

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE DE CIENCIAS**

**BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS**

**División de Ciencias Veterinarias**



**EVALUACION DE LA REFRIGERACION DE CANALES  
BOVINAS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE  
GUADALAJARA, JALISCO.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A :**

**ALISON AMILKAR GARCIA PEREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**BIOL. CARLOS ALBERTO CAMPOS BRAVO**

**ASESOR:**

**DR. AGUSTIN RAMIREZ ALVAREZ**

**Zapopan, Jalisco, Noviembre de 1998.**

## *Agradecimientos:*

*A Dios :*

*A ti, agradezco que me hayas dado vida y salud, así como la oportunidad de disfrutar y compartir con mi familia y amigos de una de las etapas más felices de mi vida, y porque nunca me dejaste flaquear ni perder la fé, en los momentos más difíciles.*

*A Mis Padres :*

*Prudencia Pérez de García  
Alfredo García Rivera*

*A mis padres, les dedico esta Tesis como un pequeño reconocimiento a su esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado en el transcurso de mi vida y mis estudios... A ustedes, porque han constituido un poderoso estímulo capaz de obligar mi pluma, disponer mi mente, ocupar mi tiempo y dedicar el mejor de mis esfuerzos en pro del logro de mis objetivos.*

*A Mi Hermano :*

*José Angel García Pérez.*

*Te agradezco, porque directa e indirectamente has contribuido al cumplimiento de una de mis más importantes metas, y porque has sido también una fuente de estímulo y dedicación a esta mi Carrera Profesional.*

*A Mis Tíos :*

*Elena Pérez de Vasquez.  
Antonio Pérez Vasquez.  
Santiago Pérez Vasquez.  
Por darme siempre una voz de aliento y de seguir adelante.*

*A Mis Primos :*

*Adis y Miguel  
Por brindarme siempre su apoyo incondicional.*

La aplicación del frío es uno de los métodos más importantes para la conservación de los alimentos. Una refrigeración eficaz puede aumentar la vida útil de la carne manteniendo su calidad muy próxima a la del estado natural, durante un periodo suficiente para su comercialización. Al hablar de la refrigeración de la carne se involucran diversos factores que tienen efecto sobre la flora microbiana, tales como: temperatura y humedad relativa de la cámara de refrigeración y temperatura de la canal, entre otros. A pesar de que el Rastro Municipal de Guadalajara es uno de los más importantes a nivel nacional, no se ha llevado un registro de este tipo de parámetros, por lo cual en este estudio se ha monitoreado la temperatura interna de canales bovinas en relación a las temperaturas y humedades relativas de las cámaras de refrigeración. En la Fase I antes de la reparación de las cámaras, se realizaron 133 registros de temperatura y 131 de humedad relativa en las cámaras de refrigeración y 1007 de temperatura en las canales con 24 horas de refrigeración. La Fase II, comprende los registros después de la reparación de las cámaras 1,2,5,6 y antes de la reparación de las cámaras 3,4,7. En esta fase las cámaras se dividieron en tres secciones, realizándose 126 registros de temperatura y 126 de humedad relativa. Las canales refrigeradas se dividieron en tres secciones, registrándose 735 datos de la temperatura entre las 9 y 11 h y 735 datos de la temperatura entre las 20 y 22 h. Los datos de la primera fase que en promedio se presentaron fuera de los límites propuestos, se tomaron como base para realizar la reparación de las cámaras de refrigeración. En la Fase II se observó que las cámaras aún no reparadas presentaron los valores más cercanos a los límites. Las cámaras 5 y 6 (ya reparadas) mostraron mejoras en relación a la primera fase del estudio. La sección de la canal que más difícilmente se enfría es la pierna, seguida del bartuleo y del lomo. Es evidente que las cámaras reparadas, como no reparadas continúan presentando un comportamiento promedio fuera de los límites establecidos para temperatura y humedad relativa y temperatura interna de canales bovinas.

# CONTENIDO

## PÁGINA

RESUMEN	X
INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACION	6
HIPOTESIS	7
OBJETIVOS	8
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	28
ANEXOS	29
BIBLIOGRAFIA	32

## INTRODUCCION

La calidad higiénico-sanitaria de los alimentos que consume la población, determina en gran medida la aparición de enfermedades transmitidas por alimentos.

Uno de los alimentos de mayor consumo en México es la carne de bovino (anexo 1), la cual por sus características nutritivas (anexo 2), permite la proliferación de microorganismos cuando no existe un adecuado manejo higiénico a lo largo de la cadena alimentaria.

Lograr un abastecimiento de cárnicos inocuos puede ser posible a través de (11):

- 1- El control del empleo en la granja de preparados químicos y farmacéuticos.
- 2- Inspección ante mortem para eliminar animales no aptos y para prevenir exámenes post mortem especiales.
- 3- Inspección post mortem de la canal y vísceras.
- 4- Estandares de higiene altos y empleo de los métodos de conservación adecuados en todas las fases de la cadena, que van desde la producción, transporte, proceso de obtención, transformación, comercialización y consumidor final.

En la cadena de comercialización de la carne, el proceso de obtención en el rastro es el sitio donde pueden generarse gran parte de los riesgos más importantes a la salud del consumidor, asociados al consumo de carne contaminada (4,8,21).

## LA REFRIGERACION EN EL PROCESO DE OBTENCION DE LA CARNE

Dentro del proceso de obtención, la refrigeración es reconocida internacionalmente como un punto crítico en el cual pueden ser controlados los riesgos microbiológicos (14), en este caso los asociados con la carne fresca.

Un punto crítico de control (PCC) es un lugar, una práctica, un procedimiento o proceso en el que puede ejercerse control sobre uno o varios factores, que si son controlados, puede reducirse al mínimo o prevenirse un peligro de riesgo, (14).

Al finalizar la obtención de la canal, su superficie tiene una temperatura de 30 a 40°C y una humedad que resultan ideales para la proliferación de microorganismos patógenos y deterioradores (5,13,14), por lo cual el comercio de este alimento depende en cierto grado de los métodos de conservación que controlan la flora alterante. El almacenamiento a temperaturas bajas (refrigeración y congelación) por si solo permite mantener la carne cierto tiempo sin que sus propiedades cambien apreciablemente. Lo anterior no sucede con otros métodos de conservación que afectan las propiedades de este alimento originando un producto distinto a la carne fresca (13,17).

El tratamiento por el frío es benéfico para la carne, ya que imposibilita la multiplicación de los microorganismos o reduce ésta a su mínima expresión, permitiendo que la maduración se realice sin interferencias, disminuye las transformaciones físico/químicas y bioquímicas, reduce la pérdida de peso por evaporación y facilita las operaciones de carnicería (9,10,11,12,17,19).

Las temperaturas de refrigeración son aquellas próximas al punto de congelación de los alimentos, habitualmente se consideran como tales las incluidas en el rango  $-1 + 7^{\circ}\text{C}$  (12).

La aplicación del frío es uno de los métodos más importantes para la conservación de los alimentos. Una refrigeración eficaz puede aumentar la vida útil de la carne, manteniendo su calidad muy próxima a la del estado natural, durante un período suficiente para su comercialización (11,12,17).

Para prolongar el tiempo de conservación de la carne refrigerada, la técnica del frío debe tener en cuenta diversos factores, tales como: temperatura ambiental de la cámara, temperatura que alcanzan las canales tras la refrigeración, capacidad de la cámara, flujo de aire, humedad relativa de la cámara y tiempo de refrigeración (19,21).

El tiempo máximo de vida útil de la carne de bovino refrigerada es variable, entre 24 y 30 días, dependiendo de la cantidad de microorganismos que contenga y también de la temperatura y la humedad relativa de la cámara donde se conserva (10,13). Puede ser de 3 a 5 semanas a una temperatura de  $-1.5$  a  $0^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa del 90 % (17, 19), aunque no se conservará por más de tres semanas si la higiene del rastro es deficiente, o bien si la temperatura es superior a  $1.5^{\circ}\text{C}$  (19).

Durante el almacenamiento de la carne refrigerada únicamente pueden desarrollarse los gérmenes superficiales, los profundos quedan inhibidos incluso si la temperatura sufre ligeras variaciones ( 13), aunque es posible encontrarlos en el interior de las masas musculares cuando la carne procede de animales enfermos o extenuados, cuando los trabajadores trabajaron sin asepsia, cuando el sacrificio fue inadecuado y cuando el proceso de refrigeración se llevó a cabo con deficiencias (19).

La superficie de la canal debe ser enfriada hasta  $7^{\circ}\text{C}$  o menos (5,11,12,13,14), reduciendo al mínimo la multiplicación microbiana antes que suponga un riesgo (7,11,12,14,17), ya que la humedad media existente sobre la superficie de la carne oscila entre 98 y 99 % (3).

Los efectos combinados de humedad relativa de la cámara de refrigeración, temperatura, flujo de aire y cubierta de grasa determinan en conjunto la pérdida de

humedad desde la superficie de la canal. Estos mismos factores (a excepción de la cubierta grasa) pueden determinar si se produce condensación en los refrigeradores. La humedad procedente de dicha condensación facilita la multiplicación microbiana (humedad relativa del 96% o mayor) sobre carne, paredes, suelo y equipo (10,11,13,14).

La Comunidad Económica Europea (CEE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization. FAO), establecen que la carne fresca que se vaya a destinar al comercio intracomunitario debe refrigerarse inmediatamente tras la inspección post mortem y mantenerla a una temperatura constante de no más de 7° C para canales y piezas o de 3° C para vísceras (3, 11,14). En condiciones óptimas, éstas temperaturas se alcanzan en un período de 16 a 24 horas (3).

Al mantener la temperatura en un rango de 0° a 4°C (7,9,13,22), disminuir la humedad relativa a 85%, con un límite máximo de 95% y un flujo de aire entre 0.25 m/s y 1 m/s, e incluso 3 m/s (3,9,11,13,17), se obtiene una desecación superficial óptima que puede retrasar la multiplicación microbiana sobre la superficie de la carne y evitar grandes pérdidas de peso por evaporación (3,4,11,13,17).

Tras dos horas de enfriamiento intensivo entre -6 y -8°C y una velocidad del aire de 2 a 3 m/s, se requiere de un tiempo entre 10 y 14 horas postenfriamiento entre 0 y -2°C, con una velocidad de ventilación de 0.1 m/s hasta alcanzar una temperatura interna de la canal de 6°C (17).

La humedad relativa del aire refrigerante tiene efecto sobre el tiempo de refrigeración, ya que influye en la evaporación del agua en la superficie de la carne. Si la humedad relativa del aire es baja, se evapora más agua, con lo cual se sustrae a la carne más calor que con una humedad ambiental mayor (17).

El flujo de aire es un factor crítico en el enfriamiento de las canales, aunque es difícil de medir y de controlar (14). Cuanto mayor la velocidad del aire, más corto es el tiempo requerido para conseguir la refrigeración, ya que con la velocidad del aire también se intensifica el paso del calor desde la superficie de la carne al aire refrigerante (17).

Con largos tiempos de refrigeración es de esperarse que los microorganismos psicrótrofos predominen. El agua acumulada sobre la superficie de los frigoríficos suele ser una fuente muy importante de estos microorganismos. En esta etapa la contaminación se produce al entrar en contacto la superficie de las canales con otras canales que han sido contaminadas con la superficie del refrigerador, con las manos, mantas e instrumentos que el operador emplea para el acomodo y el corte de las carnes (18).

Durante la refrigeración, Bacterias patógenas, tanto mesófilas que resisten bajas temperaturas como psicrótrofas, tales como *Clostridium botulinum* tipoE, *Clostridium perfringes*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, continúan multiplicándose en algunos casos, o son inhibidas. El daño microbiológico ocurre cuando el tiempo de almacenamiento en frío excede la vida de anaquel del producto o cuando la refrigeración es deficiente (2,6,10,12,19).

Debe señalarse que, incluso con un tratamiento óptimo por el frío, la calidad inicial de la carne es un punto con influencia decisiva sobre la calidad del producto final, ya que con el tratamiento frigorífico se consigue conservar la calidad, pero en ningún caso se puede mejorar ésta (17).

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El rastro municipal brinda un servicio público cuya finalidad es el sacrificio de animales para obtener y procesar carne fresca de calidad sanitaria, apta para consumo humano (7).

El rastro municipal de Guadalajara, uno de los más importantes a nivel nacional, tiene un sacrificio semanal promedio de 3 000 bovinos adultos, 600 becerros, 5 500 cerdos y 500 ovinos y caprinos para el abasto metropolitano principalmente (20).

Dicho establecimiento tiene más de treinta años funcionando, a lo largo de los cuales las cámaras de refrigeración han recibido poco o nulo mantenimiento, lo cual se refleja en la integridad de muros y pisos, así como en la presencia de escurrimientos por líquidos de condensación y encharcamientos (20). Para que el producto refrigerado sea conservado óptimamente y alcance un tiempo de vida útil adecuado son necesarios un control de temperatura, humedad relativa y flujo de aire de las cámaras, lo que en las condiciones actuales no puede ser garantizado.

Es importante mencionar que en este estudio no se realizara la medición del flujo de aire.

## JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la NOM-009-ZOO-1994- Proceso sanitario de la carne (23), los establecimientos de sacrificio de animales de abasto, frigoríficos e industrializadoras de productos y subproductos cárnicos, tienen el propósito de obtener productos de óptima calidad higiénico - sanitaria.

En este contexto la Universidad de Guadalajara y el H. Ayuntamiento de Guadalajara suscribieron en 1996 un convenio de participación académica para mejorar la situación sanitaria del Rastro Municipal de Guadalajara.

Debido a que el enfriamiento juega un papel importante en el proceso de obtención de la carne y a que en dicho rastro no existen registros que indiquen el comportamiento de temperaturas y humedades relativas en cámaras de refrigeración, ni de temperaturas en canales refrigeradas, resulta indispensable realizar los registros de estos parámetros físicos para conocer las condiciones bajo las cuales se realiza el enfriamiento y en base a ello, sugerir modificaciones que permitan un mejor refrigerado de las canales bovinas. Beneficiandose de manera directa el rastro y el intermediario y de manera indirecta el consumidor.

## HIPÓTESIS

De acuerdo a las condiciones físicas y de equipo que actualmente presentan las cámaras de refrigeración, se espera que los parámetros físicos (temperatura y humedad relativa) en las mismas no se encuentren en los límites recomendables para que el enfriamiento de las canales sea el adecuado y se conserven en optimas condiciones.

## **OBJETIVO GENERAL**

Monitorear la temperatura interna de canales bovinas en relación a las temperaturas y humedades relativas de las cámaras de refrigeración.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1.- Evaluar con fines de diagnostico los datos registrados en el periodo de 1996 a enero de 1998, en cámaras no reparadas y en canales bovinas.
- 2.- Conocer si la temperatura y humedad relativa de las cámaras de refrigeración reparadas, enfrían adecuadamente las canales bovinas.
- 3.- Emitir las recomendaciones pertinentes para que la línea de frío funcione adecuadamente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las cámaras de refrigeración del Rastro Municipal de Guadalajara, Jalisco. La fase I, se realizó en el periodo de junio de 1996 a enero de 1998. La fase II, se realizó en el periodo de febrero a julio de 1998.

### FASE I

Comprende los registros realizados antes de la reparación de las cámaras de refrigeración.

#### A) Cámara de refrigeración

Se efectuó el siguiente número de registros:

Cámaras								
	1	2	3	4	5	6	7	Total
Temperatura	19	20	20	20	17	17	20	133
Humedad relativa	19	20	20	20	16	17	19	131

Las lecturas se realizaron en la parte anterior, a la altura media de cada una de las cámaras (esquema 1), utilizando un monitor digital de temperatura, humedad y punto de rocío, modelo TH550, de la marca Dickson (ver especificación en anexo 3).

#### B) Canales refrigeradas

Se efectuó el siguiente número de registro:

Cámaras								
	1	2	3	4	5	6	7	Total
Temperatura	139	184	182	186	118	104	154	1007

Se utilizó un termómetro digital, modelo HP- 9061, de la marca Hanna Instrument (ver especificaciones en anexo 3), con una bayoneta de 10 cm de longitud, la cual se introdujo totalmente al músculo de la región del brazuelo (esquema 2), al realizar la medición en canales con aproximadamente 24 hrs de refrigeración.

## FASE II

Comprende los registros realizados después de la reparación de las cámaras 1, 2, 5, y 6 y antes de la reparación de las cámaras 3, 4 y 7.

### A) Cámaras de refrigeración

Las cámaras de refrigeración se dividieron en tres secciones (esquema 1) efectuándose 6 registros de temperatura y 6 de humedad relativa por sección en cada una de las cámaras, en total 126 registros de temperatura y 126 de humedad relativa.

Las lecturas se realizaron a la altura media.

### B) Canales refrigeradas

Se llevó a cabo la medición de temperatura interna de 35 canales por cámara, cada una de ellas se identificó individualmente, registrándose en el formato correspondiente:

- 1- Temperatura inicial ( registro único tomando como referencia antes de ingresar a la cámara)
- 2- N° de cámara a la que ingresa
- 3- Temperatura entre las 9 y 11 de refrigeración. (T1)
- 4- Temperatura entre las 20 y 22 horas de refrigeración. (T2)

Para las temperaturas relacionadas con los puntos 3 y 4, la canal fue dividida en 3 secciones (esquema 2), en cada una de las cuales se midió la temperatura.

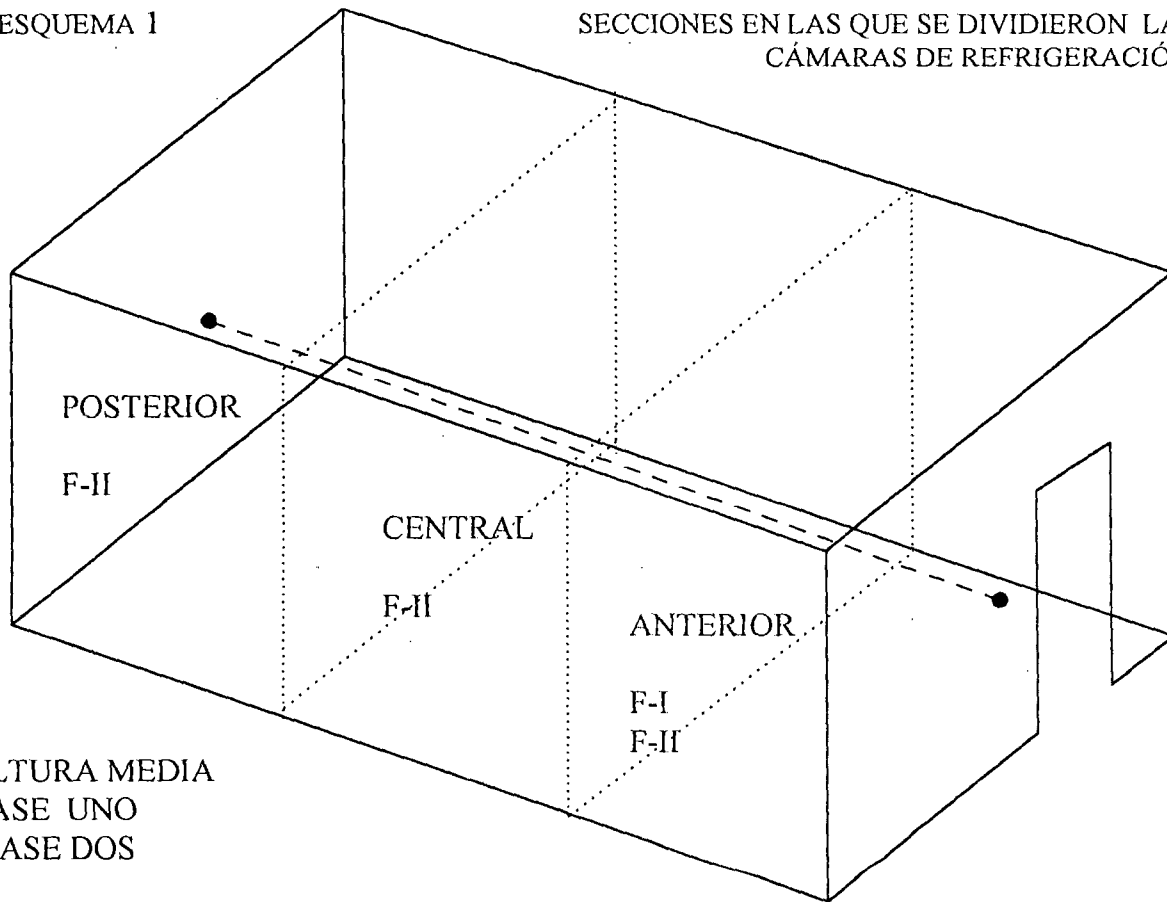
Total de datos registrados de temperatura inicial 245, de T1- 735 y de T2- 735.

El presente estudio forma parte de un proyecto a largo plazo en el que se continuaran realizando los registros aquí efectuados, por lo que en esta etapa no se recurrió al análisis estadístico para la interpretación de resultados, utilizando en su lugar la comparación de los promedios en relación a los límites críticos, que se establecieron de acuerdo con la literatura.

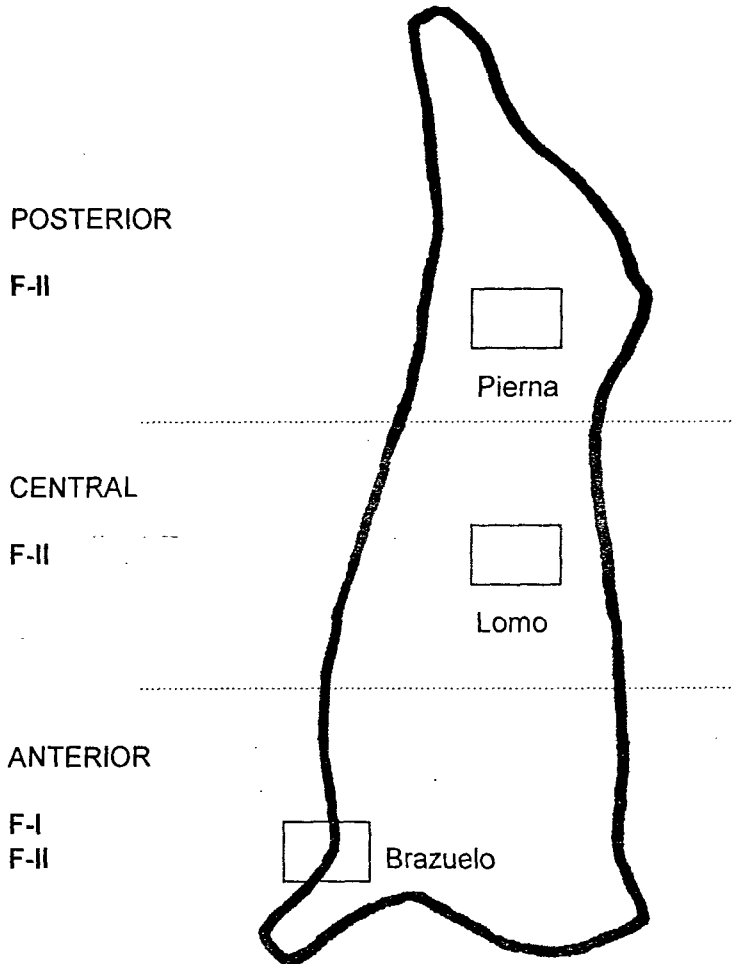
- Temperatura de cámaras de refrigeración  
+ 4°C. NOM-008-ZOO -1994 (22)
- Humedad relativa de las cámaras de refrigeración  
85 %. FAO (3)
- Temperatura de canales refrigeradas a las 24 hrs.  
+ 7°C. ICMSF (14)

ESQUEMA 1

SECCIONES EN LAS QUE SE DIVIDIERON LAS  
CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN



ESQUEMA 2.- SECCIONES EN LAS QUE FUE DIVIDIDA LA CANAL BOVINA PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA INTERNA.



PUNTO DE INSERCIÓN DE LA BAYONETA

F-I FASE I

F-II FASE II





## BIBLIOTECA CENTRAL

### RESULTADOS

El tiempo aproximado que transcurre desde el ingreso de los animales al cajón de insensibilización hasta su almacenamiento en las cámaras de refrigeración es de 30 minutos aproximadamente. El tiempo de permanencia en las cámaras es para la mayoría de las canales de 20 a 24 horas, aunque eventualmente llega a ser superior a las 48 horas.

El rastro Municipal de Guadalajara, cuenta con un total de 7 cámaras de refrigeración ( todas en uso ), cada una de las cuales tiene una dimensión de 9 x 18 x 5.5 metros y dispone de 8 rieles, siendo utilizados únicamente 5 para almacenar las canales. En cada riel se colocan entre 50 y 60 medias canales aproximadamente.

La capacidad de cada cámara es de 240 medias canales, en total se almacenan entre 250 y 300 medias canales por cámara, cifra que varía según el volumen de matanza.

Medidas de separación observadas :

Entre canales en el mismo riel	Entre canal y piso	Entre canal y pared	Entre canales en diferente riel
Aproximadamente 5 cm	Aproximadamente 40 cm	Aproximadamente 10 cm	Aproximadamente 80 cm

### Fase I

#### Temperatura de cámaras de refrigeración

La cámara nº 7 presentó el mayor rango de variación (14.2°C) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima ( Cuadro 1 ) con un promedio de 9.88 °C (Gráfica 1).

En la cámara Nº 4 se registró el menor rango de variación (9.2°C ) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 1) con un promedio de 9.44°C ( Gráfica 1 ).

Únicamente la cámara N° 7 presentó el 10% de registros dentro del límite de 4° C (Gráfica 1).

Cuadro 1. Temperatura de cámaras de refrigeración

		CÁMARAS						
		1	2	3	4	5	6	7
N° de registros		19	20	20	20	17	17	20
Promedio		8.36	8.23	8.92	9.44	10.89	10.14	9.88
Mínima		5.3	4.5	6.0	6.0	5.5	5.6	2
Máxima		15.1	15.6	15.8	15.2	18.2	18	16.2
% dentro del límite de 4°C		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10

### Humedad relativa de cámaras de refrigeración

Cuadro 2. Humedad relativa de cámaras de refrigeración

		CÁMARAS						
		1	2	3	4	5	6	7
N° de registros		19	20	20	20	16	17	19
Promedio		81.2	79.5	76.3	70.15	66.75	68.58	57.84
Mínima		60	64	65	55	42	47	34
Máxima		90	92	93	94	93	92	92
% dentro del límite de 85%		42.10	25	5	5	12.5	17.64	5.26

La cámara N° 7 presentó el mayor rango de variación ( 58 % ) entre la humedad relativa mínima y la máxima (Cuadro 2 ), con un promedio de 57.84 % (Gráfica 2 ) y el 5.26 % de los registros estuvieron dentro del límite de 85 % de humedad relativa.

En las cámaras N° 2 y 3 se registró el menor rango de variación (28 % ), entre la humedad relativa mínima y la máxima (Cuadro 2 ), las cuales promediaron en la cámara 2, 79.5% y en la cámara 3, 76.3 % (Gráfica2).

El 25 % de los registros realizados en la cámara 2 estuvo dentro del límite de 85 % de humedad relativa y el 5 % en la cámara 3 (Cuadro 2 ).

### Temperatura de canales refrigeradas

En la cámara N° 4 se presentó el mayor rango de variación (16.1° C ) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 3 ) con un promedio de 8.93

°C (Gráfica 3) y el 15.66 % de los registros estuvieron dentro del límite de 7°C (Cuadro 3).

En la cámara N° 7 se presentó el menor rango de variación (10.9° C ) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 3 ), con un promedio de 7.63° C (Gráfica 3 ).

Cuadro 3. Temperatura de canales en refrigeración

	CÁMARAS						
	1	2	3	4	5	6	7
N° de registros	139	164	162	166	118	104	154
Promedio	9.43	8.63	9.34	8.93	11.33	10.79	7.63
Mínima	1.1	3.7	1.2	1.2	2	1.0	3.8
Máxima	15.8	15.5	16.6	17.3	15.3	13.6	14.7
% dentro del límite de 7°C	8.63	22.56	12.96	15.66	7.62	4.80	31.81

## Fase II

### Temperatura de cámaras de refrigeración

La cámara N° 6 con 8.56°C, presentó el promedio más cercano al límite máximo de 4°C (Gráfica 1).

La cámara N° 1 presentó el mayor rango de variación ( 16.7 ° C ) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 4 ) con un promedio de 9.96°C (Gráfica 1 ).

La cámara N° 5 presentó el menor rango de variación ( 7°C ) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 4 ) con un promedio de 8.7°C (Gráfica 1 ).

El 11.11 % de los registros de la cámara N° 2 se presentó dentro del límite de 4°C.

Cuadro 4. Temperatura de cámaras de refrigeración

	CÁMARAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Nº de registros por sección	6	6	4	6	6	6	6
Promedio general	9.96	9.15	11.4	9.8	8.7	8.56	11.5
Mínima	5.0	3.0	6.4	5.0	6.0	4.5	6.0
Máxima	21.7	17.0	15.3	17.7	13.0	12.0	18.8
% dentro del límite de 4°C	0.0	11.11	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0

Promedio por sección	
Posterior	10.23
Media	9.56
Anterior	10.15

### Humedad relativa de cámaras de refrigeración

Cuadro 5. Humedad relativa de cámaras de refrigeración

	CÁMARAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Nº de registros por sección	6	6	4	6	6	6	6
Promedio general	77.7	81.31	71.91	80.83	83.94	84.05	82.49
Mínima	62	64	51	54	68	75.0	56.0
Máxima	94	92	92	96	97.0	97.0	92.0
% dentro del límite 85 %	33.3	38.8	16.6	50	55.5	38.8	61.1

Promedio por sección	
Posterior	77.76
Media	78.33
Anterior	78.83

La cámara N° 4 presentó el mayor rango de variación ( 42% ) entre la humedad relativa mínima y la humedad relativa máxima (Cuadro 5 ), con un promedio de 80.83 % (Gráfica 2 ).

La cámara N° 6 presentó el menor rango de variación ( 22 % ) entre la humedad relativa mínima y la humedad relativa máxima (Cuadro 5 ) con un promedio de 84.05 % siendo este el más cercano al límite mínimo que es de 85 % (Gráfica 2 ).

### Temperatura de canales en refrigeración

Las canales de la cámara N° 1 presentaron el mayor rango de variación (14°C) entre la temperatura mínima y la temperatura máxima (Cuadro 6 ).

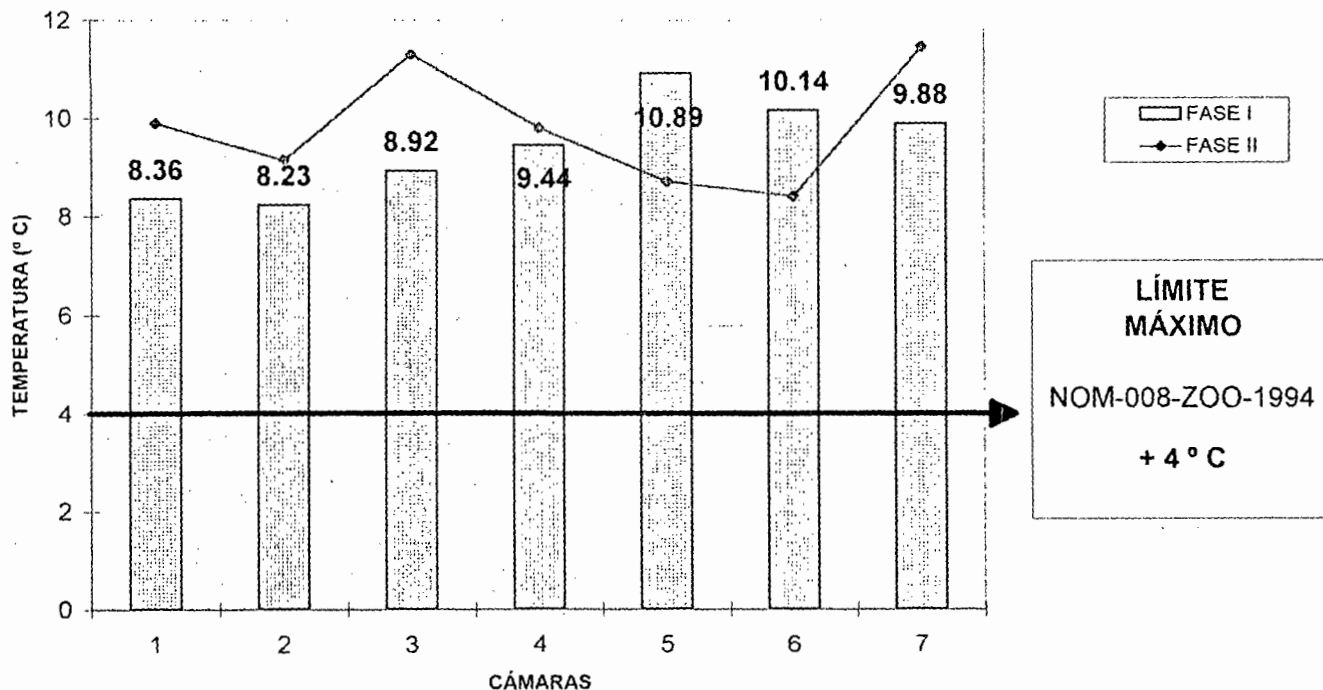
Las canales de la cámara N° 6 presentaron el menor rango de variación (7.9°C) entre la temperatura máxima y la temperatura mínima ( Cuadro 6 ).

En la cámara N°7 fue donde se presentó el mayor porcentaje ( 25.71% ) de canales dentro del límite de 7°C.

Cuadro 6. Temperatura de canales en refrigeración

		CÁMARAS						
		1	2	3	4	5	6	7
N° de registros		105	75	75	105	105	105	105
T° inicial promedio		37.39	35.86	37.7	37.13	38.32	36.03	37.5
T° 9-11 h promedio		25.04	25.7	22.49	22.8	22.4	21.03	21.33
T°20-22 h promedio		14.27	10.89	11.54	11.45	10.19	9.24	11.25
T°mínima promedio de 20-22 h		8.43	7.56	5.7	5.5	5.9	5.0	4.1
T°máxima promedio de 20-22 h		23.1	16.0	16.6	16.7	14.9	12.9	18.9
% dentro del límite 7°C		0.0	0.0	8.0	22.85	5.71	5.71	25.71
T° Promedio								
Pierna 20-22h		17.5	15.27	16.88	15.73	14.39	12.27	15.18
Lomo 20-22h		11.17	8.04	8.89	9.36	7.61	6.90	8.84
Brazuelo 20-22h		13.91	10.73	10.55	11.64	9.60	7.56	12.28

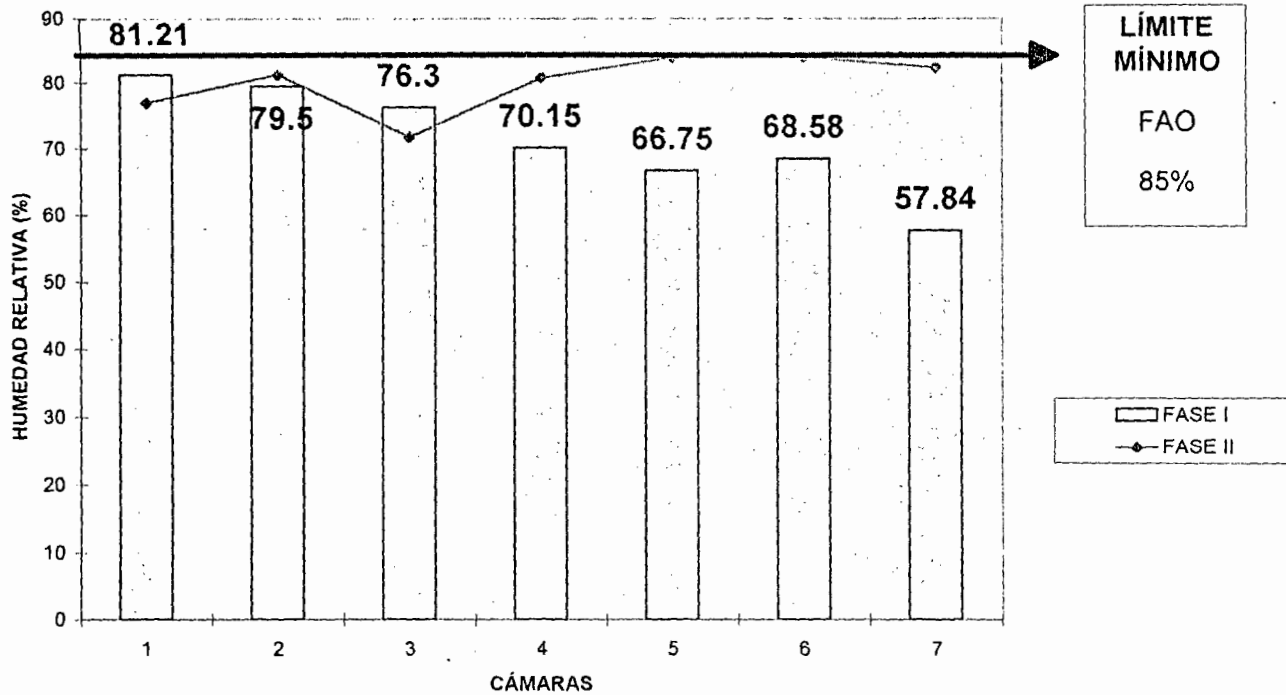
GRÁFICA 1. TEMPERATURA PROMEDIO DE CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN



NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-008-ZOO-1994. ESPECIFICACIONES ZOOSANITARIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE ESTABLECIMIENTOS PARA EL SACRIFICIO DE ANIMALES Y LOS DEDICADOS A LA INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS.

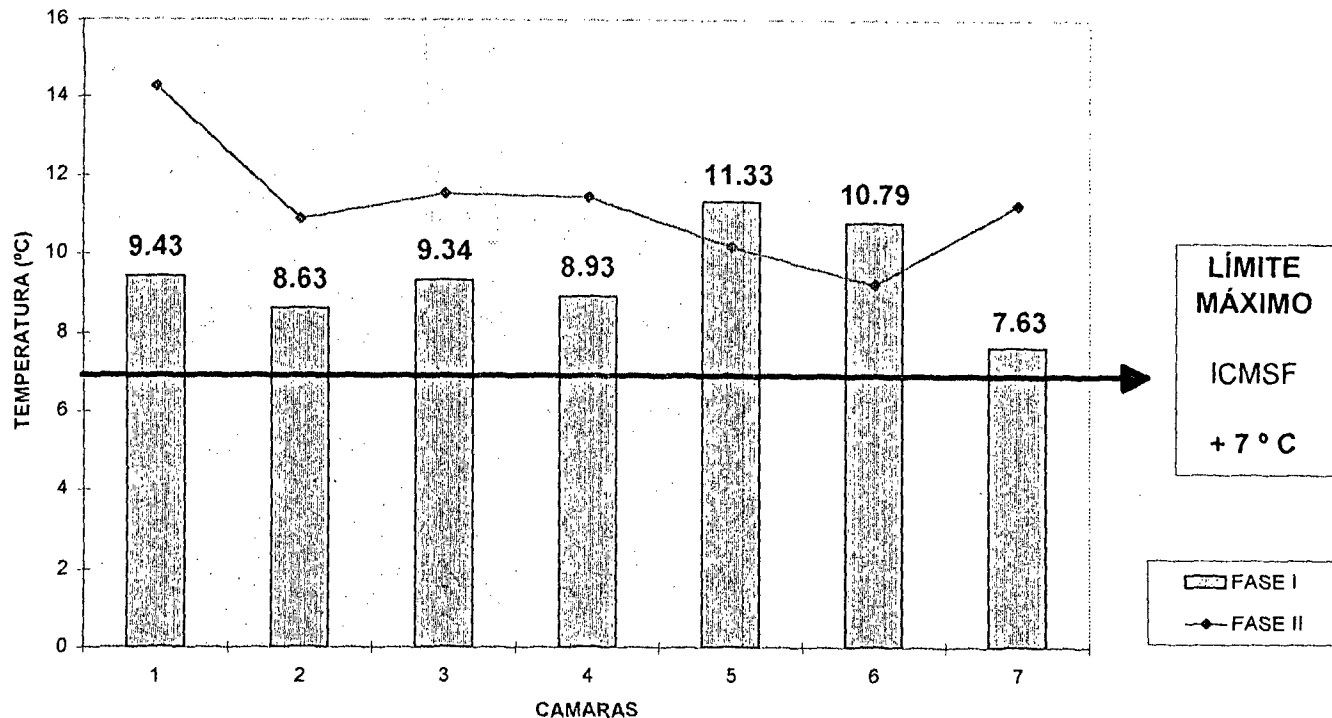
GRÁFICA 2.

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO DE CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN



FAO = ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.

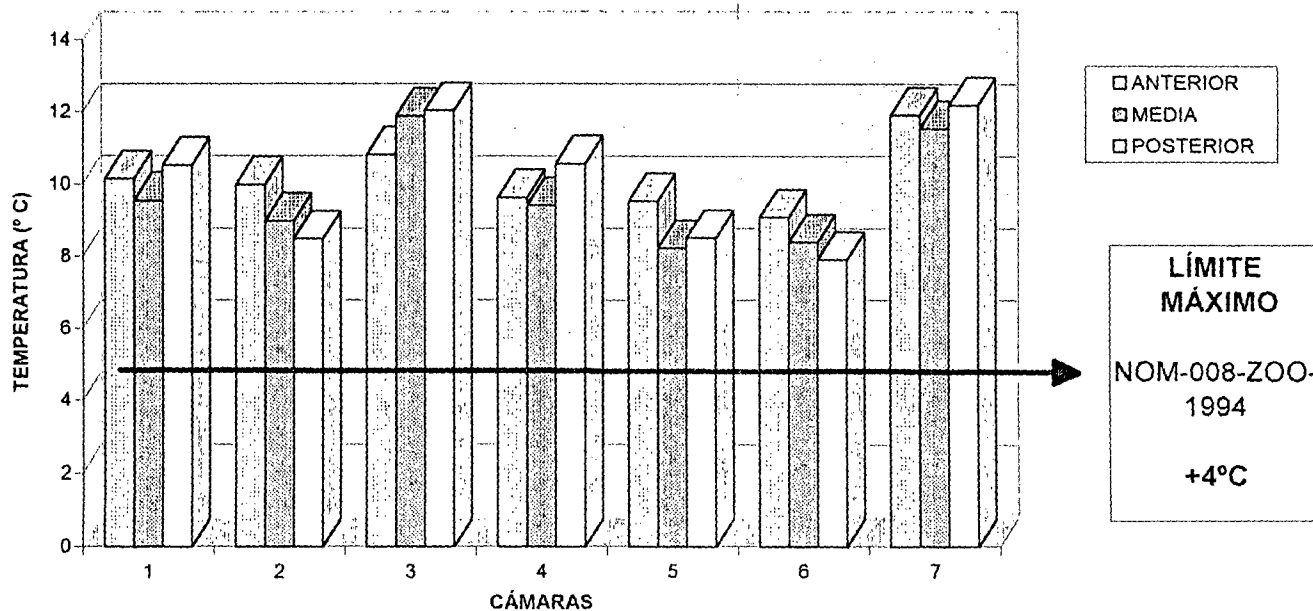
GRÁFICA 3. TEMPERATURA PROMEDIO DE CANALES BOVINAS EN REFRIGERACIÓN



ICMSF= COMISIÓN INTERNACIONAL DE ESPESIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA ALIMENTOS

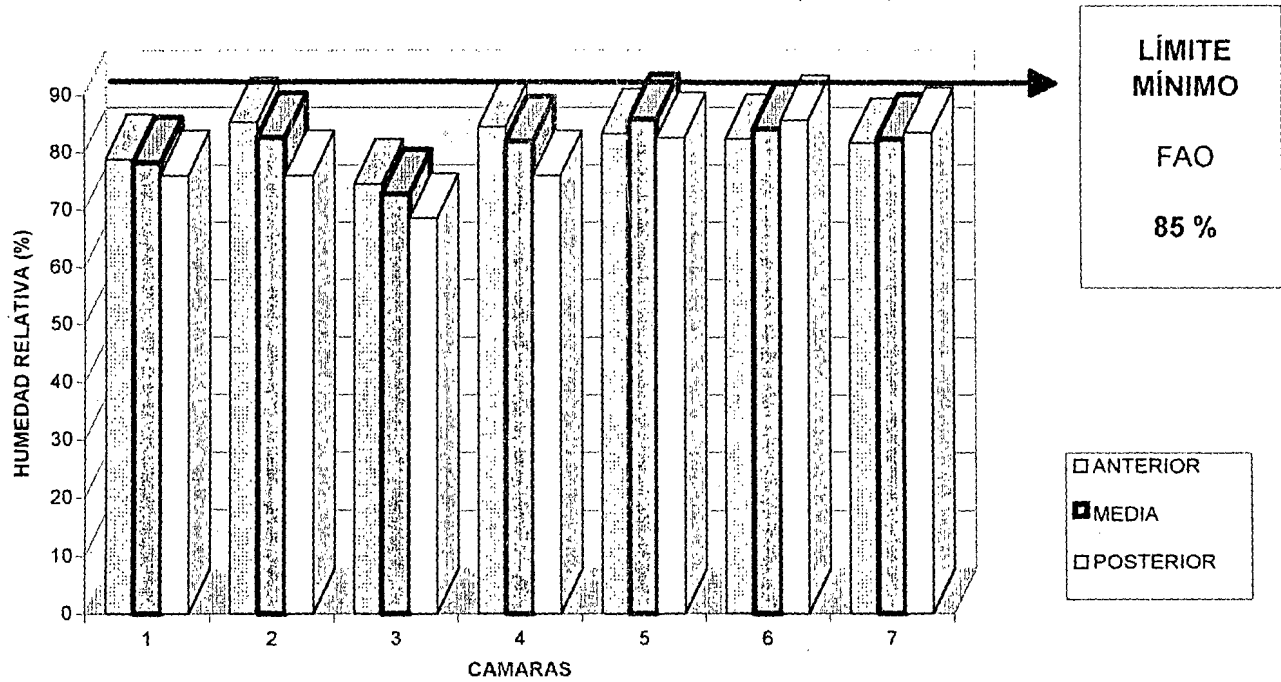


GRÁFICA 4. TEMPERATURA PROMEDIO POR SECCIÓN DE LAS CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN (FASE II)



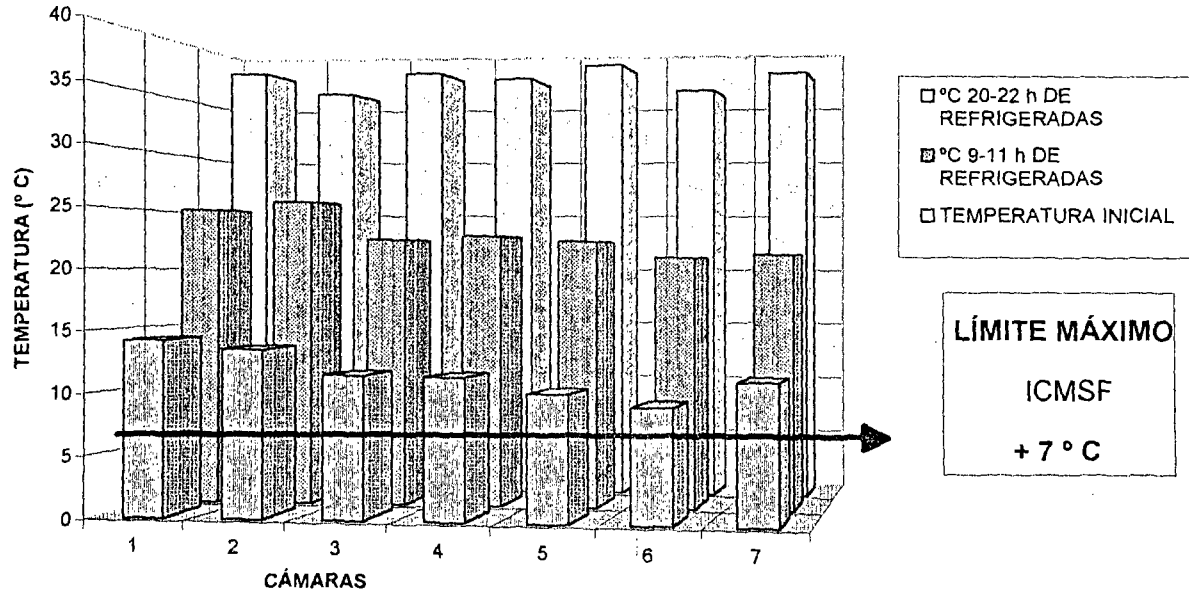
NOM = NORMA OFICIAL MEXICANA -008-ZOO-1994. ESPECIFICACIONES ZOOSANITARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE ESTABLECIMIENTOS PARA EL SACRIFICIO DE ANIMALES Y LOS DEDICADOS A LA INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

GRAFICA 5. HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO POR SECCIÓN DE LAS CAMARAS DE REFRIGERACIÓN (FASE II)



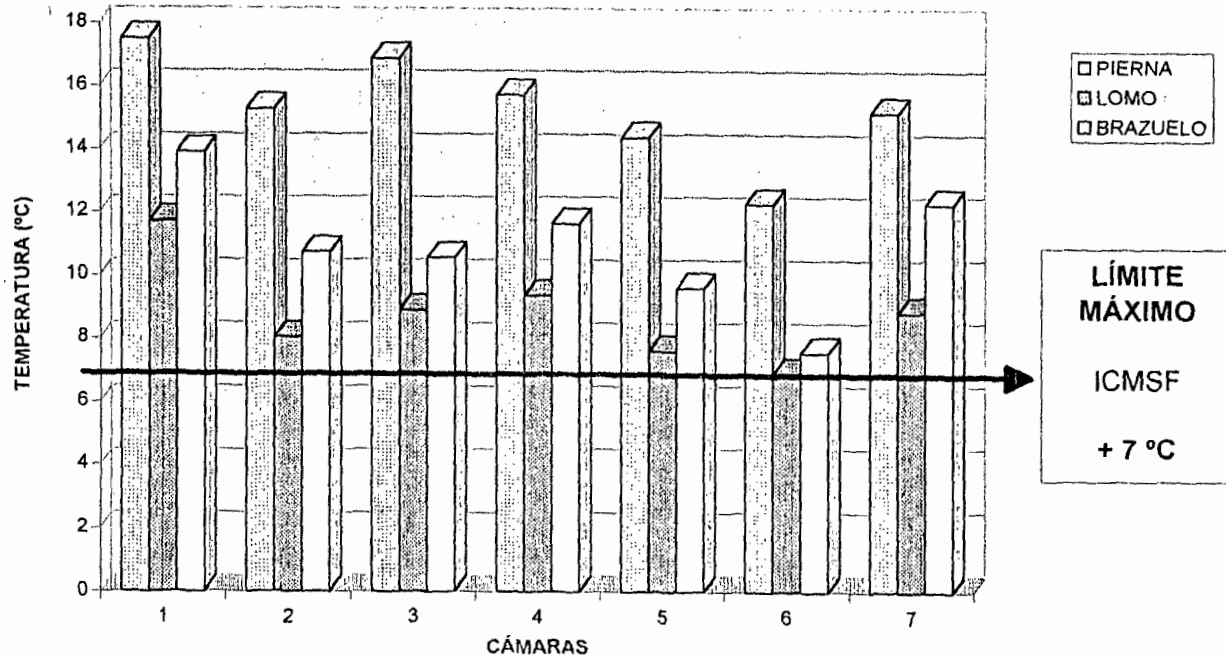
FAO = ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

GRÁFICA 6. TEMPERATURA PROMEDIO DE CANALES BOVINAS  
EN REFRIGERACIÓN (FASE II)



ICMSF = COMISIÓN INTERNACIONAL DE ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA ALIMENTOS

GRÁFICA 7. TEMPERATURA PROMEDIO POR SECCIÓN DE LA CANAL



ICMSF=COMISIÓN INTERNACIONAL DE ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA ALIMENTOS

## DISCUSIÓN

Por medio del estudio realizado se evaluó la refrigeración de canales en dos fases, tomando como punto de referencia para la comparación de resultados, los valores publicados por:

- 1.-NOM-008-ZOO-1994, +4°C temperatura de cámaras de refrigeración (22 ).
- 2.- ICMSF, +7°C temperatura a las 24 h de canales refrigeradas (14 ).
- 3.- FAO, 85 % para la humedad relativa en cámaras de refrigeración (3 ).

Para los puntos 2 y 3, no existe en la legislación nacional norma oficial alguna que mencione valores para esos parámetros.

En la fase I, las cámaras de refrigeración tenían las condiciones de 30 años de uso sin mantenimiento continuo, es decir, muros y pisos deteriorados, condensación y encharcamientos constantes, además de carecer de registros en relación a temperaturas y humedades relativas, y de presentarse manejos inadecuados, como dejar abiertas las cámaras durante todo el tiempo de la matanza, lavar el piso de las mismas con la cámara llena o exceder el límite de capacidad que es de 240 medias canales. El problema de la condensación en los refrigeradores es algo común y se atribuye principalmente a practicas inadecuadas como las mencionadas, además de la aplicación excesiva de agua o el refrigerar previamente la sala hasta alcanzar temperaturas bajas antes de cargarla (14), las cámaras estudiadas son prendidas y apagadas constantemente, por lo que se puede agravar el problema de la refrigeración eficiente. Para prevenir salpicaduras de las canales no debe permitirse el lavado con las cámaras cargadas (14).

El hecho de que en esa primera fase en cuanto a temperatura de las cámaras de refrigeración solamente el 10 % de los registros de la cámara 7 (Cuadro 1) estuvo dentro del límite (no siendo así en ninguna de las demás cámaras), en cuanto a la humedad relativa se muestren porcentajes muy bajos dentro del límite, a excepción de la cámara 1, 42.1 % (Cuadro 2) y en relación a la temperatura de las canales se presentaran igualmente muy bajos porcentajes (Cuadro 3, Gráfica 3), muestra en términos generales el inadecuado funcionamiento de todas las cámaras.

Los registros obtenidos en esta fase se tomaron como base para proceder a la reparación de las cámaras, en cada una de las cuales se realizó lo siguiente: recubrimiento de muros con aislante térmico y superficie lavable, nuevo equipo de refrigerado y rehabilitación de pisos y drenaje, así como una barra de protección para los muros . La superficie exterior del material térmico utilizado, así como la distancia entre los rieles y la distancia de las canales suspendidas al suelo, cumplen satisfactoriamente con las especificaciones del la NOM-008-ZOO-1994, igualmente cuentan con termómetros colocados en lugar visible, ninguna de las cámaras tiene instalado un sistema de alarma que se accione desde el interior ( 22 ).

En la fase II, los registros se realizaron tanto en cámaras reparadas (1, 2, 5 y 6) como en cámaras no reparadas (3, 4 y 7).

Es evidente que las cámaras aún no reparadas continuaron presentando un comportamiento promedio fuera de los límites establecidos para la temperatura de las cámaras (Cuadro 4, Gráfica 1). En relación a la humedad relativa se detectaron notables mejorías principalmente en las cámaras 4 y 7 (50 y 61.1 % dentro del límite), (Cuadro 5, Gráfica 2), sin embargo, estos resultados pueden estar influenciados por el bajo número de mediciones que se realizaron.

En las cámaras reparadas no fue posible detectar una relación directa entre sección de la cámara y las temperaturas y humedades relativas registradas (Cuadros 4 y 5, Gráficas 4 y 5), aunque si es posible establecer que de acuerdo a la ubicación dentro de una misma cámara, se obtendrán registros diferentes, situación tal vez influenciada por factores como: regulación del flujo de aire (3), número de canales recién faenadas o número total de canales.

Es importante señalar que las únicas cámaras reparadas que mejoraron ambos registros en relación a la Fase I, fueron la 5 y la 6 (Gráficas 1 y 2).

De acuerdo a lo señalado por la ICMSF, las canales refrigeradas deben alcanzar en 24 h una temperatura de 7°C (14), misma que se logró en mayores porcentajes en las tres cámaras no reparadas y en un 5.71 % en las cámaras 5 y 6 (Cuadro 6, Gráfica 6). Para lograr que este parámetro se ajuste al límite se sugiere que se aumente la velocidad del aire, ya esto contribuye a disminuir el tiempo necesario para lograr un enfriamiento adecuado, aunque se corra el riesgo de una mayor pérdida de peso por evaporación, para lo cual debe controlarse la humedad relativa (3,17).

Sin importar la cámara en la que se haya hecho el registro, la sección de la canal que se enfría con mayor dificultad es la pierna, seguida del brazuelo, siendo la región del lomo la que más baja temperatura puede alcanzar en 24 h (Cuadro 6, Gráfica 7).

Un factor importante es el flujo de aire, sin embargo, es un parámetro difícil de medir y de controlar. La literatura recomienda un flujo vertical ya que de esta manera se logra una mejor distribución del aire alrededor de las medias canales (14), en las cámaras del rastro la corriente de aire es horizontal, hecho que probablemente influye en el adecuado enfriamiento de cada una de las secciones de las cámaras y de cada una de las secciones de la canal.

## CONCLUSIONES

- 1- Los registros obtenidos en la Fase I (etapa de diagnóstico) mostraron que el comportamiento promedio de los parámetros estudiados estuvo fuera de los límites críticos en todas las cámaras de refrigeración, motivo por el cual estas fueron reparadas.
  
- 2- Los registros obtenidos en la Fase II mostraron que el comportamiento promedio de los parámetros estudiados estuvo fuera de los límites críticos en todas las cámaras de refrigeración, indicando que en las cámaras 5 y 6 mejoraron los registros después de su reparación.
  
- 3- Es indispensable que se continúe permanentemente con el registro de los parámetros aquí estudiados en las cámaras reparadas, para lograr una refrigeración más eficiente, en relación a los límites propuestos.

## RECOMENDACIONES

No están escritas en orden prioritario.

- 1- Mantener permanentemente cerradas las puertas de las cámaras de refrigeración.
- 2- Que los sistemas de refrigeración estén funcionando continuamente hasta que las canales alcancen la temperatura adecuada.
- 3- No lavar los pisos con las cámaras cargadas para evitar la condensación y la contaminación de las canales por salpicadura.
- 4- Colocar charolas debajo de los sistemas de refrigeración para contener los líquidos que drenen.
- 5- Impedir el sobrecupo de las cámaras de refrigeración.
- 6- Evaluar la circulación del flujo de aire, ya que el flujo vertical enfría mejor que el flujo horizontal.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL



## ANEXO 1      Importancia del consumo de la carne

El sector pecuario de Jalisco es uno de los más importantes a nivel nacional, ocupa el primer lugar en la producción de carne en canal de porcino, leche de bovino, huevo y miel y el segundo lugar en carne en canal de bovino y aves (15).

En 1995 el consumo nacional aparente de carne en canal de bovino fue de 1 451 234 ton. y el de carne en canal de porcino 935 560 ton. (15). El consumo per cápita de carne de bovino en 1993 fue de 15.9 Kg / habitante (1).

En un estudio realizado en 1996 por el ITESO (16), en la zona metropolitana de Guadalajara (tabla 1) se indica que el 96.8% de las personas encuestadas (600 encuestas) consumen carne de res, de las cuales el 72.8% la compran en carnicerías. El 85% de los carniceros suele comprar la carne de res en el rastro. El 90.3% de las personas piensan que el lugar de procedencia de la carne de res es el rastro, por lo cual los autores del estudio recomiendan dar una buena imagen de ese lugar para causar una buena impresión a los consumidores, por medio de publicidad que contenga información sobre el proceso de matanza, limpieza del lugar, etc (16).

Tabla 1.  
Porcentaje de consumo y venta de carne (16).

	Res	Puerco	Pollo
Particular (consumo)	96.8	41.1	94.1
Carnicerías (venta).	97	98	4
Hoteles y restaurantes (venta)	97	84	49
Taqueros (venta)	91	59	-

**ANEXO 2****Composición de la carne**

Por definición la carne es la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos, de las especies animales autorizadas para el consumo humano (23).

Tabla 2

Composición aproximada del músculo bovino magro (11).

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje del peso neto</b>
agua	75.0
proteína	19.0
lípidos (aceites y grasas)	2.5
hidratos de carbono (glucógeno)	1.2
nitrógeno no proteico	1.65
minerales	0.65
vitaminas	trazas

### Anexo 3 Especificaciones del equipo

#### 1.-Termómetro lavable. Modelo HI-9061

Marca Hanna Instrument. Foodcare

HI-9061	
Rango de Medición	-50 a +150°C
Sistema de Precisión	±0.4° C
Resolución	0.1° C
Visualización	A3 0.5" LCD digital
Vida útil de la batería	1000horas
Tipo de batería	4x1.5 volts AAA
Condición de operación	
Temperatura	0 a 50°C
Humedad	95% máximo

#### 2.- Monitor digital de temperatura , humedad y punto de rocío. modelo TH550

Marca Dickson.

Rango de temperatura	-30 a + 50°C
Rango de humedad	0 a 95 % HR (no condensado)
Rango de punto de rocío	-50 a +50°C
Resolución	1% HR, 1°C
Precisión de la temperatura	±1.0° C
Precisión de la humedad	±2% HR de 0 a 90 % a + 73°F
Sensor de humedad	Capacitor de película fina
Sensor de temperatura	Thermistor
Velocidad de muestreo	Aprox. 1por segundo
Promedio de tiempo de respuesta	5 seg para moverse el 60% de la escala con aire en movimiento 15/seg
Condiciones ambientales de operación	0 a +50°C 0 a 90 % HR (no condensado)
Suministro de poder	Batería alcalina 9 volts vida útil , aproximadamente 80 horas
Dimensiones	6.2.5" x 1.9"
Prueba de dimensión	0.92" diámetro , 5.9" longitud de cable de 6
peso	0.31 Kg

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Asociación nacional de fabricantes de alimentos para consumo animal ,s.c. : Información gráfica de aspectos económicos del sector pecuario. Directorio de socios . Careintra, Guadalajara(Jalisco), 1994-1995.
- 2.- Bryan F.L. : Application of haccp to ready-to-EAT. Chilled foods. Food technology. Vol 44 (nº7).70-77 (1990).
- 3.- Cano Muñoz G. : Manual para la operación y funcionamiento de almacenes frigoríficos de productos cárnicos .Estudios FAO producción y sanidad animal . FAO: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1991.1-13.
- 4.- Charlebois R., Trubel R y Messier S. :Surface contamination of beef, carcasses by fecal coliforms. Journal of food protection .vol 54 :950-956 (1991).
- 5.- Daniels R.W. :Applying HACCP to new generation refrigerated foods at retail an beyond. Food technology .,122-134 (1991).
- 6.- Dayle M.P. :Evaluating the potential risk from extended-shelf-life refrigerated food by clostridium botulinum inoculation studies. Food technology .vol45(nº4) .154-156. (1991).
- 7.- Escutia S.I. : Manual de buenas practicas de sanidad en rastros municipales. Secretaría de salud , Mexico DF.1997. 13-40.
- 8.- European hygienic equipment design group. : Hygienic design of equipment for open processing trends infod science and technology. Food technology . vol6 :305-310 (1995).
- 9.- Farchmin G. : Inspección veterinaria de alimentos. Acribia, Zaragoza (España),1965. 52-55.
- 10.- Frazier W.C. :Microbiología de los alimentos.4º edición. Acribia. Zaragoza (España),1993.159-176.
- 11.- Gracey J.E. : Higiene de la carne. 8º edición. Interamericana-Mc.Graw-Hill.1989. 162-255.
- 12.- International Commission on Microbiological Specifications for Foods . : Ecología microbiana de los alimentos ,vol .1, Factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos. Acribia, Zaragoza (España),1980.1-38.

13.- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. :Ecología microbiana de los alimentos ,vol.2, Productos alimenticios. Acribia, Zaragoza (España), 1980.333-407.

14.- International Commission on Microbiological Specifications for Foods . :El sistema de analisis de riesgos y punto critico, su aplicación a las industrias de alimentos. Acribia S.A., Zaragoza (España), 1988.169-177.

15.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Comisión Nacional de la Alimentación . :El sector alimentario en México. INEGI. México, 1996. 71-327.

16.- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente y Secretaria de Desarrollo Rural . :Estudio de mercado sobre el consumo de cárnicos en la zona metropolitana de Guadalajara. ITESO. Y secretaria de desarrollo rural.1996.1-49.

17.- Jasper y Placzek . : Conservación de la carne por el frío. Acribia, Zaragoza (España), 1978.3-16.

18.- Lasta J.A.,Rodrigues R., Zanelli M. y Margaria C.A. : Bacterial count from bovinecarcasses as an indicator of hygiene at slavahterina places :A.Proposal for sampling. Journal of food protection . Journal of food protection . voi,54-nº4. 271-278. (1992)

19.- Noskowa G.L. : Microbiología de las carnes conservadas por el frío. Acribia, Zaragoza (España) , 1972.14-19.

20.- Ramírez A.A. : Diagnostico de la situación sanitaria del rastro municipal de Guadalajara .Informe técnico del departamento de salud pública del centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias, Zapopan (Jalisco), 1996.1-29.

21.- Ramírez A.A. : Obtención de la carne, Diplomado en inspección de carnes y control sanitario en rastros. Departamento de salud pública del centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias ,Zapopan (Jalisco),1997.

22.- Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos. : Norma oficial Mexicana NOM-008-Zoo-1994, especificaciones zoonosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos. Diario oficial , miércoles 16 de noviembre 1994.

23.- Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos. :Norma oficial Mexicana NOM-009-Zoo-1994, proceso sanitario de la carne. Diario oficial, miércoles 16 de noviembre de 1994.