



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE  
CUAUTILÁN**

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL pH y PESO DE  
CANALES BOVINAS DE DIFERENTE TIPO RACIAL.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

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

**SUSANA ESCOBAR CÁRDENAS.**

**ASESOR: M. V. Z. HUMBERTO GUSTAVO ARELLANO SÁNCHEZ.  
COASESOR: Ph. D. GILBERTO ARANDA OSORIO.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma mater* **Universidad Nacional Autónoma de México**, a la **Facultad de Estudios Superiores de Cuatitlán** y en especial a la Carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** por haber contribuido con mi formación académica y profesional.

A mi asesor M. V. Z. **Humberto Arellano Sánchez** por su excelente dirección y sus valiosas aportaciones en la realización del presente trabajo.

Al Ph. D. **Gilberto Aranda Osorio** por su desinteresado apoyo y valiosa asesoría durante todo el proceso de elaboración de esta tesis.

Al M. C. **Juan Carlos García Ortiz** por sus valiosas aportaciones, sugerencias y consejos en toda la fase experimental.

Al M. V. Z. **Ruperto Hernández Balderas** por sus atinadas correcciones al protocolo de esta tesis.

Al jurado Dr. **Juan Jesús Ruiz Cervantes**, M. V. Z. **Miguel Ángel Pérez Ortega**, M. V. Z. **Jorge Rico Pérez**, M. C. **Patricia Mora Medina** por su apoyo y correcciones a esta tesis.

Al Patronato de la Universidad Autónoma Chapingo por todas las facilidades otorgadas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A todos aquellos profesores que de manera indirecta participaron en mi formación universitaria, a todos aquellos que intervinieron de alguna forma en la elaboración del presente trabajo.

*Susana Escobar Cárdenas*

## **DEDICATORIAS**

*A mi **Madre** que sabiendo que jamás existirá una forma de agradecerle una vida de lucha, sacrificio y esfuerzos constantes. Mamá: sólo deseo que entiendas que el logro mío, es el logro tuyo, que mi esfuerzo es inspirado en ti, y que mi único ideal eres tú. Con cariño y respeto.*

*A ti **Padre** porque gracias a tu cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi depositaste y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecida. Con cariño y respeto.*

*A mi querrrido hermano **Daniel** y a la querrida **Erika** como una pequeña muestra de agradecimiento por el gran apoyo brindado durante los años más difíciles y más felices de mi vida, en los cuales he logrado terminar mi carrera profesional, la cual constituye un aliciente para continuar con mi superación.*

*Como un testimonio de gratitud ilimitada, a mis hijos, **Gerardo y Jorge** porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que me ha impulsado para lograr esta meta, gracias por su comprensión y tolerancia.*

*A mis amigos verdaderos de toda la carrera: **Oswaldo y Mónica** con quienes compartí esta importante parte de mi vida en la Universidad y a todos aquellos con quienes conviví de alguna manera y que tuve el privilegio de aprender de ellos.*

**Con cariño#: Susana**

# INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
1. INTRODUCCIÓN. ....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Panorama mundial de la producción de carne.....	5
2.2. Situación nacional de la producción de carne de bovino. ....	5
2.2.1. Zonas productoras de carne de bovino. ....	6
2.2.2. Oferta y demanda de carne en canal a nivel nacional. ....	8
2.2.3. Comportamiento del consumo de res a nivel nacional. ....	9
2.3. Tipos raciales de ganado bovino productor de carne en México. ....	11
2.4. Calidad de la carne de res. ....	13
2.4.1. Características organolépticas de la carne. ....	15
2.4.2. Transformación del músculo a carne. ....	17
2.4.3. <i>Rigor mortis</i> . ....	19
2.5. Maduración de la carne. ....	20
2.5.1. pH y temperatura en la transformación de la carne. ....	22
3. OBJETIVOS. ....	24
4. HIPÓTESIS. ....	24
5. MATERIALES Y MÉTODO.....	25
6. RESULTADOS y DISCUSION.....	28
7. CONCLUSIÓN.....	38
8. BIBLIOGRAFIA.....	39

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Página
1.	Composición regional de producción 2005.....	7
2.	Consumo nacional aparente (CNA).....	10
3.	Diferencia entre ganado <i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i> .....	12
4.	Temperatura de canales de res por tratamiento de diferente tipo racial.....	28
5.	pH de canales de res por tratamiento de diferente tipo racial.....	31
6.	pH de canales de res a distintos momentos de observación en diferentes zonas de muestreo.....	33
7.	Peso y Rendimiento (como porcentaje del peso vivo total), de las canales de res entregadas en caliente.....	35
8.	Peso y Rendimiento (como porcentaje del peso vivo total), de las canales de res entregadas tras 24 horas de refrigeración.....	37

## INDICE DE FIGURAS.

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Producción de carne de bovino en canal en México .....	8
2.	Cobertura del consumo por la Producción Nacional en México.....	9
3.	Exportación, importación y consumo aparente de carne de bovino equivalente en canal.....	10
4.	Comportamiento de la temperatura de canales de res por zona de muestreo.....	30
5.	pH de canales de res de diferente tipo racial a distintos tratamientos.....	32
6.	pH de canales de res a distintos tratamientos.....	34
7.	Comportamiento del pH de canales de res por zona de muestreo.....	35
8.	Comportamiento del rendimiento de las canales entregadas en caliente.....	37

# INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL pH y PESO DE CANALES BOVINAS DE DIFERENTE TIPO RACIAL.<sup>1</sup>

S. Escobar Cardenas<sup>1</sup> H. Arellano Sánchez<sup>2</sup> G. Aranda Osorio<sup>3</sup>

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de la temperatura en el pH y peso de canales bovinas de diferentes tipos raciales. Se utilizaron 178 animales en finalización, todos consumieron una misma dieta para este fin, los animales fueron seleccionados en base a características fenotípicas en cuatro grupos por tipo racial: cebú (*B. indicus*), pardo suizo con cebú (SPxC), europeo con cebú (BosxC) y europeo (*B. taurus*); se pesó a cada individuo in vivo y en canal. Se les determinó el pH, temperatura y peso en los siguientes momentos: 1). Al término del sacrificio (caliente). 2). Canal fría (24 horas de refrigeración). 3). Entrega al consumidor de canal fría y 4) Entrega al consumidor de canal caliente. La medición del pH y temperatura se realizó en 3 zonas anatómicas de la canal: la espaldilla (músculo tríceps), el ojo del lomo (12-13a costilla *Longissimus dorsi*) y la pierna (músculo semitendinoso) con un medidor de pH y termómetro integrado marca Hanna modelo HI 99163. La información fue registrada en una base de datos para elaborar un análisis estadístico utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (versión 8.0 SAS Inc., NC. US .1990). No se observó efecto por tipo racial y por zona anatómica en la temperatura. El tratamiento 1, canal caliente (C) tuvo una temperatura de 25.20 °C, el tratamiento 2 o canal fría (F) una temperatura de 10.04 °C, el tratamiento 3, entrega de canales calientes (EC) de 25.75 °C y el tratamiento 4, entrega fría (EF) de 11.87 °C. Se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos C y F así como entre los tratamientos C contra EF ( $p < 0.01$ ) y entre los tratamientos F y EF ( $p < 0.05$ ) no se encontraron diferencias entre los tratamientos C y EC. Los resultados de pH de la canal por tratamiento (momento de muestreo) indica que en el caso de la canal caliente y la EC existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Se encontraron diferencias de pH ( $p < 0.05$ ) entre razas observándose que los valores mas altos corresponden al tipo europeo. El pH a diferentes momentos de observación en las distintas zonas, se muestran que en el caso de C y EC la pierna presenta valores de pH más bajos ( $p < 0.05$ ) que las otras zonas de observación. Se concluye que el tipo racial no afecta la temperatura de las canales ya sean calientes o frías, lo que implica el transportar canales frías sin un equipo de refrigeración adecuado indica que se observarán incrementos en la temperatura de las mismas. No existe diferencia de temperatura entre las zonas de la canal (pierna, lomo y espaldilla), el entregar canales calientes tiende a disminuir los valores de pH lo que se puede deber a un aumento del metabolismo anaeróbico incrementando el ácido láctico. El tipo racial cebú presenta una mayor disminución del pH que los demás grupos analizados, al entregar canales calientes, la zona de la pierna se verá afectada por la falta de refrigeración, la refrigeración es fundamental para lograr una mejor transformación de músculo a carne.

**Palabras clave:** pH, temperatura, canales de res, tipo racial.

<sup>1</sup>Parte de la tesis profesional que el primer autor presenta como requisito parcial para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista.

<sup>2</sup>Profesor la Asignatura de Inspección de Productos de Origen Animal y Zootecnia de Bovinos Productores de Carne de la FESC-Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>3</sup>Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo y Profesor de la Asignatura de Sistemas de Producción en Bovinos de Carne.



## **1. INTRODUCCION.**

Más de 200 enfermedades son transmitidas al humano a través de los alimentos, habiéndose reportado que las enfermedades transmitidas por la ingestión de productos de origen animal pueden ser causadas tanto por agentes infecciosos y no infecciosos (Salazar y Maldonado, 2006). Sin embargo, los problemas transferidos a través de productos cárnicos a los humanos, no aun bien caracterizados, debido a la gran variedad de procesamientos (McNamara y Miller, 2002). Al respecto, una de las responsabilidades del Médico Veterinario Zootecnista, es proteger la salud animal y humana en lo que respecta a la aplicación de la normatividad vigente (Lathers, 2002).

Uno de los principales problemas sanitarios son las afecciones intestinales asociadas al consumo de alimentos contaminados (Tessi et al. 2002). Dentro de los alimentos más frecuentemente involucrados en la transmisión y generación de este tipo de problemas, se encuentran sin duda la carne y derivados cárnicos, los cuales se constituyen en vehículo idóneo, dadas sus características de composición químicas, físicas y su tradicional manejo en nuestro medio (López, 2005).

El control sanitario en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, es el conjunto de acciones de orientación, educación, muestreo y verificación que deben efectuarse con el fin de contribuir a la protección de la salud del consumidor, mediante el establecimiento de las disposiciones sanitarias que se deben cumplir tanto en lo que se refiere a la preparación de alimentos, como al personal y los establecimientos, en los puntos críticos presentes durante su proceso; lo cual permita reducir aquellos factores que influyen durante su preparación en la transmisión de enfermedades por estos (NOM-093-SSA1-1994).

Es importante señalar que no sólo la permanencia de los productos cárnicos en los establecimientos puede influir en su control sanitario; de hecho un transporte inadecuado de los mismos puede diseminar enfermedades, y ocasionar contaminaciones microbianas o de naturaleza diversa. Lo anterior puede suceder por fluctuaciones de la temperatura y los

tiempos de transportación de la carne, ya sea en canal o cortes primarios, lo cual redundaría en la pérdida de peso de éstas. (Mortimore y Wallace, 2001; SAGARPA SENASICA AMEG, 2004). En la normatividad que incluye el proceso de la carne (NOM-009-ZOO-1994) y en la de Especificaciones y Procedimientos para la Verificación de Carne, Canales, Vísceras y Despojos de Importación en Puntos de Verificación Zoonosanitaria (NOM-030-ZOO-1995) se mencionan los requerimientos que debe reunir una canal autorizada para su consumo. Asimismo en la norma Especificaciones y Características Zoonosanitarias para el transporte de animales, sus Productos y Subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por estos (NOM-024-ZOO-1995), se indican los rangos de temperatura a las cuales se deben transportar carnes frescas y productos congelados mismos que deben cumplir los vehículos dedicados a tal función.

Los procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren en el organismo animal, luego del sacrificio, están directamente relacionados con el rápido descenso de la cantidad de oxígeno presente en el torrente sanguíneo. Los procesos *post mortem*, propiamente dichos, comienzan en la carne luego de la muerte biológica de los músculos, estos ya no pueden obtener energía a través de la respiración (vía aeróbica), y prosiguen sin ella (vía anaeróbica) (Murray *et al*).

Esta energía está marcada por el proceso de degradación y resíntesis de ATP. Se produce ácido láctico que no puede ser metabolizado ni transformado. Entonces el ácido láctico se acumula en el músculo en una cantidad que depende de las reservas de glucógeno, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por agotamiento del glucógeno, o porque el descenso del pH alcanza valores que inhiben las reacciones enzimáticas. (Prändl *et al*. 2001).

La velocidad del descenso del pH después de la muerte del animal constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo a carne, así como en la definición de la calidad futura de los productos preparados a partir de ella. El valor de pH del músculo a las 24 horas *post mortem* es otro factor que influye sobre aspectos de la calidad de la carne, como por ejemplo de su capacidad de retención de agua, así como de las propiedades

organolépticas de aroma, sabor, ternura, y color así como la inhibición del crecimiento microbiano. (Prändl *et al.* 2001, Murray *et al.*).

En virtud del riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por alimentos, es necesario que las industrias de alimentos implementen sistemas de control que aseguren la calidad e inocuidad de los alimentos (Aguilar, 2004). Existen trabajos diversos sobre carne de bovino y pH pero uno de ellos que tiene relación con este trabajo es “Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). (Gino M. A. Vilca L M. Ramos D. D. 2005.

Con base en lo anterior el presente trabajo se realizó para determinar el pH, temperatura y peso; y de esta manera establecer si existen diferencias de las variables ya mencionadas en el proceso de entrega ya sea caliente (directamente después del sacrificio sin pasar por un proceso de enfriamiento) y fría (cuando la carne ha sido sometida a un proceso de refrigeración por 24 horas) y evitar modificaciones en la transformación de músculo a carne.

## **2. REVISION DE LITERATURA.**

La ganadería bovina para la producción de carne representa una gran importancia socioeconómica para el país. Con cálculos basados en estadísticas de SAGARPA en las que puede determinar que el crecimiento en la producción de carne b ovina ha sido sostenida en el periodo de 1991 a 2002 con una tasa de crecimiento anual para este periodo de 1.76% (20.97 mil ton/año). (SAGARPA, 2004).

Sin embargo para el período 2004-2005, el crecimiento fue de 1.03% y para el 2006 el crecimiento fue de 1.22%. (Luna M. y Albarrán D. 2006). De hecho, el inventario nacional en el 2006 fue de 1, 578,400 toneladas de carne. (SAGARPA, 2006).

Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de carnes y otros alimentos de origen ganadero es la sanidad animal, toda vez que puedan presentarse en los animales enfermedades zoonoticas y otras que representan elevados costos en la producción ; por lo anterior, las autoridades sanitarias implementaron campañas de control y erradicación para varias enfermedades.

Estas se ajustan a estrictas medidas que han logrado ya avances en la erradicación de enfermedades de importancia en salud pública y de gran impacto económico. Este esquema de operación, regido por normas internacionales, (NMX 078 -SCFI-2002) ha permitido avanzar también en la homologación de criterios con respecto a socios comerciales, lo cual es fundamental en el contexto de la globalización.

Lo anterior permite, después de la corroboración de resultados, comercializar ganado y sus carnes, con otros países que avalan dicha condición con lo que se abren nuevos nichos de mercados. (Ruiz Flores A. 2004).

## **2.1. Panorama mundial de la producción de carne .**

En el año 2002 se produjeron en el mundo 57.88 millones de toneladas de carne bovina. Mientras para la producción en el 2004 fue de 63.10 mill/ton, 2005 64.30 mill/ton y en 2006 el preliminar reporta 69.50 mill/ton. Después de haber experimentado una breve recuperación en 2005 el mercado de la carne vio muy afectado en el año 2006 por los problemas relacionados con enfermedades zoonóticas., así como las restricciones a la carne de res de Norteamérica, relacionadas estas con la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) y las limitantes a la exportación de carne roja de Sudamérica relacionadas con Fiebre Aftosa.

El debilitamiento de la demanda de carne así como las perspectivas inciertas para los precios y el aumento de las restricciones comerciales en 2006 deberían limitar la producción de carne, si bien los precios relativamente bajos de los insumos contrarrestan parcialmente dicho impacto logrando el incremento de la producción de carne de cerdo y bovino. (AMEG 2006, SAGARPA 2006).

## **2.2. Situación nacional de la producción de carne de bovino.**

La ganadería bovina para carne en el país se desarrolla bajo diversas condiciones agroecológicas. Así la variabilidad micro-climática no permite que la ganadería sea homogénea, lo que junto con la aplicación variable de tecnología determine que exista desde explotaciones tradicionales limitadas hasta de aquellas otras de alta tecnología. En términos generales, las condiciones bajo las que se desarrolla la ganadería mexicana son extensivas y aunque existe finalización en corral de engorda, esta se realiza de manera limitada por los costos de alimentación

Aproximadamente el 60% de la carne producida en el país se comercializa en forma caliente, lo que afecta la calidad y la inocuidad para el consumidor (Ruiz Flores A. 2004) (AMEG 2006). En el 2005 la producción de carne de bovino alcanzó una cifra aproximada de 1500 toneladas.

Se debe tomar en cuenta que la ganadería nacional se encuentra inmersa en un mercado global por el impacto que genero el cierre de fronteras de ganado bovino vivo proveniente de Canadá y EUA debido a Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB), así como las medidas restrictivas de importación de carne de otros países (SAGARPA 2006).

### **2.2.1. Zonas productoras de carne de bovino.**

La clasificación que cita FIRA (1999), divide al país en cuatro zonas ganaderas de acuerdo a sus condiciones climatológicas y por sus sistemas de producción estas son: 1) árida y semiárida, 2) templada, 3) tropical seca, y 4) tropical húmeda.

**ZONA ARIDA Y SEMIARIDA.** Esta región comprende Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango Zacatecas y San Luís Potosí. Se considera la región de mayor desarrollo tecnológico para la ganadería bovina de carne siendo las razas que se explotan principalmente europeas (*Bos taurus*) y sus cruza entre ellas. Los sistemas de producción predominante son vaca -becerro y engorda en corral.

**ZONA TEMPLADA.** Esta zona incluye estados como: Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Caracterizándose por su eficiencia e importante aportación al porcentaje de producción nacional de carne de bovino en pie y en canal. Los genotipos que existen en esta región son razas predominantemente europeas y sus cruza. Los sistemas de producción

predominantes son vaca-becerro y de manera importante la engorda en corral, mientras que los becerros al destete se destinan a la engorda en corral para abasto del mercado nacional.

ZONA DEL TROPICO SECO. Esta región comprende Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, y Tamaulipas y el que prevalece es el de vaca -becerro, con ordeña durante la época de lluvias, por lo que se constituye como un sistema de doble propósito; los genotipos que se explotan son cruzados provenientes, sobre todo de las vacas de origen Cebú (*Bos indicus*) con adaptación al trópico. Existe monta natural o bien artificialmente, se insemina con semen Suizo pardo, Simental y Holstein. La producción se dedica para el abasto regional y nacional.

ZONA DEL TROPICO HUMEDO. Esta zona incluye a los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Veracruz, Tabasco y Yucatán. Se caracteriza por su abundante producción de forrajes, los cuales son de menor calidad que aunque de menor calidad nutricional que los templados, además de que, por otra parte prevalece un bajo nivel de tecnificación y manejo. Las razas que se explotan son (*Bos indicus*) aunque existen animales cruzados mismos que provienen de madres de esta raza, cruzadas con sementales de la raza (*Bos taurus*). Los becerros que se producen en la región se engordan ya sea en corrales similares a los que se emplean en la zona templada del país o bien en pastoreo de la misma zona. En el sistema de doble propósito la venta de becerro al destete y la venta de leche diaria, constituyen los ingresos principales (Ruiz Flores A. 2004).

**Cuadro 1. Composición regional de producción 2005.**

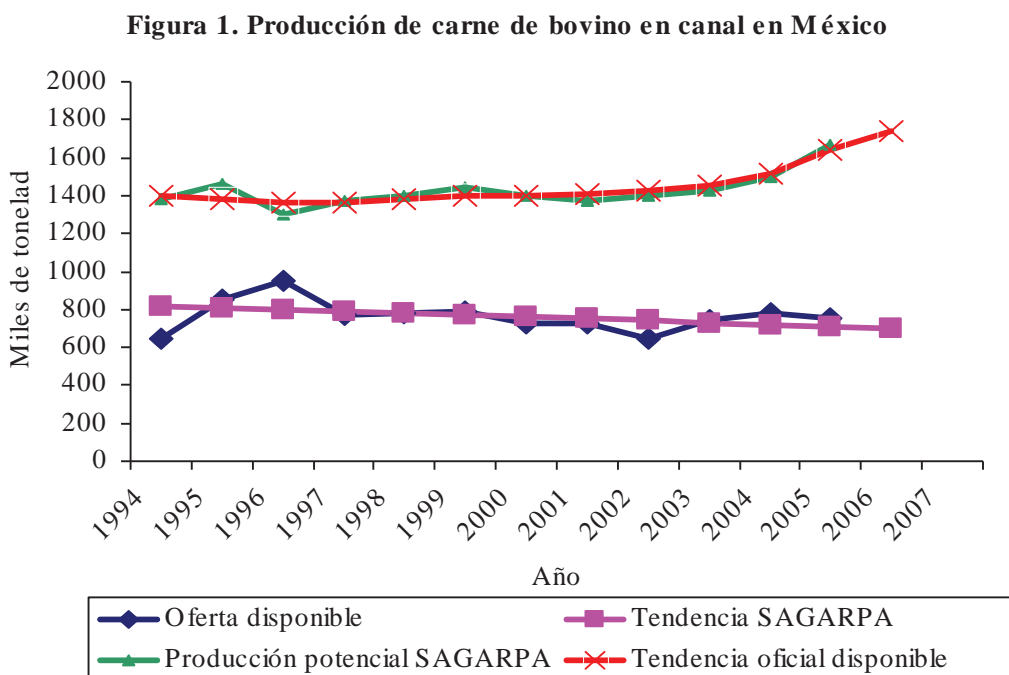
REGION	PRODUCCION (ton)	Porcentaje
Árida y semiárida	527,861	33.9%
Templada	456,576	29.2%
Trópico húmedo y seco	574,706	36.9%
Total	1,559,143	100.00

## 2.2.2. Oferta y demanda de carne en canal a nivel nacional.

OFERTA NACIONAL. Posteriormente a los casos presentados de Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) en EUA y Canadá durante el año de, 2003, en México se restringió la entrada de productos de estos países, lo que permitió que la industria nacional se fortaleciera, incrementándose la producción bovina.

De acuerdo con SAGARPA para el 2006 la producción de carne bovina en canal fue de 1, 578,400, toneladas; cabiendo hacer énfasis en el sentido de dicho calculo, incluye diferentes componentes; tales como animales sacrificados; en rastros municipales y TIF, becerro de exportación y lo estimado como no declarados, además de que se contabiliza también al que se fuese procesado en México.

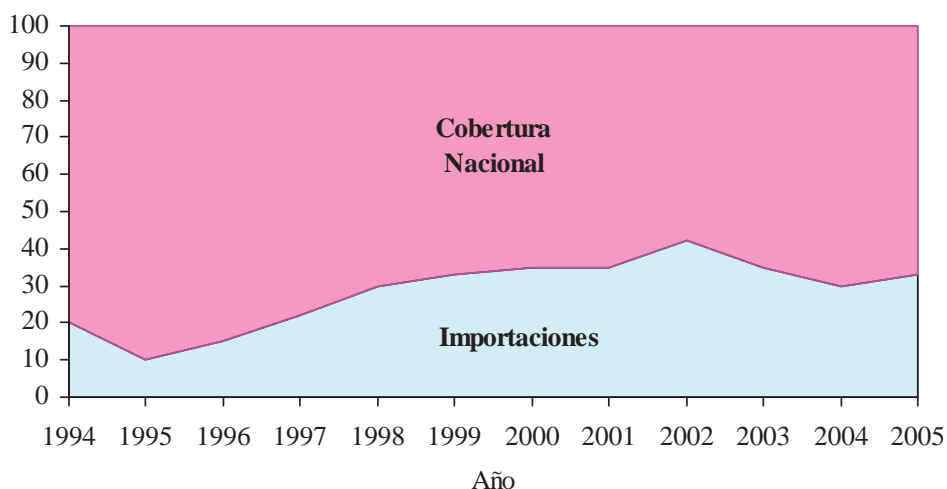
Con el sacrificio de ganado efectivamente registrado en rastros municipales y TIF, la Asociación Mexicana de Engordadores de ganado Bovino (AMEG) se ha permitido estimar tendencia de la oferta de carne disponible al mercado, es decir aquella se obtuvo por el sacrificio de ganado. (AMEG 2006. SAGARPA 2006).





DEMANDA NACIONAL. SAGARPA estima que para el 2006, México este demandando alrededor de 1, 500,000 toneladas de carne de bovino; según datos de producción, importación y exportación. (AMEG 2006).

**Figura 2. Cobertura del consumo por la producción Nacional en México**



### 2.2.3. Comportamiento del consumo de res a nivel nacional.

El Consumo Nacional Aparente (CNA) para la carne de bovino se calcula con la producción nacional, mas las importaciones, menos las exportaciones (cuadro No. 2). Según SAGARPA durante el año 2005 la producción fue de 1, 559,143 toneladas; Los cambios en la población y los nuevos modelos de consumo a nivel general se han reflejado también en la ingesta de carne de bovino. Estos cambios no solo se han dado en cifras sino también en lo relativo a la cultura de consumo ya que en los últimos años se ha observado una preferencia por la carne finalizada durante los últimos 90 días en su etapa, considerando esto, solamente para la carne de origen nacional, en tanto que los principales productos de importación siguen siendo los cortes deshuesados, frescos o refrigerados, los

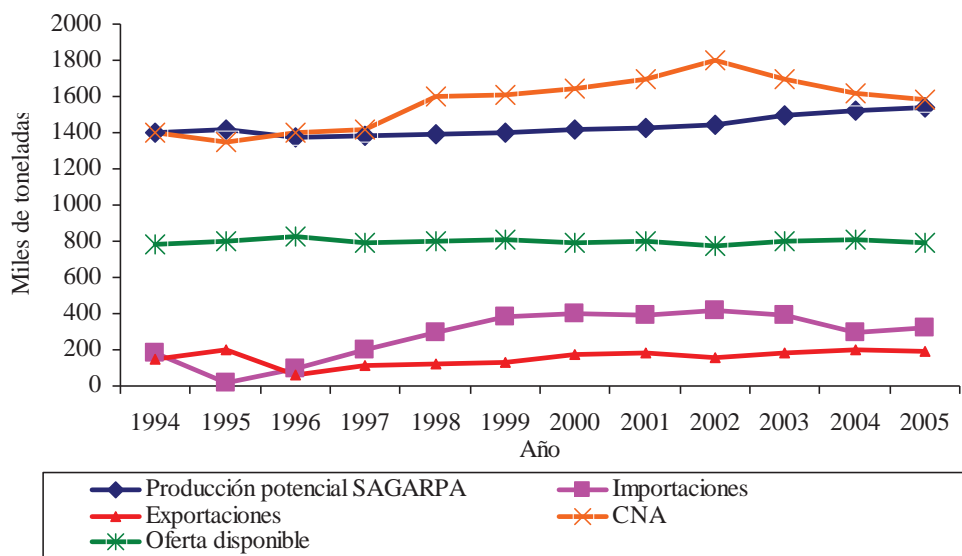
cuales ocupan el 92% del consumo total; por otra parte, el resto lo constituyen los cortes con hueso y las canales. (AMEG 2006, <http://www.siap.gob.mx/>)

**Cuadro 2. Consumo nacional aparente (CNA).**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Prod. Nat. (Ton)	1,408,618	1,428,393	1,450,881	1,503,762	1543,091	1,559,143
Imp (ton)	338,528	339,432	387,276	266,993	215,907	240,851
Exp. (ton)	141,951	142,887	133,470	155,162	154,913	253,831
No. habitantes	100,569	101,826	103,040	104,214	105,350	105,351
Disp.(kg/per./año)	17.4	17.4	17.8	17.0	16.7	17.1
CNA	1,605,194	1,624,939	1,704,686	1,615,593	1,604,085	1,546,163

Coordinación General de Ganadería, SIAP/SAGARPA (año)

**Figura 3. Exportación, importación y consumo aparente de carne de bovino equivalente en canal**



### **2.3. Tipos raciales de ganado bovino productor de carne en México.**

El conocimiento de los tipos raciales de la especie bovina es fundamental para una mejor toma de decisiones dentro del subsector cárnico, pues hay que tener presente que se han cometido errores en el pasado y pudieran seguir repitiéndose al prevalecer un conocimiento superficial sobre los aspectos funcionales y de adaptación de los tipos raciales por ser explotados, ya que no debemos olvidar que los animales de cualquier raza constituyen unidades de producción que funcionan mejor o peor según se adapten o no a una determinada circunstancia ambiental. Así, por ejemplo, nos es posible que, por desconocimiento o simple capricho se insista en querer lograr que un animal de clima frío se adapte al clima del trópico y viceversa, lo cual ha llegado a ocurrir con alguna frecuencia dentro del sector ganadero.

Dentro del concepto de “tipo racial” se concibe a un grupo de animales con características comunes que se transmiten sin variación de una generación a otra. En lo que respecta al ganado bovino, dichos tipos raciales se clasifican en dos grupos, que son: Grupo Europeo o Bos Taurus, y Grupo Cebú o Bos Indicus, siendo las primeras, (grupo europeo) muy numerosas y usualmente orientadas hacia la producción cárnica y/o la producción de leche; de hecho, las razas europeas suelen ser las más productivas, como resultado de una mayor aplicación del campo de la ciencia y la tecnología. Por su parte, hay que precisar también que la raza del grupo Bos Indicus ha tenido notable auge en países del área latinoamericana y al menos dos razas sintéticas se han gestado con cruza de este grupo: a) la Brahaman, y b) la Indobrasil; pareciera ser que tales razas reconocen al trópico como su ambiente natural pues muestran una adaptación fácil a este. En general, se trata de razas estupendas, si bien, no pueden ser comparadas en cuanto a rendimiento con las europeas. A continuación se presenta un cuadro comparativo sobre las características principales de ambos grupos raciales de la especie bovina

**Cuadro 3. Diferencia entre ganado *Bos Indicus* y *Bos Taurus***

<b>Atributos</b>	<b><i>Bos Indicus</i></b>	<b><i>Bos Taurus</i></b>
<b>I.-Apariencia</b>	Corpulentos, musculosos, sin grasa subcutánea y sin grasa abundante. Esqueleto de huesos largos y finos, índices de fortaleza física.	<b>Voluminosos y con abundante carne y grasa. Esqueleto de huesos cortos y gruesos, signos de gran precocidad.</b>
<b>II.-Temperamento</b>	Activo y vivaz	<b>Tranquilo o apático</b>
<b>III.-Conformación de</b>		
1.-Cabeza	Proporción mediana, larga y estrecha	<b>Proporcionalmente pequeña, corta y ancha</b>
2.-Orejas	Largas, puntiagudas, móviles y/o pendulosas.	<b>Cortas no pendulosas</b>
3.-Cuernos	Grandes y fuertes (excepto en el Nellore)	<b>Cortos y finos</b>
4.-Cuello	Mediano y largo	<b>Corto a mediano</b>
5.-Línea Dorsal	Cruz alta y dorso lomo algo mas bajo.	<b>Es una sola línea horizontal</b>
6.-Tórax	Algo estrecho pero profundo y largo	<b>Amplio y con costillas bien arqueadas.</b>
7.-Pecho	Estrecho y profundo	<b>Ancho y profundo</b>
8.-Espaldas	No muy musculosas	<b>Musculosas</b>
9.-Grupa	Ancha, corta y oblicua	<b>Amplia y horizontal</b>
10.-Cuarto Posterior	Musculoso	<b>Muy desarrollado</b>
11.-Cola	Implantada alta, larga y con forma de látigo	<b>Inserción a nivel, corta y gruesa</b>
12.-Giba	Implantada en la cruz o dorso, muy voluminosa	<b>Carece de giba</b>
<b>IV.-Extremidades</b>		
1.-Miembros	Largos de huesos finos	<b>Cortos y de huesos gruesos</b>
<b>V.-Piel</b>		
1.-Cuero	Fino y de mayor área formando pliegues colgantes en papada, vientre y prepucio intensamente pigmentado	<b>Textura espesa, por lo general sin pigmentar. (Razas negras Aberdeen, Angus, etc.)</b>
<b>VI.-Pelaje</b>		
1.-Cobertura Pilosa	Pelos cortos, finos, lacios y muy suaves	<b>Pelos relativamente largos , rizados y ondulados</b>
<b>2.-Color</b>	<b>Piel negra o ébano y pelos blancos, colorados, grises o negros</b>	<b>Piel y pelos claros excepto en algunas razas negras</b>

(<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/bovinos/razas.htm>)

#### **2.4. Calidad de la carne de res.**

El término “calidad” es muy difícil de definir, al involucrar una combinación de diversos factores que influyen sobre aspectos tales como la apariencia, la terneza, jugo, sabor y color de la grasa y del músculo. En todo caso, ya sea juntos o por separado, tales atributos determinan el uso final más adecuado para la carne, afectando así el precio pagado por ella.

A nivel de producción es posible llegar a influir sobre algunos de los factores que inciden sobre la calidad de la carne. Así por ejemplo, se sabe que la edad de los animales afecta al grado de terneza o que la alimentación puede determinar en gran medida el color de la grasa y el sabor de la carne o que el temperamento del animal así como el manejo pre, trans y postmortem, pueden influir sobre el grado de acidez del músculo (pH) con lo cual se influye también sobre la terneza, la apariencia y la durabilidad. (Salazar De la Cruz E. Maldonado Balbuena A. 2006)

Desde la perspectiva del consumidor, la calidad de la carne parece estar determinada por el color de la misma, así como por la presencia de grasa y la terneza. Con respecto al color, este es importante en el momento de la venta, especialmente en situaciones de pre-ensado y supermercados. Es así como se suelen buscar los rojos brillantes mientras que los colores más oscuros suelen ser rechazados. Así, todo parece indicar que los colores cereza brillantes son preferidos por los consumidores, no solamente por su mayor atractivo estético sino también porque dicha apariencia se asocia con una carne tierna. Al respecto, se sabe que el color va a depender de la cantidad de mioglobina presente en el músculo. Ha sido reportado que, antes de ser expuesto al aire, el músculo presenta un matiz púrpura rojizo; ello es así en tanto que, al exponerse al aire, el oxígeno produce una reacción con la mioglobina que da lugar al color rojo brillante propio de la carne normal. Sin embargo, la exposición prolongada llega a provocar una decoloración marrón permanente.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que con el almacenamiento después del sacrificio se puede influir sobre la aceptación de la carne por el consumidor, toda vez que la maduración, un fenómeno asociado a la palatabilidad, tarda unos 8 días en desarrollarse.

Para ello es necesario conocer también los factores que afectan tal proceso, como lo es el caso de la temperatura, la cual puede influir alargando o acortando el proceso .

En lo que respecta a la influencia de la composición química de la carne y su efecto sobre el sabor, cabe destacar que la presencia de grasa ha sido identificada como uno de los componentes principales que determinan el sabor. Sin embargo, hay que recordar que el exceso de grasa ha sido considerado nocivo para la salud, lo cual ha generado también que los consumidores suelen rechazar el exceso de aquella, independientemente de su contribución a la calidad del producto. (Rubio L. Méndez M. Escamilla G).

Se suele considerar que la ternura es el atributo principal indicativo de la calidad de la carne, referido este término a un conjunto de características que se ven afectadas por diversos factores, entre los que destacan la edad y el manejo de los animales, previo al sacrificio. Es así como, han sido diseñados varios métodos para mejorar la ternura de la carne; entre ellos encontramos al añejamiento así como al uso de ablandadores, entre otros. Es por ello que resulta importante poder conservar y de preferencia mejorar la ternura propia de la carne, en lugar de estropearla durante la comercialización y la muerte. Para ello hay que tener en cuenta que un músculo potencialmente tierno se puede endurecer justo antes y durante el sacrificio y el procesamiento .

Cabe señalar que, tanto el color, como el sabor y la ternura de la carne, constituyen aspectos que se ven notoriamente afectados por el grado de acidez del músculo (pH). Este factor, a su vez, depende de en gran medida de la reserva de glucógeno del animal previo al sacrificio, ya que se ha reportado que, cuando las reservas de glucógeno se reducen significativamente previo al sacrificio, se llega a formar menos ácido láctico y no se produce una caída normal del pH del músculo, lo cual resulta en una carne más dura. Es por ello que se han identificado a diversos aspectos que inciden sobre dicho fenómeno, entre los cuales destacan la excitación, la tensión y el agotamiento de los animales, como principales causas asociadas a una reducción acelerada del glucógeno del músculo. De hecho, es posible que el factor que afecta al pH del músculo de manera más significativa, sea el manejo del animal, así como el transporte dentro de las 24 horas previas a la muerte, lo

cual incide a su vez sobre la terniza de la carne. Así, un buen cuidado y manipuleo de los animales desde el establecimiento hasta el matadero tendrá un efecto relevante en la evaluación del consumidor final. ( <http://www.hereford.org.ar>)

#### **2.4.1. Características organolépticas de la carne.**

La calidad de la carne vacuna está particularmente definida por su composición química y por sus características organolépticas tales como el color, la terniza, la jugosidad, el olor y el sabor. Estas características son influidas por el tipo de animal, el manejo ante y post mortem y el plano nutricional. Entre las características organolépticas el Color es el atributo sensorial más importante al momento de decidir la compra por parte del consumidor. Éste depende del contenido y estado de oxidación de la mioglobina (pigmento principal de la carne) y de la estructura del músculo, ya que permite que absorba o refleje la luz. La unión del oxígeno con la mioglobina le otorga a la carne el color rojo brillante (carne fresca), en cambio en ausencia de oxígeno, la carne exhibe un color rojo oscuro o púrpura. El almacenamiento prolongado en presencia de aire induce la oxidación de la mioglobina dando origen a un compuesto (metamioglobina) que le imprime el color marrón a la carne (carne vieja).

La Terniza es la característica que determina la aceptación del producto por el consumidor. Esta se refiere a la facilidad en la masticación durante el consumo. Es un atributo muy complejo en el cual participan factores inherentes al animal y otros relacionados al manejo pre y post faena, como así también la forma de preparación del producto

La Jugosidad y el Sabor son características que están muy relacionadas entre sí. Ello se debe a que los jugos de la carne juegan un rol importante en la impresión general de la palatabilidad conteniendo muchos de los componentes del sabor y ayudando al ablandamiento y a la fragmentación de la carne durante la masticación. La jugosidad está relacionada con la mayor o menor sequedad de la carne durante la masticación. El sabor

presenta dos componentes, el primero corresponde a la sensación de liberación del agua junto a compuestos hidrosolubles tales como los azúcares, aminoácidos, péptidos, nucleótidos y compuestos nitrogenados durante los primeros bocados. En cambio, el segundo más sostenido es atribuido a la acción de los lípidos los cuales se degradan en la cocción liberando varios compuestos volátiles. El Aroma se detecta por los numerosos componentes volátiles liberados de la carne durante la cocción de los lípidos, estimulando los receptores de la nariz. (Salazar De la Cruz E. Maldonado Balbuena A. 2006)

Todas las características organolépticas están particularmente influenciadas por la tasa de descenso del pH (variable que indica la acidez de la carne) y al pH final que alcance la carne. La velocidad e intensidad con que el pH desciende luego de la faena está principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que pueda acumularse a partir de la fermentación del glucógeno muscular. Dietas con altos niveles de energía como las ofrecidas en condiciones de engorda en corral permiten incrementar las reservas de glucógeno en el músculo y de esta manera lograr adecuados descensos de pH, de igual manera la suplementación con granos durante la etapa de terminación proporciona suficientes reservas compatibles con una adecuada conservación de la carne.

Los bajos pH permiten un mayor grado de unión del oxígeno con la mioglobina otorgándole un color rojo intenso y brillante característico de la carne de “*fee dlot*”. Sin embargo los animales terminados sobre pasturas presentan en general un color rojo más oscuro. Además del glucógeno, también cobra importancia el color de la grasa. La existencia de pigmentos (carotenos), presentes en altas concentraciones en las pasturas otorga un color amarillo a la grasa, en cambio el color blanco de la grasa logrado con animales engordados con granos le confiere mayor luminosidad a la carne. (Bartels H. 1996)

Al igual que el color, la terneza y la jugosidad también están afectadas por el pH final de la carne. Esto se debe a que las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y del tejido conectivo tienen su mayor actividad a pH bajos. Este menor pH genera baja afinidad de las proteínas al agua liberando mayor cantidad de líquido durante la cocción y dejando más espacio entre las fibras musculares otorgando mayor terneza a la



carne. A medida que el animal crece en edad, el tejido conectivo se desarrolla en cantidad e incrementa su resistencia haciéndose menos tierna la carne.

Las altas ganancias de peso influyen de dos maneras, por un lado los animales llegan a su peso de sacrificio la edad más temprana, y por el otro permite un mayor recambio de las proteínas manteniendo un colágeno con baja resistencia. (De petris G. y Santini F. Grupo de Nutrición, Metabolismo y Calidad de Producto. INTA Balcarce 2007.)

#### **2.4.2. Transformación del músculo a carne.**

El proceso mediante el cual se transforma el músculo a carne es un punto crítico para mantener la calidad de la misma o propiciar el deterioro (AMEG 2006).

Carne: según la legislación vigente este término se define como todas las partes aptas para el consumo humano de animales domésticos de la especie bovina, ovina, porcina y caprina así como el caballo. la carne magra o músculos se compone (en tanto por ciento) de: un mecanismo contráctil consistente en proteína miofibrilar (actina, miosina) en forma de múltiples fibrillas, fibras y haces de fibras 10%, cada uno de estos mecanismos contráctiles está encerrado en tubos ligeros o redes (tejido conectivo) consistentes en colágeno y elastina 2%, rodeado por un fluido (sarcoplasma) compuesto de agua (75%), proteína sarcoplasmica (6%) y otras sustancias solubles, tales como mioglobina, sales y vitaminas 84.5%, grasa, tendones, nervios y vasos sanguíneos 3.5% (M. D. Ranken 2003)

Para comprender la transformación del músculo en carne, es necesario conocer los sucesos químicos que ocurren en el animal vivo y las alteraciones que sufre este sistema tras el sacrificio. Los cambios que se producen en el músculo vivo y en los tejidos tras la muerte son similares, excepto por la incapacidad de los tejidos para sintetizar o eliminar ciertos metabolitos después de la muerte fisiológica. Las rutas de la contracción y la relajación muscular difieren solo débilmente de las desarrolladas en el rigor mortis.

La química de los cambios post mortem en el músculo es esencialmente de los compuestos fosforilados ricos en energía y la de los mecanismos involucrados en su síntesis y degradación aunque existe un número considerable de compuestos fosforilados de alta energía en el músculo, muchos juegan un papel en el ciclo del ácido cítrico y solo se relacionan indirectamente con la transformación de energía química en trabajo muscular. De hecho solo el ATP (trifosfato de adenosina), y el ADP (difosfato de adenosina) y el PC (creatin fosfato), proporcionan las fuentes de energía inmediata para la contracción muscular, los compuestos fosforilados así como su destino tras la muerte, desempeñan un importante papel en las propiedades del músculo para su conversión en carne.

La glicólisis es la hidrólisis de la glucosa para dar lugar al ácido láctico en ausencia de oxígeno. La glucosa generalmente proviene de la hidrólisis del glucógeno muscular. Estos cambios post mortem son fases esenciales en la conversión del músculo vivo en carne. Por medio de una serie de reacciones, la energía química potencial de la glucosa se emplea en la síntesis de ATP. En una oxidación aerobia, la glucosa se oxida completamente a  $\text{CO}_2$  al convertirse la glucosa en piruvato y oxidarse este en forma de acetil coenzima A hasta  $\text{CO}_2$  (Price J.F, Schweigert B.S.1994).

Por medio del ciclo de los ácidos tricarbónicos y su fosforilación asociada. La glicólisis facilita la rápida obtención de ATP en condiciones anaeróbicas como las que ocurren en el músculo vivo en momentos de stress, o tras la muerte hasta que el glucógeno muscular se haya disipado.

La formación de lactato suministra la energía necesaria para restauración del creatin fosfato, con lo cual puede continuar proporcionando energía para la contracción muscular. Tras la muerte, sin embargo, el ácido láctico produce una bajada en el pH, cuya intensidad depende de la naturaleza y estado del músculo en el preciso momento en la que la circulación cesa. Muchos investigadores han indicado que los músculos vivos que contienen muy poco o nada de lactato, tienen un pH aproximado de 7.4, además que la liberación de dióxido de carbono a partir del bicarbonato y la degradación del creatin fosfato aminoran la caída del pH con un efecto neto de establecer un pH de 7.6 en el

músculo vivo en reposo. Otros tampones, como proteínas, compuestos de fosfato, carnosina, anserina, o incluso el propio ácido láctico, también contribuyen a prevenir los cambios bruscos de pH tras la muerte. (Bartels H. 1996)

Como consecuencia de la muerte, la glucosa extracelular ya no puede suministrar la energía necesaria para el metabolismo, de modo que solo quedan disponibles fuentes intracelulares para continuar la glicólisis: ATP, creatin fosfato y glucógeno. están presentes en grandes cantidades en el músculo, dejando al glucogeno como principal fuente de energía para la glicólisis. Así la acumulación de ácido láctico y el descenso del pH que resulta en el músculo post mortem dependen fundamentalmente de la cantidad de glucogeno presentes en los tejidos en el momento del sacrificio.

La degradación del glucogeno no se desarrolla a la misma velocidad en todos los estados que siguen a la muerte. En este estado el músculo pierde la capacidad de contraerse y hay libre difusión de iones a través de las membranas hasta ahora impermeables. El resultado es una rápida ecualización del pH a lo largo de los tejidos. A partir de ese momento, la glicólisis continua a una velocidad menor hasta que se gasta todo el glucogeno o el pH baja lo suficiente para inhibir las enzimas glicolíticas.

Esto ocurre a un pH 5.4 La degradación del glucogeno cesa a este pH ,pese a que todavía exista glucogeno susceptible debe ser degradado . Sin embargo las enzimas glicolíticas no son inactivados irreversiblemente y si aumentamos el pH la degradación del glucogeno continua (Price J.F, Schweigert B.S.1994).

### **2.4.3. Rigor mortis.**

Tras el sacrificio del animal cesa la circulación sanguínea lo que conlleva una serie de cambios: cesa el aporte de oxígeno, cesa la regulación hormonal (disminuye la temperatura de la canal), cesa la regulación del sistema retículo endotelial con lo que cesa la capacidad de respuesta del organismo frente a una infección. En ausencia de oxígeno no existen las

condiciones de potencial de oxidación reducción, que deben darse para que se lleven a cabo los procesos metabólicos típicos: aerobios. Ante este déficit de oxígeno comienza la glucólisis anaerobia, disminuyendo la formación de ATP (estado de rigor mortis) y produciendo ácido láctico.

El ácido láctico produce una disminución del pH, esta disminución logra la desnaturalización proteica, facilitando la degradación de las proteínas fundamentalmente por proteasas: ácidas (catepsina B y D) y neutras (factor activado por el calcio - CAF). La desnaturalización proteica favorece la exudación, es decir la liberación de agua. Las proteínas desnaturalizadas no son capaces de mantener el agua ligada. Esta exudación determina las propiedades de jugosidad que tendrá la carne. Una bajada de pH hasta 5,4 coincidirá con el punto isoelectrico de las proteínas cárnicas. El rendimiento energético de la glucólisis anaeróbica es mucho menor.

El rigor mortis es un estado de contracción permanente e irreversible del tejido muscular. Se establecen las uniones actina miosina a nivel miofibrilar. Para la contracción muscular es necesaria una disminución en los niveles de ATP y un aumento de los niveles de calcio, estas dos condiciones se producen cuando se instala el rigor mortis. Es irreversible porque el músculo nunca dispondrá de ATP suficiente para romper los complejos. La acción de las proteasas que degradan los complejos el rigor mortis que influirá en la textura. El color dependerá de la mioglobina. A su vez esta dependerá de la mayor o menor actividad de las proteasas. A menor nivel de oxígeno se afectará el color, jugosidad y textura. (Price J.F, Schweigert B.S.1994)

## **2.5. Maduración de la carne.**

Lo más importante en la maduración es la relación pH y temperatura de la (Bartels H. 1996) los bovinos que normalmente se seleccionan, son animales de mayor edad y que

producen canales que tienen según el USDA (departamento de agricultura de USA), los grados de calidad comercial, utilidad, corte y conservación.

Estos canales son típicamente utilizados para la manufactura de carne, debido a la madurez fisiológica y a la tenderización, las cuales están inversamente relacionadas, ya que la patabilidad es menor y las opciones de mercado para este segmento de la industria son limitadas. Los métodos de ante mortem y post mortem incrementan la suavidad del músculo, debido a la actividad enzimática directa que ha sido desarrollada (Rider et al, 2004).

La maduración de la carne no debe ser confundida con la edad, los animales más jóvenes son más suaves de cualquier forma, porque los sistemas de enzimas degradadoras de proteínas disminuyen conforme el animal envejece. La madurez se refiere básicamente al grado de osificación progresiva que muestran las vértebras en su apófisis y cuerpos, empezando por el hueso sacro y continuando a las lumbares y finalmente las torácicas. Se consideran indicadores de grado de osificación los cambios de color y forma de costillas (NMX-FF-78 SCFI -2002).

La madurez se refiere a la edad fisiológica del animal y no a la edad cronológica. Debido a que esta es virtualmente desconocida, la madurez fisiológica es utilizada los indicadores son las características del hueso, osificación del cartílago, color y textura.  
<http://www.elergonomista.com/alimentos/carnemaduracion.htm>

En general, mientras los animales envejecen, la cantidad de tejido conectivo (colágeno) aumenta. La carne de animales más viejos puede ser más resistente a la tenderización en la cocción y requerir una más larga y una lenta, esto se ve en los cortes para asar en el horno, cacerola o brasas, por su gran conectividad del colágeno.

La infusión de ácido clorhídrico en el músculo post mortem ha mostrado un incremento en la disponibilidad de calcio para que las proteasas responsables de la suavidad del músculo. La suplementación de vitamina D3 a los bovinos antes del sacrificio, incrementan la

suavidad de la carne (Rider et al. 2004, Salazar De la Cruz E. Maldonado Balbuena A. 2006).

### **2.5.1. pH y temperatura en la transformación de la carne.**

La capacidad de conservación de la carne depende especialmente del curso seguido por la acidificación que sufre la misma a continuación del sacrificio. La medida del grado de acidez se verifica determinando la concentración de hidrogeniones (valor pH) en los músculos. El fundamento de la determinación del pH se basa en el hecho de que los ácidos, bases y sales experimentan una disociación electrolítica en solución acuosa. El agua se disocia de acuerdo con la igualdad:  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  con lo cual el grado de acidez viene expresado por el número de iones  $H^+$  libres. En 1 litro de agua pura y neutra, que contiene cantidades equivalentes de iones  $H^+$  e iones  $OH^-$ , la concentración de hidrogeniones (fracción de peso correspondiente a los iones  $H^+$  libres) es, a 25° C de 1/10,000,000 gramos =  $10^{-7}$  gramos.

Según Sorensen, para expresar de forma más abreviada la concentración de hidrogeniones, en lugar de escribir potencias de 10 ( $10^{-pH}$ ), recurre a citar el exponente de la potencia cambiando de signo que es el pH (exponente de hidrogeno). Como, de acuerdo a lo expuesto un litro de agua a +25° C contiene cantidades iguales de iones  $H^+$  y de iones  $OH^-$ , es decir  $10^{-7}$  gr., tal agua se califica de neutra. Una solución neutra tiene por consiguiente un pH de 7 ( $-\text{Log } 10^{-7}=7$ ). Los valores inferiores a 7 indican que la solución es ácida y superiores a 7 alcalina. (Price J.F, Schweigert B.S.1994)

En el músculo vivo y en la carne de animal es recién sacrificados el pH oscila alrededor de 7, una vez producida la muerte, tiene lugar en el organismo animal una serie de procesos enzimáticos regresivos de naturaleza anaerobia. Entre otros fenómenos, en su curso se genera  $CO_2$  a partir de las combustiones oxidativas que todavía se desarrollan durante

algún tiempo en las células corporales y también ácido láctico como consecuencia del desdoblamiento del glicógeno en músculos.

Debido a la falta de oxígeno disponible deja de producirse la síntesis del glicógeno que se registra en el animal vivo. Por ello el pH desciende en unas 24 horas desde la zona neutra o débilmente alcalina de 7 a 7.6 hasta la zona ácida de pH 5.8 a 5.4. En el pH influye no la totalidad del ácido láctico, sino únicamente el que haya en libertad y sin amortiguar por sustancias proteicas. Al finalizar la acidificación vuelve a elevarse lentamente el valor de pH del músculo como consecuencia de procesos autolíticos, lo que va retrasando cuando actúan temperaturas bajas. Este proceso se llama maduración de la carne. La maduración tiene lugar con temperaturas de depósito +/- 0 a +2° C en 6-14 días (Bartels H. 1996).

Temperatura. La carne debe almacenarse a temperatura sólo ligeramente superiores a las de congelación, permitiendo solo el desarrollo de los gérmenes psicótrofos. Los mohos, las levaduras y las bacterias psicótrofas se desarrollan lentamente y producen ciertos defectos. En estas condiciones es muy difícil la putrefacción, que es cambio muy fácil a la temperatura ambiente. Como ocurre en la mayoría de los alimentos, la temperatura tiene una importancia decisiva en la selección del tipo de microorganismos que crecerán y, en consecuencia, del tipo de alteraciones producidas. (NOM -009-ZOO-1994.)

A temperaturas de congelación, por ejemplo, está favorecido el desarrollo de los gérmenes psicrófilos y es probable que tenga lugar la proteólisis producida por una de las especies bacterianas dominantes, seguida de la utilización de pépticos y aminoácidos por especies secundarias. A la temperatura atmosférica ordinarias se desarrollan, en cambio, los gérmenes mesófilos, como las bacterias coliformes, y especies de los géneros *Bacillus* y *clostridium*, que producen ácido a partir de las limitadas cantidades de carbohidratos presentes. (Tessi, M. A., Aringoli, E. E., Pirovani, M. E., Vincenzini, A. Z., Sabbag, N. G., Costa, S. C. 2002). (<http://www.monografias.com/trabajos15/contaminacion-carne/contaminacion-carne.shtml>)

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. Objetivo General:**

Evaluar la influencia que ejerce la temperatura de la en el pH y peso de las mismas de diferente tipo racial, de la salida del rastro a su llegada a la unidad de consumo.

#### **3.2. Objetivos Particulares:**

- a) Evaluar el efecto que tiene la temperatura (caliente o frío) en el pH de la canal bovina (pierna, lomo y espaldilla).
- b) Evaluar el efecto que tiene la temperatura (caliente o frío) en el peso de la canal bovina.
- c) Relacionar los factores de pH, temperatura y peso de la canal bovina con el tipo racial de los animales sacrificados.

### **4. HIPÓTESIS.**

- a) La temperatura (caliente o frío) afecta el pH de la canal bovina (pierna, lomo y espaldilla).
- b) La temperatura (caliente o frío) afecta el peso de la canal bovina.
- c) El pH, la temperatura y el peso de la canal bovina se verán afectados por el tipo racial de los animales sacrificados



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **5.1. Localización.**

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Rastro “Los Arcos” ubicado en el Km. 23.5 de la carretera México-Texcoco, Magdalena Atlicpac, Municipio de Los Reyes la Paz, Edo. de México. y en la Universidad Autónoma Chapingo localizada en el Km. 38.5 de la carretera México-Texcoco Municipio de Texcoco, Edo. De México.

### **5.2. Fase de toma de observaciones.**

Durante un período de cinco meses se sacrificaron 178 toretes de la misma edad y peso que se sometieron a la misma dieta ;que se clasificaron fenotípicamente por tipo racial (cebuino, cruza cebú-suizo, cruza cebú-europeo, y europeo), cada animal se identificó individualmente para la toma de observaciones, se pesaron y se trasladaron al rastro para el degüello posterior; las canales fueron identificadas de la misma forma y su destino final fueron los comedores de servicio de la comunidad estudiantil de la citada universidad.

A las 178 canales, se les determinó el pH y temperatura en 3 zonas la espaldilla, el ojo del lomo (12-13a costilla) y la pierna con un medidor de pH y termómetro integrado marca Hanna modelo HI 99163. Estas mediciones se efectuaron en los siguientes momentos:

- 1). Al término del sacrificio (caliente).
- 2). Canal fría (24 horas de refrigeración).
- 3). Entrega al consumidor ya sea fría o caliente.

El peso de las canales se tomó al término del sacrificio (caliente), después de refrigeración (24 horas) y al momento de entrega en el centro de consumo en básculas electrónicas para tal efecto.

### 5.3. Variables de respuesta.

#### 5.3.1. pH

La medida del grado de acidez se verificó determinando la concentración de hidrogeniones (valor pH) en los músculos siguientes:

1. Pierna : músculo semitendinoso
2. Lomo; Región del dorso *Longissimus dorsi*
3. Espaldilla. Músculo tríceps

#### 5.3.2. Temperatura

Se tomaron medidas en grados Celsius (°C) al mismo tiempo y en los mismos lugares de observación del pH.

#### 5.3.3. Peso.

El peso se determinó in vivo y en las canales calientes frías y n el momento de la entrega en básculas electrónicas

#### 5.3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los valores se analizaron utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (versión 8, SAS Inc., NC, US, 1990), utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x3x4 (Steel y Torrie. 1980), en donde se medirán cuatro momentos de muestreo (canal caliente, canal caliente a la entrega, canal fría y canal fría a la entrega), tres zonas de la canal (pierna, lomo y espaldilla) y cuatro tipos raciales (cebú, cebú x suizo, cebú x europeo y europeo). Se utilizaron los siguientes modelos:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \delta_j + \bar{\sigma}_k + (\alpha\delta)_{ij} + (\alpha\bar{\sigma})_{ik} + (\delta\bar{\sigma})_{jk} + (\alpha\delta\bar{\sigma})_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Media Poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento o momento de muestreo  $i = 1,2,3,4$ .

$\delta_j$  = Efecto de la zona de la canal  $j. = 1,2,3,$

$\beta_k$  = Efecto del tipo racial  $k. = 1,2,3,4$

$(\alpha\delta)_{ij}$  = Interacción de tratamiento con zona.

$(\alpha\beta)_{ik}$  = Interacción de tratamiento con tipo racial.

$(\delta\beta)_{jk}$  = Interacción de zona con tipo racial.

$(\alpha\delta\beta)_{ijkl}$  = Interacción de tratamiento con zona con tipo racial.

$\epsilon_{ijk}$  = Error aleatorio asociado con el  $i$ -ésimo sujeto en el tratamiento  $i$  a la zona  $j$  al tipo racial  $k$ .

El modelo estadístico para el análisis de la variable peso fue un diseño completamente al azar con un arreglo factorial  $2 \times 4$ , utilizando el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + I_j + (E*I)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Variable de respuesta.

$\mu$ : Media poblacional.

$E_i$ : Forma de entrega  $i = 1,2$ .

$I_j$  : Tipo racial  $j = 1, 2, 3, 4$ .

$(E*I)_{ij}$ :: Probable interacción entre la forma de entrega con el tipo racial.

$\epsilon_{ijk}$ : Error experimental asociado a la  $k$  esima repetición de la interacción  $i$ -ésima forma de entrega con el  $j$ -ésimo tipo racial.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. Temperatura.

El análisis de los resultados de la temperatura de diferentes tratamientos de la canal por tipo racial (Cuadro 4) muestra que en lo obtenido en canal caliente (C), canal fría (F), canal entrega caliente (EC) y canal entregada fría (EF) no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre ninguno de los tipos raciales analizados, lo que determina que el tipo racial no afecta la temperatura de las canales ya sea calientes o refrigeradas.

**Cuadro 4.** Temperatura de canales de res por tratamiento de diferentes tipos raciales.

Momento de observación	Tipo racial.			
	Bi	SPxC	BosxC	Bt
C	25.19 <b>a</b>	25.21 <b>a</b>	23.85 <b>a</b>	26.55 <b>a</b>
F	9.26 <b>b</b>	9.60 <b>b</b>	10.20 <b>b</b>	11.10 <b>b</b>
EC	27.16 <b>a</b>	25.59 <b>a</b>	26.22 <b>a</b>	24.05 <b>a</b>
EF	11.12 <b>b</b>	10.67 <b>b</b>	11.49 <b>b</b>	14.20 <b>b</b>

Valores en la misma columna y renglón con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ )

C: Canal caliente. F: Canal fría. EC: Canal entregada caliente. EF: Canal entregada Fría

Bi: *Bos indicus*. SPxC: Cebú-Suizo. BosxC: Cebú-Europeo. Bt: *Bos taurus*

El resultado de la temperatura de la canal por tratamiento o momento de muestreo dentro de tipo racial (Figura 4), indica que por cada tipo no hay diferencia entre las canales frías (F) y entregadas frías (EF), así mismo, no existe diferencia entre las canales calientes (C) y entregadas calientes (EC), esto determina que cada tipo racial no presenta cambio de temperatura de la canal, aunque si existe tendencia numérica a incrementarse.

Los resultados de temperatura por tipo racial muestran que el tipo racial Cebú (Bi) tiene 18.18 °C, pardo suizo con cebú (SPxC) tuvo 17.7 °C, europeo con cebú (BosxC) 17.9 °C y europeo (Bt) 18.9 °C. Se observó que si bien no se encontraron diferencias estadísticas entre ellos, el tipo racial europeo tiende a mantener la mayor temperatura de la canal.

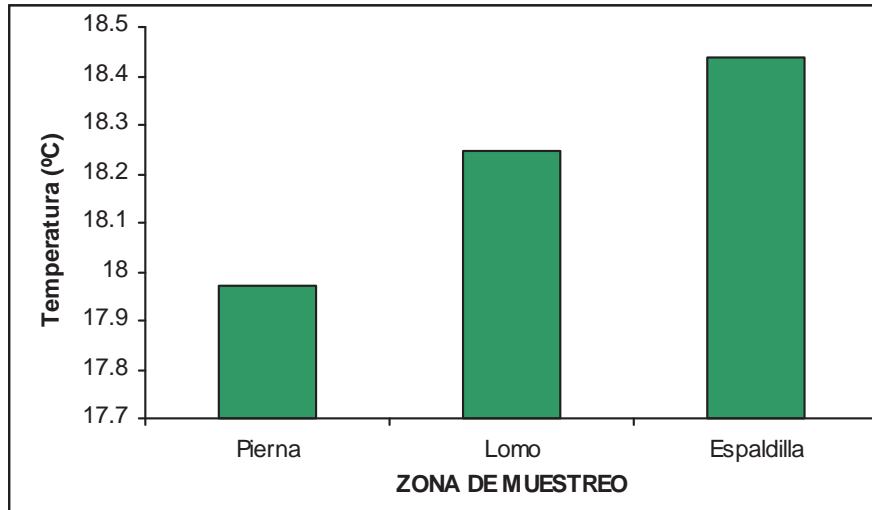
En los resultados de temperatura de las canales de res por tratamiento; el tratamiento 1, canal caliente (C) tuvo una temperatura de 25.20 °C, el tratamiento 2 o canal fría (F) una temperatura de 10.04 °C, el tratamiento 3, entrega de canales calientes (EC) de 25.75 °C y el tratamiento 4, entrega fría (EF) de 11.87 °C. Se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos C y F así como entre los tratamientos C contra EF ( $p < 0.01$ ) y entre los tratamientos F y EF ( $p < 0.05$ ) no se encontraron diferencias entre los tratamientos C y EC.

Las diferencias existentes entre los tratamientos C y F así como entre C y EF se explican por la refrigeración de 24 horas a los que se sometió los tratamientos F y EF. La diferencia estadística observada entre F y EF está determinada por el tipo de transporte utilizado ya que este no cuenta con equipo de refrigeración, lo que ocasiona que la temperatura de las canales sobre todo tratándose de canales frías, se incremente ligeramente como lo demuestra la mínima diferencia ( $p < 0.05$ ) entre estos dos tratamientos. Esta misma tendencia se observa entre las C y EC, las cuales aunque no presentan diferencias estadísticas si muestran aumento de valor numérico.

En la figura 4 se observa el comportamiento de la temperatura por zona; pierna (17.9 °C), lomo (18.2 °C) y espaldilla (18.4 °C). Para estos resultados no existe diferencia significativa entre ellos aunque si se presenta cierta tendencia numérica a incrementarse la temperatura en la zona de la espaldilla.

Para comprender la transformación del músculo en carne, es necesario conocer los sucesos químicos que ocurren en el animal vivo y las alteraciones que sufre este sistema tras el sacrificio. Los cambios que se producen en el músculo vivo y en los tejidos tras la muerte son similares, excepto por la incapacidad de los tejidos para sintetizar o eliminar ciertos metabolitos después de la muerte fisiológica. Las rutas de la contracción y la relajación muscular difieren solo débilmente de las desarrolladas en el *rigor mortis*. (Price J.F, Schweigert B.S.1994)

**Figura 4** Comportamiento de la temperatura de canales de res por zona de muestreo.



La aparición del rigor mortis depende de factores internos y externos. Los internos mas importantes son: la reserva de glucogeno y la de creatin fosfato (CP). Cuanto mayor es el contenido de glucogeno y de CP del músculo en el momento de sacrificio mas tarda en aparecer la rigidez cadavérica, y viceversa, otro factor es la temperatura de canal, la cual se incrementa debido a la generación de calor provocado por la conversión de glucogeno a ácido láctico y la hidrólisis de ATP y CP en el músculo (Santiago, 2002).

Lawrie, 1998, menciona que la temperatura tiene una influencia sobre la velocidad de descenso del pH. Las temperaturas elevadas aceleran este descenso, mientras que las bajas retrasan la glucólisis y la producción de ácido láctico.

## 6.2. pH.

El análisis de los resultados del pH de la canal por tratamiento y por tipo racial (cuadro 5) muestra que en el caso de la canal caliente (C) la diferencia fundamental se encuentra entre los tipos raciales SPxC y BosxC, en el caso de la canal fría (F), canal entrega

caliente (EC) y canal entregada caliente (EF) no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre ninguno de los tipos raciales analizados. La acidificación de los músculos post mortem es uno de los cambios fundamentales en el proceso de conversión a carne. La variación en el grado y la extensión de su acidificación influyen en el color y la capacidad de retención de agua. La velocidad del descenso de pH después de la muerte del animal constituye factor crucial de la transformación de músculo a carne, así como en la definición de la calidad futura (Gino M. A. Vilca L M. Ramos D. D. 2005.)

**Cuadro 5.** pH de canales de res por tratamiento de diferentes tipos raciales.

Momento de observación	Tipo racial.			
	Bi	SPxC	BosxC	Bt
C	6.63 <sub>1ab</sub>	6.73 <sub>2a</sub>	6.59 <sub>3b</sub>	6.69 <sub>4ab</sub>
F	5.71 <sub>5c</sub>	5.73 <sub>6c</sub>	5.66 <sub>7c</sub>	5.65 <sub>8c</sub>
EC	6.16 <sub>9d</sub>	6.29 <sub>10d</sub>	6.25 <sub>11d</sub>	6.47 <sub>12d</sub>
EF	5.74 <sub>13c</sub>	5.17 <sub>14c</sub>	5.67 <sub>15c</sub>	5.70 <sub>16c</sub>

Valores en la misma columna y renglón con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ )

C: Canal caliente. F: Canal fría. EC: Canal entregada caliente. EF: Canal entregada Fría

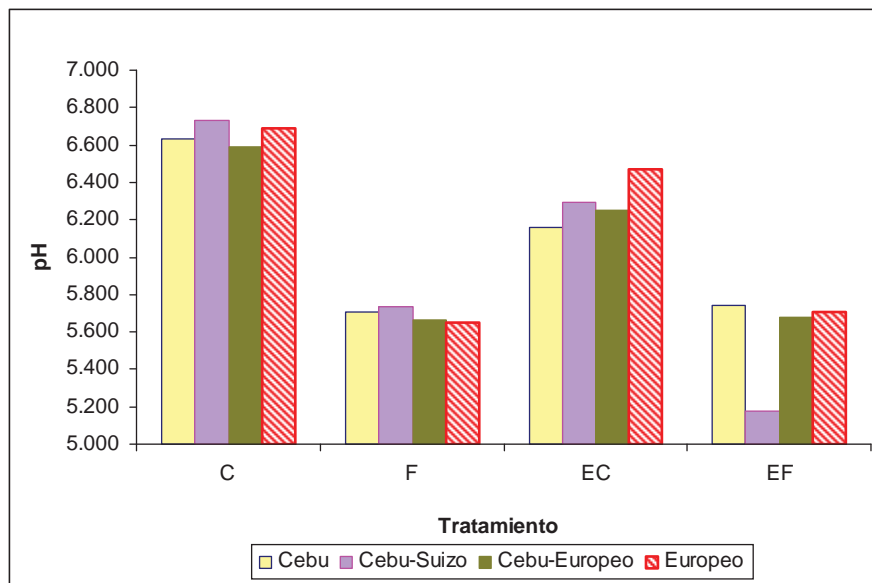
Bi: *Bos indicus*. SPxC: Cebú-Suizo. BosxC: Cebú-Europeo. Bt: *Bos taurus*

En la figura 5 se muestran los resultados de pH de la canal por tratamiento (momento de muestreo) dentro de raza, se observó que en el caso de la canal caliente y la EC existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) lo que indica que el pH baja, esta disminución se debe a factores asociados a la temperatura que se mantuvo en las canales, ya que esta no mostró cambio en sus valores desde el sacrificio a su entrega en el centro de consumo. En el caso de las canales F y EF no se observó ningún cambio ( $p < 0.05$ ) en los valores de pH lo que es resultado del proceso de refrigeración.

Al respecto se tiene que la temperatura tiene una influencia sobre la velocidad de descenso pH. Las temperaturas elevadas aceleran este descenso, mientras que las bajas retrasan la glucólisis y la producción de ácido láctico. Un descenso rápido de pH se producirá a mayor

temperatura, ocasionando la rápida aparición del rigor y un mayor grado de acortamiento por el rigor (Richardson y Mead, 2001)

**Figura 5.** pH de canales de res de diferentes tipos raciales a distintos tratamientos



C: Canal caliente. F: Canal fría. EC: Canal entregada caliente. EF: Canal entregada Fría

Se encontraron diferencias entre razas observándose que los valores de pH mas alto corresponde al tipo europeo, estas diferencias pueden deberse a la dieta o al temperamento del animal que en el caso del cebú y sus variantes son animales más nerviosos, consumen glucogeno muscular (transformándolo en ácido láctico) mas rápido que el europeo, cuyo temperamento es mas tranquilo (Gino *et al*, 2005).

En el cuadro 6 se presentan los resultados del pH a diferentes momentos de observación en las distintas zonas de muestreo, se observó que en el caso de C y EC la pierna presenta valores de pH más bajos ( $p < 0.05$ ) que las otras zonas, al respecto Gutiérrez,( 2007), menciona que el valor de pH del músculo *post mortem* disminuye a medida que la concentración de ácido láctico aumenta, por lo que músculos con mayor reserva de glucogeno tienden a presentar valores finales de pH más bajos, en el caso de F y EF no se observan estas diferencias lo que determina que una vez refrigerada la canal, el pH se mantiene estable independientemente de la zona de la canal muestreada, esto concuerda



con Gino *et al.* (2005), quienes mencionan que el pH se man tiene estable en la carne una vez estabilizada después de 24 horas de refrigeración.

**Cuadro 6.** pH de canales de res a distintos momentos de observación en diferentes zonas de muestreo.

Momento de observación	Zona de muestreo.		
	Pierna	Lomo	Espaldilla
C	6.50 <sub>a</sub>	6.79 <sub>b</sub>	6.69 <sub>b</sub>
F	5.60 <sub>c</sub>	5.73 <sub>c</sub>	5.73 <sub>c</sub>
EC	6.02 <sub>d</sub>	6.42 <sub>e</sub>	6.43 <sub>e</sub>
EF	5.64 <sub>c</sub>	5.69 <sub>c</sub>	5.82 <sub>c</sub>

Valores en la misma columna y renglón con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ )

C: Canal caliente. F: Canal fría. EC: Canal entregada caliente. EF: Canal entregada Fría

Se muestra el comportamiento del pH de las diferentes zonas de muestreo a distintos momentos de observación, se observa que las canales frías (F y EF) siempre presentan un valor de pH más bajo que las canales calientes (C y EC) así mismo se puede observar que la pierna mantiene un comportamiento de pH más bajo que el lomo y la espaldilla.

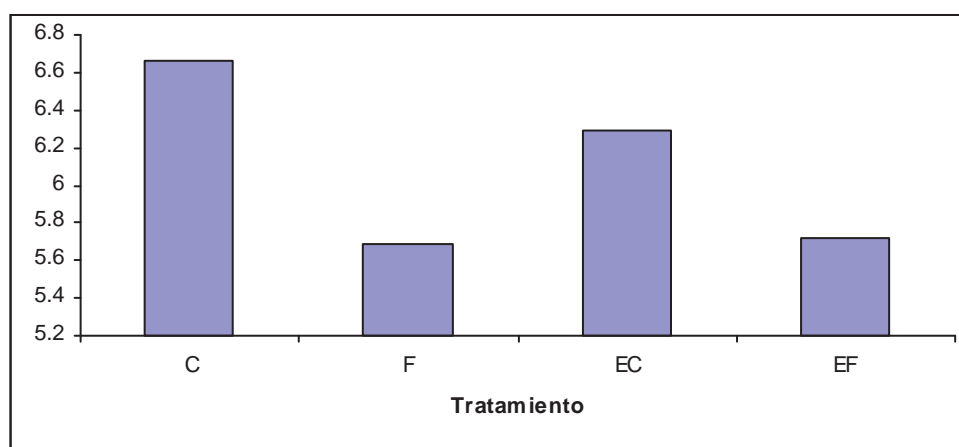
En la figura 6 se muestran los resultados de pH de las canales de res independientemente de la región muestreada, el tratamiento 1, canal caliente (C) tuvo un pH 6.66, el tratamiento 2 o canal fría (F) pH 5.69, el tratamiento 3, entrega de canales calientes sin refrigerar (EC) tuvo un pH 6.29 y el tratamiento 4 o entrega de canal refrigerada en transporte a temperatura ambiental (EF) de 5.71.

Se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos C y F así como entre los tratamientos C contra EF ( $p < 0.01$ ) y entre los tratamientos F y EF ( $p < 0.05$ ) no se encontraron diferencias entre los tratamientos C y EC.

Estas diferencias entre C contra F y EF se explican por el efecto de la refrigeración, así mismo la diferencia existente entre F y EF puede tener explicación por el ligero incremento de la temperatura que se observa al transportar la carne sin un equipo de refrigeración.

En la carne de animales recién sacrificados el pH oscila alrededor de 7, el pH baja en unas 24 horas desde la zona neutra hasta la zona ácida de pH 5.8 a 5.4. Al finalizar la acidificación vuelve a elevarse lentamente el valor de pH del músculo como consecuencia de procesos autolíticos, lo que se va retrasando cuándo actúan temperaturas bajas. Este proceso se llama maduración de la carne. La maduración tiene lugar con temperaturas de depósito de 0 a 2° C en 6-14 días (Bartels H. 1996).

**Figura 6.** pH de canales de res de diferentes tipos raciales a distintos tratamientos.



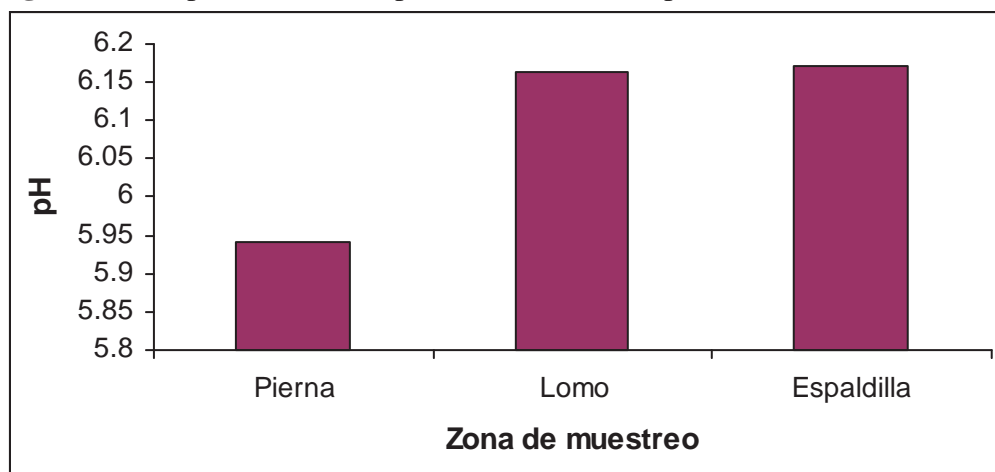
C: Canal caliente. F: Canal fría. EC: Canal entregada caliente. EF: Canal entregada Fría

La velocidad de descenso del pH se realiza de manera gradual y más rápida durante las primeras 12 horas post mortem, para luego casi estabilizarse hacia las 24 horas. Por otro lado los valores de pH de la carne a las 24 horas post mortem, pueden sufrir alteraciones debidas al uso de drogas o a condiciones de estrés antes del sacrificio a las que son sometidos los animales. (Gino *et al.* 2005.).

En la figura 7 se observa el comportamiento del pH por zona; pierna 5.94, lomo 6.16 y espaldilla 6.17 donde la pierna es diferente a lomo y espaldilla. Hay que mencionar que el pH de carne depende de la cantidad de gluco geno presente en el músculo al sacrificio esta influido por la duración del transporte y del estrés antes y durante el sacrificio. El valor de

pH del músculo post mortem disminuye a medida que la concentración de ácido láctico aumenta, por lo que músculos con mayor reserva de glucogeno tienden a presentar valores finales de pH mas bajos. (Lawrie, 1998,)

**Figura 7.** Comportamiento del pH de canales de res por zona de muestreo.



### 6.3. Peso.

El tamaño y características de la res dependen del tipo y categoría de animal y de la alimentación. Esta última determina el peso, la edad al sacrificio, el grado de terminación del animal y a su vez, el rendimiento y la composición de la canal (Di Marco, 2007).

**Cuadro 7.** Peso y Rendimiento (como porcentaje del peso vivo total), de las canales de res entregadas en caliente.

TIPO RACIAL	Peso	Rendimiento en canal (%)	
		RCC	RCEC
Bi	542.09	55.2	54.6
SPxC	573.27	54.6	54.5
BosxC	534.75	54.3	54.0
Bt	523.37	57.2	56.6

Valores en el mismo renglón con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ )  
RCC: Rendimiento de Canal Caliente RCEC: Rendimiento de Canal entregada caliente.  
Bi: *Bos indicus*. SPxC: Cebú-Suizo. BosxC: Cebú-Europeo. Bt: *Bos taurus*

En el cuadro 7 se muestran los rendimientos de las canales entregadas en frío. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la canal caliente y la canal entregada en caliente (RCEC) así como tampoco se encontró diferencia entre ninguno de los tipos raciales analizados.

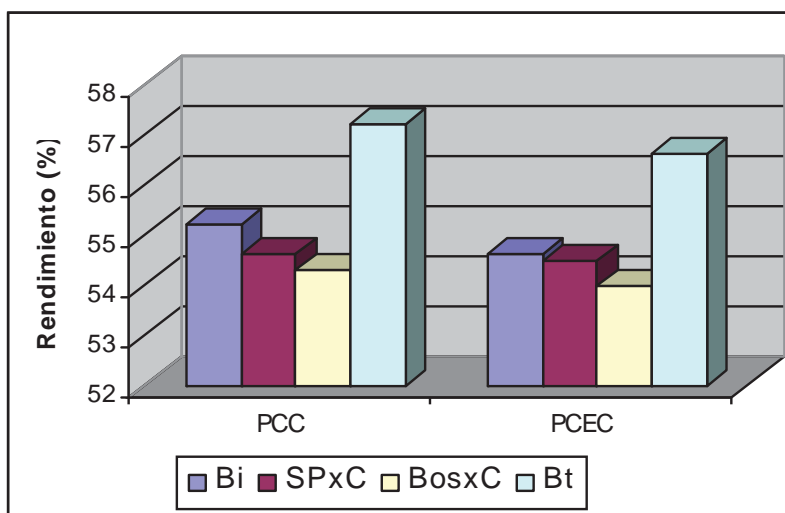
El rendimiento de la canal de res se refiere al cociente entre el peso de la canal y el peso vivo, al realizar comparaciones con otros resultados se puede caer en errores si no se toma en cuenta algunos aspectos.

La forma de expresarse puede ser en función del peso del animal lleno o vacío, esto es sin tomar en cuenta las mermas por manejo o transporte o bien si se le proporcionó alimentación o agua. El peso total puede ser el de llegado al rastro o de degüello o el de embarque, ocasionando diferencias por la merma del animal a causa del tiempo transcurrido entre la salida del establecimiento y el lugar de matanza. Para esto el uso del peso vacío o de degüello, evita el enmascaramiento de los resultados debido a variaciones por diferencias de llenado o distinto nivel de merma.

Es importante mencionar que en algunas ocasiones los reportes de rendimiento no toman en cuenta la forma propia de trabajo y de entrega de las canales por parte de los rastros, ya que aunque existe una normatividad al respecto, cada establecimiento presenta características particulares como lo es si se retira o no la grasa interna, perirenal e inguinal como lo fue en este caso en particular, además se incluye que se retira los órganos sexuales y el músculo psoas o filete lo que reduce el rendimiento.

En la figura 8 se hace el comparativo de los rendimientos de las canales entregadas en caliente, aunque se observa una clara diferencia de los animales de tipo racial europeo no se encontró efecto en el peso o rendimiento entre el peso caliente y el peso de las canales en el centro de consumo, lo que implica que no se pueden considerar como significativas las pérdidas o mermas en transporte en las canales entregadas en caliente.

**Figura 8.** Comportamiento del rendimiento de las canales entregadas en caliente.



Bi: *Bos indicus*. SPxC: Cebú-Suizo. BosxC: Cebú-Europeo. Bt: *Bos taurus*  
 PCC: Peso de Canal caliente PCEC: Peso de Canal entregada caliente

En el cuadro 8 se presentan los resultados del peso final de los animales sacrificados y el rendimiento de las canales entregadas tras un lapso de 24 horas de refrigeración, al igual que las canales entregadas al centro de consumo en caliente no se presentan diferencias significativas en el cambio de peso por efecto de la baja en temperatura, aunque si se nota una mayor disminución en las canales de animales considerados de tipo racial *Bos indicus* (Bi) y *Bos taurus* (Bt).

**Cuadro 8.** Peso y Rendimiento (como porcentaje del peso vivo total), de las canales de res entregadas tras 24 horas de refrigeración.

TIPO RACIAL	Peso	Rendimiento en canal	
		PCC	PCEC
Bi	495.80	54.2	53.3
SPxC	526.33	53.4	53.1
BosxC	585.57	54.2	54.0
Bt	516.38	54.6	53.7

Valores en el mismo renglón con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p < 0.05$ )  
 PCC: Peso de Canal caliente PCEC: Peso de Canal entregada caliente.  
 Bi: *Bos indicus*. SPxC: Cebú-Suizo. BosxC: Cebú-Europeo. Bt: *Bos taurus*

## 7. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones que se presentaron en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

El tipo racial no afecta la temperatura de las canales ya sean calientes o frías.

No existe diferencia de temperatura entre las zonas de la canal (pierna, lomo y espaldilla).

El tipo racial cebú presenta una mayor disminución del pH que los demás grupos analizados.

Al entregar canales calientes, la zona de la pierna fue la más afectada por la falta de refrigeración.

No se encontraron diferencias entre la canal caliente y la canal entregada en caliente (RCEC) así como tampoco se encontró diferencia entre la canal de los diferentes tipos raciales analizados.

Las canales entregadas al centro de consumo no presentan diferencias significativas en el cambio de peso por efecto de la baja en la temperatura, aunque sí se existe una mayor disminución en las canales considerados de tipo racial *Bos indicus* (Bi) mas que en las *Bos taurus* (Bt).

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, O. H. 2004. Análisis costo-beneficio de la implementación del sistema HACCP en industrias TIF que manejan procesos para la preparación de comidas. Tesis de Licenciatura. UACH. Departamento de Zootecnia. Chapingo, Edo. Méx.
2. AMEG 2006. Carne de bovino. Indicadores económicos de la industria 9ª Edición
3. Artículo extraído de la revista "Hereford" de la Asoc. Argentina Criadores de Hereford -Diciembre 1998 - Año LXIV N° 617 - Páginas 16 a 18. <http://www.hereford.org.ar>
4. Bartels H. 1996. Inspección veterinaria de la carne. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza España.
5. Depetris G. y Santini F. Grupo de Nutrición, Metabolismo y Calidad de Producto. INTA Balcarce 2007 (Consultada el 28 de junio de 2007). <http://www.inta.gov.ar/>.
6. Di Marco Oscar N. Unidad Integrada Balcarce (INTA -Fac. Cs. Agrarias (consultada el 27 de agosto 2007) [http://www.engormix.com/articulo\\_rendimiento\\_res\\_forumview9161.htm](http://www.engormix.com/articulo_rendimiento_res_forumview9161.htm)
7. FIRA 1999. Oportunidades de desarrollo en la industria de la carne de bovino en México, una estrategia de reconversión. Boletín Informativo. Julio de 1999 Vol. XXXII, Núm.312. 120 p.
8. Gino M. A. Vilca L M. Ramos D. D. 2005. Evaluación del pH de toros holstein (*Bos taurus*) y nelore (*Bos indicus*). **Revista Investigaciones Veterinarias del Perú** 16 (1):90-95 p.

9. Gutiérrez, R. M.O. 2007 .Efecto de la utilización de aditivos homeopáticos ( *Apis mellifica* y *Digitales purpurea*) sobre la temperatura y el pH de la canal en pollo de engorda. Tesis de Licenciatura. FES - Cuautitlán. UNAM
10. <http://www.elergonomista.com/alimentos/carnemaduracion.htm>
11. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/bovinos/intro.htm>
12. <http://www.monografias.com/trabajos15/contaminacion-carne/contaminacion-carne.shtml>.
13. Lawrie, R. A. 1998 ciencia de la carne 3<sup>era</sup> Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
14. Lathers, C. M. 2002. Risk assessment in regulatory policy making for human and veterinary public health. *Journal of Clinical Pharmacology* . 42:846-866 p.
15. López, P J. 2005. Manual de Teoría de IPOA. Calidad y HACCP. Sección de Medicina Preventiva, FES-Cuautitlán. UNAM.
16. McNamara, P. E. and Miller, G. Y. 2002. Pigs, people and pathogens: A social welfare framework for the analysis of animal antibiotic use policy. American Agricultural Association. 84 (5): 1293-1300 p.
17. Mortimore, S. and Wallace C. 2001. Food Industry Briefing Series: HACCP Blackwell Science Ltd. Christos Cassianos. USA.
18. Murray R.P. Mayes;D. Granner; V.Rodwell. 2001. Bioquímica de Harper 15a ed. Manual Modeno. Mexico D.F.
19. NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne.  
<http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx>



20. NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por estos.  
<http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx>
21. NOM-030-ZOO-1995. Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoosanitaria. <http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx>
22. NOM-093-SSA1-1994. Bienes y servicios. Practicas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.  
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/index.htm>
23. Norma mexicana 078-SCFI-2002- Productos Pecuarios- Carne de Bovino en Canal-Clasificación.
24. Prändl,O; A.Fisher; T.Schmidhofer; H.Sinell.1994.Tecnología e higiene de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza 757p
25. Price J.F, Schweigert B.S.1994.Ciencia de la carne y de los productos carnicos.
26. M. D. Ranken. 2003 Manual de Industrias de la Carne mundi prensa AMV ediciones
27. Richardson, R.I y Mead G. C. 2001 Ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza, España
28. Rubio L. Méndez M. Escamilla G .Curso de actualización: ganadería, industria y ciencia de la carne en México 1996. FMVZ. División de educación continúa Depto. De producción animal: rumiantes.

29. Ruiz Flores A. 2004. Impacto del TLCAN en la cadena de valor de bovinos para carne. Universidad Autónoma Chapingo.
30. Salazar, M. E. M. y Maldonado, B. A. 2006. Factores que afectan la madurez, terneza, color y marmoleo de la carne de bovino y la importancia del consumo de origen animal libres de residuos de antibióticos. Tesis de Licenciatura UAM. Xochimilco.
31. Santiago, A. H. L. 2002. Biological, nutritional, and processing factors affect breast meat quality of broilers
32. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Luna M. y Albarrán D. 2006 Situación actual y perspectivas de la producción de carne de bovino en México <http://sagarpa.gob.mx/Dgg>
33. SENASICA SAGARPA AMEG. Manual de buenas prácticas de producción en la engorda de ganado bovino en confinamientos. 2ª Ed. <http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx>
34. SIAP. 2007. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA.(Consultada el 28 de junio de 2007) <http://www.siap.gob.mx/>
35. Steel, R. y J. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw -Hill Publishing Company. New York, NY, EE.UU.
36. Tessi, M. A., Aringoli, E. E., Pirovani, M. E., Vincenzini, A. Z., Sabbag, N. G., Costa, S. C. 2002. Microbiological quality and safety of ready-to-eat cooked foods from a centralized school kitchen in Argentina. *Journal of Food Protection*. 65(4):636-642.