2.3 Acidificación post mortem

La velocidad de disminución es directamente proporcional a la actividad de hidrólisis del ATP. Todo factor que modifique la actividad ATPásica conlleva un cambio similar de la velocidad de caída del pH. El pH muscular en animales bien nutridos y en reposo antes del sacrificio es aproximadamente constante alrededor de la

neutralidad (6,8 - 7,2), normalmente disminuye a 5,6-5,7 en 6-8 horas post mortem, y en 24 horas hasta un valor final situado en un intervalo entre 5,3 y 5,7 en dependencia del músculo y la especie animal (Andújar et al., 2003).

## 2.3 Componentes de la carne

### 2.3.1 Proteínas

Las proteínas estructurales de las miofibrillas del músculo esquelético están clasificadas en tres categorías: contráctiles, reguladoras y del citoesqueleto (Tabla 1). Las propiedades de éstas son de significativa importancia en los atributos de la calidad de la carne, están muy relacionadas con el rigor mortis, la ternura y la capacidad de retención de agua de las piezas de carne. Estas proteínas imparten al musculo rigidez estructural y son decisivas en la transformación de energía química en mecánica durante la contracción. Constituyen alrededor del 10% de la proteína de la carne y son solubles en soluciones salinas concentradas (Andújar et al., 2003).

Cuadro 1. Clasificación de proteínas del músculo.

GRUPO	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NOMBRE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES
Proteínas miofibrilares	Contráctiles	Miosina	Representa cerca del 55 a 60 % de las proteínas totales. Unir ATP hidrolizarlo para obtener energía y gracias a esa energía desplazarse a lo largo de los filamentos de actina para lograr la contracción muscular.
		Actina	Funciones celulares como la movilidad y la contracción de la célula durante la división celular.
		Actomiosina	Complejo de dos proteínas: la actina y la miosina, se forma cuando ocurre la contracción muscular. Da lugar a un estado de rigidez y de relativa inextensibilidad muscular.
	Reguladoras	Tropiomiosina	Función reguladora e imparte estabilidad mecánica a los filamentos.
		Troponina (TN)	TN-C: puede unir los iones calcio. TN-I: inhibe la unión actina-miosina en presencia de ATP. TN-T: Componente de unión de a la tropomiosina, no influye en la actividad ATP-asa de la miosina.
		Calmodulina	Regula la contracción en el músculo esquelético mediante un control de la bomba de calcio del sistema respiratorio y en el músculo liso por medio de su acción sobre la kinasas de la cadena ligera de la miosina
		Actinina	En el músculo parecen ejercer funciones reguladoras. Influyen en el proceso de unión del ion calcio.
	Reguladoras menores	M	Es de estructura irregular, no ha sido completamente caracterizada.
		C	Una banda estrecha de proteína C rodea al filamento de miosina manteniendo juntas las moléculas de miosina dentro del haz que forma un filamento grueso.
		F	Se une a los filamentos de miosina pero esta unión es inhibida por la proteína C.
		I	En ausencia de Ca <sup>2+</sup> inhibe la actividad ATPásica de la actomiosina.
	Proteínas del citoesqueleto	Conectina	Es la principal fuente de elasticidad en el sarcómero puesto que puede estrecharse 4 veces su longitud.
		Nebulina	Ayuda a la alineación de una miofibrilla con otra cuando se produce una contracción, permitiendo la interacción entre la actina y miosina durante movimiento contráctil. El único tejido muscular carente de esta es el cardíaco.
		Desmina	Es soluble a pH bajo y cuando se dializa frente al agua, polimeriza para formar un retículo de filamentos de 10 nm. Que se localiza en la periferia de la línea Z.
Vinculina		Proteína especializada localizada en la unión entre las miofibrillas y la membrana celular	
Proteínas sarcoplásmicas		Mioglobina	
		Proteinasas del músculo	
Proteínas del tejido conectivo		Colageno	
		Elástina	
		Reticulina	

(Andújar et al., 2003).

### 2.3.2 Agua

La carne roja contiene alrededor de 76% de agua. El contenido de agua varía inversamente con el de grasa: si aumenta el contenido de grasa, el de agua decrece, aproximándose al contenido de agua en el tejido adiposo, cercano al 10%. La presencia del agua influye poderosamente en los cambios que ocurren en la carne durante la refrigeración, almacenamiento y procesamiento.

Además del agua de absorción fuertemente unida a las proteínas existe el agua osmótica y capilar. El agua osmótica es la que se mantiene en las células íntegras, gracias a la más alta presión osmótica de las soluciones de sustancias orgánicas e inorgánicas de dichas células y a la membrana celular semipermeable, a través de la cual tiene lugar una difusión selectiva. La cantidad de agua osmótica influye en las propiedades eléctricas de los tejidos, se separa de la carne por inmersión en soluciones de mayor presión osmótica, durante la ruptura de los tejidos por desnaturalización térmica. Parte del agua osmótica se encuentra en el espacio capilar de la estructura de los tejidos, debido a que estos capilares son capaces de retener soluciones no así agua pura. En los tejidos animales el papel de capilares lo juegan principalmente el sistema de vasos sanguíneos y linfáticos. El agua de los macro capilares influye en la jugosidad de la carne (Andújar et al., 2003).

### 2.3.3 Grasa

La composición media del tejido adiposo es: 70 a 90 % de lípidos, 2,5 % de tejido conjuntivo y un contenido de agua variable entre el 5 y el 30 % (Enser, 1984).

La grasa es el componente de mayor valor calórico de que dispone el organismo animal. Cuantitativamente es el segundo componente de la canal después del agua. El contenido de lípidos del músculo es extremadamente variable, aproximadamente entre el 1,5 y el 13 %. En la carne, el tejido adiposo se presenta como grasa subcutánea, intermuscular e intramuscular. En la grasa intramuscular se diferencia la grasa intracelular situada dentro de las fibras musculares, y que forma parte de las estructuras celulares del sarcolema, retículo sarcoplásmico, etc., y constituida fundamentalmente por fosfolípidos y algunos triglicéridos de la

grasa visible, situada entre las fibras musculares (grasa infiltrada), formada por triglicéridos y que aporta el aspecto veteadado conocido como marmorización o marbling (Andújar *et al.*, 2003).

#### 2.3.4 Vitaminas del tejido muscular

Tiene poca cantidad de las vitaminas liposolubles como A, D, E, K; pero mucha cantidad de las vitaminas del grupo B (B1, B2, B6, B12). La mayor parte de las vitaminas es relativamente resistente a los procesos tecnológicos aplicados en la industria cárnica. Sin embargo, la tiamina se destruye parcialmente durante los procesos de salazón, ahumado, horneado, secado y mediante el tratamiento con calor y con radiaciones ionizantes factores extrínsecos: alimento, fatiga, miedo, manipulación previa al sacrificio, período inmediato postmortem y el posterior almacenamiento (Andújar *et al.*, 2003).

#### 2.4 Factores que influyen en la calidad y estimación de la vida de anaquel de la carne

Las diferencias entre los músculos se deben a la influencia de un gran número de factores intrínsecos relacionados con su función. Las más importantes son: la especie, la raza, el sexo, edad, localización anatómica del músculo, entrenamiento o ejercicio, plano de nutrición y la variabilidad inter animal, además de diversos factores extrínsecos: alimento, fatiga, estrés, manipulación previa al sacrificio, período inmediato postmortem y el posterior almacenamiento (Andújar *et al.*, 2003).

##### 2.4.1 Especie

Este es el factor que produce efectos más notorios sobre la composición del músculo, la carne de los bóvidos presenta grasa más saturada que la del cerdo, mientras que el músculo *l. dorsi* de la ballena azul posee un índice de yodo (grado de insaturación) más elevado que el de las restantes especies. La velocidad de oxigenación es más rápida en la carne de cerdo, intermedia en la de cordero y más lenta en la carne de res, inmunológicamente, se han evidenciado diferencias

en la miosina de los músculos *l. dorsi* de buey, cerdo, oveja y caballo (Andújar *et al.*, 2003).

#### 2.4.2 Sexo

En general los machos poseen menos grasa intramuscular que las hembras y los individuos castrados de cada uno de los sexos más que los correspondientes a animales enteros. En los toros las fibras son mayores y la carne más dura. En la carne de vaca hay mayor cantidad de proteínas y grasa, pero menos agua (Andújar *et al.*, 2003).

#### 2.4.3 Raza

En el ganado vacuno existen diferencias entre las razas destinadas principalmente a la producción de leche y de carne. Fundamentalmente el contenido de grasa intramuscular es mayor en el vacuno productor de carne que en el de leche (Andújar *et al.*, 2003).

#### 2.4.4 Edad

Al aumentar la edad aumentan casi todos los índices químicos a excepción del contenido de agua. En los bóvidos el índice de yodo de la grasa intramuscular disminuye notablemente con la edad. El contenido de tejido conectivo en el músculo es mayor en animales jóvenes que en los adultos, de modo que la proporción muscular de colágeno y elastina disminuye al aumentar la edad de los animales. Por otra parte, la naturaleza del tejido conectivo varía con la edad, disminuyendo la solubilidad del colágeno al aumentar el número de entrecruzamientos moleculares y su estabilidad. Es por esto que la carne de ternera es más tierna que la de vaca (Andújar *et al.*, 2003).

### 2.5 Composición química

Las propiedades químicas del tejido muscular y del tejido conectivo son de principal importancia para determinar el uso de la carne como alimento. En términos generales se puede decir que los músculos poseen características asociadas con la función que desempeñan en el cuerpo, por ejemplo poseer grandes cantidades de tejido conectivo (colágenos, elastinas), aquellos que más

ejercicio realizan. Las proteínas son consideradas como las componentes más importantes por su función biológica y en la carne se constituyen en la principal fuente de alta calidad de la dieta humana (Restrepo *et al.*, 2001).

#### 2.5.1 pH

El pH postmortem de la carne fresca es muy importante en lo referente al crecimiento de los microorganismos, ya que va a ser un factor determinante en la vida útil (de anaquel) de ésta. Ese pH final depende de la cantidad de ácido láctico producido. Es por eso que en animales sometidos a fatiga, ayuno y stress antes del sacrificio, la cantidad de ácido láctico producido es poco, su pH será bajo, por lo que la carne será susceptible al ataque de microorganismos, lo que también disminuye su vida de anaquel. El pH de la carne de bovino varía entre 5.1 y 6.2, la de cerdo entre 5.3 y 6.9. Los microorganismos que comúnmente alteran la carne, crecen mejor en condiciones de pH próximas a 7.0 o ligeramente alcalinos. Cuando se alcanza valores de pH ácidos, como por ejemplo 5.0 cualquier disminución en el pH aunque sea pequeña, determina la disminución de la velocidad de crecimiento de los microorganismos (Amerling, 2001).

### III MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE LA CARNE

Los cambios que determinan la pérdida de calidad de la carne son de todos los tipos, tanto físicos como químicos y microbiológicos, pero los que revisten mayor gravedad y se producen más rápidamente son los cambios microbiológicos, los que además propician alteraciones de los otros dos órdenes (Restrepo *et al.*, 2001).

Debe considerarse el crecimiento de importantes patógenos que presentan crecimiento acelerado a temperaturas entre 7 y 10 °C, moderado entre 5 y 7 °C y lento a 5 °C tales como *Yersinia enterocolitica* y *Listeria monocytogenes*. En términos generales, la vida útil de un producto refrigerado se reduce a la mitad si este se encuentra entre 7 y 10 °C (Tirado *et al.* 2005).

En general, los métodos de conservación de canales, carne y productos cárnicos se fundamentan en procesos físicos (incrementos y decrementos de la temperatura, transferencia de masa, modificaciones en la presión, colocación de barreras), químicos (adición de sustancias) y físico-químicos. El método a elegir debe reunir una serie de condiciones que pueden resumirse en cinco aspectos principales:

1. Efecto sobre la calidad del producto: Esta característica debe entenderse como que no tenga efecto negativo, o por lo menos no severo, desde el punto de vista físico y químico sobre su calidad.
2. Implicación de riesgo sanitario para los manipuladores o consumidores: En caso de ser positiva esta consideración, el método en cuestión no tendría aplicación comercial.
3. Posibles fallas del método: Esto implica que si el procedimiento de conservación elegido no presenta una respuesta uniforme frente al mismo estímulo, el método no es confiable y por tanto es no aplicable.
4. Problemas relativos a la distribución y comercialización del producto: Específicamente deben considerarse los condicionamientos a los cuales queda

sujeto el producto, una vez sea conservado mediante el procedimiento en cuestión, definiendo claramente qué tipo de inconvenientes puede acarrear.

5. Evaluación económica e ingenieril de la aplicación comercial del método: Se refiere a la determinación de la factibilidad técnica económica del proceso en consideración (Restrepo *et al.*, 2001).

La temperatura juega un papel crucial en el manejo y procesamiento de materias primas, distribución y almacenamiento de producto terminado. Un buen control de temperatura es imprescindible para alcanzar la vida útil que permita una adecuada comercialización del alimento (Tirado *et al.*, 2005).

### 3.1. Esterilización

Es un proceso drástico, en la que se somete al producto a temperaturas de entre 115° y 127°C durante tiempos en torno a los 20 minutos. Para llevarlo a cabo se utilizan autoclaves o esterilizadores. La temperatura puede afectar el valor nutricional (se pueden perder algunas vitaminas) y organoléptico de ciertos productos.

### 3.2 Cocción

La cocción, método empleado de forma doméstica, generalmente puede destruir los microorganismos sensibles a las altas temperaturas, a la vez que permite que sobrevivan otras formas termo resistentes. Lo más difícil es lograr la cocción de las partes internas de los alimentos y conseguir que el procedimiento sea letal para los agentes patógenos. Ello depende del espesor del alimento que está siendo cocido, la temperatura del aceite o del agua y la duración de la cocción.

### 3.3 Desecación

La "carne seca" en nuestro medio se le prepara desde hace varios siglos de manera artesanal. Tradicionalmente, la carne se corta en piezas grandes, se desgrasa y se acecina con sal común, posteriormente se seca al sol. Para

suavizarla es golpeada sobre una plancha caliente. La calidad de la carne fresca es mayor a la carne seca, en esta última se reduce su peso y valor vitamínico, pero no el contenido proteico y de minerales. Por esto, su valor biológico es bastante aceptable (Guajardo *et al.*, 1998).

En vista de que los microorganismos están ampliamente distribuidos en toda la naturaleza, y que los productos alimentarios en un tiempo o en otro están en contacto con el suelo y el polvo, se anticipa que los microorganismos estarán activos siempre que las condiciones lo permitan. Un método obvio de control es la restricción de la humedad para el crecimiento. Los tejidos vivos requieren humedad. La cantidad de humedad en el alimento establece cuáles microorganismos tendrán oportunidad de crecer. Están establecidos ciertos parámetros para el crecimiento microbiano, los mohos pueden crecer en los substratos alimentarios con una humedad tan baja como el 12% y se conoce algunos que crecen en alimentos con menos de 5% de humedad. Las bacterias y las levaduras requieren niveles de humedad más altos, generalmente, sobre 30% (Guajardo *et al.*, 1998).

El secado se puede realizar con aire. Este conduce el calor al alimento causando que el agua se vaporice y es el vehículo para transportar el vapor húmedo liberado del alimento que se está deshidratando. Existen diversos tipos de secado para carne de res, ejemplo: Secador de tambor, de secado al vacío, de vacío continuo, de banda continua (atmosférico), secador congelado, secadores de esprea, rotatorios de cabina con compartimiento, hornos secadores de túnel, entre otros (Guajardo *et al.*, 1998).

### 3.4 Refrigeración

Los rangos de temperatura de este proceso van desde los 2°C hasta los -18°C aproximadamente. En este proceso si hay un cambio físico ya que un abatimiento del calor latente de la sustancia o producto. La refrigeración es utilizada para conservación de productos desde 2 semanas hasta 1 mes en promedio, por ende, es utilizado en instalaciones domésticas y comerciales (Andrade *et al.*, 2008).

En la actualidad se conocen 5 tipos de refrigeración:

- 1) Refrigeración doméstica
- 2) Refrigeración comercial
- 3) Refrigeración industrial
- 4) Aire acondicionado
- 5) Refrigeración marina

### 3.5 Congelación

La duración real del proceso de congelación depende de diversos factores, unos son relativos al producto a congelar y otros al equipo utilizado, de estos los más importantes son:

- Dimensiones y forma del producto (espesor).
- Temperatura inicial y final.
- Temperatura del refrigerante.

Otros: Coeficiente de transferencia de calor superficial del producto, Variación de entalpía (la entalpía consiste en energía sensible debajo del punto de congelación) y Conductividad térmica del producto. El conocimiento del tiempo de congelación es de gran importancia para el diseño del proceso. Este tiempo es un dato necesario para determinar la velocidad de refrigeración requerida en relación con la capacidad del sistema de congelación (Umaña, 2013).

Este proceso opera en un rango de temperatura de los -18°C hasta los -40°C. en este proceso también hay un cambio de estado en la sustancia por la eliminación del calor latente. Su principal utilidad es en el área comercial e industrial. El

periodo de conservación va desde un mes hasta un año, todo esto dependiendo del producto y el procedimiento que se emplee (Andrade *et al.*, 2008).

Rápida: Cuando la congelación es rápida la cristalización se produce casi simultáneamente en los espacios extracelulares e intracelulares. El desplazamiento del agua es pequeño, produciéndose un gran número de cristales pequeños. Por todo ello las afecciones sobre el producto resultaran considerablemente menores en comparación con la congelación lenta. No obstante, velocidades de congelación muy elevadas pueden provocar en algunos alimentos, tensiones internas que pueden causar el agrietamiento o rotura de sus tejidos, congelar demasiado rápido tomates u otros vegetales o frutas con alto contenido de agua (Umaña, 2013).

### 3.6 Fermentación

Aunque la mayoría de los procesos de enfriado de canales tienen como principal objetivo garantizar la seguridad e inocuidad alimentaria al inhibir el crecimiento bacteriano, se sabe que el manejo de la temperatura también tiene gran influencia sobre las características finales de la carne. Así, las condiciones de refrigeración en las que se mantienen las canales en el periodo en el que aparece el rigor mortis, (entre 1 y 20 h postmortem), son de los factores que se han asociado a las variaciones en la calidad del producto final, pues tienen un alto impacto, en particular en los aspectos de terneza y de color (Novelo *et al.*, 2008).

#### IV ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

La carne fresca por su contenido nutricional y alto valor de actividad de agua (*A<sub>w</sub>*) está considerada dentro del grupo de los alimentos altamente perecederos, al igual que la mayoría de los productos elaborados con ella; sin embargo, de acuerdo a sus características particulares, el tipo de microorganismos presentes puede variar. A pesar de que el músculo como tal, es prácticamente estéril, los alimentos preparados con base en carne son muy susceptibles a la contaminación y ofrecen las condiciones necesarias para el crecimiento de microorganismos involucrados en daños y enfermedades de origen alimentario. (Restrepo, *et al.*, 2001).

Los microorganismos que pueden alterar la carne, llegan a ella por infección del animal vivo (contaminación endógena) o por invasión postmortem (contaminación exógena). Ésta última es la más importante en las carnes, pues además de que puede alterar las características organolépticas, ésta puede ser causa de intoxicaciones por bacterias u hongos (Amerling, 2001).

#### ETA

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) se producen por la ingestión de alimentos y/o bebidas contaminados con microorganismos patógenos que afectan la salud del consumidor en forma individual o colectiva. Sus síntomas más comunes son diarreas y vómitos, pero también se pueden presentar otros como choque séptico, hepatitis, cefaleas, fiebre, visión doble, etcétera. Hasta la fecha se han descrito más de 250 ETA. La mayoría son infecciones ocasionadas por distintas bacterias, virus y parásitos (González y Rojas, 2005).

En general, dependen del tipo de microorganismo que se haya desarrollado sobre el alimento. La enfermedad alimentaria puede ser de dos tipos: intoxicación alimentaria, la cual es debida a la ingestión de una toxina formada por un microorganismo sobre el alimento, previo al consumo de este, e infección alimentaria, la cual se produce debido a la invasión, crecimiento y lesión del huésped, por parte de microorganismos patógenos ingeridos en el alimento, una

vez en el huésped, algunos de estos microorganismos pueden producir toxinas, lo que conlleva a una toxoinfección (Restrepo, et al., 2001).

Las bacterias causantes de deterioro son en su mayoría psicotrópicas y capaces de crecer entre 0 y 4 °C a un ritmo muy lento pero el crecimiento es acelerado cuando se producen abusos de temperatura en algún punto de la cadena de frío (Tirado, et al. 2005).

Las infecciones por peligros biológicos, son causadas por diferentes agentes patógenos como: *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio Cholerae*, *Trichinella spirallis*, *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) y virus de la hepatitis A, entre otros. También puede haber intoxicaciones causadas por toxinas, las cuales son producidas por algunas clases de bacterias. Ejemplo de esto son: toxina botulínica del *C. botulinum* y toxina de *S. aureus*. (OIRSA, 2016).

Asimismo ocurren casos de otras enfermedades parasitarias como las causadas por protozoarios como la amibiasis, giardiasis, triquinosis, cisticercosis (Kopeer et al., 2009).

#### 4.1 Microorganismos de mayor impacto en la salud pública

##### 4.1.1 *Salmonella spp.*

La salmonelosis es una zoonosis de distribución mundial. Las infecciones por *Salmonella spp.* pueden causar pequeños brotes en la población; entre 60% y 80% de los casos son esporádicos; a veces se producen grandes brotes en hospitales, jardines infantiles, hogares geriátricos y restaurantes. La vigilancia de este patógeno en todas las etapas en la cadena de procesamiento de alimentos, constituye un elemento importante en la investigación de la epidemiología de la salmonelosis. El mercado nacional e internacional, para proteger la salud de sus compradores, exige que todos los productos de consumo estén libres de patógenos como *Salmonella spp* (Yañez et al., 2008).

Los microorganismos del género *Salmonella* son bacilos, Gram negativos, anaerobios facultativos, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. Su tamaño oscila de 0,3 a 1  $\mu\text{m}$  x 1,0 a 6,0  $\mu\text{m}$ . Son móviles debido a la presencia de flagelos peritricos, a excepción de *S. gallinarum* y *S. pullorum*. Se multiplican bien en medios ordinarios. Las colonias son al cabo de 18 a 24 horas de 2 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro salvo algunos serotipos que producen colonias enanas, Para que su crecimiento sea óptimo, *Salmonella* necesita de un pH entre 6.6 y 8.2, las temperaturas más bajas a las que se ha señalado su existencia de crecimiento son de 5.3 a 6.2 grados centígrados, son incapaces de tolerar elevadas concentraciones de sal. *Salmonella* es destruida a las temperaturas de pasteurización de la leche (Parra *et al.*, 2002).

La muerte del microorganismo aumenta durante el proceso de congelación siendo el intervalo de 0°C y -10°C más efectivo que entre -17°C y -20°C. Aunque este proceso puede dañar seriamente el estado de la bacteria, no garantiza su destrucción total en los alimentos (Robledo, 2015).

#### 4.1.2 *Vibrio Cholerae*

Es un bacilo Gram negativo, móvil, flagelado que no forma esporas, que sobrevive en medios alcalinos a temperaturas entre 22 y 40°C. La infección por *vibrio* no es invasiva: los vibrios quedan en el tubo intestinal donde se adhieren a receptores celulares específicos presentes en las vellosidades de las células epiteliales del mismo. Allí se multiplican y secretan la enterotoxina que es la causante de la diarrea. Esta enterotoxina induce un bloqueo de la absorción de sodio y cloro por las vellosidades y promueve la secreción de cloro y agua por las células de las criptas intestinales. Existen más de 60 serotipos de *V. cholerae*. Pero solo los serotipos 01 y 0139 causan brotes epidémicos (Gómez, 2018).

Identificación

El diagnóstico se confirma por el aislamiento de *Vibrio cholerae* de los serogrupos 01 u 0139 en las heces/alimento. *Vibrio cholerae* se desarrolla bien en los medios de cultivo comunes, de los cuales el más empleado es el agar TCBS (tiosulfato, citrato, bilis y sacarosa). Las cepas son caracterizadas con antiseros específicos para 01 y 0139. El periodo de incubación de la enfermedad es de entre 5 horas a 5 días, aunque, en promedio, los síntomas comienzan entre 24 a 48 horas posteriores a la ingesta del agua o alimento contaminado. Este corto periodo de incubación hace que el número de casos pueda aumentar de forma rápida (Gómez, 2018).

Dentro de las técnicas oficiales más utilizadas para el aislamiento de *V. cholerae* en alimento se encuentran la norma ISO 21872-1:2007 y la técnica propuesta por la Food and Drug Administration (FDA) en el bacteriological Analytical Manual (BAM) cuya última versión corresponde al año 2004. Ambas técnicas se basan en los siguientes 4 pasos:

- 1) Enriquecimiento en caldo agua peptona alcalina, que por su contenido de cloruro de sodio (1% a 2%) y su pH (8,6), favorece el crecimiento de *Vibrio* spp.
- 2) Aislamiento de colonias típicas en un medio selectivo y diferencial para *vibrio cholerae*, de los cuales el más utilizado es el medio Agar tiosulfato citrato bilis sucrosa (TCBS)
- 3) Identificación de colonias sospechosas de *V. cholerae* por propiedades bioquímicas.
- 4) Serología para el serogrupo 01 y sus serotipos Ogawa e Inaba y para el serogrupo 0139.

#### 4.1.3 *Trichinella spiralis*

La *Trichinella spiralis* causa triquinosis, este es un gusano redondo cuyas larvas pueden migrar del sistema digestivo y formar quistes en varios músculos del cuerpo. Las infecciones ocurren a nivel mundial, pero son más prevalentes en

regiones donde la carne de animales salvajes son consumidas crudas o parcialmente cocidas (Gómez, 2018).

Una vez ingerida carne infectada, los jugos gástricos destruyen los quistes de *Trichinella* y quedan libres las larvas. Las larvas crecen rápidamente y en 2 o 3 días llegan al estadio de adultos ya diferenciados sexualmente. Se produce la fecundación en el intestino delgado del animal. Las larvas se localizan fundamentalmente en los músculos estriados de mayor actividad y superior concentración de oxígeno, las larvas toman forma de espiral en los músculos y se encapsulan, formando un quiste con una o varias larvas (pueden sobrevivir de 5 a 10 años). Con el tiempo, se inicia un proceso de calcificación. El ciclo se completa cuando se consume esta carne que contiene los quistes (Ribicich *et al.*, 2004).

#### Medidas preventivas

La congelación de la carne infectada, es eficaz para eliminar las triquininas. Un trozo de carne de 15 cm a una temperatura de -15°C durante 30 días, o -25°C o menos durante 10 días destruirá de forma eficaz todos los quistes comunes de *Trichinella*. Los trozos más gruesos deben conservarse durante 20 días como mínimo (Gómez, 2018).

La metodología analítica para el diagnóstico en alimentos es el método de digestión artificial. La técnica de digestión artificial de muestras agrupadas con utilización de un agitador mecánico para el diagnóstico de la Triquinosis, es un método directo que permite el aislamiento, visualización y cuantificación de larvas de *Trichinella spiralis*, en trozos de músculo o chacinados elaborados con carne de animales susceptibles de padecer la enfermedad (Ribicich *et al.*, 2004).

En el caso de chacinados, fundamentalmente de aquellos provenientes de brotes, la técnica nos permite confirmar la presencia o no del parásito, teniendo en cuenta que, si la muestra no se encuentra altamente parasitada se deberá llegar al agotamiento total de la pieza, para emitir un resultado certero. Un diagnóstico de ausencia en una determinada cantidad de muestra de chacinado no certifica la ausencia del parásito en el resto de la misma, ni habilita su comercialización.

#### 4.1.4 *Escherichia coli*

*E. coli* es un habitante común del tracto gastrointestinal de mamíferos y generalmente se considera inofensivo. Sin embargo, ciertas cepas pueden producir toxinas que causan diarrea, colitis hemorrágica y posiblemente muerte debido a falla renal. El ganado, es un reservorio natural para cepas patógenas, a menudo han sido implicados en la carne molida contaminada con EHEC O157. EHEC O157 ha sido aislado del ganado en todas las etapas de producción: a partir de animales vivos, de cadáveres y de carne para venta al por menor (Barham *et al.*, 2001).

#### 4.2 Prevención de ETA's

La detección y la prevención de ETA dependen del esfuerzo conjunto de las autoridades normativas, sanitarias, industriales y educativas, cuyas investigaciones objetivas y detalladas conlleven a una disminución en los riesgos de contaminación de los alimentos (González y Rojas, 2005).

Se han hecho grandes esfuerzos en materia de prevención para el control de las enfermedades transmitidas por alimentos por parte de las industrias y de las entidades encargadas del control. Muchos países, como Estados Unidos, Canadá y Colombia, tienen establecido dentro de su legislación "cero tolerancia" para ciertos patógenos. En función de dicha legislación, es necesario implementar técnicas rápidas y muy sensibles en el control de la industria, antes de la liberación de los alimentos al mercado. La implementación de los métodos moleculares es necesaria, ya que las técnicas microbiológicas convencionales

toman de 4 a 6 días para la detección y la identificación de microorganismos como *Salmonella spp.* (Yañez *et al.*, 2008).

#### 4.3 Inocuidad alimentaria

El control de la calidad y seguridad alimentaria de las materias primas que se utilizan o el control durante el procesado y acabado del producto son esenciales para prevenir microorganismos no deseados, sobre todo patógenos, ya que no solo pueden alterar las características organolépticas y nutricionales de los alimentos sino que pueden producir infecciones alimentarias, causando enfermedades en el ser humano. Para las industrias alimentarias también supone grandes pérdidas económicas ya que el producto contaminado tiene que ser eliminado o bien, exige un aumento de gasto con el fin de obtener un producto final libre de bacterias patógenas (Robledo, 2015).

#### 4.4 Vigilancia zoonosológica

El control de los microorganismos causantes de ETA, por parte tanto de las autoridades sanitarias como de las plantas procesadoras de alimentos, depende en cierta medida del método analítico que se utiliza para su detección. La detección y la investigación de los brotes de ETA constituye uno de los principales retos para el Sistema de Salud Pública, pues requiere obtener, de manera oportuna y eficaz, información médica (datos personales, síntomas, etc.) y análisis de laboratorio de los restos de alimentos o de las materias primas empleadas en su elaboración e, incluso, de las manos de las personas involucradas en la manipulación del alimento (González y Rojas, 2005).

## V MARCO REGULATORIO

La calidad nutricional y la inocuidad de los alimentos son factores importantes que repercuten en la salud y la calidad de vida de las personas. Para velar por la inocuidad de los alimentos en todos los países, desarrollados o en desarrollo, es necesaria la aplicación de ciertas técnicas y normas a fin de, entre otras cosas, prevenir la transmisión de enfermedades de origen alimentario. En este contexto tiene gran importancia la participación de instituciones de los sectores público y privado así como de las instituciones internacionales afines a este tema (Koooper *et al.*, 2009).

El mayor intercambio de bienes y servicios entre las naciones lleva a una tendencia a la propagación y armonización de conceptos, a conocimientos y medidas básicas que permiten producir, preparar y consumir los alimentos libres de riesgos potenciales de contaminaciones como infecciones e intoxicaciones diversas. El Artículo 1 de los Estatutos de la Comisión del Codex Alimentarius indica en su Artículo 5, que corresponde a dicha Comisión formular propuestas a los Directores Generales de la FAO y de la OMS y ser consultados por estos en todas las cuestiones relativas a la ejecución del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. (Koooper *et al.*, 2009).

### 5.1 Organización Mundial de la Salud (OMS)

La finalidad de la Organización Mundial de la Salud será alcanzar para todos los pueblos el grado más alto posible de salud.

Para alcanzar esta finalidad, las funciones de la Organización serán:

- a) Actuar como autoridad directiva y coordinadora en asuntos de sanidad internacional
- b) Establecer y mantener colaboración eficaz con las naciones unidas, los organismos especializados, las administraciones oficiales de salubridad, las agrupaciones profesionales y demás organizaciones que se juzgue convenientes

- c) Ayudar a los gobiernos, a su solicitud, a fortalecer sus servicios de salubridad
- d) Proporcionar ayuda técnica adecuada y, en casos de emergencia, prestar a los gobiernos la cooperación necesaria que soliciten, o acepten
- e) Proveer o ayudar a proveer, a solicitud de las naciones unidas, servicios y recursos de salubridad a grupos especiales, tales como los habitantes de los territorios fideicometidos
- f) Establecer y mantener los servicios administrativos y técnicos que sean necesarios, inclusive los epidemiológicos y de estadística
- g) Promover, con la cooperación de otros organismos especializados cuando fuere necesario, el mejoramiento de la nutrición, la habitación, el saneamiento, la recreación, las condiciones económicas y de trabajo, y otros aspectos de la higiene del medio
- h) Promover y realizar investigaciones en el campo de la salud
- i) Promover el mejoramiento de las normas de enseñanza y adiestramiento en las profesiones de salubridad, medicina y afines
- j) Establecer y revisar, según sea necesario, la nomenclatura internacional de las enfermedades, de las causas de muerte y de las prácticas de salubridad pública
- k) Desarrollar, establecer y promover normas internacionales con respecto a productos alimenticios, biológicos, farmacéuticos y similares (OMS, 2014).

## 5.2 Organización Mundial de las Naciones para la Alimentación y Agricultura (FAO)

Existen guías tecnológicas prácticas que la FAO promueve a través del Codex Alimentarius y pone a disposición de los usuarios tales como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que permiten controlar la higiene y sanidad durante todas las operaciones de los distintos procesos aplicados a los alimentos tales como refrigeración, congelación, envasado y cocción, deshidratado, azucarado, entre otros. Estas guías de BPM proporcionan los conocimientos técnicos básicos que se deben adoptar y aplicar a las materias primas en cada una de las operaciones

a las que se someten durante la transformación industrial o preparación a nivel familiar de los alimentos para lograr una calidad e inocuidad garantizadas para el consumo. Las guías, tanto para las Buenas prácticas Agrícolas (BPA) como para las BPM, proveen normas y recomendaciones técnicas a seguir para obtener alimentos sanos y seguros (Koooper *et al.*, 2009).

### 5.3 CODEX Alimentarius

La Comisión del Codex Alimentarius se encarga de ejecutar el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos. El Codex Alimentarius (que en latín significa ley o código de alimentos) es un compendio de normas alimentarias aceptadas internacionalmente y presentadas de modo uniforme. Contiene también códigos de prácticas, directrices y otras medidas recomendadas para ayudar a alcanzar los fines del Codex Alimentarius (

### 5.4 Normatividad nacional

#### 5.4.1 SAGARPA

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector agropecuario, en el Plan Nacional de Desarrollo.

#### 5.4.2 SENASICA

El origen del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, se remonta al año de 1900, cuando se crea la Comisión de Parasitología Agrícola; en 1927 se constituye la Oficina Federal para la Defensa Agrícola, formulando la Ley Federal de Plagas; el Reglamento de Policía Sanitaria Agrícola y diversas cuarentenas que constituyeron los primeros ordenamientos jurídicos de las

actividades fitosanitarias de aquella época. Posteriormente, se constituyó el Departamento de Defensa Agrícola adscrito a la Dirección General de Agricultura.

#### 5.4.3 Secretaría de Salud

una secretaría de estado del poder ejecutivo federal, encargada de la salud del pueblo mexicano; así como de su educación, cuidado a través de campañas de vacunación y fomento mediante diversos programas de salud. Tiene en su control los registros de los sitios médicos, personal médico, personas afiliadas a sus distintos programas, alimentos y bebidas de consumo y el catálogo de todas las medicinas utilizadas tanto en libre venta como las prescritas; con excepción de todo lo anterior aplicado para animales, de las que se encarga la SAGARPA.

#### 5.4.4 Normas Oficiales Mexicanas

5.4.4.1 NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

En la presente norma se cuentan como algunas disposiciones generales las siguientes:

4.1 Durante el manejo de los animales, los responsables deberán mantenerlos tranquilos, evitando los gritos, ruidos excesivos y golpes que provoquen traumatismos.

4.11. Los propietarios, transportistas, encargados, administradores o empleados de expendios de animales, deben sacrificar inmediatamente en forma humanitaria a los animales que por cualquier causa se hubiesen lesionado gravemente.

5.1. a) En la Insensibilización de razas europeas y becerros cebuínos se debe utilizar una pistola de perno cautivo de penetración. El punto de aplicación se calcula trazando dos líneas imaginarias a partir de la base inferior de los cuernos, que se dirijan cada una de la comisura externa del ojo opuesto; donde se cruzan las líneas se hará el disparo(Fig. 1), colocando el cañón del pistoleta en posición perpendicular al hueso frontal (SAGARPA,1995).

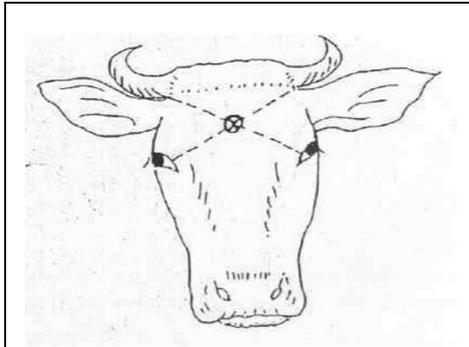


Fig. 1. Insensibilización con pistola de perno cautivo para bovinos de razas europeas y becerros cebúinos (SAGARPA, 1995).

5.4.4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-009-Z00-1994, Proceso sanitario de la carne.

Objetivo y campo de aplicación

Establecer los procedimientos que deben cumplir los establecimientos destinados al sacrificio de animales y los que industrialicen, procesen, empaquen, refrigieren productos o subproductos cárnicos para consumo humano, con el propósito de obtener productos de óptima calidad higiénico-sanitaria (SAGARPA, 1994).

Toda clase de carnes y productos, incluyendo los envasados, inspeccionados y provistos de su marca, sello oficial o etiqueta comercial, procedentes de un establecimiento, serán reinspeccionados cuantas veces sea necesario por el personal oficial (Médico Veterinario Oficial en Inpección de Exportaciones), hasta el momento de salir del establecimiento, a fin de asegurar su buen estado para el consumo humano. Si algún producto no reúne las condiciones sanitarias exigidas o resulta impropio para el consumo humano, se retendrá destruyéndose las marcas, sellos o las etiquetas originales y su destino final será resuelto por el médico veterinario oficial o aprobado. Si un producto se contamina por contacto con el piso, medio ambiente u otra forma, podrá ser aprobado previo retiro de la parte contaminada, debiendo presentarse al personal oficial para su reinspección (SAGARPA, 1994).

El personal que tiene contacto con la carne deberá justificar su estado de salud como aceptable, por medio de un certificado de salud expedido por una autoridad competente. Las personas que padezcan enfermedades infecto-contagiosas o afecciones de la piel, no podrán desempeñar funciones que impliquen contacto con productos comestibles en cualquier etapa de su proceso. En aquellos casos en que se sospeche de estas enfermedades o afecciones, se exigirá un certificado médico del estado de salud del obrero en cuestión (SAGARPA, 1994).

5.4.4.3 NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

La cual señala que debido a la variabilidad inherente de los materiales biológicos es necesario demostrar que las cepas control utilizadas proceden de una colección de microorganismos que asegure la identidad y las características de los microorganismos para su uso como patrones biológicos. Las cepas control utilizadas deberán demostrar trazabilidad a una colección de microorganismos reconocida y deberán demostrar la pureza y viabilidad de las mismas (Secretaría de Salud, 2015)

Esta Norma tiene por objeto establecer los métodos generales y alternativos de prueba para la determinación de los siguientes indicadores microbianos y patógenos en alimentos, bebidas y agua para uso y consumo humano:

- *Salmonella spp.*
- *S. aureus*
- *L. monocytogenes*
- Enterococos.
- Coliformes Fecales.
- *E. coli*.

## 5.5 Certificaciones comerciales

### 5.5.1 BRC Global Standard for Food Safety

BRC Global Standard for Food Safety, es una norma de certificación desarrollada en Reino Unido con reconocimiento internacional, que contiene los requisitos de

un sistema APPCC (Análisis de Peligros y de Control Crítico) de acuerdo con los requisitos del Codex Alimentarius, un sistema de gestión de calidad documentado, y el control de requisitos de las condiciones ambientales de las instalaciones, de los productos, de los procesos, y del personal.

La norma BRC Global Standard for Food Safety ha sido desarrollada para ayudar a los distribuidores en el cumplimiento de las obligaciones legales de seguridad alimentaria y garantizar el máximo nivel de protección al consumidor. Se elaboró para ayudar a los minoristas en el cumplimiento de las obligaciones legales y para garantizar el mayor nivel de protección de sus clientes, proporcionando a las organizaciones un método claro y coherente para medir la seguridad de sus productos, que aporte confianza a los consumidores. A partir de la auditoría, las organizaciones pueden identificar los puntos críticos de sus procesos de producción y en la cadena de suministro, y tomar medidas para reducirlos.

#### 5.5.2 ISO 9000

#### 5.5.3 Sistema de análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

La aplicación del Sistema de HACCP es compatible con la aplicación de sistemas de gestión de calidad, como la serie ISO 9000, y es el método utilizado de preferencia para controlar la inocuidad de los alimentos en el marco de tales sistemas. Antes de aplicar el sistema de HACCP a cualquier sector de la cadena alimentaria, es necesario que el sector cuente con programas, como buenas prácticas de higiene, conformes a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, los Códigos de Prácticas del Codex pertinentes, y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos necesarios para el sistema de HACCP, incluida la capacitación, deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema.

## VI ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL: HACCP

El HACCP es un sistema de control de alimentos que “identifica, evalúa y controla los peligros para la seguridad de los alimentos”. Si un segmento de la cadena de producción de los alimentos ha recibido una evaluación de riesgo, la implementación de un programa de higiene de la carne basado en el riesgo puede implicar el establecimiento de límites regulatorios para el control de peligros. La aplicación de sus principios pueden resultar en la identificación de uno o más puntos críticos de control (PCCs) e implementación de elementos de un plan HACCP. Dada la evolución actual del HACCP, la designación de un PCC en un paso particular de la cadena de producción del alimento, puede estar basada en juicio científico empírico, o puede estar genuinamente basado en la evaluación de riesgo (FAO, 2007).

La implementación del sistema HACCP tiene como fortalezas que:

- Es un planteamiento sistemático para la identificación, valoración y control de los riesgos en el proceso
- Evita las múltiples debilidades inherentes al enfoque de la inspección que tiene como principal inconveniente la total confianza en el análisis microbiológico para detectar riesgos necesitando de mucho tiempo para obtener los resultados
- Ayuda a establecer prioridades (árbol de decisiones)
- Permite planificar como evitar problemas en vez de esperar que ocurran para controlarlos
- Elimina el empleo inútil de recursos en consideraciones extrañas y superfluas al directamente la atención al control de los factores clave que intervienen en la sanidad y calidad en toda la cadena alimentaria, resultando más favorables las relaciones costos/beneficios (Carro *et al*, 2010).

El modelo de evaluación de riesgo puede ser usado para determinar las medidas de higiene con el impacto más significativo en reducir tal riesgo, y pueden especificarse en reglas independiente de los límites regulatorios, por ejemplo en criterios de proceso que son una característica cuantificable en una etapa, o combinación de etapas. Los criterios de proceso deberían medirse en tiempo real, por ejemplo, temperatura/tiempo para calentamiento de latas, examen de contaminación fecal visible cero en canales frescas, y constituirá probablemente en PCCs. En algunos casos, los criterios de proceso pueden ser característicos de los alimentos, (FAO, 2007).

### 6.1 Programa de prerrequisitos

El HACCP es considerado el protocolo de referencia cuando se trata de asegurar la inocuidad de los alimentos, razón por la cual ha sido adoptado como un programa de obligatorio cumplimiento en casi todos los países del mundo. Para que la implantación del sistema HACCP sea efectiva, la empresa debe operar de acuerdo con una serie de prácticas higiénicas y operativas que abarquen todo el proceso de producción; estos procedimientos se conocen como prerrequisitos (Gutierrez *et al.*, 2011).

Son las condiciones y procedimientos básicos de una empresa relacionados con el producto, los cuales garantizan el cumplimiento con las buenas prácticas para la inocuidad de los alimentos. Entre los programas de prerrequisitos básicos que se deben tener desde el productor primario hasta la planta de manufactura se encuentran:

- 1) Procedimientos Operacionales Estándar de Saneamiento (POES).
- 2) Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) o bien, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).
- 3) Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- 4) Capacitación e higiene del personal.
- 5) Trazabilidad y recuperación del producto.

## Indicadores de cumplimiento

- ✓ POES por escrito y sus registros correspondientes.
- ✓ Programa de BPP o BPA por escrito y sus evidencias.
- ✓ Programas de BPM por escrito y sus evidencias.
- ✓ Programa de capacitación del personal y sus evidencias.
- ✓ Certificados de salud del personal, reglas de higiene por escrito y sus registros correspondientes.
- ✓ Programa de trazabilidad y recuperación de producto así como sus registros.

### 6.1.1 Objetivo

Identificar, evaluar, prevenir y controlar peligros significativos a lo largo de la cadena de producción con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.

### 6.2 Principios del sistema de HACCC

Consiste en los siete principios siguientes:

- PRINCIPIO 1: Realizar un análisis de peligros.
- PRINCIPIO 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- PRINCIPIO 3: Establecer un límite o límites críticos (LC).
- PRINCIPIO 4: Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- PRINCIPIO 5: Establecer las medidas correctivas que van de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- PRINCIPIO 6: Establecer procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de APPCC funciona eficazmente.
- PRINCIPIO 7: Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

### 6.3 Desarrollo de un programa HACCP

Las etapas necesarias para el desarrollo conllevan una serie de pasos. Son los siguientes:

1. Selección del equipo. La fase inicial de desarrollo reunirá un equipo multidisciplinar, con conocimientos específicos de las operaciones y responsabilidades en las diferentes áreas.
2. Descripción del producto final y el empleo final por los consumidores: En la descripción del producto final se incluye la formulación, la forma en que se distribuye, la posibilidad de modificación de las condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad relativa, etc.) durante su distribución y venta, y la forma de preparación y consumo.
3. Perfilado y verificación del diagrama de flujo: Proporciona una descripción completa de todos los pasos, es decir, manipulaciones, operaciones y tratamientos que incluye el proceso de obtención de un determinado producto, desde la materia prima hasta el artículo final (Fig 2). El equipo tiene que verificar que el diagrama de flujo sea completo y correcto.
4. Análisis de los peligros y evaluación de los riesgos en cada paso: Se identifican en esta etapa los peligros y el riesgo asociado a dichos peligros, que pueden tener lugar en cada paso, y en su caso, para qué grupos de población.
5. Identificación de los PCs y PCCS: Un PC se puede definir como un punto de control de menor importancia, cuya pérdida de control no da lugar a un riesgo inaceptable. Un PCC se define como un punto, procedimiento, fase o etapa de las operaciones, sobre el que puede ejercerse un control, y mediante ello prevenir, reducir o eliminar uno o varios peligros, reduciendo o minimizando la probabilidad de su presentación (riesgo).





Fig. 2. Diagrama de flujo del plan HACCP implementado en Establecimiento TIF para producto cárnico crudo no molido en sala de deshuese

6. Ajuste de los límites para cada PCC. Para cada PCC es necesario fijar unas especificaciones que deben cumplirse para su control. Los criterios para los PCC1 suelen ser específicos, cuantitativos, apoyados por datos científicos y la literatura, y dan una respuesta sí/no. Se ponen límites a parámetros como, por ejemplo, el tiempo, la temperatura, las concentraciones de determinados productos, etc.
7. Monitorización para cada PCC: La monitorización consiste en una serie planeada de observaciones cuyo fin es evaluar el control del punto crítico. Para ello, los valores obtenidos de los parámetros a investigar deben situarse entre los límites fijados, establecidos con anterioridad. Es fundamental para poder ejercer un control eficaz la utilización de métodos de análisis en línea, que ofrezcan resultados inmediatos. Por ello, se buscan métodos rápidos para controlar si un PCC1 cumple los límites. Como ejemplos tenemos la monitorización del tiempo, Temperatura, Humedad Relativa, etc.
8. Medidas correctoras para cada PCC: A continuación se puede ajustar rápidamente el proceso, si un PCC no cumple los límites propuestos, según las medidas correctoras formuladas. Es muy importante detallar las acciones a realizar en el supuesto de pérdidas de control del proceso.
9. Archivo de datos y documentación: Se refiere a la necesidad de documentación de los resultados obtenidos durante la monitorización, los procedimientos, desviaciones, correcciones, y verificación, incluyendo las personas responsables de cada uno de ellos. La documentación ha de

archivarse durante un período apropiado de tiempo, estando disponible para empresas auditoras, instancias oficiales, etc.

10. Verificación del buen funcionamiento del sistema: Como en cualquier sistema de Gestión de calidad, el beneficio reside realmente en el mantenimiento continuado del HACCP. Por lo tanto, debe incluir procedimientos de verificación. Este paso implica el uso de información suplementaria para comprobar el correcto funcionamiento del sistema HACCP. Se incluyen aquí por ejemplo, los ensayos microbiológicos y el control de documentación (Mowuen y Prieto, 1998).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El proyecto se realizó en la planta TIF 645 Ganadería y Rastro de la Laguna S.A. de C.V. con ubicación en el ejido Lucero en municipio de Tlahualilo, Durango.

El ej. Lucero se localiza en el municipio Tlahualilo del estado de Durango, México y se encuentra en las coordenadas: longitud -103.401389, latitud 25.879722. Entre los paralelos 25° 49' y 26° 46' de latitud norte; los meridianos 103° 15' y 104° 03' de longitud oeste, se encuentra a una mediana altura de 1100 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Mapimí y el estado de Coahuila de Zaragoza; al este con el estado de Coahuila de Zaragoza; al sur con los municipios de Gómez Palacio y Mapimí; al oeste con el municipio de Mapimí. El clima predominante es muy seco semicálido con lluvias en verano (99.2%) y seco templado con lluvias en verano (0.8%) presenta una temperatura media anual de 21°C (INEGI, 2018).

### Materiales

1. Guantes estériles
2. Termómetro manual digital
3. Termograficador digital
4. Cinta métrica
5. Banderines para identificación de producto muestra
6. Cronómetro manual
7. Cuchillo metálico
8. Solución sanitizante
9. Esponja estéril para muestreo
10. Plantilla para muestreo de 10x10 cm, plástica o metálica, seca y estéril
11. Bolsas estériles para muestreo
12. 10 a 15 ml de Agua Peptonada Buferada estéril (APB kit comercial)

## Diseño del estudio

En el procedimiento realizado se llevó a cabo el monitoreo de temperatura en productos cárnicos de origen bovino seleccionando canales al azar, en distintos tiempos (horas) y turnos del proceso de producción. Dentro de las variables a evaluar en cada producto seleccionado se encuentran: tiempo de exposición al medio ambiente, temperatura, volumen e incidentes o desviaciones presentadas durante el muestreo como por ejemplo; paros en tiempo de producción debido a fallas de mantenimiento u otras causas (caída de la pieza a monitorear, deficiencias en el personal, etc.).

Se tomaron como referencia 6 puntos de control, también llamados tiempos, mismos que se describen a continuación seguidos de las actividades realizadas en cada uno de ellos.

**Tiempo 1:** Recepción de canal en peso frío. Recepción de la canal dividida en dos partes, se registraron los datos para la identificación (Numero de canal y lote). Posteriormente se tomó el registro de temperatura y hora de muestreo.

**Tiempo 2:** Stream line. Una vez que la canal es dividida en distintos cortes o cuartos, se realizó la selección de piezas consideradas como críticas por factores como su ubicación anatómica inicial, volumen y peso. Una vez seleccionadas, se colocó una banderilla para identificación y se realizó la toma de temperatura utilizando el termómetro digital (mismo fue sanitizado inmediatamente después y antes de su uso), se registró la hora y peso.

**Tiempo 3:** Packing. Previo a que el producto sea introducido en el empaque primario (bolsa plástica) se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Toma de temperatura manualmente con termómetro digital
- 2) Con la cinta métrica toma de medidas aproximadas de los lados del producto para lograr una estimación del volumen de la pieza
- 3) Con el cuchillo se realizó un corte lineal dirigido al punto medio de la pieza
- 4) Una vez realizado el corte se colocó el termograficador digital encendido
- 5) Enseguida se introdujo el producto en el empaque primario

**Tiempo 4:** Bandas de transporte a vacío, recepción en multivac. Previo a la colocación del producto a la máquina de vacío (Multivac), una vez más, se tomó la temperatura con ayuda del termómetro digital, se registró la hora y se realizó un muestreo con esponja (Anexo 1).

**Tiempo 5:** Empacado, etiquetado y pesado. Una vez introducido el producto en el empaque secundario (caja de cartón), este fue marcado para su identificación.

**Tiempo 6:** Salida de carton chiller. Una vez que el producto ha cumplido el tiempo de refrigeración en el conservador y haya alcanzado la temperatura indicada ( $\leq 4^{\circ}\text{C}$  -  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ ) se realizaron los siguientes pasos.

- 1) Retiro del producto seleccionado del empaque secundario
- 2) Toma de temperatura de forma manual con termómetro digital
- 3) Retiro de termograficador
- 4) Registro de la hora de salida del producto
- 5) Recolección de muestras para realizar análisis microbiológico

Una vez recolectado el termograficador los datos fueron registrados en la base de datos.

Las muestras microbiológicas recolectadas se llevaron al laboratorio para su análisis.

## RESULTADOS

### Temperaturas

Se realizaron un total de 36 muestreos en productos cárnicos de distintos cortes o piezas consideradas como críticas debido a 3 factores importantes: volumen, peso y región anatómica de la cual procede dicho producto. Las piezas fueron elegidas al azar, el plan de muestreo se realizó mediante la técnica militar estándar, donde la producción promedio diaria de un turno varía entre los 600 y 650 canales. Para su análisis, las muestras se clasificaron en 3 grupos: lomos, pulpas y filetes.

Hubo variaciones en cuanto a la hora de toma de muestra, turno de producción y personal operativo. Las temperaturas registradas en el tiempo 1 (peso frío de la canal) oscilaron entre los 14.8°C y 3.4°C, teniendo como promedio 8.9°C.

Los productos presentan un descenso de temperatura durante el trayecto del proceso. Una vez realizado el deshuese o separación de piezas de manera individual en el piece line, el comportamiento del producto muestra un descenso superior a los 3°C en la mayoría de los casos, lo cual comprueba que el factor medioambiental (entre 4°C y 5°C) de las distintas áreas de producción influye de forma favorable en pérdida de calor.

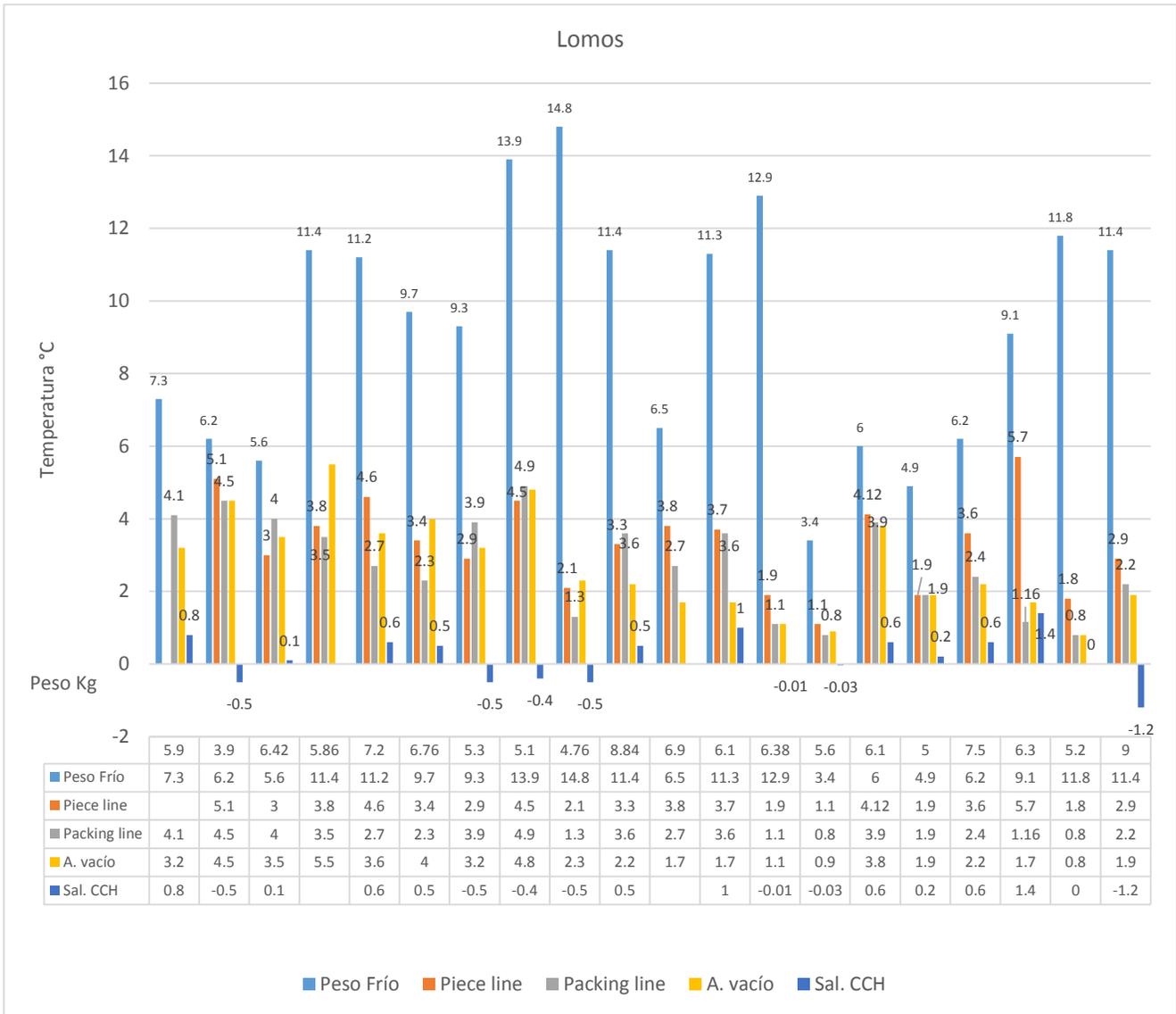


Fig. 3 Gráfica comparativa de temperaturas en lomos, registradas en cada punto de control con termómetro digital.

Las temperaturas iniciales (peso frío) en todos los casos fueron superiores a las del producto una vez deshuesado en la línea de piece line. En un lapso de tiempo promedio de 17 minutos (anexo 2), tiempo que tarda en recorrer el producto como canal dividida en 4 partes suspendido en el riel de transporte es hasta la banda de deshuese, el decremento fue entre 10 y .9°C, notando que el volumen de las piezas fue similar en casi todos los productos.

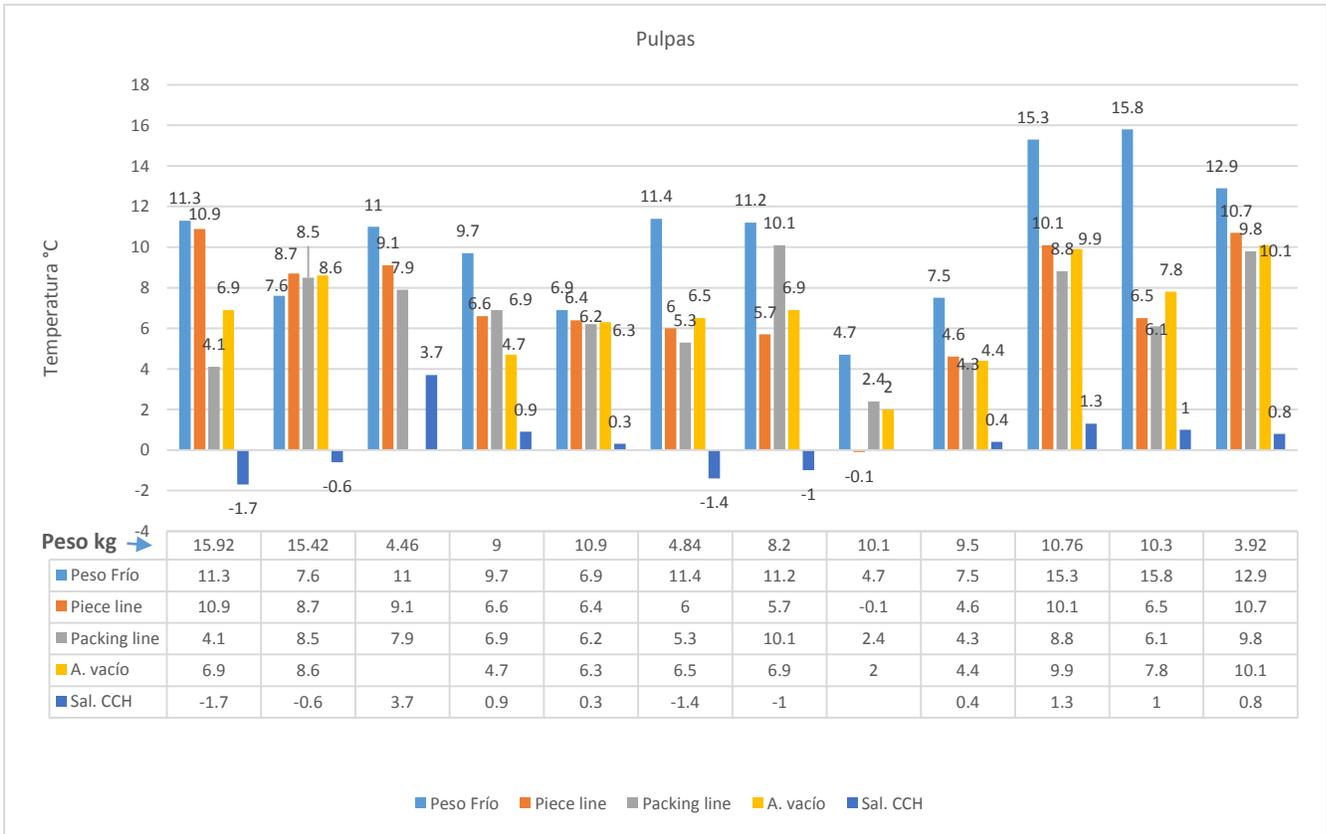
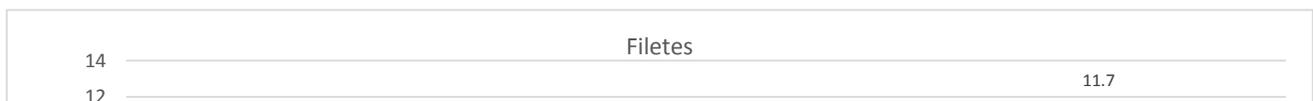


Fig. 4 Gráfica comparativa de toma de temperaturas con termómetro digital en 5 puntos de control, a pulpas de diferentes pesos.



Fig 5. Gráfica comparativa de temperaturas en filetes, registradas en cada punto de control con termómetro digital.



El primer grupo conformado por producto procedente del dorso de la canal (lomos), agrupa 19 muestras, mismas que a la vez se dividen en dos partes tomando en cuenta pesos de muestra similares.

En la parte 1 se agruparon 9 muestras, de las cuales el peso máximo registrado fue de 7.2 kg con temperatura inicial de 2.5° C, sin embargo, la correlación de tiempo ingreso-salida del carton chiller muestra un descenso gradual en la temperatura hasta alcanzar -1°C en un intervalo de 9 horas con 30 minutos, en comparación con el producto que se registró con 3.9 kg, siendo el de menor volumen, mismo que a las 2 horas de haber sido colocado el termograficador registró una temperatura de 0°C, al finalizar las siguientes 7 horas dentro del conservador la temperatura disminuyó hasta -2°C (Figura 6).

Curvas de enfriamiento con respecto al peso en lomos (parte 1)

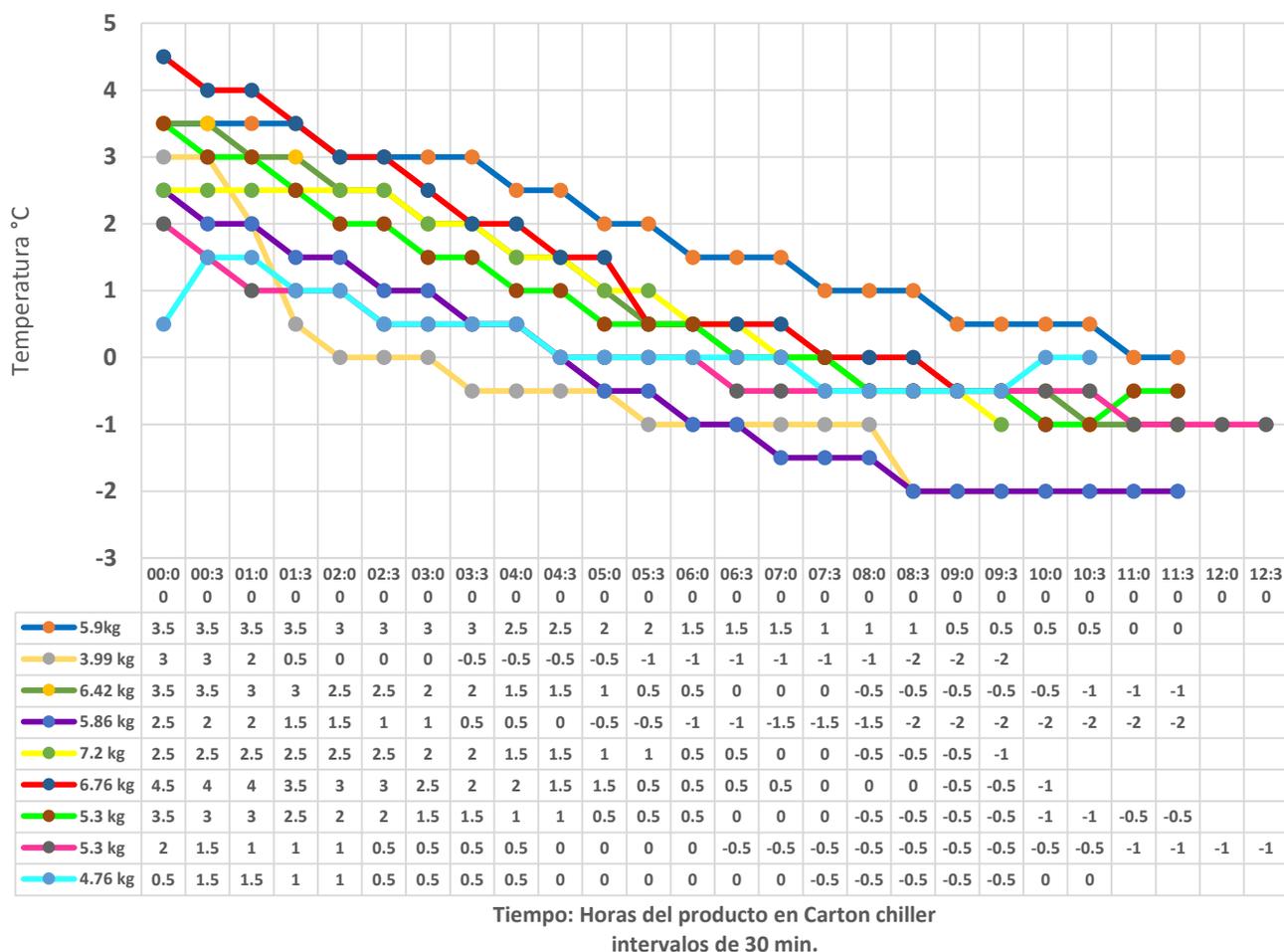


Fig. 6 Variación de la curva de enfriamiento con respecto al peso de lomos (parte 1)

Los resultados de la segunda parte del grupo 1 de piezas (figura 7), donde el peso mayor fue de 9 kg con una temperatura inicial de 3°C, misma que durante un intervalo de 10 horas disminuyó a .5°C, comparado con una pieza de menor volumen con peso de 5.6kg el comportamiento de la gráfica fue similar en cuanto a descenso, sólo con la diferencia de que el tiempo de enfriamiento fue menor, alcanzando los 0°C en sólo 4 horas.

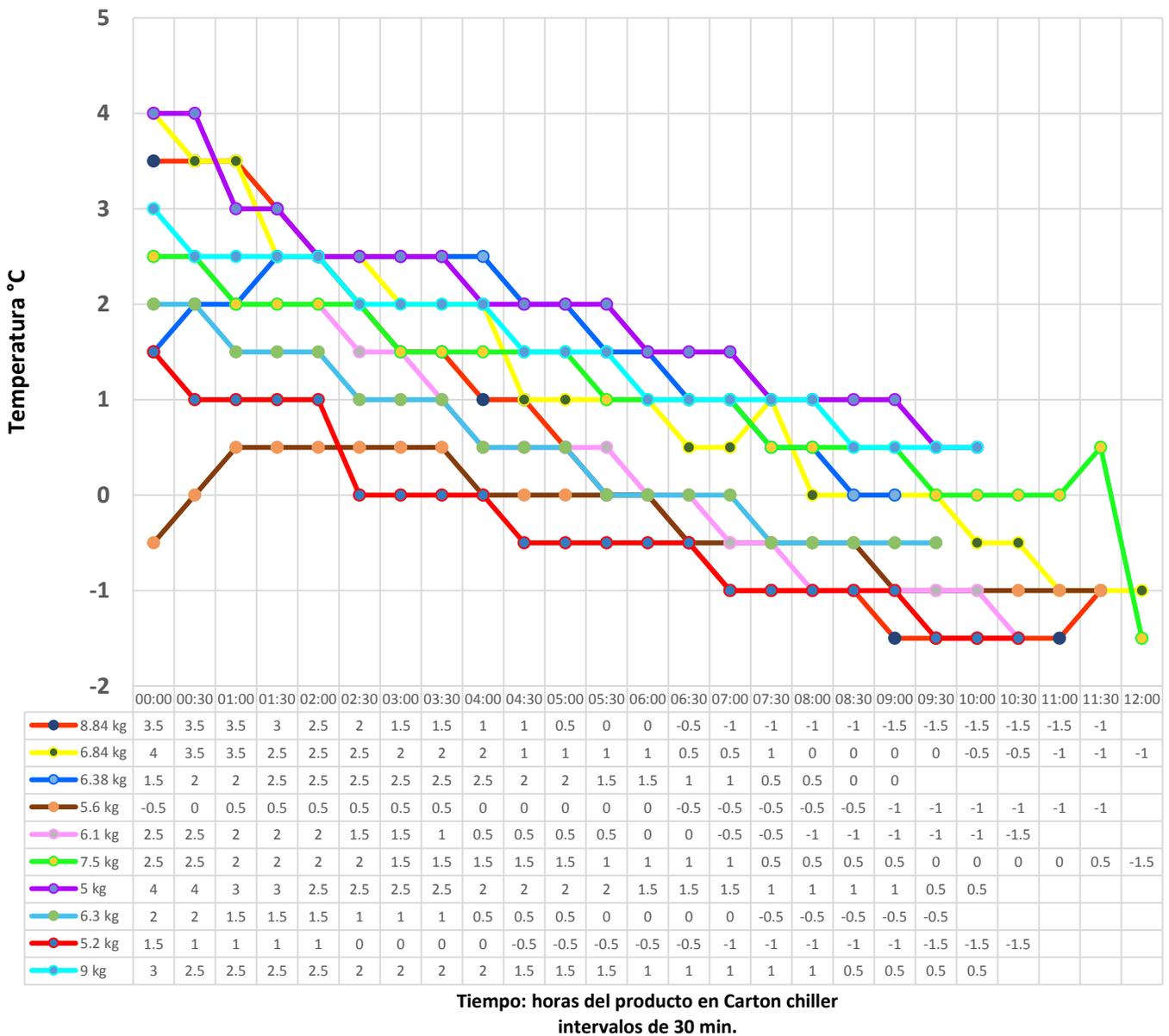


Fig 7. Variación de la curva de enfriamiento con respecto al peso en lomos (parte 2)

Los productos clasificados como pulpas registraron temperaturas más elevadas al inicio del muestreo que las piezas de los demás grupos debido a que el peso-volumen es mayor.

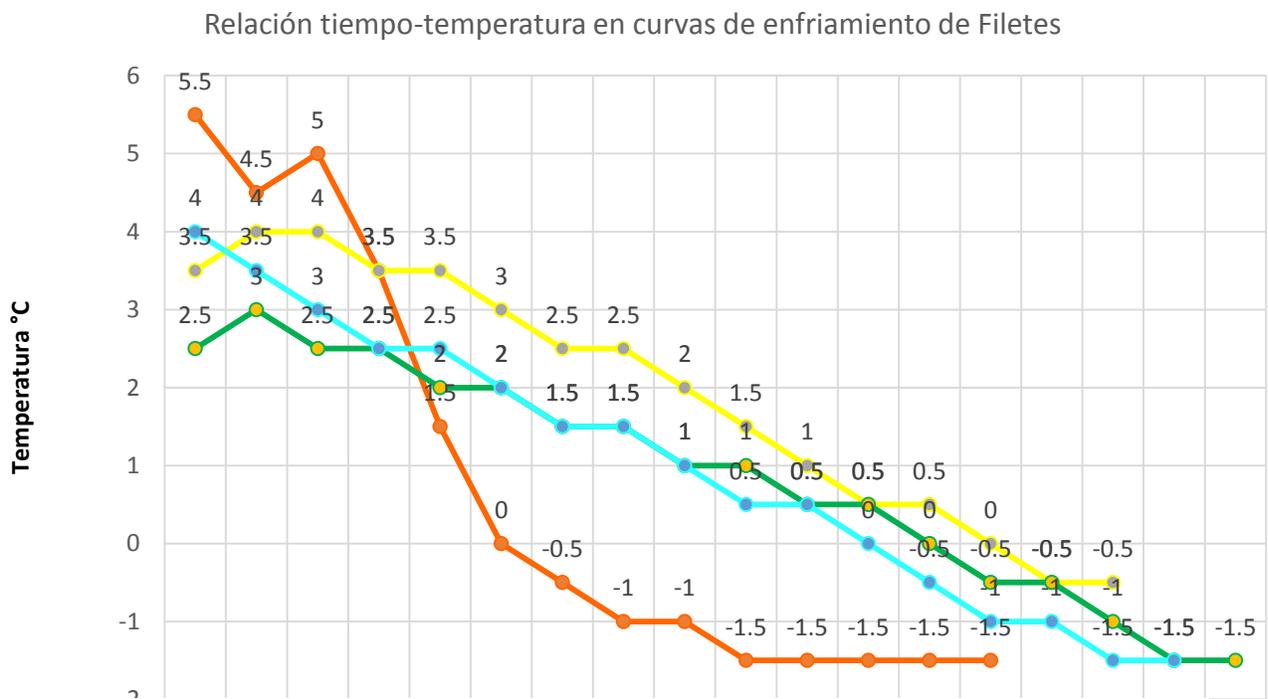
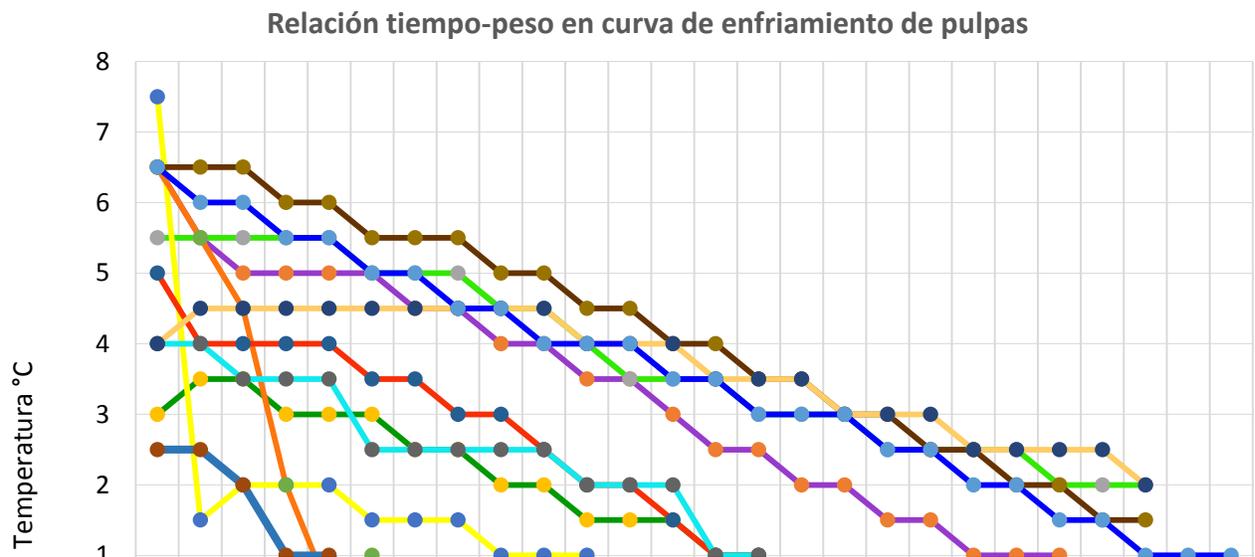


Fig. 8 Gráfica comparativa de curvas de enfriamiento en productos de diferentes pesos

08:30

1.9 kg	5.5	4.5	5	3.5	1.5	0	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5				
3.42 kg	3.5	4	4	3.5	3.5	3	2.5	2.5	2	1.5	1	0.5	0.5	0	-0.5	-0.5		
1.18 kg	2.5	3	2.5	2.5	2	2	1.5	1.5	1	1	0.5	0.5	0	-0.5	-0.5	-1	-1.5	-1.5
1.3 kg	4	3.5	3	2.5	2.5	2	1.5	1.5	1	0.5	0.5	0	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	

Tiempo: horas del producto en carton chiller  
intervalos de 30 min

Fig. 9 Gráfica comparativa de la curva de enfriamiento en filetes con diferentes pesos

## Resultados microbiológicos

Las tomas de muestras microbiológicas fueron tomadas en dos puntos del proceso, la primera (muestras testigo) en el punto 3, previo a la introducción del producto en el empaque primario y la segunda a la salida del carton chiller. Los análisis solicitados fueron:

- ✓ Microorganismos patógenos: *Salmonella spp*, *Escherichia coli* O157:H7/NM
- ✓ Microorganismos indicadores: Mesófilos Aerobios, Coliformes Totales, *E. coli* genérica.

Los alimentos que se incluyen en este criterio deben hallarse libres de *Salmonella spp* y de *Escherichia coli* O157:H7/NM. Los resultados obtenidos para dichos microorganismos patógenos fueron en el 100% de las muestras negativo (Ejemplo Anexo 3).

Los resultados de las muestras para microorganismos indicadores (Tabla 2) se encontraron dentro de los parámetros especificados en la NOM-210-SSA1-2014 Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

- Mesófilos Aerobios <400 UFC/superficie
- Coliformes Totales <100 UFC/superficie
- *E. coli* genérica ND UFC/superficie

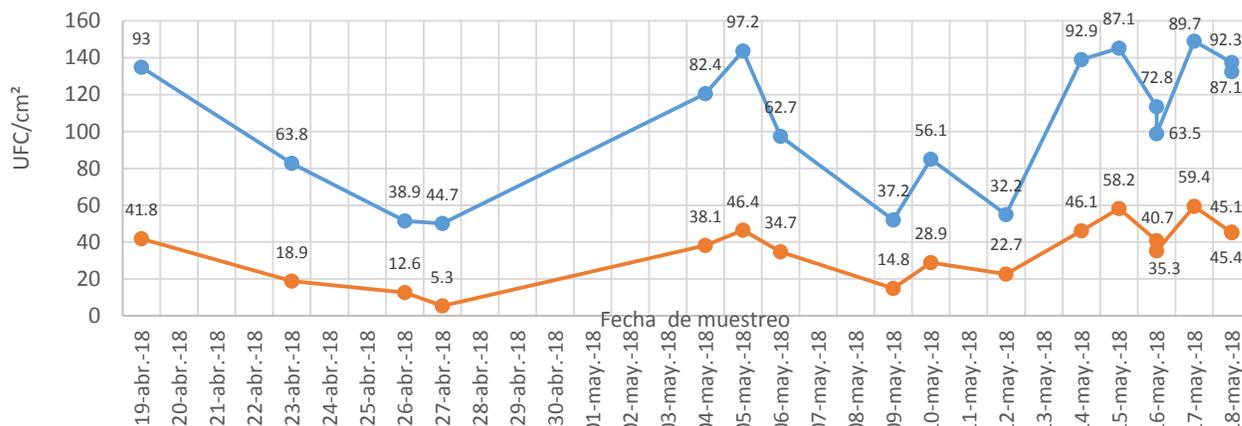
Cuadro 2. Comparación de resultados microbiológicos de producto en proceso y producto terminado

N° de muestra	Fecha	Muestra de prueba (logística)			Muestra testigo (Deshuese)		
		Mesófilos aerobios	Coliformes totales	<i>E. coli</i> genérica	Mesófilos aerobios	Coliformes totales	<i>E. coli</i> genérica
1	19-may-18	41.8 EST UFC/cm <sup>2</sup>	3.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND	93 EST UFC/cm <sup>2</sup>	7 UFC/cm <sup>2</sup>	1 UFC/cm <sup>2</sup>
2	23-may-18	18.9 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	63.8 EST UFC/cm <sup>2</sup>	.4 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
3	26-abr-18	12.6 EST UFC/cm <sup>2</sup>	0.8 UFC/cm <sup>2</sup>	0.2 UFC/cm <sup>2</sup>	38.9 EST UFC/cm <sup>2</sup>	6.2UFC/cm <sup>2</sup>	3 UFC/cm <sup>2</sup>
4	27-abr-18	5.3 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	44.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	11.6 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
5	04-may-18	38.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	4.9 UFC/cm <sup>2</sup>	.6 UFC/cm <sup>2</sup>	82.4 EST UFC/cm <sup>2</sup>	9.3 UFC/cm <sup>2</sup>	4.2 UFC/cm <sup>2</sup>
6	05-may-18	46.4 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	97.2 EST UFC/cm <sup>2</sup>	8.2 UFC/cm <sup>2</sup>	1.1 UFC/cm <sup>2</sup>
7	06-may-18	34.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	62.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
8	09-may-18	14.8 EST UFC/cm <sup>2</sup>	1.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND	37.2 EST UFC/cm <sup>2</sup>	4.6 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
9	10-may-18	28.9 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	56.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	7.5 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
10	12-may-18	22.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	6.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND	32.2 EST UFC/cm <sup>2</sup>	12 UFC/cm <sup>2</sup>	.5 UFC/cm <sup>2</sup>
11	14-may-18	46.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	92.9 EST UFC/cm <sup>2</sup>	.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
12	15-may-18	58.2 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	87.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	5.8 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
13	16-may-18	40.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	72.8EST UFC/cm <sup>2</sup>	.9 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
14	16-may-18	35.3 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	63.5 EST UFC/cm <sup>2</sup>	4.1 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
15	17-may-18	59.4 EST UFC/cm <sup>2</sup>	1.8 UFC/cm <sup>2</sup>	ND	89.7 EST UFC/cm <sup>2</sup>	7.8 UFC/cm <sup>2</sup>	5.7 UFC/cm <sup>2</sup>
16	18-may-18	45.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	ND	ND	92.3 EST UFC/cm <sup>2</sup>	1.9 UFC/cm <sup>2</sup>	ND
17	18-may-18	45.4 EST UFC/cm <sup>2</sup>	0.2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND	87.1 EST UFC/cm <sup>2</sup>	2 UFC/cm <sup>2</sup>	ND

**ND** = No detectado, **UFC**= Unidades Formadoras de colonias, **EST**=Estimado

Las muestras de mesófilos aerobios tomadas durante la prueba en productos terminados presentaron una notable reducción de la carga bacteriana, en la mayoría de los casos hasta de un 50%, los coliformes totales en las muestras testigos resultaron positivos en su totalidad, mientras que en productos terminados sólo 7 de las 17 arrojaron datos con valores entre los 6.2 y 0.2 UFC/cm<sup>2</sup>, el resto fueron negativos. En el caso de *E. coli* genérica sólo 2 resultaron positivos y en valores muy poco significativos de 0.2 y 0.6 UFC/cm<sup>2</sup>.

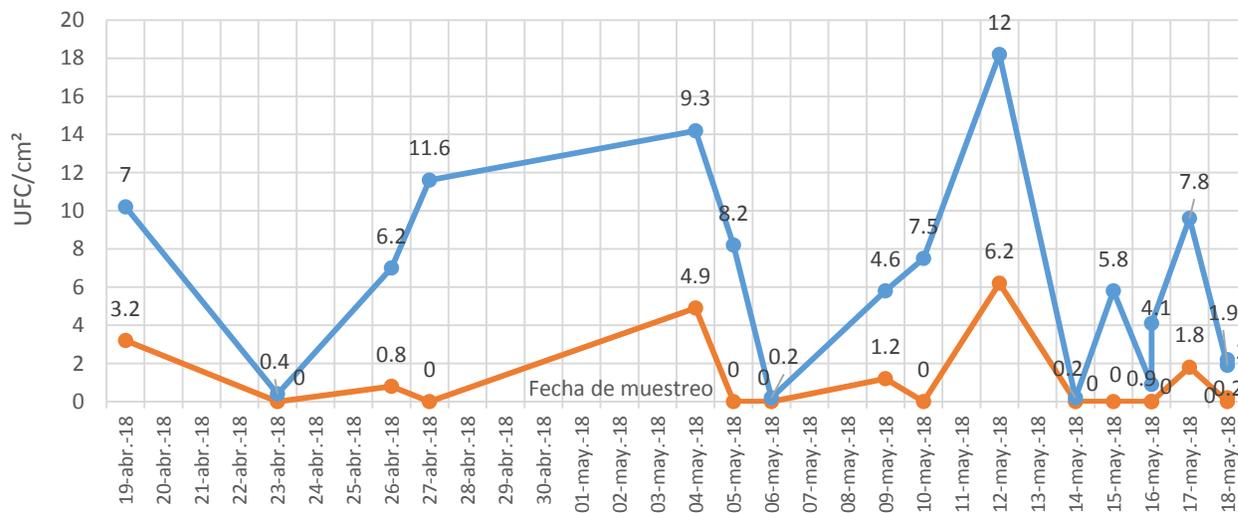
Mesófilos aerobios



	19-abr.-18	23-abr.-18	26-abr.-18	27-abr.-18	04-may.-18	05-may.-18	06-may.-18	09-may.-18	10-may.-18	12-may.-18	14-may.-18	15-may.-18	16-may.-18	16-may.-18	17-may.-18	18-may.-18	18-may.-18
Testigo UFC/cm²	93	63.8	38.9	44.7	82.4	97.2	62.7	37.2	56.1	32.2	92.9	87.1	72.8	63.5	89.7	92.3	87.1
Prueba UFC/cm²	41.8	18.9	12.6	5.3	38.1	46.4	34.7	14.8	28.9	22.7	46.1	58.2	40.7	35.3	59.4	45.1	45.4

Fig. 10 Gráfica comparativa de resultados microbiológicos para Mesófilos aerobios entre la muestra testigo tomada previo al sellado de empaque e ingreso al carton chiller con la muestra en el producto final.

Coliformes totales



	19-abr.-18	23-abr.-18	26-abr.-18	27-abr.-18	04-may.-18	05-may.-18	06-may.-18	09-may.-18	10-may.-18	12-may.-18	14-may.-18	15-may.-18	16-may.-18	16-may.-18	17-may.-18	18-may.-18	18-may.-18
Testigo UFC/cm²	7	0.4	6.2	11.6	9.3	8.2	0.2	4.6	7.5	12	0.2	5.8	0.9	4.1	7.8	1.9	2
Prueba UFC/cm²	3.2	0	0.8	0	4.9	0	0	1.2	0	6.2	0	0	0	0	1.8	0	0.2

Fig. 11 Gráfica comparativa de resultados microbiológicos de coliformes totales entre muestra tomada previo al sellado de empaque e ingreso al carton chiller con la muestra en el producto final.

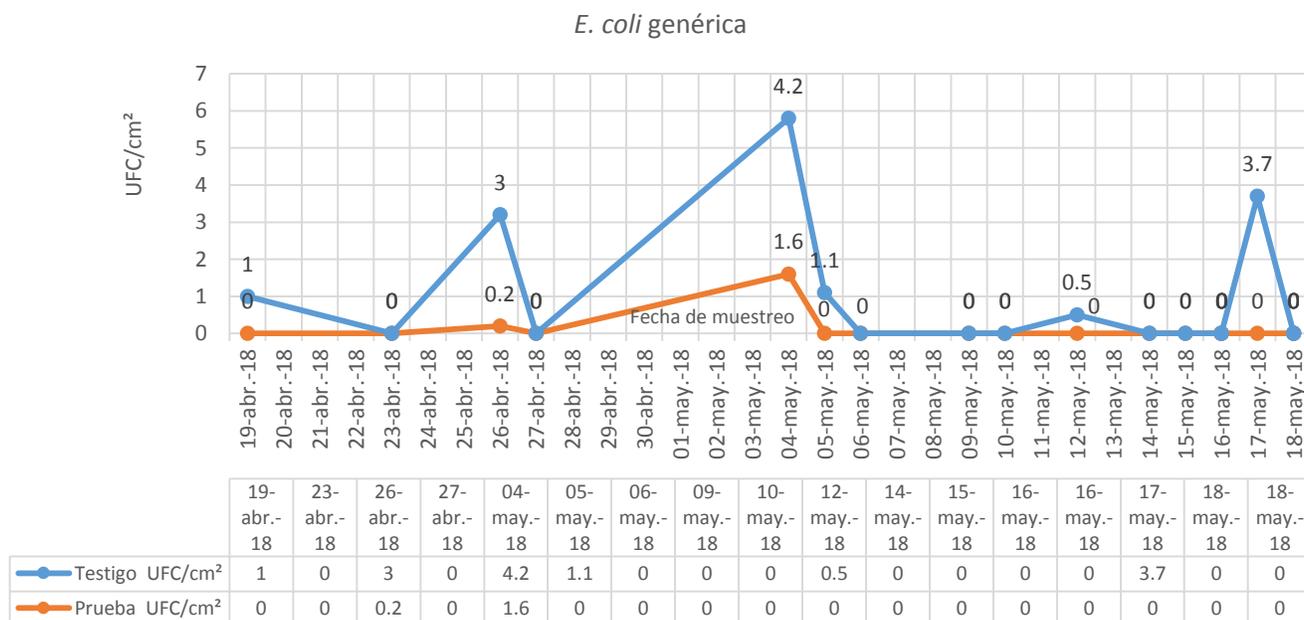


Fig. 12 Gráfica comparativa de resultados microbiológicos de *E. coli* genérica totales entre muestra tomada previo al sellado de empaque e ingreso al carton chiller con la muestra en el producto final.

### Discusión

El presente trabajo será evaluado y analizado por el comité de inspectores HACCP así como por auditoría externa, y en el caso de que los resultados sean determinantes se realicen las modificaciones en el plan HACCP implementado por establecimiento. En caso contrario, se tomarán en cuenta las observaciones realizadas para continuar y complementar el estudio.

## CONCLUSIÓN

Productos con características similares (peso) presentan un comportamiento de pérdida de calor durante el trayecto de proceso teniendo como factores principales la temperatura ambiental de las áreas de producción con un promedio de 6°C y el tiempo de deshuese, favoreciendo la curva de enfriamiento.

El tiempo que permanece el producto en carton chiller resulta ser efectivo en alcanzar temperaturas adecuadas para el mantenimiento en fresco (entre los 0 y 4°C) y de esta manera cumplir con lo establecido en la NOM-009-ZOO-1994. Sin embargo, el peso-volumen de cada pieza hace que la curva de enfriamiento se modifique en cada caso, a mayor peso mayor tiempo de pérdida de calor. Lo anterior se comprueba con los resultados de los productos clasificados como “filetes”, mismos que al inicio del proceso se consideran como piezas críticas por alcanzar temperaturas superiores al resto de la canal pero, según el comportamiento de sus curva de enfriamiento la temperatura desciende en promedio de 4 a 5 horas más rápido que las demás.

Los resultados microbiológicos demuestran un notable descenso en la cantidad de UFC/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que la disminución en la temperatura influye directamente a la reducción de la carga bacteriana y comprueba que el método de conservación por enfriamiento es eficaz para el aseguramiento de la inocuidad.

## CITAS

Astiasarán, A., Martínez, H. 2003. Alimentos, composición y propiedades. McGraw-Hill Interamericana. 2ª Ed. Madrid, España. pp 11:29

Rubio, L. S., Braña, V. D., Méndez, M. D. 2012. Carne de res mexicana. No. 15. Querétaro, México. pp: 6-14.

Guajardo, C., Loera, C. L., García, D. G. 1998. Eficiencia del proceso del producto "carne seca", consumo en monterrey y su área metropolitana. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp:1-22.

Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y La Alimentación. Buenas prácticas para la industria de la carne (FAO). 2007. 2ª ed. Roma.

Restrepo, M. D., Arango, M. D., Amézquita, C. R., Restrepo D. A. 2001. INDUSTRIA DE CARNES. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Pp: 16-32.

Umaña, C. E. 2013. Conservación de alimentos por frío. Fiagro y fusades proinnova.

Andújar, G., Pérez, D., Venegas, O. 2003. Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos. Instituto de investigaciones para la industria alimenticia. Editorial Universitaria. 1ª. Ed. La Habana, Cuba. Pp: 7-65.

Novelo, B. R., Franco S. J., Bianchi, O. G., Feed, B. O., Bentancur, M. O., Benia, A. B., Stefanell, F. V. 2008. Efecto de la temperatura de refrigeración sobre la calidad de la carne de novillos Holstein a lo largo de la maduración. Técnica Pecuaria en México. Vol. 46, No. 2. pp. 137-145

González, F. T., Rojas, H. R. 2005. Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. Rev Salud Pública de México. vol.47. No. 5. Pp. 388-389. México

Robledo, A., 2015. Investigación de *Salmonella spp* en alimentos mediante el método tradicional ISO 6579 y dos métodos inmunoenzimáticos, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona España.

Ribicich, M., Chavez, M., Carfagnini, J., Basso, N., Rosa, A., Franco, A. 2004. Estudio de las alteraciones histopatológicas en cerdos infectados experimentalmente con *Trichinella spiralis*. Patología Básica, Facultad de Ciencias Veterinarias. Vol. 6. No. 1. pp: 61-69.

Enfermedades transmitidas por alimentos. Consultado el 29 de mayo del 2018. En <http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/Colera.pdf>

(SAGARPA) Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Agrolimentación. 1995. NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

(SAGARPA) Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Agrolimentación. 1994. NORMA Oficial Mexicana NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne.

Kopper, G., Calderón, G., Schneider, Sheryl., Domínguez, W., Gutiérrez, G. 2009. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Informe Técnico Sobre Ingeniería Agrícola Y Alimentaria, FAO. Roma, Italia. Pp. 14-29.

INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Fecha de consulta: 28 de mayo de 2018. Sitio de consulta: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/10/10036.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/10/10036.pdf)

Barham, A. R., Barham B. L., Johnson A. K., Allen, D. M., Blanton, J. R., Miller, M. F. 2002. Effects of the Transportation of Beef Cattle from the Feedyard to the Packing Plant on Prevalence Levels of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella spp*. Journal of Food Protection. Vol. 65. No. 2. Pp: 280–283.

Carro, P. R., Gonzáles, G. D. 2010. Normas HACCP, Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control. Universidad Nacional del Mar de la Plata.

Yañez, E., Mattar, S., Durango., A. 2008. Determinación de *Salmonella spp.* por PCR en tiempo real y método convencional en canales de bovinos y en alimentos de la vía pública de Montería, Córdoba. Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico, Montería, Colombia. Vol. 12. No. 4. Montería, Colombia. Pp: 246-245.

Parra, M., Durango, J., Máttar, S. 2002. Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por *Salmonella spp.* Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico. Vol. 7. No. 2. Pp: 187-200.

García, A. L., Mejía, M. J., Silva, M. J. 2008. Diseño de una cámara frigorífica para la preservación de carne de res en la ciudad de Puebla, Puebla. Instituto Politécnico Nacional. Pp: 2-8.

OMS. 2014. Documentos básicos. 48ª edición. Pp: 1-23.

Fabre, R., Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., Tisocco, O. 2014. Efecto de las condiciones de conservación sobre la calidad de pechugas de pollo. Rev. Ciencia, Docencia y Tecnología. Vol.29. No. 49. Argentina. Pp: 143-153.

Gutiérrez, N., Pastrana, N., Catusca, C. 2011. Evaluación de prerrequisitos en el sistema HACCP en empresas del sector agroalimentario. Revista EIA. No. 15. Medellín, Colombia. Pp: 33-43.

Mouwen, J. Prieto, M. 1998. Aplicación del sistema ARICPC-HACCP a la industria cárnica. Rev Ciencia y Tecnología Alimentaria. Vol. 2. No 1. Pp: 42-46.

## Anexos

Anexo 1. Procedimiento para la recolección de muestra con esponja para la detección de *Salmonella* spp.

1. Identificar previamente las bolsas de colecta con un plumón indeleble antes del muestreo
2. La canal o producto a muestrear será la que ya permaneció 12 horas o más en la cámara de conservación después del sacrificio.
3. Revisar que el APB, no presente turbidez ni cualquier tipo de material particulado en suspensión, que indiquen contaminación.
4. En el caso de usar una plantilla metálica de muestreo reutilizable, sanitizarla previamente al muestreo del producto (sumergirla en solución sanitizante de 1 a 2 minutos y elimine el exceso antes del muestreo)
5. Tome de manera aséptica la esponja de muestreo.
6. Abra la bolsa con los 10 ml de APB estéril, e introduzca la esponja para hidratarla, tenga
7. cuidado de no contaminar la parte interna de la bolsa
8. Abra la bolsa y saque la esponja, tenga cuidado de no contaminar la parte interna de la bolsa
9. Localice el área a muestrear, con cuidado coloque la plantilla en esta área, teniendo cuidado de no tocar el área a muestrear dentro de la plantilla
10. Sujete con una mano la plantilla en el área a muestrear
11. Frote la esponja previamente humedecida en APB el área delimitada por la plantilla (100 cm<sup>2</sup>), 10 veces de manera vertical y 10 veces de manera horizontal, como si estuviera removiendo sangre seca de la canal, procurando no dañar la esponja.
12. Para posteriormente colocar el producto debidamente identificado en la Multivac.



## Anexo 3. Resultados microbiológicos de laboratorio en muestra cárnica



INFORME DE RESULTADOS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN  
Y DESARROLLO AGROPECUARIO, S. C.

<b>FOLIO DE SOLICITUD:</b>	LM05.2124.2018-1		
<b>NOMBRE DEL SOLICITANTE:</b>	GENESIS GOMEZ ALMEIDA		
<b>RAZÓN SOCIAL:</b>	Sukarne Producción, S.A. de C.V. TIF 645		
<b>DOMICILIO:</b>	Carretera Gomez Palacio - Tlahualilo km 46, Ejido Lucero, Tlahualilo, Durango. C.P. 35265		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	18-May-18	<b>FECHA DE EJECUCIÓN:</b>	18-May-18

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		ID LABORATORIO:	
PULPA NEGRA CAJA 1 SEC. 14208340		18LM0509398	
<b>Lote:</b>	UC18051724	<b>Codigo:</b>	2
<b>Métodos de análisis para:</b>		<b>FOLIO DE SOLICITUD:</b>	LM05.2124.2018-1
<b>Referencia</b>		<b>Area:</b> LOGISTICA	
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	AUSENTE
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	NS
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	69.4 EST UFC/cm2
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	1.8 UFC/cm2
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	1.6 UFC/cm2
<b>Observaciones:</b>			
<b>Hora de muestreo:</b>	8:20	<b>Temperatura de recibo en °C:</b>	6.5
<b>Peso (g)</b>	N/A		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		ID LABORATORIO:	
PULPA NEGRA CAJA 1 SEC. 14208340		18LM0509399	
<b>Lote:</b>	UC18051724	<b>Codigo:</b>	2
<b>Métodos de análisis para:</b>		<b>FOLIO DE SOLICITUD:</b>	LM05.2124.2018-1
<b>Referencia</b>		<b>Area:</b> LOGISTICA	
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	NS
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	AUSENTE
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	NS
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	NS
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	NS
<b>Observaciones:</b>			
<b>Hora de muestreo:</b>	8:20	<b>Temperatura de recibo en °C:</b>	6.5
<b>Peso (g)</b>	N/A		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		ID LABORATORIO:	
PULPA NEGRA CAJA 2 SEC. 14208345		18LM0509400	
<b>Lote:</b>	UC18051724	<b>Codigo:</b>	2
<b>Métodos de análisis para:</b>		<b>FOLIO DE SOLICITUD:</b>	LM05.2124.2018-1
<b>Referencia</b>		<b>Area:</b> LOGISTICA	
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	AUSENTE
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	NS
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	NS
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	NS
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	NS
<b>Observaciones:</b>			
<b>Hora de muestreo:</b>	8:30	<b>Temperatura de recibo en °C:</b>	6.5
<b>Peso (g)</b>	N/A		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		PULPA NEGRA CAJA 2 SEC. 14208345		ID LABORATORIO:
Lote:	UC18051724	Codigo:	2	FOLIO DE SOLICITUD: LM05.2124.2018-1
Métodos de análisis para:				Area: LOGISTICA
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado	
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	NS	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	AUSENTE	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS	
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	45.1 EST UFC/cm2	
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	ND UFC/cm2	
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	ND UFC/cm2	

**Observaciones:**

Hora de muestreo: 8:30 Temperatura de recibo en °C: 6.5 Peso (g) N/A

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		PULPA BOLA SEC. 14215020		ID LABORATORIO:
Lote:	UC18051724	Codigo:	5	FOLIO DE SOLICITUD: LM05.2124.2018-1
Métodos de análisis para:				Area: LOGISTICA
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado	
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	AUSENTE	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	NS	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS	
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	NS	
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	NS	
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	NS	

**Observaciones:**

Hora de muestreo: 8:40 Temperatura de recibo en °C: 6.5 Peso (g) N/A

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		PULPA BOLA SEC. 14215020		ID LABORATORIO:
Lote:	UC18051724	Codigo:	5	FOLIO DE SOLICITUD: LM05.2124.2018-1
Métodos de análisis para:				Area: LOGISTICA
Referencia	Determinación	Especificación	Resultado	
Dupont™ BAX® System PCR Assay for Salmonella	Salmonella spp en 25g	Ausencia	NS	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay E.coli O157:H7	E. coli O157:H7 en 375g	Ausencia	AUSENTE	
Dupont™ BAX® System Real-Time PCR Assay STEC Screening	STEC EN 375 g	Ausencia	NS	
Petrifilm	Mesófilos Aerobios	<400 UFC/superficie	45.4 EST UFC/cm2	
Petrifilm	Coliformes Totales	<100 UFC/superficie	0.2 UFC/cm2	
Petrifilm	E. Coli Generica	ND UFC/superficie	ND UFC/cm2	

**Observaciones:**

Hora de muestreo: 8:40 Temperatura de recibo en °C: 6.5 Peso (g) N/A

**Abreviaturas:** UFC: Unidades formadoras de colonia; EST: Valor Estimado; MNC: Muy numeroso para Contar; ND: No Detectado; g: gramo; cm2: centímetro cuadrado; ml: mililitro; NS: No Solicitado.

APROBADO POR:

*PA. Erika Lizarraga S.*  
 MVZ. Vania Lorena Lizarraga Grimes  
 Supervisado

FECHA RESULTADOS:

21/11/13

Carretera Gomez Palacio - Tlahualilo km 46, Ejido Lucero, Tlahualilo, Durango. C.P. 35265  
 Tel (872) 772 5800 ext. 4342 Email: vania.lizarragag@sukarne.com.

Este informe sólo ampara las muestras sometidas a ensayo. Los datos de identificación de la muestra fueron proporcionados por el cliente. El laboratorio no realizó la toma de muestra.