



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

“BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE PORCINO Y BOVINO”

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

ADRIANA PATRICIA REYES VERGARA



MÉXICO, D.F.

2014



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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: EDUARDO MENDOZA MARTÍNEZ

VOCAL: MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES

SECRETARIO: JUAN CARLOS RAMÍREZ OREJEL

1er. SUPLENTE: HIRAM FERNANDO RAMÍREZ CAHERO

2° SUPLENTE: ISRAEL GARCÍA CANO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.**

ASESOR DEL TEMA:

M. en C. Juan Carlos Ramírez Orejel

SUSTENTANTE:

ADRIANA PATRICIA REYES VERGARA

“La gran victoria que hoy parece fácil,
fue el resultado de pequeñas victorias
que pasaron desapercibidas”

Paulo Coelho.

Agradecimientos

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Por las que siguen aquí conmigo y por las que ya no lo están pero que siguen en mi corazón. Gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y por sus bendiciones.

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios me ha dado que es mi familia; por su apoyo moral y espiritual, por la comprensión que me proporcionaron para cumplir mi meta.

MADRESITA QUERIDA gracias por tus oraciones, por preocuparte y amarme con tanta ternura y devoción. Soy tan privilegiada de que tú seas mi madre; te amo Ma. Juana Vergara Rodríguez. Eres la mejor madre del mundo.

AGRADESCO a mi padre Jesus Reyes Lugo por su amor y comprensión por sus cuidados, consejos y dirección; porque cuando era niña sembró en mi la semilla de la responsabilidad y del trabajo duro, gracias papá.

A mi hermano Angel, porque siempre ha estado y se que seguirá ahí apoyándome al 100% y queriéndome tanto como lo quiero yo y a mi futuro sobrinito o sobrinita que ya vienes en camino, también te quiero bebé.

A Manuel Sánchez porque es una persona importante en mi vida, y por la cual nunca terminare de darle las gracias por todo el apoyo y cariño brindado. Te Quiero Mucho y tú sabes que en verdad estoy tan agradecida por haberte cruzado en mi camino.

Y siguiendo con la familia, no quiero dejar pasar a mis tías Raquel, Carmen, Guillermina, Amelia y a mi tío Javier. A mi abuelita adorada Leonor. A mis primos consentidos Lu, More, Toy, Chuy, Gaby, Mena, Gris ya que hicieron mi infancia muy feliz. A mis sobrinitos Leonardo, Pao y Dilan.

A todos mis profesores no solo de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera formaron parte de lo que soy ahora. Pero muy en especial a mi asesor M en C. Juan Carlos Ramírez Orejel por toda la paciencia, presión, risas, platicas y experiencia brindada a lo largo de la elaboración de esta tesis. También a mis sinodales Miguel Hidalgo y Eduardo Mendoza por su tiempo y su experiencia.

A mis amigas del alma que no pueden quedarse atrás, Isabel Carrillo y Perla Pérez, en verdad las adoro niñas ya que gracias a ustedes mi estancia en la facultad fue muy amena, llena de consejos, risas, apoyo y más risas. Las quiero mucho amigas no olviden lo importante que son para mi.

A todos mis amigos sin excluir a ninguno, pero muy en especial a Bruno Cuapio, Mickey, Ismael, Luis, Rodrigo, Miguel, Astrid, Miriam, mil gracias por todos los buenos momentos que pasamos juntos y por hacer de la química algo inolvidable.

A mis saleros queridos GabyPaty, Karen, David, Tania, Sebastián, Gaby, Alonso, Vianey e Ivan, en verdad nunca olvidare una de las mejores etapas en mi vida y su compañía fue lo máximo. Arriba el CCH Oriente.

Y obviamente no por ser la última significa que sea la menos importante, pero la máxima casa de estudios siempre será la máxima casa de estudios; me refiero a la UNAM, a mi muy querida Facultad de Química en C.U. Gracias totales por formarme como profesionista, por tener a los mejores profesores y sobre todo por hacer esta etapa de mi vida dichosa y plena.

México, Pumas, Universidad, Goya, Goya!!!!

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos	3
Metodología	4
Capítulo 1: Aspectos generales de la producción de carne de bovino en México	5
1.1 Comercialización	8
1.2 Contexto Nacional	9
1.3 Estacionalidad	11
1.4 Entidades Productoras	12
1.5 Precio Medio Rural	13
1.6 Consumo Industrial	14
1.7 Consumo y Comercio Exterior	15
1.8 Exportaciones	16
1.9 Importaciones	17
Capítulo 2: Aspectos generales de la producción de carne de porcino en México	19
2.1 Contexto Nacional	21
2.2 Estadísticas	23
2.3 Estacionalidad	25
2.4 Entidades Productoras	26
2.5 Precio Medio Rural	27
2.6 Consumo Industrial	28
2.7 Comercio Exterior de Porcino Vivo	29
2.8 Consumo y Comercio Exterior de Carne	30
2.9 Exportaciones	31
2.10 Importaciones	33
Capítulo 3: Bienestar Animal	35
3.1 Nutrición y alimentación	39
3.2 Programa de salud y vacunación	41
3.3 Condiciones generales de corrales y manejo de animales	44
3.4 Transporte de Animales Productores de Carne	46
3.5 Recepción, Reposo y Ayuno	52

3.6 Estrés ante-mortem y sus alteraciones post-mortem en carne de bovino y porcino	55
3.7 Sacrificio del Ganado	58
3.8 Situaciones que pueden conducir al fracaso de Bienestar Animal en México	63
Capítulo 4: Evaluación de la canal	68
4.1 Transformación del músculo en la carne	70
4.2 Procesos fisiopatológicos de la miopía PSE y DFD	75
4.3 Parámetros físico-químicos que evalúan la calidad en la carne	77
Conclusiones y Sugerencias	82
Bibliografía	85

Índice de Imágenes.

Imagen 1: Principales razas de bovino producidas en México	6
Imagen 2: Producción de carne de bovino en México	8
Imagen 3: Producción de ganado en pie de bovino	10
Imagen 4: Producción de carne de canal de bovino	10
Imagen 5: TMAC del volumen y valor de producción de la carne en canal en México	11
Imagen 6: Producción mensual de carne de bovino	12
Imagen 7: Principales estados productores de carne en canal de bovinos	13
Imagen 8: Precio medio rural de la carne en pie y en canal de bovino en México	13
Imagen 9: Precio promedio de mercado del bovino en pie y en canal a nivel nacional	14
Imagen 10: Obtención de carne en canal, cortes y empaquetado de carne de bovino	15
Imagen 11: Consumo nacional aparente de carne de bovino en México	16
Imagen 12: Precios implícitos de las exportaciones de carne de bovino (US\$/TON)	17
Imagen 13: Importaciones de carne de bovino	18
Imagen 14: Unidades de ganado porcino y existencias por entidad	22
Imagen 15: Producción de porcino en pie	23

Imagen 16: Producción de carne en canal de porcino	24
Imagen 17: TMAC del volumen y valor de producción de la carne en canal en México	24
Imagen 18: Distribución porcentual mensual de la producción de carne de porcino en canal	25
Imagen 19: Producción de carne en canal de porcino en México	26
Imagen 20: Precio medio rural del ganado en pie y carne en canal de porcino en México	27
Imagen 21: Obtención de canales, cortes y empaquetado de carne de porcino	29
Imagen 22: Precios implícitos de las importaciones de porcino vivo en México	30
Imagen 23: Consumo nacional aparente de carne de porcino en México	31
Imagen 24: Exportaciones de carne de porcino	32
Imagen 25: Precios implícitos de las exportaciones de carne de porcino (US\$/TON)	33
Imagen 26: Precios implícitos de las importaciones de carne porcina (US\$/TON)	34
Imagen 27: Seguimiento de un programa de salud en establecimientos con el fin de mejorar las condiciones del animal	44
Imagen 28: Corrales que ofrecen lo esencial para el cuidado de los animales	44
Imagen 29: Como mover a los animales hacia el cepo en una manga recta	45
Imagen 30: Distracciones y estructuras mal diseñadas encontradas en corrales	46
Imagen 31: Factores estresantes comunes durante el transporte de cerdos	47
Imagen 32: Muerte de cerdo por escasa ventilación y largas horas de transporte	49
Imagen 33: Exceso en densidad de animales para su transporte a plantas faenadoras	50
Imagen 34: El baño en agua fría se traduce en una reducción de la velocidad de las transformaciones enzimáticas post-mortem, favoreciendo la calidad de la carne	53
Imagen 35: Cortes transversales de la canal bovina a nivel de la décima costilla mostrando el músculo <i>Longissimus thoracis</i> de color normal (a), leve oscuro (b) y oscuro (c)	57
Imagen 36: Máxima seguridad de noqueo con alta fijación de cabeza y cuello	61
Imagen 37: Aturdimiento eléctrico de cerdos	63
Imagen 38: Aspectos que refleja el BA	65
Imagen 39: Principales cambios de la transformación del músculo a carne	72
Imagen 40: Esquema general de proteólisis durante el proceso de carne a productos cárnicos	74
Imagen 41: Esquema general de lipólisis durante el procesamiento de carne a productos cárnicos	74
Imagen 42: Interconversión redox de los pigmentos de la carne	78

INTRODUCCIÓN.

La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano debido a su aporte en proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas y minerales. Provee de calorías procedentes fundamentalmente de su contenido de lípidos, pero su contribución vital a la dieta son las proteínas, vitaminas y ciertos minerales como hierro, zinc y fósforo.

Los atributos organolépticos son de gran importancia para el consumidor al momento de elegir un producto alimenticio, cuando se habla de la calidad de carne fresca, algunos de los atributos que el consumidor frecuentemente busca son la ternura, jugosidad y color. Estas propiedades están influenciadas por varios factores como la raza del animal, el manejo *ante-mortem* del mismo, los procesos de matanza, el manejo de las canales durante el almacenamiento *post-mortem*, las características intrínsecas del músculo y tejido conectivo, la intensidad de proteólisis *post-mortem* en las células musculares y la temperatura de cocción de la carne [Stetzer et al., 2008].

El incremento de la población humana en el mundo y los consecuentes requerimiento de consumo de alimentos han llevado en algunos casos a tal intensificación de la producción que se han visto restringidas varias de las libertades de los animales, en particular la posibilidad de vivir de acuerdo a su naturalidad, en la mayoría de las operaciones en las que se maneja ganado hay una fuerte interacción de tres elementos los cuales son: el componente humano, las instalaciones y el carácter del animal con el que se está trabajando [Warris, 2000]. El componente humano puede influir negativamente por falta de experiencia en el trato de los animales, rudeza, falta de información, negligencia, uso de picanas eléctricas y palos.

Por otra parte, cuando los animales son manejados de forma calmada; contemplando su comportamiento, haciendo uso de las buenas prácticas, cuidando su salud y bienestar, el personal que los maneja se ve beneficiado porque los riesgos de enfermedades zoonóticas son menores, se estresa menos realizando su trabajo y esta menos expuesto a sufrir accidentes laborales con los animales.

Con el presente trabajo se pretende dar a conocer la importancia del bienestar animal y el efecto que tiene sobre la calidad de la carne, conocer lo que hay detrás de todo el sistema de producción, desde su crianza, alimentación, transporte, recepción y sacrificio. No solo es analizar la carne química y/o sensorialmente sino también el generar conciencia del trato humanitario que se debe dar a los animales productores de carne, haciendo énfasis en el entrenamiento y la capacitación de todo el personal involucrado en la producción de carne y así garantizar, mejorar la eficiencia del proceso de producción y la calidad del producto, sin comprometer al medio ambiente y sin afectar las características de los sistemas extensivos.

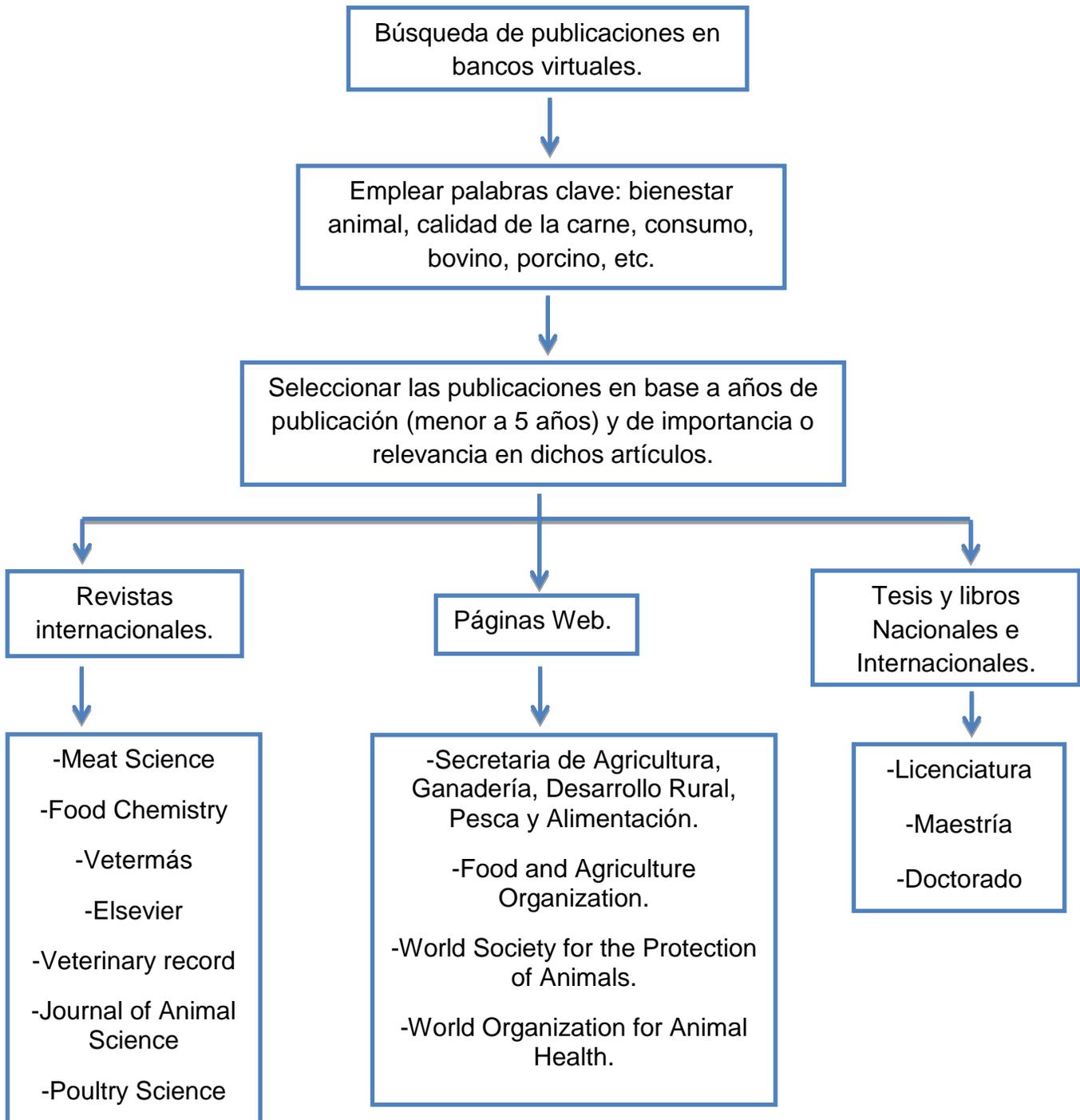
OBJETIVO GENERAL.

Dar a conocer los efectos del mal manejo en ganado bovino y porcino sobre la calidad de la carne y compararlos contra un sistema de producción bajo bienestar animal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Proporcionar un panorama del aumento en la producción de ganado porcino y bovino en México en los últimos años.
- Conocer la situación económica del país con respecto al consumo de animales productores de carne.
- Revisar los factores que ponen en riesgo el Bienestar Animal, y como repercuten en la calidad de la carne.
- Identificar los principales defectos que se generan en la carne y las posibles repercusiones sobre el desarrollo de productos cárnicos.

METODOLOGÍA.



CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES DE LA CARNE DE BOVINO EN MÉXICO.

CAPÍTULO 1.

ASPECTOS GENERALES DE LA CARNE DE BOVINO EN MÉXICO.

La carne de res es una de las más consumidas en nuestro país, por su sabor y contenido nutricional. Obtenida de los bovinos o bóvidos (*Bos taurus*, *Bos indicus*), que son animales vertebrados, mamíferos y ungulados. Rumiantes herbívoros, capaces de digerir hierbas, paja, forrajes, heno, etc. Entre los granos y forrajes comúnmente empleados para alimentar a las reses se encuentran la alfalfa, el sorgo, el maíz, la cebada, la avena y diversos pastos, entre otros. Pueden llegar a pesar cerca de una tonelada y medir dos metros desde sus pezuñas hasta la espalda. Estos animales sobreviven en un variado rango de climas, desde los desiertos a la tundra, así como en los bosques tropicales. [Financiera Rural, 2012].

La producción de carne de bovino en México se desarrolló bajo diferentes niveles tecnológicos, sistemas de manejo y finalidades de explotación, comprendiendo principalmente la producción de novillos para abasto, la cría de becerros para la exportación y la producción de pie de cría (Ver imagen 1).

Imagen 1. Principales razas de bovino producidas en México. Fuente: SIAP, 2012.

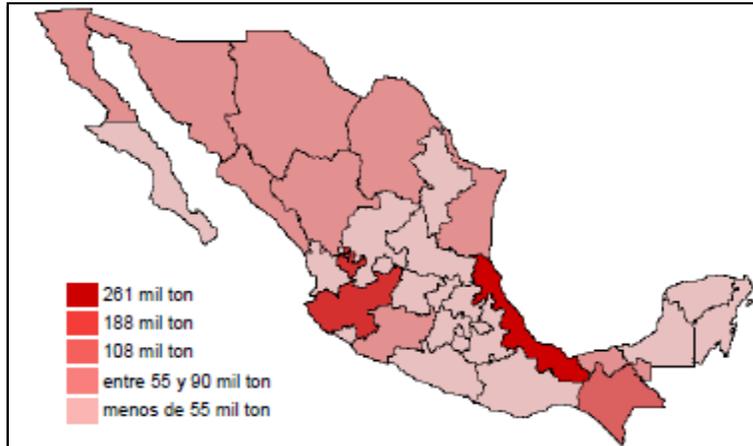


Existe una gran variedad de razas utilizadas para la obtención de carne, aproximadamente 30 en nuestro país, entre las más importantes encontramos a las siguientes: *Hereford*, *Charolais*, *Brahman*, *Nelore*, *Pardo Suizo Europeo*, *Indobrasil*, *Gir*, *Beefmaster*, *Simmental*, *Limousin*, *Brangus*, *Angus*, entre otras. Los sistemas productivos en nuestro país se encuentran relacionados con los factores climáticos de las diferentes regiones. Los sistemas básicos para la obtención de carne son el intensivo o engorda en corral y el extensivo o engorda en praderas y agostaderos, así como el semi-intensivo. Las principales regiones ganaderas en México, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Imagen 2), son:

- a) Región Árida y Semiárida: Baja California Norte y Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y parte de Tamaulipas y San Luis Potosí. Predominan las razas europeas puras como: *Hereford*, *Angus* y *Charolais*, se caracteriza por ser una región donde se desarrollan los sistemas de producción vaca-becerro y el de engorda en corral. Se basan casi exclusivamente en el pastoreo, y su producción se orienta a la cría de becerros y becerras para la exportación, o su engorda en corrales los sistemas en confinamiento son tecnificados y costosos.
- b) Región Templada: Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Distrito Federal. Predomina el ganado cruzado con razas europeas. Gran parte de las explotaciones son extensivas, sustentadas en el pastoreo durante la época de lluvias. El sistema que predomina es el de vaca-becerro, para consumo local o para su finalización en corrales de engorda. Realizándose la cría, desarrollo y engorda con sistemas de tipo extensivo.
- c) Región del Trópico Húmedo y Seco: Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Predominan las razas *cebuínas* y su cruce con europeas. Es una

zona natural proveedora de becerros para engorda y finalización en corrales, así como de carne en canal para el abasto del D.F. y área metropolitana. En esta región se aprovecha la abundante producción de forrajes debido a las características ecológicas de la zona, y se produce el ganado de doble propósito (carne y leche).

Imagen 2: Producción de carne de bovino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



1.1 Comercialización

Aproximadamente el 60% de la carne producida en el país se comercializa en forma de canal caliente, lo que afecta la calidad e inocuidad para el consumidor. La distribución de la carne ya sea en medias canales o cortes primarios, se efectúa principalmente por intermediarios (mayoristas o tablajeros) que adquieren su mercancía en rastros municipales o clandestinos, y en menor proporción a través de las cadenas de tiendas de autoservicio que son abastecidas por plantas Tipo Inspección Federal (TIF).

De lo anterior, se desprenden dos tipos de comercialización: Integrado, que se caracteriza por tener un estricto control sanitario y de calidad, en el cual participan los siguientes agentes: engordador o ganadero, plantas de sacrificio TIF, transportista y detallista; ofreciendo el producto al consumidor final. Y el tradicional, donde el productor trasporta sus animales al rastro municipal, pagando

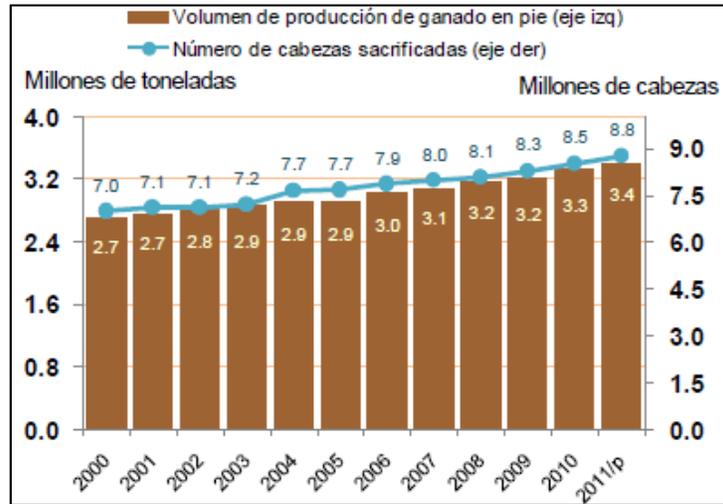
una cuota por la maquila del sacrificio, de ahí pasa al acopiador o introductor para que lo transporte a los lugares de consumo; por último, la carne en canal es expuesta para su venta en la percha, siendo transportadas a carnicerías o mercados públicos.

De acuerdo con información de la SAGARPA, en México existen alrededor de 1,151 rastros distribuidos en todo el país, en los cuales se sacrifican tanto bovinos como otras especies animales. El 59.3% de ellos corresponde a rastros TIF, el 32.3% corresponde a rastros municipales y el 8.4% corresponde privados. [SIAP y SAGARPA, 2012]

1.2 Contexto Nacional

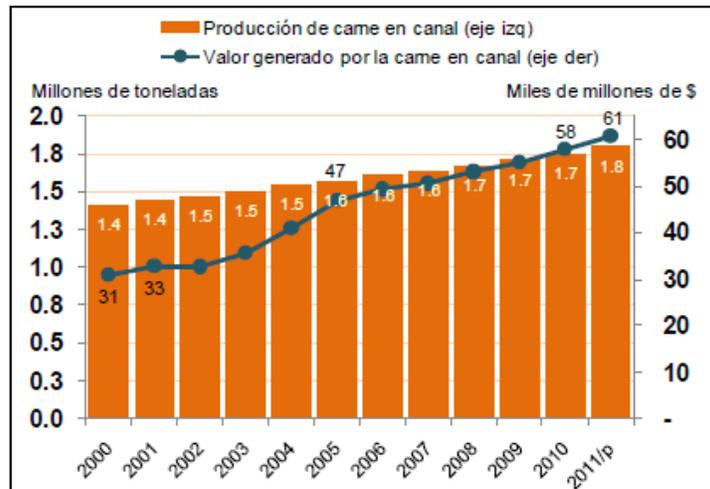
En México, la ganadería bovina es una de las principales actividades agropecuarias, relevante por la variedad de productos obtenidos, como carne y leche. De acuerdo con el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de 2007, en México existen alrededor de 1.13 millones de unidades de producción de ganado bovino, 10.3% ubicadas en Veracruz, 7.7% en Chiapas, 7.4% en Oaxaca, 6.5% en Guerrero, 6.1% en el Estado de México, 5.5% en Jalisco y el resto en las demás entidades del país. Alrededor del 60% de estas unidades tienen como actividad principal el desarrollo o engorda de bovino. En la imagen 3, se observa la existencia aproximada de ganado bovino que oscila entre los 30 millones de cabezas. Entre 8 y 9 millones son sacrificadas anualmente para la producción de carne. Cada una con un peso promedio alrededor de 205 kg.

Imagen 3: Producción de ganado en pie de bovino. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2011.



Entre el año 2005 y 2010, la producción de ganado en pie de bovino en México se incrementó a una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 2.8%, alcanzando así los 3.3 millones de toneladas en 2010, con un valor de 59,251 millones de pesos. Se estima que en 2011 llegó a 3.4 millones, un 2.2% de crecimiento respecto al año previo, con un valor de 61,946 millones de pesos (Ver imagen 4).

Imagen 4: Producción de carne de canal de bovino. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2011.

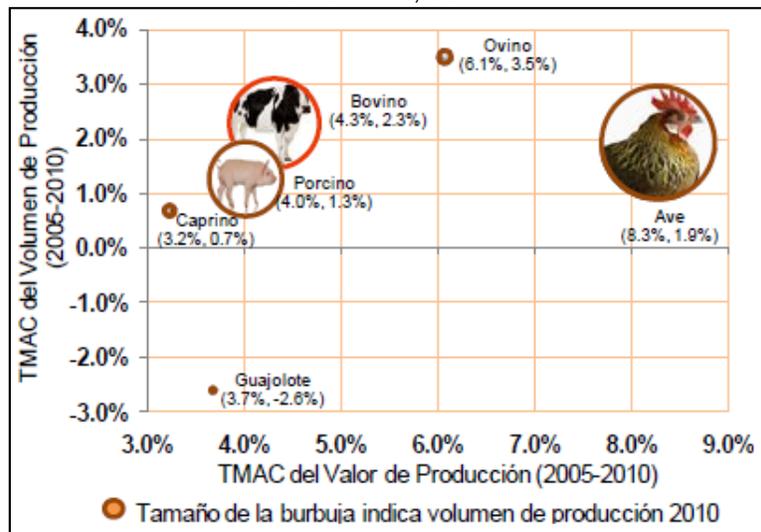


Por su parte, la carne en canal aumentó en cinco años a una TMAC de 2.3%, alcanzando 1.74 millones de toneladas en 2010, con un valor de 57,954 millones de pesos. Para 2011 se estima que la producción alcanzó 1.8 millones de toneladas, lo que significa un crecimiento de 3.1% respecto al año anterior.

Se considera que el valor generado se ubicó en 60,761 millones de pesos. (Imagen 5).

Es importante comentar que la carne de bovino es la segunda con mayor producción nacional después de la carne de ave en nuestro país, con una participación de 30.5% en la producción total de carne en canal en México, así como del 35.3% del valor generado. Así mismo, contribuye el 9.2% del volumen de alimento producido en el sector pecuario nacional y el 23% del valor total pecuario.

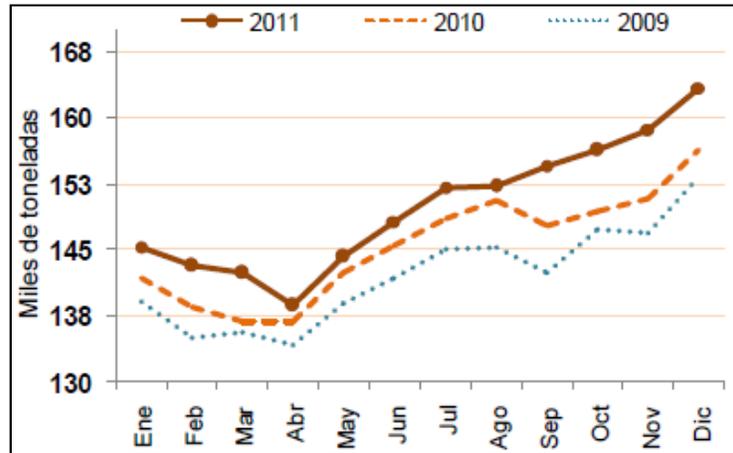
Imagen 5. TMAC del volumen y valor de producción de la carne en canal en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2010.



1.3 Estacionalidad

La producción de carne de bovino en nuestro país se encuentra influenciada por las condiciones climáticas regionales, por lo que existe una alta estacionalidad.

Imagen 6. Producción mensual de carne de bovino. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2011.



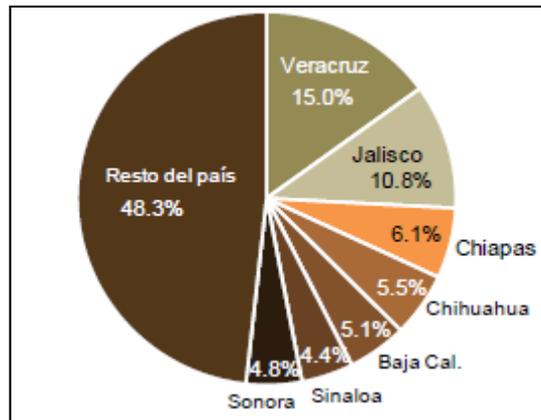
En la imagen 6, el volumen de producción más alto se presenta entre octubre y diciembre de cada año, debido a la abundancia de forrajes, así como al patrón de consumo más alto en esas fechas, debido a las fiestas decembrinas. Por su parte, en el mes de abril, se encontró el mínimo de producción del año, que coincide debido a la época de cuaresma.

1.4 Entidades productoras

Veracruz, Jalisco, Chiapas, Chihuahua, Baja California, Sinaloa y Sonora aportan en su conjunto el 51.7% de la carne de bovino producida en México. El 48.3% adicional se divide en prácticamente todas las entidades del país (Imagen 7).

De los estados productores anteriormente indicados, Chihuahua, Veracruz y Baja California presentaron las tasas de crecimiento anuales más altas entre 2005 y 2010, alcanzando así 4.9%, 4.1% y 4.0%, respectivamente. Las entidades restantes presentaron tasas entre el 1.3% y 1.7%.

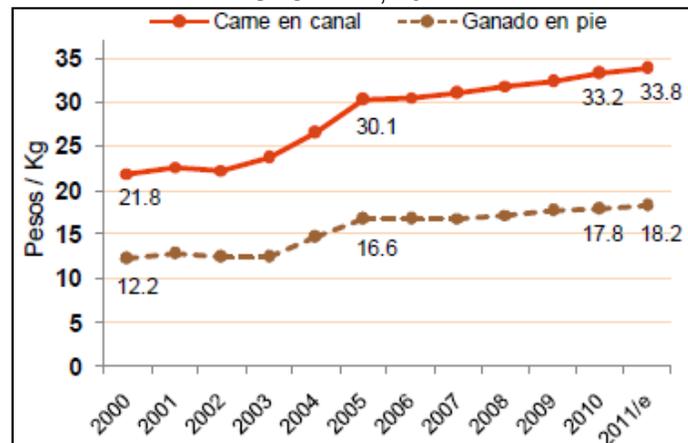
Imagen 7. Principales estados productores de carne en canal de bovino. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



1.5 Precio Medio Rural

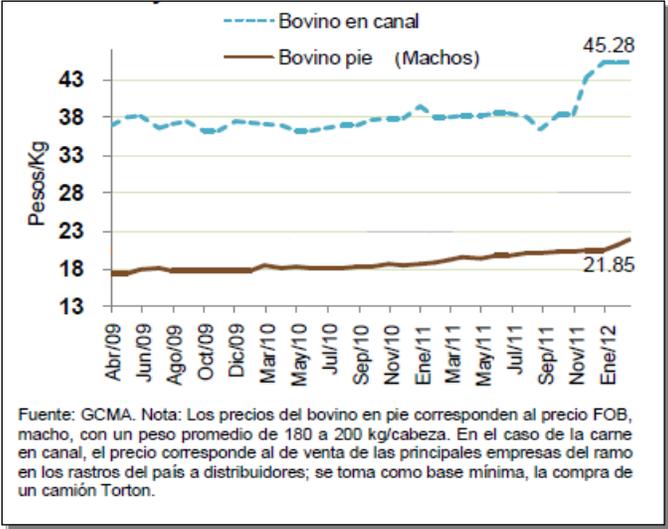
De acuerdo con SAGARPA, la carne de bovino es el eje ordenador de la demanda y de los precios de las demás carnes producidas en el país, principalmente de la carne de pollo, ya que se dice que existe una relación estrecha de disponibilidad y precio entre ellas. Basándonos en la imagen 8, el precio medio rural del bovino ha tenido un crecimiento constante en los últimos diez años, debido en buena medida al incremento en el precio de los granos, que constituyen parte de los insumos alimenticios. Sin embargo, este incremento no ha sido en la misma proporción que el mostrado por los granos, lo que ha llevado a una disminución del margen de ganancia de los productores.

Imagen 8. Precio medio rural de la carne en pie y en canal de bovino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2011.



Como se observa en la imagen 8, en 2010, el precio en pie de bovino alcanzó \$17.8 por kg y el precio de la carne en canal alcanzó \$33.2 por kg, existiendo un margen cercano al 84% entre ambos, lo que muestra el valor agregado en el proceso. Se estima que para 2011 el precio alcanzó \$18.2 y \$33.8, respectivamente (Imagen 9).

Imagen 9: Precio promedio de mercado del bovino en pie y en canal a nivel nacional. Fuente: GCMA, 2012.

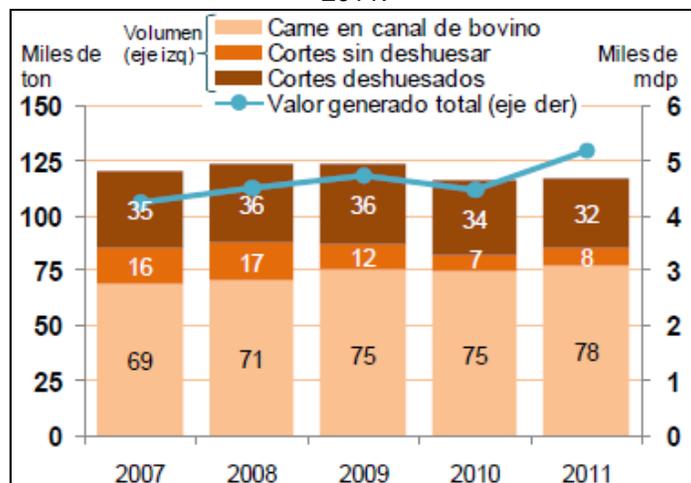


1.6 Consumo Industrial

De acuerdo con SAGARPA, México cuenta con plantas TIF para sacrificio de bovinos y otras especies de animales. Algunas de ellas se encuentran acreditadas por el United States Department of Agriculture / Food Safety and Inspection Service (USDA/FSIS), lo que permite la exportación. Este tipo de rastros mantienen una estricta inspección sanitaria, las mejores prácticas de insensibilización antes del sacrificio y la cadena de frío presente durante el procesamiento y transporte de la carne, lo que mantiene su calidad. De acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (Imagen 10), en 2011, alrededor de 31,380 millones de pesos fueron generados en nuestro país por la matanza de ganado, aves y otros animales comestibles y 13,353 millones de

pesos por el corte y empackado de carne. Estos rubros representan el 4.0% y 1.7% del valor producido en la industria alimentaria.

Imagen 10: Obtención de carne en canal y cortes y empackado de carne de bovino. Fuente: INEGI, 2011.



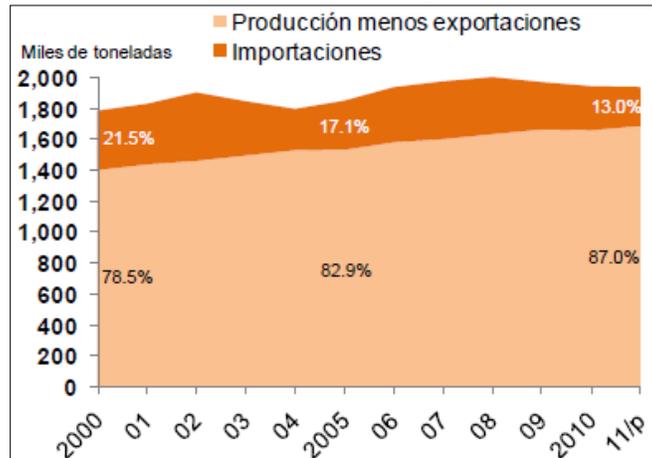
En el caso de la matanza de bovino, los cortes en canal representan el 10.4% del valor generado en la matanza total de animales, que en 2011 alcanzó 3,259 millones de pesos, con un volumen de 77,606 toneladas. Los cortes en canal de bovino mostraron entre el año 2007 y 2011 un crecimiento promedio anual del 2.8% y 11.1%, en el volumen y valor producido respectivamente.

En el caso de los cortes y empackado, el 14.6% corresponde a carne deshuesada o no de bovino alcanzando los 39,807 toneladas con un valor de 1,943 millones de pesos.

1.7 Consumo y Comercio Exterior

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), los hogares mexicanos destinaron 22.7% de su gasto a la alimentación. De éste gasto, uno de cada tres pesos es utilizado para comprar productos pecuarios (carne de ave, guajolote, porcino, bovino, ovino, caprino). En México se consumen alrededor de 1.9 millones de toneladas anuales de carne de bovino, lo que significa un consumo per cápita cercano a los 17 kg por habitante.

Imagen 11: Consumo nacional aparente de carne de bovino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI Y S. Economía, 2011.



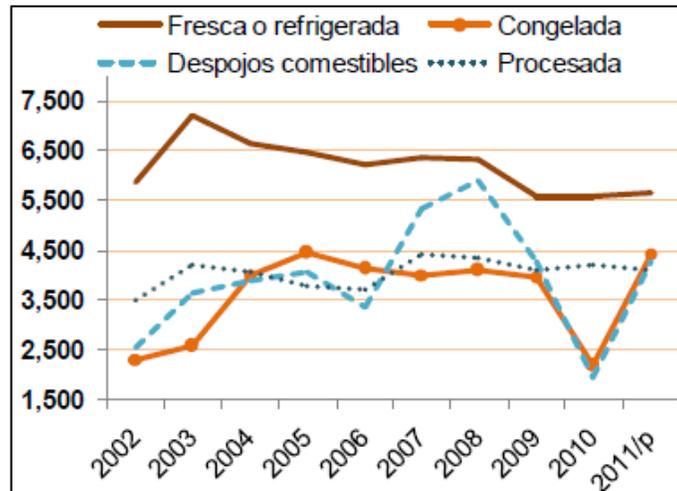
El consumo aparente de carne de bovino ha tenido un crecimiento de 4.1% entre el año 2005 y 2011 y se conforma principalmente por producción nacional, ya que solo un 13% de ella se importa, demostrando la soberanía y fortaleza de nuestro país en esta actividad pecuaria (Ver imagen 11).

1.8 Exportaciones

Entre el año 2005 y 2011, el volumen y valor de la carne de bovino exportada se incrementó 28% anualmente, demostrando el gran dinamismo del sector. Ya que para el año 2011 se incrementó en 31.7% respecto al año anterior, alcanzando 113 mil toneladas, con un valor de 570 millones de dólares. En el año 2011, el 50% del volumen de la carne exportada correspondió a carne fresca o refrigerada, el 42% a carne congelada, el 7% a despojos comestibles y el 1% a carne procesada.

El principal destino de las exportaciones mexicanas durante el año 2011 fue Estados Unidos, con una participación en el valor de las mismas de 58%, Rusia participó con el 20%, Japón con el 16%, Corea con el 3% y Angola con el 2%. El restante 1%, se exportó a otros doce países (Imagen 12).

Imagen 12: Precios implícitos de las exportaciones de carne de bovino (US\$/TON). Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI Y S. Economía, 2011.



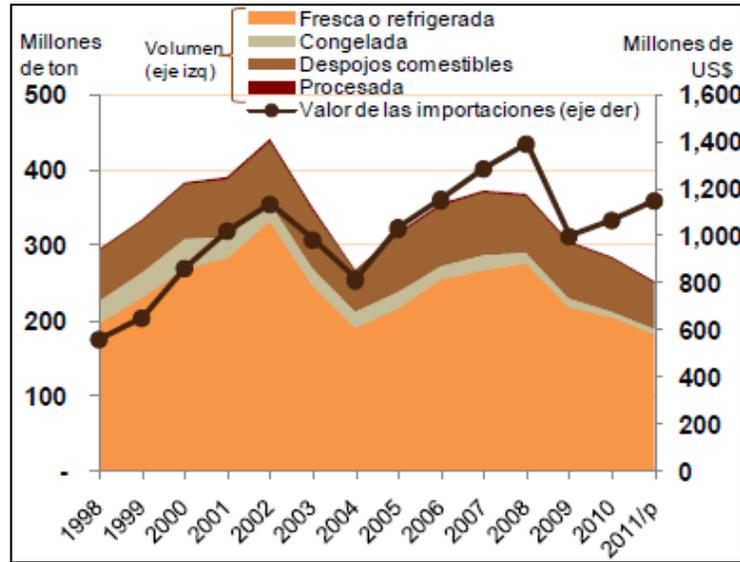
El precio implícito de las exportaciones es mayor en la carne fresca o refrigerada que en los demás rubros de carne exportada y alcanzó US\$5,655 por tonelada en 2011, en tanto que el precio de la carne congelada alcanzó US\$4,429 por tonelada, un 28% menor al de la carne fresca.

1.9 Importaciones

El volumen de carne importada de bovino disminuyó constantemente en los últimos años. La variación media anual fue de -3.8% entre el año 2005 y 2011. Sin embargo, el valor se incrementó a una tasa media anual de 1.8% en ese periodo, lo que mostró el encarecimiento de este producto internacionalmente.

Para el año 2011 el volumen importado decreció 11.5% respecto al año anterior, alcanzando 251 mil toneladas, con un valor de 1,148 millones de dólares. El 72% del volumen de la carne importada correspondió en el año 2011 a carne fresca o refrigerada, el 2% a carne congelada, el 25% a despojos comestibles y el 1% a carne procesada. Ver imagen 13

Imagen 13: Importaciones de carne de bovino. Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI Y S. Economía, 2011.



La carne fresca presentó una disminución cerca de 16% en el volumen de importación entre el año 2005 y 2011, aunque ha aumentado en términos de valor en un 10%. Existe una disminución en el volumen de importación de carne congelada de 70%, aunque su valor se incrementó en 50%. Por su parte, los despojos comestibles presentaron una variación negativa de 19% en términos de volumen en el periodo indicado.

Por último, el volumen de importación de carne procesada disminuyó 20%, con una pérdida de valor del 9%. Estados Unidos fue el principal proveedor de carne de bovino en México, con una participación en el valor de 84%, mientras que Canadá participó con el 14%. El restante 2%, se importó de diez países más, como Nicaragua, Australia y Costa Rica.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE PORCINO EN MÉXICO.

CAPÍTULO 2.

ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE PORCINO EN MÉXICO

El cerdo o porcino se cría en casi todo el mundo, principalmente como fuente de alimento, por su alto valor alimenticio, alto en proteínas y por su exquisito sabor. Los cerdos están adaptados y desarrollados para la producción de carne, dado que crecen y maduran con rapidez, tienen un periodo de gestación corto, de unos 114 días, y pueden tener camadas muy numerosas. Son omnívoros y consumen una gran variedad de alimentos. Como fuente de alimento, convierten los cereales, como el maíz, el sorgo, y las leguminosas, como la soya, en carne. Además de la carne, del cerdo también se aprovechan el cuero (piel de cerdo) para hacer maletas, calzado y guantes, e incluso en México ésta es consumida en forma de chicharrón (piel frita); las cerdas de la piel del animal, se utilizan para confeccionar cepillos. Son también fuente primaria de grasa comestible, aunque, en la actualidad, se prefieren las razas que producen carne magra. Además, proporcionan materia prima para la elaboración de embutidos como el jamón, salchichas y chorizo. En México, la producción de carne de cerdo no se realiza con animales de razas puras, sino con las cruces de éstas, llamadas hibridaciones; entre las principales razas que sirven para ello están: *Duroc*, *Landrace*, *Hampshire*, *Chester White*, *Yorkshire*, y *Pietrain*. Los cerdos son alojados en diferentes tipos de instalaciones de acuerdo con el sistema de producción en que se les explota:

- 1) Instalaciones tecnificadas: Los porcinos son criados en granjas generalmente grandes que pueden llegar a tener hasta 100,000 cerdos de diferentes edades, están ubicados en instalaciones donde casi todo es automático, además de que utilizan lo último en tecnología para su producción. Generalmente los animales producidos en este sistema van a

los mercados de las grandes ciudades como Guadalajara y el Distrito Federal, entre otras.

- 2) Instalaciones tradicionales o semitecnificadas: Los cerdos son criados en explotaciones de diferente tamaño, donde se tienen desde 100 animales en adelante y su objetivo es la venta del ganado para abasto. A diferencia de las instalaciones tecnificadas, estas instalaciones son tradicionales y no usan lo último que hay en tecnología para esta especie. Este tipo de producción se realiza principalmente en los estados del centro del país como Guanajuato, Michoacán, Jalisco y el Estado de México.
- 3) Traspatio, sistema rural o de autoabastecimiento: Los porcinos que se producen en traspatio, también denominado sistema rural o de autoabastecimiento generalmente son mantenidos en corrales rústicos contruidos sin tecnología alguna con materiales de la región. Este tipo de producción se da principalmente en las zonas rurales de nuestro país y son explotaciones de pocos animales, en la mayoría de los casos no pasan de 10 [Financiera Rural, 2012].

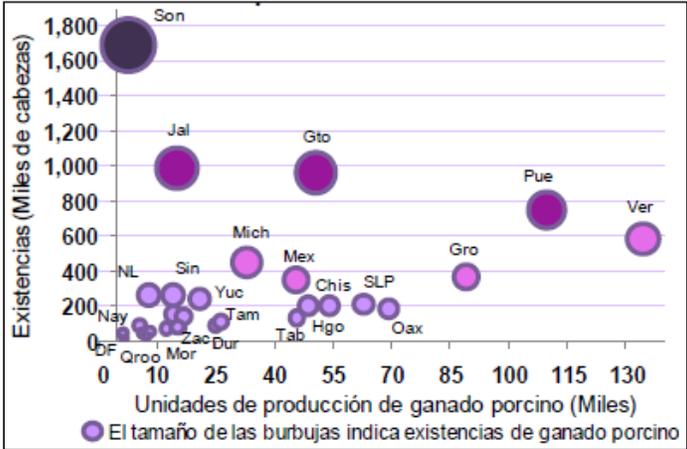
2.1 Contexto Nacional

Censo Agropecuario 2007 (INEGI): De acuerdo con el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, en México se contabilizaron más de 979 mil unidades de producción de ganado porcino, distribuidas en todas las entidades del país. El 58.2% de estas unidades se concentró en siete estados: 13.7% en Veracruz, 11.2% en Puebla, 9.1% en Guerrero, 7.1% en Oaxaca, 6.4% en San Luis Potosí, 5.5% en Chiapas y 5.2% en Guanajuato.

No obstante a lo anterior, el mayor número de existencias de ganado, contabilizadas en 9 millones de cabezas, no corresponde a las entidades con

mayor número de unidades. El 18.8% de las existencias corresponden a Sonora, que solo cuenta con 0.3% de las unidades del país; el 11.0% se encontró en Jalisco, que solo concentra el 1.6% de las unidades; un 10.7% correspondieron a Guanajuato, que participa con el 5.2% de las unidades; 8.3% de las existencias se localizó en Puebla, que mantiene el 11.2% de las unidades; y el 6.5% de las existencias correspondió a Veracruz, que es la entidad con mayor participación en las unidades del país, 13.7%. Ver imagen 14

Imagen 14: Unidades de ganado porcino y existencias por entidad. Fuente: Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, INEGI, 2007



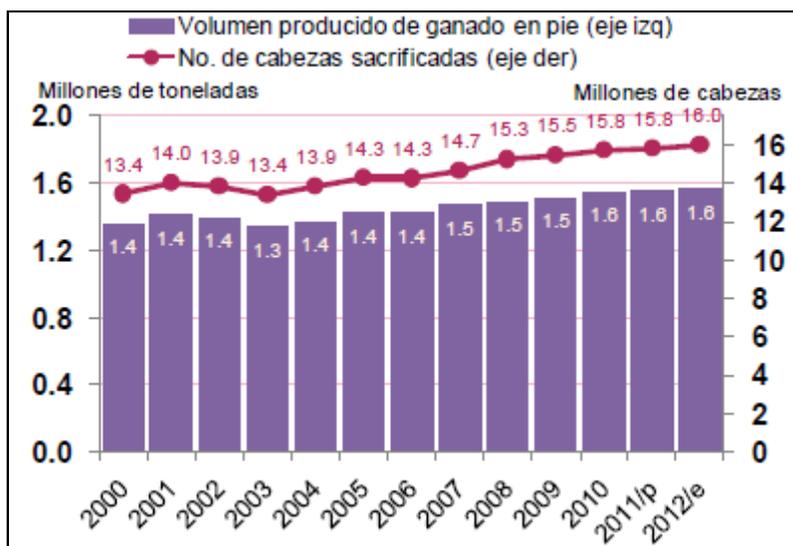
De estas unidades de producción de porcinos, un 59.3% se dedica a la engorda y mantiene el 55.8% de las existencias de ganado. Un 15.8% cuenta con lechones (cerdos menores a 8 semanas), con un 23.1% de la participación de existencias. El 15.8% de unidades mantiene vientres, con un 11.9% de las existencias. Asimismo, el 10.3% de unidades cuenta con sementales, que participan con el 3.5% de las existencias. Es también importante señalar que el 22.9% de las unidades se encuentran en las viviendas de los productores y participan con el 4.5% de las existencias totales.

2.2 Estadísticas

La cantidad producida de cerdo en pie ha disminuido desde los años ochenta, al igual que las existencias, lo que se debe a la competencia con otro tipo de proteínas, principalmente la carne de pollo, que tiene un menor precio.

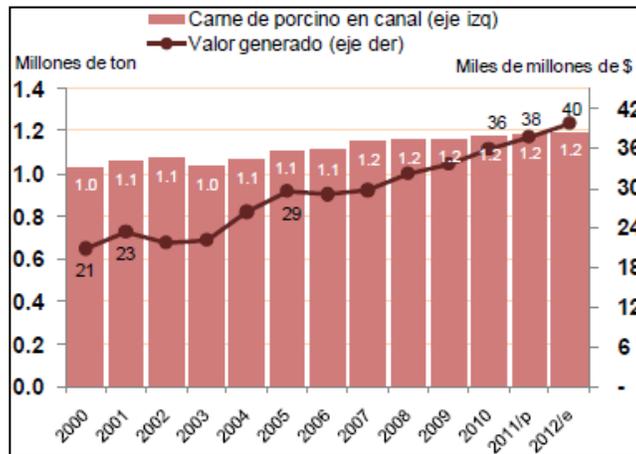
Si bien el sacrificio y volumen de producción de cerdo en pie ha disminuido desde los años ochenta, se incrementó entre el año 2000 y 2010 en 17.2% y 14.1%, respectivamente, al pasar de 13.4 a 15.8 millones de cabezas sacrificadas, esto es, de 1.4 a 1.6 millones de toneladas de cerdo en pie. Por su parte, el valor de producción aumentó de 16,338 a 28,856 millones de pesos, es decir, alrededor de un 80%. En 2011, el volumen de producción en pie aumentó en únicamente 0.2% y para 2012 se estima que crecerá cerca de 0.9%, con un incremento del valor anual generado de 7.1% entre esos años (Ver imagen 15).

Imagen 15: Producción de porcino en pie. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



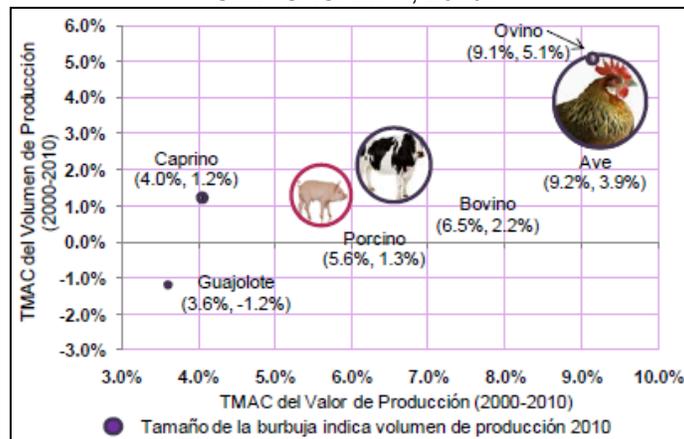
La carne en canal de cerdo en nuestro país representa un 76% del peso del cerdo en pie. Entre 2000 y 2010, la producción de carne en canal mostró una TMAC de 1.3%, ubicándose en 2010 en 1.2 millones de toneladas, con un valor de 35,840 millones de pesos (Ver imagen 16). Cifras preliminares indican que en 2011, la producción de carne se incrementó cerca de 0.7%, respecto a 2010, en tanto, en 2012 se espera que el incremento alcance 0.9%.

Imagen 16: Producción de carne en canal de porcino. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



En 2010, la carne de porcino tuvo una participación de 20.5% en la producción de carne en canal en el país, adjudicándose el tercer lugar, superada sólo por la carne de pollo y de bovino. En lo que al valor de producción se refiere, la carne de porcino aporta el 21.8% al total nacional. Entre 2000 y 2010, el volumen de producción de carne de porcino en canal se incrementó en 1.3% anual, mientras que su valor incrementó en 5.6%; ocupando el cuarto lugar entre los productos cárnicos más dinámicos y, superado por el crecimiento en el volumen y valor de producción de la carne de pollo o ave (3.9%, 9.2%), de bovino (2.2%, 6.5%) y ovino (5.1%, 9.1%). Ver imagen 17

Imagen 17: TMAC del volumen y valor de producción de la carne en canal en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2010.

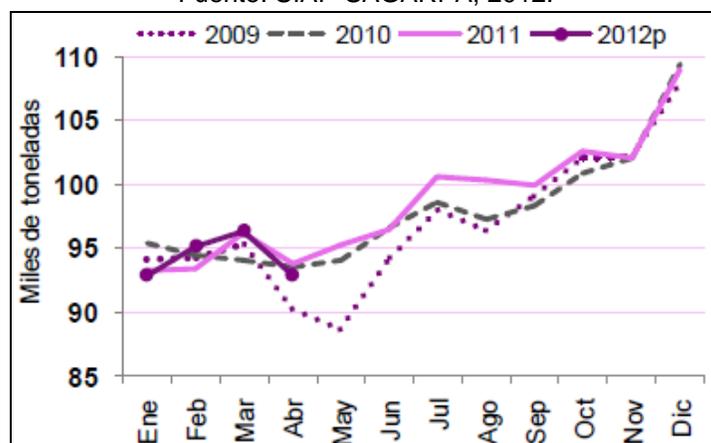


2.3 Estacionalidad

Aunque en menor medida que otras especies ganaderas, la porcicultura muestra una estacionalidad motivada principalmente por efectos del mercado. La variación de la demanda se debe a la variación del poder adquisitivo de la población y a los hábitos de consumo de carne de cerdo derivado de las costumbres y tradiciones.

En los primeros dos meses del año la demanda del producto es baja (Ver imagen 18), como consecuencia de los gastos efectuados en el mes de diciembre del año anterior. Entre marzo y abril la demanda cae aún más debido al periodo de cuaresma. Posteriormente, la demanda se incrementa hasta alcanzar su máximo nivel a finales de año, época en donde se pagan los mayores precios al productor.

Imagen 18: Distribución porcentual mensual de la producción de carne de porcino en canal.
Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



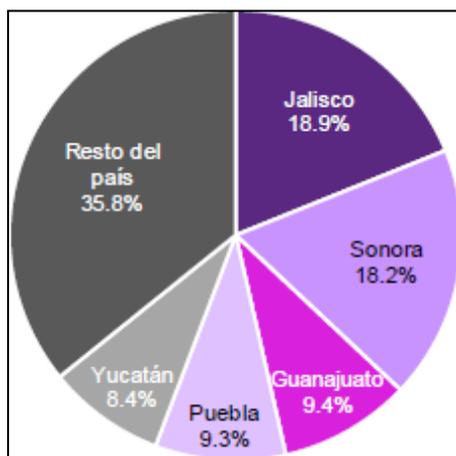
Cabe destacar que se registró una caída importante en la producción de carne de porcino en canal entre los meses de abril y mayo de 2009, ocasionada por la epidemia de influenza AH1N1 en nuestro país, conocida como “influenza porcina”. Esta epidemia desató temores entre la población, la cual evitó el consumo de cerdo, a pesar de que la Secretaría de Salud descartó que el contagio pudiera propagarse a través del consumo de esta carne.

2.4 Entidades productoras

La producción de carne de porcino en canal se concentra prácticamente en dos estados de la República: Jalisco y Sonora, que tienen una participación en la producción nacional de 18.9% y 18.2%, respectivamente. El primer estado abastece al mercado nacional, mientras que el segundo orienta su producción principalmente hacia la exportación. Entre otras entidades sobresalientes encontramos a Guanajuato (9.4%), Puebla (9.3%) y Yucatán (8.4%). El 35.8% restante de la producción la conforman los demás estados del país.

En relación al precio, es importante comentar que, de acuerdo con SAGARPA, la presión del comercio minorista por mantener precios competitivos en carne de porcino; ante la mayor competencia de importaciones, de sustitutos de carne de pollo y altos costos en producción (principalmente de granos como: maíz, trigo y la soya utilizada como concentrado proteínico en pasta), ha inducido en los últimos años importantes bajas en la rentabilidad e incluso pérdidas en el sector productivo primario (Imagen 19).

Imagen 19: Producción de carne en canal de porcino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.



Estas afectaciones en el margen de ganancia han impactado de diferente forma a los diferentes estratos de productores, ocasionando en algunos casos la descapitalización de las granjas y endeudamiento, lo que para los estratos no integrados ha significado el cierre de sus granjas, mientras que para aquellos

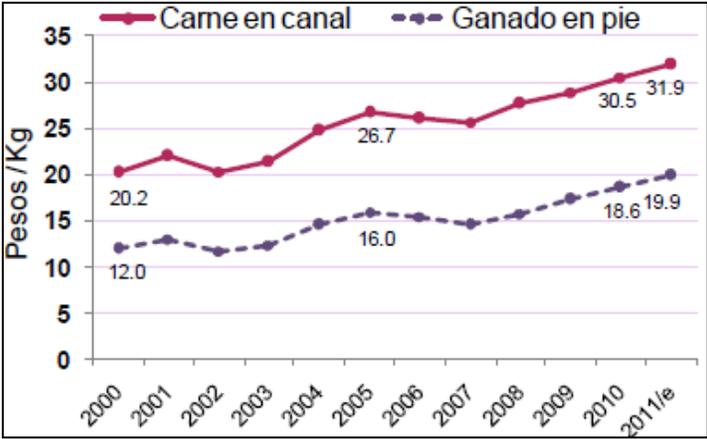
productores tecnificados integrados sólo ha afectado en la pérdida de su rentabilidad.

2.5 Precio Medio Rural

Entre los años 2000 y 2010, la tendencia del precio pagado al productor de porcino ha sido creciente, impulsada en gran parte por el incremento en el precio de los granos (sorgo, maíz, trigo) y oleaginosas (soya), utilizados como insumos alimenticios, que representan hasta el 70% del costo de producción.

En 2010, el precio del porcino en pie se ubicó en \$18.6 por kg, mientras que la carne en canal se cotizó en \$30.5 por kg. El margen entre ambos precios (\$11.9) representa el 64% del precio del ganado en pie. En 2011, el precio del ganado en pie alcanzó \$19.9 y el de la carne en canal \$31.9 por kg (Imagen 20).

Imagen 20: Precio medio rural del ganado en pie y carne en canal de porcino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, 2011.



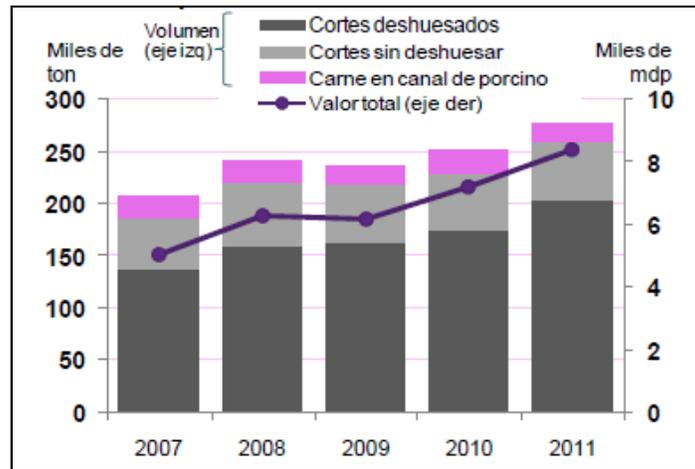
2.6 Consumo Industrial

De acuerdo con SAGARPA, la carne de porcino es la que en mayor medida se destina a la industrialización, para la elaboración de carnes frías, embutidos y preparación de mantecas. El consumo de carne por parte de este sector industrial se estima en 15% de la producción total nacional de la carne de porcino. Datos de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) revelaron que, en 2011, la matanza de ganado porcino produjo 17,725 toneladas de carne en canal, cuyo valor generado fue de 540 millones de pesos, cifra que representó el 1.7% del valor total de la matanza de ganado.

En la imagen 21, se aprecia que en 2011 el corte y empacado de carne de porcino superó las 260 mil toneladas, 21% correspondió a cortes sin deshuesar y el 79% restante a cortes deshuesados. El valor del corte y empacado ascendió a 7,838 millones de pesos, de los que 29% fueron generados por los cortes sin deshuesar y 71% por los cortes deshuesados. El corte y empacado de carne de porcino constituyó cerca del 59% del valor total de corte y empacado de carne de ganado, aves y otros animales comestibles (13,353 mdp).

Es importante resaltar que, entre 2007 y 2011, el volumen de producción de los cortes de carne de porcino se incrementó a una tasa promedio anual de 8.8%; mientras que la carne en canal disminuyó a un ritmo de 5.0%, en ese mismo periodo. Lo que indicó una búsqueda de mayor agregación de valor en la cadena de porcino por parte de los productores.

Imagen 21: Obtención de canales, cortes y empacado de carne de porcino. Fuente: INEGI, 2011.



2.7 Comercio Exterior de Porcino Vivo

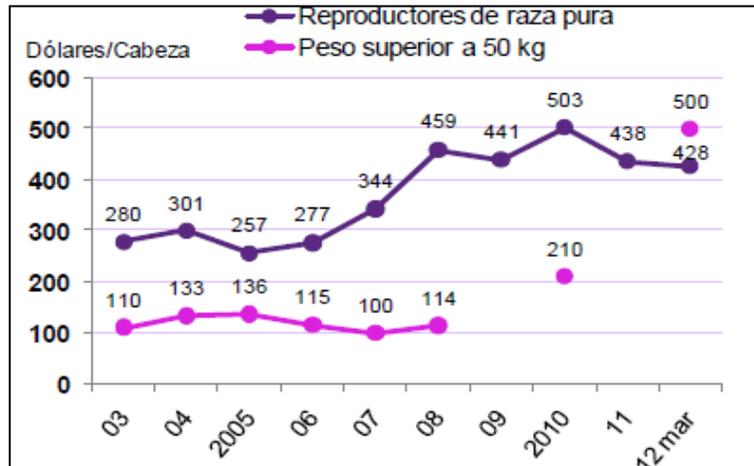
México es un importador neto de porcino vivo, aunque estas importaciones decrecieron drásticamente en los últimos años. Las importaciones en el año 2006 alcanzaron 196,391 cabezas, con un valor de 25.9 millones de dólares, sin embargo, para el año 2011 únicamente se importó un 6% del volumen importado, representando 11,528 cabezas con un valor de 5 millones de dólares. Ocurriendo una disminución de 94% en el volumen y de 81% en el valor de las importaciones.

Aunque aún se continúan importándose reproductores de raza pura en nuestro país, esta fracción también ha decrecido en volumen y valor importado. Ya que mientras en 2006 alcanzó 22,329 cabezas con un valor de 5.5 millones de dólares, para 2011 se ubicó en 11,528 cabezas con un valor de 5 millones de dólares, mostrando una disminución de 48% en volumen y de 19% en valor de importaciones.

Por otra parte los precios implícitos de las importaciones de porcino vivo, las cuales sufrieron un comportamiento ascendente. El precio de los reproductores de raza se encontró en 2011 en US\$438 por cabeza, lo que representa un incremento

de 58% desde el año 2006. Para el primer trimestre de 2012 el precio disminuyó a US\$428 por cabeza.

Imagen 22: Precios implícitos de las importaciones de porcino vivo en México. Fuente: S. Economía, 2012.

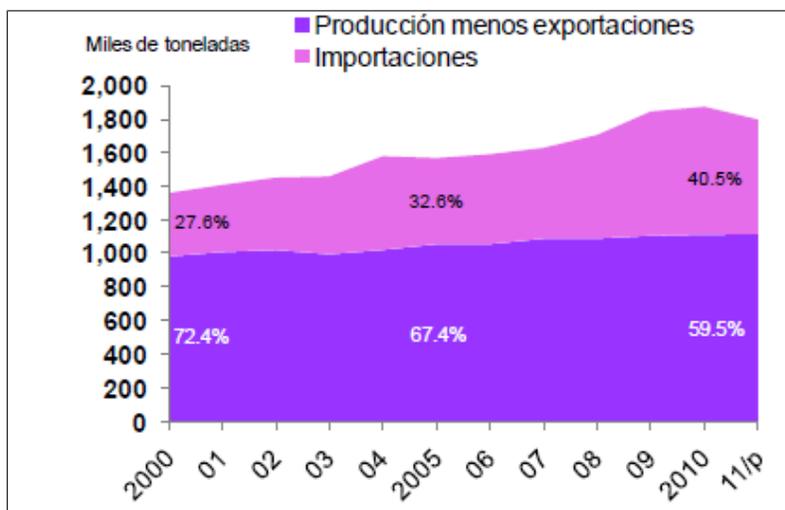


En el caso de porcino vivo superior a 50 kg, el precio entre 2006 y 2010 se incrementó en 83%, alcanzando US\$210 por cabeza en 2010. Para el primer trimestre de 2012 el precio se incrementó a más del doble, alcanzando US\$500 por cabeza, aunque es importante tomar en cuenta que esta variación puede estar dada por el tipo de raza importada y que éste primer trimestre sólo se ha importado una cabeza de porcino vivo con peso superior a 50 kg (Ver imagen 22).

2.8 Consumo y Comercio Exterior de Carne

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), el gasto de los hogares en carne de porcino y sus subproductos representa el 28.7% del gasto que se realiza en carne de manera general. Dentro de esta categoría, los productos más demandados son el jamón, con una participación de 22.6%, seguido del bistec, pulpa, trozo y molida con el 17.1% (Ver imagen 23).

Imagen 23: Consumo nacional aparente de carne de porcino en México. Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI y S. Economía, 2011.

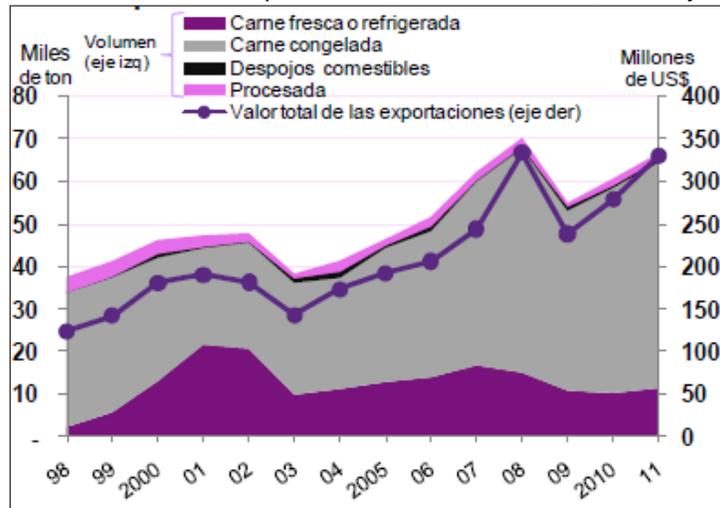


En 2010, se consumieron en el país cerca de 1.9 millones de toneladas de carne de porcino, lo que significó un consumo per cápita de 16.7 kg. En 2011, el consumo nacional aparente disminuyó alrededor de 4.1%, para ubicarse en 1.8 millones de toneladas, lo que implicó un consumo de 15.7 kg por habitante. Mientras que en el año 2000, el 27.6% del consumo nacional provino de las importaciones, en 2010 esta participación aumentó hasta ubicarse en 40.5%. y en 2011, las importaciones aportaron el 37.8% del consumo nacional aparente.

2.9 Exportaciones

En el periodo 2000-2011, el volumen de las exportaciones de carne de porcino se incrementó 44.3%, al pasar de 46 mil a 67 mil toneladas; es decir, se incrementaron a un ritmo de 3.4% anual. En ese mismo periodo, el valor de las exportaciones aumentó 83.2%, para ubicarse en 331 millones de dólares en 2011. Cerca de 80% de la carne exportada en 2011 correspondió a carne congelada, la carne fresca o refrigerada aportó 16.9%, la procesada 2.2% y los despojos 1.4%. Ver imagen 24.

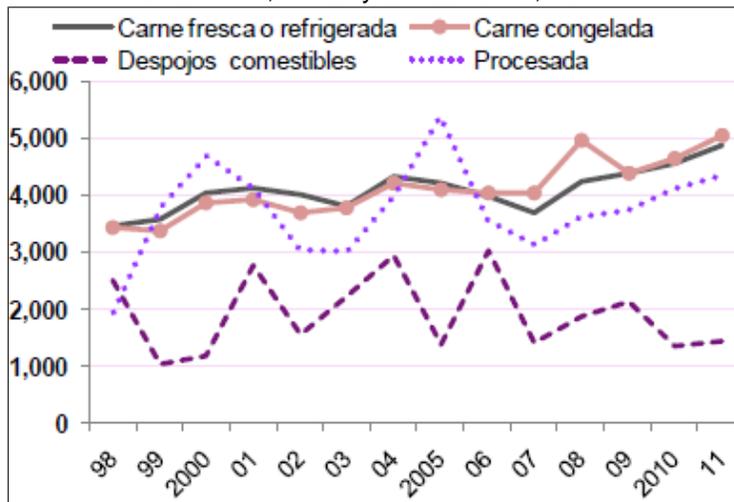
Imagen 24: Exportaciones de carne de porcino. Fuente: SAGARPA, INEGI y S. Economía, 2011.



Entre los años 2000 y 2011, las exportaciones de carne congelada mostraron un ritmo anual de crecimiento de 5.6%. Por el contrario, las ventas de carne procesada disminuyeron 7.0% anualmente, y las de carne fresca o refrigerada y despojos lo hicieron a un ritmo anual de 1.2%. En 2011, el 99.6% de las exportaciones de carne de porcino realizadas por nuestro país tuvieron como destino tres países: Japón (70.7%), Corea del Sur (15.8%) y Estados Unidos (13.2%). 14 países más contribuyeron con el 0.4% restante.

La tendencia del precio implícito de las exportaciones de carne congelada y carne fresca o refrigerada ha sido creciente. La imagen 25 muestra que en 2011 el primer producto se cotizó en US\$5,042 por tonelada y el segundo en US\$4,868. En contraste, el comportamiento de los precios de la carne procesada y los despojos han sido variables. En ese mismo año, la tonelada de carne procesada se ubicó en US\$4,347 y la tonelada de despojos en US\$1,446.

Imagen 25: Precios implícitos de las exportaciones de carne de porcino (US\$/TON). Fuente: SAGARPA, INEGI y S. Economía, 2011.



2.10 Importaciones

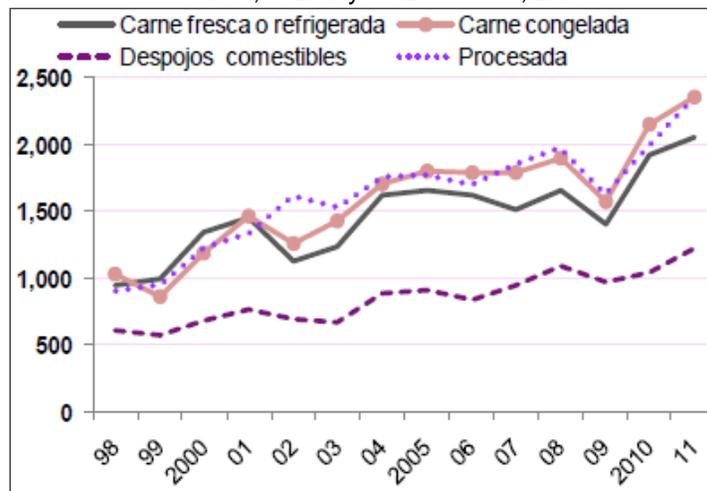
Las importaciones de carne de porcino aumentaron de 375 mil a 679 mil toneladas entre los años 2000 y 2011, lo que representó un incremento mayor al 80%, esto en TMAC significó el 5.6. El 53.7% de la carne importada por nuestro país en 2011 fue carne fresca o refrigerada, 26.2% correspondió a despojos, 10.4% a carne procesada y 9.7% a carne congelada.

Los tipos de carne importada de cerdo que mostraron tasas anuales de crecimiento positivas, entre los años 2000 y 2011, fueron la carne fresca o refrigerada (9.9%), la carne procesada (7.9%) y los despojos (2.0%). Caso contrario de la carne congelada, que presentó una disminución anual de 0.7%.

En 2011, los principales proveedores de carne de porcino de México fueron: Estados Unidos y Canadá, con aportaciones de 87.7% y 11.2%, respectivamente. El 1% restante provino de Chile, España, Dinamarca, Italia y Francia. El comportamiento de los precios implícitos de las importaciones de carne congelada, procesada, y fresca o refrigerada es muy similar, tanto en tendencia como en valor. En 2011, el precio se ubicó en US\$ 2,360, US\$ 2,352 y US\$ 2,055

por tonelada, respectivamente. Por su parte, el precio implícito de las importaciones de despojos, se cotizó en US\$ 1,226 la tonelada (Ver imagen 26).

Imagen 26: Precios implícitos de las importaciones de carne de porcino (US\$/TON). Fuente: SIAP-SAGARPA, INEGI y S. Economía, 2011.



CAPÍTULO 3

BIENESTAR ANIMAL.

CAPITULO 3

BIENESTAR ANIMAL.

El interés por el bienestar animal adquirió importancia en la producción ganadera y cárnica a nivel internacional desde hace unos años. En este contexto surge la idea que para obtener un producto seguro es necesario una producción sustentable, cuidando los recursos naturales y promocionando el bienestar humano y animal.

Es por eso que la vida de los animales de granja se ha integrado y es parte importante de la sociedad humana, por ejemplo, los consumidores consideran asimismo que existe una relación dependiente entre el bienestar de los animales y la calidad de los alimentos, además se percibe que los alimentos producidos bajo normas elevadas de bienestar de los animales son de mejor calidad.

El 74% de los consumidores de la Unión Europea creen que sus decisiones de compra pueden repercutir de manera positiva en el bienestar de los animales. Alrededor del 62% de los consumidores europeos se manifestaron dispuestos a cambiar sus hábitos de compra a fin de adquirir productos que fueran más respetuosos con el bienestar de los animales. Además, el 43% declararon tener en cuenta el bienestar animal alguna vez o cada vez que compraban carne. [UE, 2007]

Debido a esto, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), que constituye una referencia internacional en materia de salud animal y zoonosis, ha considerado al bienestar animal como una de sus prioridades, por lo que ha exhortado a sus países miembros, entre los que está México, a contar con un marco jurídico al respecto, en el que puedan apoyarse para sus negociaciones internacionales [Comisión Europea, 2004]. Hoy en día, el buen trato a los animales será el reflejo de una sociedad que sensibiliza a los ciudadanos para que sostengan relaciones solidarias y responsables con los demás, en especial con los más débiles.

Al revisar la historia de hechos relacionados con el tema se puede ver que desde el año de 1965 surge la preocupación en los animales y es Brambell quien realizó una investigación en el Reino Unido sobre bienestar de animales de cría intensiva, señalando que los animales deberían disponer al menos de suficiente espacio para moverse libremente; pero fue hasta 1986 cuando Donald Broom realizó una de las definiciones más ampliamente reconocidas de bienestar animal; “*estado de un individuo con relación a sus intentos por afrontar su ambiente*”. En 1993, el Consejo Británico para el Bienestar de los Animales (Farm Animal Welfare Council), formuló las 5 libertades vinculadas con el bienestar animal con el fin de que tengan:

- Su uso sea efectivo y consistente
- Se base en un estudio científico
- Se adopten medidas técnicas precisas
- Su uso se con documentos legales
- Se evalué en diferentes situaciones

Cuando se cumplen las cinco libertades de los animales se está garantizando un bienestar animal satisfactorio.

Tabla 1: Libertades de los animales.

Libertad	Requisito
Animales libres de sed y hambre	Nutrición adecuada
Animales libres de dolor, lesiones y enfermedad	Sanidad adecuada
Animales libres de incomodidad	Ausencia de incomodidad física y ambiental
Animales libres de miedo y angustia	Ausencia de miedo, dolor y estrés
Animales libres para expresar un comportamiento normal	Capacidad para mostrar la mayoría de las conductas propias de la especie

Fuente: FAWC, 2009

En 1997, el tratado de Ámsterdam concedió a los animales el reconocimiento universal de seres sintientes [Unión Europea, 1997], definiéndolo como aquel que tiene las habilidades de evaluar las acciones de otros en relación a sí mismo y a terceros; de recordar algunas de sus acciones y las consecuencias de éstas; de evaluar riesgos, tener algunos sentimientos y cierto grado de conciencia [Broom y Fisher, 2007].

Grandin Temple es otra de las grandes precursoras del tema de bienestar animal la cual desarrollo un sistema de puntuación objetivo para evaluar el manejo de ganado vacuno y porcino en plantas de carne, diseñar instalaciones para el manejo adecuado de animales, escritos sobre la zona de fuga y el comportamiento de los animales ayudando a reducir el estrés en los animales.

Es por eso que el bienestar animal es un tema con gran auge, aspectos como la preocupación de la opinión pública por el sufrimiento animal, la elaboración de legislación sobre el tema, la globalización y la firma de tratados comerciales internacionales entre otros, hacen que sea cada vez más relevante hablar clara y objetivamente del concepto de bienestar animal, independientemente del tipo de aprovechamiento que se hace de los animales, sean estos de producción, compañía, trabajo, etc.

El bienestar animal se ha definido como un término relativo, refiriéndose al *“estado determinado por la capacidad del animal para evadir situaciones de sufrimiento y mantener su habilidad inclusiva”* [Webster, 2011]. Este enfoque se refiere al estado biológico del individuo en una escala de bueno a malo, por lo tanto es cuantificable y cualquier medición debe ser independiente de consideraciones éticas.

Para medir el bienestar animal existen indicadores o biomarcadores que aportan información acerca de los diferentes aspectos como su salud y el estado emocional que se refleja en el comportamiento del mismo. Los indicadores más comunes para evaluar los posibles problemas de bienestar a corto y largo plazo son los siguientes [Galindo y Orihuela, 2004].

- Grado de expresión de conductas preferidas
- Mecanismos fisiológicos para afrontar el ambiente
- Incidencia y prevalencia de enfermedades
- Daño corporal
- Falla en el crecimiento o reducción en la capacidad de reproducción

También existen los protocolos de evaluación práctica de bienestar animal, el proyecto Welfare Quality fue diseñado para evaluar al animal y al ambiente, si son realmente fiables y prácticos, los más importantes son los indicadores de comportamiento, relacionados con la salud de los animales y con la producción. La evaluación de riesgos aplicada al bienestar animal es realmente útil para el control de enfermedades epidémicas o endémicas.

3.1 Nutrición y Alimentación

Uno de los aspectos o factores más importantes para proporcionar bienestar a los animales es la alimentación por lo que es importante ofrecerles dietas balanceadas que permitan un buen desarrollo durante el periodo de engorda. La ganancia diaria de peso de los animales depende fundamentalmente de la calidad nutricional de la dieta, adicionando aspectos de sanidad, condiciones ambientales y genética de los animales.

En México de acuerdo con el Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal, Título Tercero, Capítulo I del Bienestar de los Animales, artículo 30 menciona que la secretaría en materia de bienestar animal determinará las características y especificaciones sobre alimentación, cuidado, alojamiento y formas de aprovechamiento de los animales domésticos y silvestres en cautiverio, bajo la consideración que el responsable de un animal tiene la obligación de proporcionarle alimento y agua en cantidad y calidad nutritiva acorde a su especie, edad y estado fisiológico.

En la ración diaria es necesario proveer una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento corporal, preñez y producción; cada uno de estos procesos requiere energía, proteína, minerales, vitaminas, agua y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado para el estado productivo del animal que satisfaga sus requerimientos nutricionales [SAGARPA, 2012].

La calidad nutricional de la dieta, es determinante en la ganancia diaria de peso y por lo tanto de la duración del periodo de engorde. Si bien hay una mayor preferencia para lograr el peso adecuado de los animales a temprana edad, debe considerarse que la mayor ganancia diaria por día, se logra con dietas caras, pero si ocurre un exceso de éstos se genera demasiada grasa, provocando así infertilidad temporal.

Si bien, se ha demostrado que dietas ricas en piensos concentrados en ganado bovino, producen una mayor proporción de grasa en comparación con la carne procedente de animales alimentados con forrajes [O'Sullivan et al., 2003]. También la dieta se ve afectada en la composición de la grasa produciendo cambios en el perfil de lípidos de la carne, que presentara mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y en particular de ácido linolénico [Descalzo et al., 2005; Descalzo, 2007].

La energía provee al organismo la capacidad de realizar trabajo. En raciones para el ganado de engorda, la energía se requiere para actividades como crecimiento, lactación, reproducción, y mantenimiento; por lo que la energía es un nutriente requerido por el ganado en grandes cantidades. Las fuentes primarias de energía en los forrajes son la celulosa y la hemicelulosa, y en los granos lo es el almidón. Las grasas y los aceites tienen un mayor contenido de energía pero usualmente se adicionan en pequeñas cantidades en la dieta.

En cuanto a las proteínas es necesario considerar no solo la cantidad sino la calidad. Una deficiencia de proteínas en cantidad o calidad causa problemas de apetito y anomalías en el pelo y la piel, particularmente en los animales jóvenes. En este grupo se encuentran principalmente las pastas de origen vegetal y animal,

como son pasta de soya, harinolina, harina de sangre, harina de hueso y pluma, entre otras. Es de destacarse la importancia en el cuidado de estos insumos ya que son fuente de alimento muy rico para la fauna nociva.

La biodisponibilidad de los minerales es importante, particularmente para las fuentes de microminerales (hierro, zinc, cobre, selenio, yodo). Algunos factores pueden influir en la biodisponibilidad de estos, como son: la forma química del mineral, cantidad incluida en la dieta, cantidad almacenada en el organismo, salud, edad y estado fisiológico del animal, así como la concentración de otros minerales en la dieta.

Por otra parte se recomienda suministrar de forma abundante y consistente agua de alta calidad, ya que es primordial para la producción y salud del ganado en confinamiento. El agua con calidad inadecuada puede ocasionar bajas ganancias de peso, pobre conversión alimenticia, y efectos adversos sobre la salud del animal, como es el caso de la poliencefalomalacia (agua con alto contenido de sulfatos, asociada con una deficiencia de vitamina B1 en el ganado). Además la calidad del agua representa influencia considerable sobre la rentabilidad de la engorda de ganado [FAO, 2012].

3.2 Programa de salud y vacunación

Otro de los aspectos importantes para mantener el bienestar animal es la salud, brindar un programa de vacunación ayuda en gran manera para verificar y controlar enfermedades; empleando todas las herramientas disponibles para ello todos los aspectos involucrados se verán beneficiados. Cuando se habla de infecciones en el ganado estas resultan de un intercambio entre el animal y su habilidad para resistir enfermedades (inmunidad), entre el agente infeccioso y el ambiente.

Los programas preventivos de salud en los corrales de engorda deben tener dos componentes: un plan de vacunación y un plan de bioseguridad. Realizando adecuadamente el primero se incrementa la resistencia a enfermedades y el plan de bioseguridad reduce el riesgo de enfermedades infecciosas que entran a los corrales.

Los planes de vacunación debe de integrar como mínimo lo siguiente [SAGARPA, 2012]:

- Determinar contra qué enfermedades vacunar.
- Identificar qué animales pueden ser los beneficiados y cuales ya han sido vacunados
- Incluir en la bitácora de control los datos de nombre de la vacuna usada (aprobada por SAGARPA), fecha de caducidad y lote de producción.
- Usar lo menos posible, productos para la salud animal que puedan causar lesión en el sitio de la inyección y dañar el tejido.
- El uso de compuestos hormonales, antibióticos y desparasitantes deben ser aprobados por SAGARPA, prescritos por un médico veterinario aplicando los productos en la dosis y vía de administración que especifica el laboratorio, siguiendo cuidados de protección para el personal y el ganado.

La Ley Federal de Sanidad Animal, Título Tercero, Capítulo I del Bienestar de los Animales, artículo 31 menciona que los animales deberán estar sujetos a un programa permanente de medicina preventiva supervisado por un médico veterinario, recibiendo atención inmediata en caso de que enfermen o sufran alguna lesión. Son elementos a considerarse como mínimo en el programa de medicina preventiva.

Por otra parte es importante conocer el comportamiento natural de la especie y las medidas que afectan el bienestar, puede ayudar a detectar enfermedades aun antes de que aparezcan los signos clínicos, disminuyendo situaciones de estrés al realizar diagnósticos tempranos. Así se pudo identificar que las vacas con mastitis

subclínica permanecen menos tiempo echadas y rumiando, y caminan más que sus compañeras sanas [Vitela et al., 2008]. Además recordar que un mejor entendimiento de la conducta animal y su relación con la enfermedad ayuda en: facilitar la detección temprana del problema, evita inconvenientes, entender mejor las causas y el evaluar el impacto de una enfermedad en el bienestar de los animales.

Para desarrollar un programa de bioseguridad, es necesario asignar un equipo que supervise las operaciones del establo, contar con un asesor (veterinario, nutriólogo y extensionista) que conozca el manejo de los animales y de las actividades en el corral ya que el objetivo principal es el de reconocer factores múltiples que pueden disminuir la calidad de los productos alimenticios. El programa deberá abarcar por lo menos los siguientes componentes [SAGARPA, 2012]: ver imagen 27.

- Separación de los animales, debe considerarse un punto muy importante ya que debemos cuidar que los animales se agrupen por estadio productivo, además de contar con un área específica para el tratamiento de los animales enfermos.
- El aislamiento y aclimatación cuando se adquieren animales nuevos. En este caso asegurarse de aislarlos por lo menos dos semanas. Este periodo de aislamiento permitirá la revacunación y observación de otras condiciones sanitarias o enfermedades. Es importante tener registros individuales de los animales.
- Los análisis y el monitoreo de enfermedades son útiles para disminuir el riesgo de entrada de enfermedades al hato.
- Sanitización implica el adecuado uso de agentes que limpien y desinfecten las instalaciones, equipo o todo lo que pudiera tener contacto con los animales y el producto obtenido (carne).

Imagen 27: Seguimiento de un programa de salud en establecimientos con el fin de mejorar las condiciones del animal. Fuente: Pregonagropecuario, 2013.



3.3 Condiciones generales de corrales y manejo de animales

El diseño y uso de corrales para el ganado debe promover la salud, bienestar y buen rendimiento de los animales en todas las etapas de su vida. Por ejemplo en la imagen 28, los corrales deben proveerse para propósitos de confort y no para propósitos de intensificación, y deben mantenerse limpios [FAO, 2004]. Las instalaciones y corrales de manejo deben diseñarse para asegurar la facilidad en el manejo y evitar el daño en los animales; ya que un mal diseño impide el buen avance de los animales como lo son: los ángulos muy cerrados, las salientes (clavos y puntas) que además dejan marcas en las canales, rampas de carga muy bajas o inestables, exposición del ganado al calor o al sol intenso.

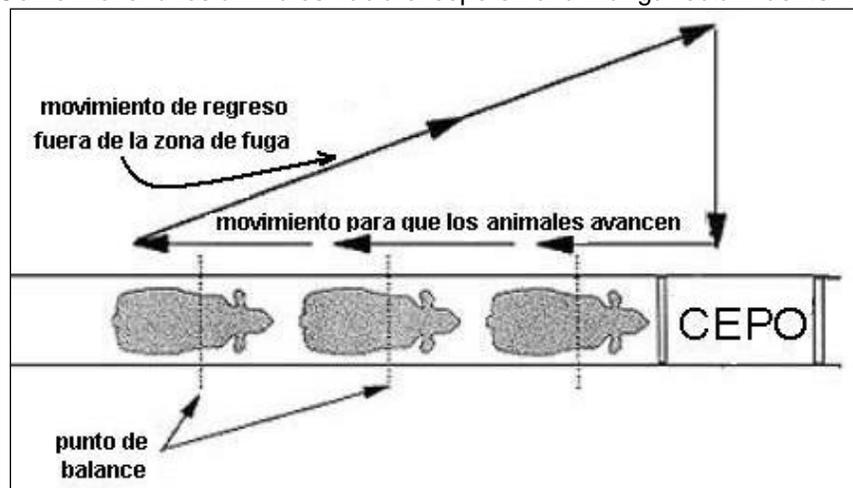
Imagen 28: Corrales que ofrecen lo esencial para el cuidado de los animales. Fuente: OIE, 2009.



El ojo del rumiante es más sensible a la luz verde-amarillo, azul, y en especial el de vacuno y porcino son muy sensibles a los contrastes de luz. Por lo tanto, temen a los desagües, a las puertas y a los cambios de suelos húmedos a secos o de los de hormigón a los metálicos. Es por eso que la iluminación debe ser uniforme y difusa y evitando grandes contrastes de luz y sombra ya que tienden desplazarse de sitios oscuros hacia los más iluminados. Si se agrega una luz para iluminar una manga, o retirar una luz que dé reflejos brillantes muchas veces puede facilitar el arreo [FAO, 2001].

Uno de los aspectos elementales que debe conocer el personal para conducir correctamente a los animales es la “**zona segura**” o “**zona de fuga**”; que corresponde al espacio que el animal considera como propio a su alrededor y por tanto está íntimamente relacionado con la distancia que la persona debe mantener con él [Grandin, 2000]. “**El punto de balance o equilibrio**”, el cual se ubica a la altura de las paletas, es muy recomendable que la persona se pare detrás del punto de equilibrio ya que así el animal avanza. Ver imagen 29.

Imagen 29: Como mover a los animales hacia el cepo en una manga recta. Fuente: Grandin, 2010.



Las “**Distracciones**” son elementos que llaman la atención o asustan al animal como, objetos tirados, sombras, brillos, reflejos sobre metales brillantes, movimiento de gente por delante, ruidos y corrientes de aire. [OMSA, 2005; Grandin, 2000]. Para evitar que se asusten por distracciones externas, el piso de

los corrales, mangas, cajones de aturdimiento y puertas, deben tener lados sólidos (Ver imagen 30). Los animales también huyen de los objetos que se mueven rápidamente. Si se les obliga a acercarse con rapidez a un corral, camión o edificio, pueden entrar en pánico.

Imagen 30: Distracciones y estructuras mal diseñadas encontradas en corrales. Fuente: La Nación, 2013.



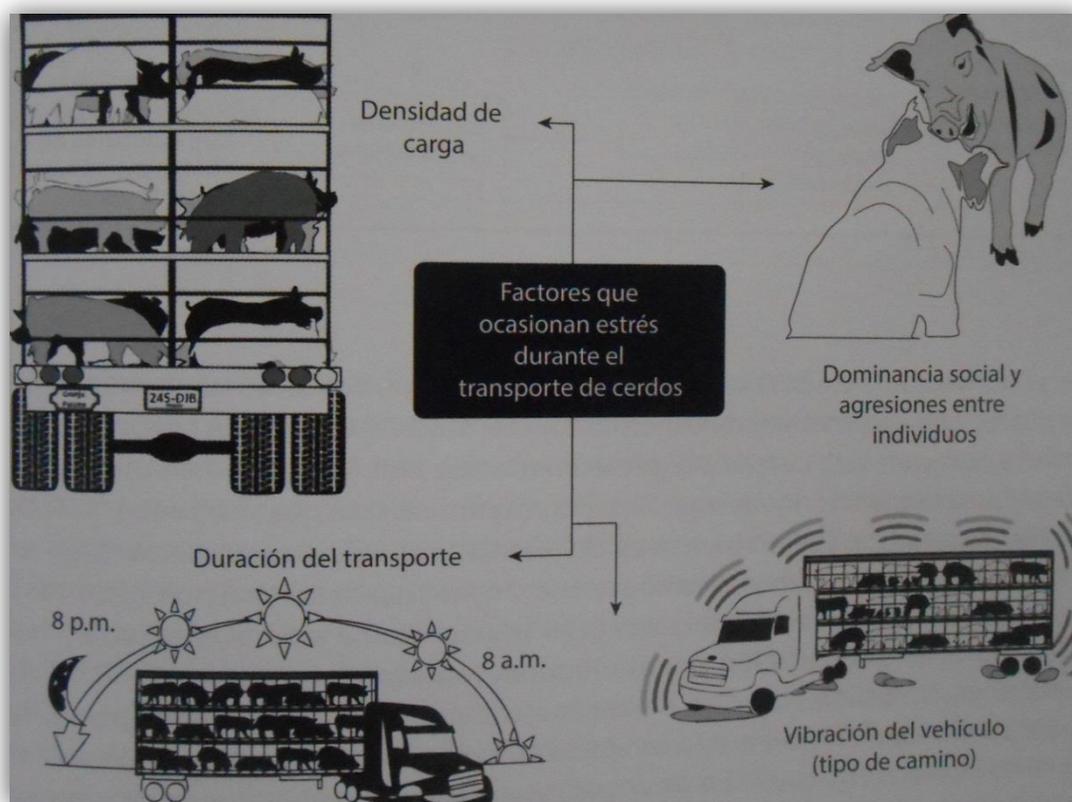
Otro aspecto fundamental e importante es contar con estructuras diseñadas considerando los aspectos de comportamiento de cada especie. Tanto bovinos como ovinos avanzan con más facilidad a través de mangas curvas y desde lugares más oscuros a más claros [Grandin, 2000]. Por ejemplo las mangas deben ser lo suficientemente angostas para que el animal no pueda dar la vuelta ni permitir que se atoren dos, lo cual resultaría en lesiones cuando son forzados o en caso de producirse pánico.

3.4 Transporte de animales productores de carne

Una vez que los animales han crecido y se han desarrollado bajo un programa de bienestar animal es importante que esta cadena no se rompa y que antes de ser sacrificados los animales sean transportados en forma y tiempo adecuado. Los eventos involucrados en el proceso de transporte y manejo general del ganado destinado a la producción de carne se considera momentos estresantes en la vida de los animales, el cuidar su bienestar reviste importancia en la cantidad de carne

producida; viéndose reflejado en el transporte inadecuado, los largos tiempos de privación de alimentos, así como los malos tratos durante los manejos previos al sacrificio pueden provocar la muerte de animales con la consecuente pérdida total del producto, se ocasionan disminuciones de peso en las canales y hematomas que implican recortes de trozos de la canal [Gallo, 2005]. Ver imagen 31.

Imagen 31: Factores estresantes comunes durante el transporte de los cerdos. Fuente: Mota, Huertas, Guerrero y Trujillo, 2012.



Para poder mejorar el bienestar del ganado durante el transporte y sus manejos anexos, es necesario poder medirlo de alguna manera, el más común es su cambio de comportamiento, por ejemplo, si al arrear los animales estos se rehúsan a avanzar, retroceden, se resbalan o caen, arrancan o vocalizan, indica que el animal tiene problemas con el medio ambiente; estos se relacionan con una experiencia negativa. Los indicadores de comportamiento durante el manejo son: la separación de ganado, la carga y descarga, subida de rampas y transporte, etc. [Grandin, 2000]

A través de indicadores de estrés en sangre (fisiológicos), determinando las variables (Tabla 2); es posible medir su bienestar tanto antes como después de someter a los animales a los distintos manejos [Álvarez, Tadich y Gallo, 2002; Broom y Fraser, 2007]. Los resultados fueron:

Tabla 2: Concentraciones de las variables en novillos antes y después de su manejo.

Variable	Antes	Después
Cortisol (µg/dl)	2.5	2.8
Glucosa (mmol/ml)	4.4	5.7
Hematocrito (%)	36.8	39.2
Lactato (mmol/dl)	2.3	2.3
Creatinfosfoquinasa (U/l)	6.1	6.2

Fuente: Álvarez, Tadich y Gallo, 2002.

Por ejemplo en 1998, Perremans y sus colaboradores utilizaron como variable la frecuencia cardiaca en cerdos transportados, la cual se vio influenciada por la vibración, exigiendo grandes esfuerzos por parte de los animales para mantener el equilibrio. Esta supera incluso en la carga y descarga del vehículo, además de resultar molesta al inducir el vómito durante el transporte [Grandin T, 2010].

El efecto más dramático producido durante el transporte de los animales es la muerte durante el viaje (ver imagen 32), indicando así la pérdida total del producto; si bien es más frecuente en cerdos o grupos de animales denominados de riesgo como los de edad muy corta o avanzada, flacos o gordos, animales caídos, etc [OIE, 2013]. Por ejemplo el comportamiento que ocurre durante el transporte en bovinos adultos es de cuidado ya que tienden a mantenerse de pie mientras el camión está en movimiento, usando preferentemente las orientaciones paralelas o perpendiculares al eje mayor del camión, para mejorar la seguridad de su balance, sin embargo después de las 12 horas de viaje los animales comienzan a caer o a echarse debido al cansancio por tratar de mantener el equilibrio; ello los predispone a sufrir pisotones y hematomas [Gallo, 2000; Gallo, 2001].

En viajes de 48 horas y más, que incluyen tramos de transporte marítimo sobre transbordadores, la proporción de bovinos echados aumenta con el tiempo y en el caso de terneros de seis a doce meses, estos se echan antes y en mayor proporción que los bovinos adultos; además se ven más afectados por condiciones medioambientales adversas tales como escasa ventilación y olor amoniacal [Aguayo, 2006].

Imagen 32: Muerte de cerdo por escasa ventilación y largas horas de transporte. Fuente: BANSS, 2014.



En trabajos experimentales se ha encontrado que a mayor tiempo de transporte, con 24 o más horas de viaje, el número de contusiones aumenta, así como su profundidad en términos de tejidos afectados [Gallo, 2000; Manríquez, 2005] si estos viajes se realizan sin descanso no solo por razones de bienestar animal se deben evitar, sino por el efecto negativo que estos viajes tienen sobre la cantidad y calidad de la carne producida [Tadich, 2000; Gallo, 2001].

Es aconsejable disminuir la densidad de carga de los novillos transportados por trayectos largos, con el fin de reducir las contusiones y mejorar su bienestar. Para reducir contusiones que son más frecuentes durante el transporte de los animales se deben considerar todos los factores relacionados con el vehículo y la forma de conducción, ya que frenadas o virajes bruscos producen más pérdidas de balance [Valdés, 2002]. Ver imagen 33

Imagen 33: Exceso en densidad de animales para su transporte a plantas faenadoras. Fuente: Nollet, 2007



Otros factores que influyen en la rapidez de la pérdida de peso son: El tipo de alimento consumido, las condiciones climatológicas, el ejercicio y estrés a que se someten los animales antes y durante la carga, transporte y descarga. Las pérdidas son mayores en época de calor debido a una mayor deshidratación; por ello ocurre que los animales transportados por más tiempo llegan con más sed a su destino final, observándose durante la espera o reposo en matadero un aumento de peso, atribuible a la ingesta de agua [Valdés, 2002; Gallo, 2003].

En cuanto a factores individuales, los animales con cuernos presentan más contusiones tras el transporte que aquellos sin cuernos; el descorne de los terneros constituye un manejo favorable. El sexo, la edad y la condición corporal de los animales también se consideran factores individuales, por ejemplo en las vacas se registran más contusiones especialmente si su condición corporal es deficiente y se trata de vacas viejas [Strappini, 2008].

Algunas recomendaciones que son de gran ayuda para mejorar el bienestar de los animales durante el transporte y el reposo, la calidad y cantidad de la carne son [Mota et al, 2012].

- a) Reducir al mínimo los manejos generadores de estrés en los corrales antes del transporte: arreo tranquilo, acortar la espera en corrales, mínimo de pesajes, evitar uso de picanas con clavo, descornarlos cuando aún son jóvenes, etc.
- b) Mantener una alimentación que permita reservas de glucógeno muscular en las últimas dos o tres semanas antes del envío al rastro: mantiene suficientes reservas energéticas para enfrentar en mejor forma las situaciones de estrés.
- c) Realizar la carga y descarga en lugares apropiados y con personal entrenado: las estructuras deben diseñarse conforme a las características del comportamiento de cada especie animal, lo cual resulta difícil pero teniendo un personal más capacitado, estas fallas pueden reducirse para generar una mejoría en el animal
- d) Evitar el transporte prolongado: pérdida de balance genera golpes, cansancio; situación que se agrava con jornadas más largas porque las reservas de glucógeno se agotan.
- e) Cuidar las condiciones del transporte: que los camiones se ajusten a la reglamentación, disminuyendo la densidad de carga, separar a animales de diferentes características, etc.
- f) Reducir los tiempos de espera en las plantas faenadoras: a mayor tiempo de espera, mayor estrés, mayor descenso de glucógeno.
- g) Cuidar las condiciones de espera en la planta: contar con corrales cómodos en cuanto a espacio, buena disponibilidad de agua limpia.
- h) Efectuar un arreo adecuando los corrales hacia la sala de faena: disminuir el uso de bastones eléctricos, diseñar mangas, programar la faena para un avance gradual de los animales en la manga, duchas, capacitar a los arreadores, etc.

3.5 Recepción, Reposo y Ayuno

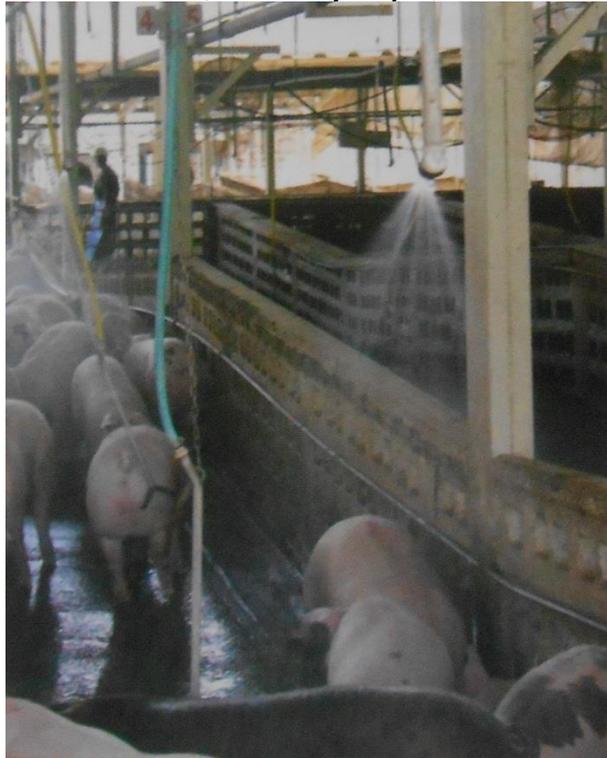
El periodo de estancia en rastro es extremadamente importante en la economía de la cadena cárnica. Errores cometidos en la etapa previa a la muerte, provocan como bien lo hemos comentado daños irreversibles en la canal y en la carne [Faucitano, 2010].

Exponer al animal a varias condiciones adversas y de manera simultánea como la falta de alimento, agua, exponerse al peligro, mezcla de animales, calor, frío, luz y restricciones de espacio durante la carga, transporte y descarga lo orillan a padecer estrés psicológico, fatiga, riesgo de lesiones y muerte [Mota-Rojas et al., 2006; Mota-Rojas et al., 2012; Fisher et al., 2009]. Por lo tanto para que las peleas no se lleven a cabo entre ellos es importante que la densidad de carga sea la adecuada, ya que si se presenta una excesiva de ésta; resulta imposible no invadir el espacio vital de sus compañeros fomentando la aparición de más encuentros agonísticos [Weeks, 2008].

Pero es aún más importante por ejemplo en los cerdos, proporcionarles un espacio adicional en el corral de espera con el fin de reducir su temperatura corporal, debido a que si está es alta se echan en el área de excreción (área mojada), donde la humedad es mayor, permitiendo el incremento en su evaporación [Moinard et al., 2003]; por eso se recomienda además duchar a los cerdos con agua fría (9-10°C) debido a que disminuye su temperatura (reduciendo la aparición de carnes DFD), se facilita su manejo, se limpia la suciedad en la piel y ayuda a producir una vasoconstricción periférica, logrando que se concentre más en los vasos sanguíneos, favoreciendo una mejor sangría y ayudando a su vez a la conservación de la carne [Faucitano, 2005; Oliver et al., 2002] (Ver imagen 30).

Se debe interrumpir las duchas cuando aparecen los escalofríos en los cerdos ya que lleva a la aparición de carne oscura, firme y seca (DFD).

Imagen 34: El baño con agua fría se traduce en una reducción de la velocidad de las transformaciones enzimáticas post-mortem, favoreciendo la calidad de la carne. Fuente: Mota, Huertas, Guerrero y Trujillo, 2012.



En 1991, Eikelenboom y colaboradores mencionaron que debe existir un periodo de descanso mayor a una hora, que permita la recuperación del cerdo pues con el sacrificio inmediato o con periodo de reposo inferior a este tiempo los animales estarán sufriendo las consecuencias de los procesos de carga, transporte y descarga.

Además, en el año 2000 Battle realizó un estudio en situaciones de estrés agudo justo antes de la matanza, y determinó que el glucógeno muscular que se utilizó para obtener la energía requerida por el animal acumulándose ácido láctico en el tejido muscular, facilitando un inesperado descenso de pH final en la carne e incrementando la incidencia de canales PSE.

Por otra parte, el periodo de ayuno es aceptable y recomendable previo al sacrificio ya que se reduce la cantidad total de carbohidratos disponibles para la conversión post-mortem del glucógeno muscular en ácido láctico; y desde el punto

de vista de bienestar animal el efecto combinado de la retirada del pienso y el estrés producido durante el transporte no representa una demanda adicional en el sistema biológico de los animales [Gallo, 2009].

Hay que recordar que se está poniendo en peligro la vida del animal al favorecer el vómito, aumentando a su vez el riesgo de contaminación de la canal durante la evisceración y cuando esté tiene el estómago repleto la presión sanguínea que ejerce sobre la vena cava reduce el diámetro afectando así su flujo sanguíneo [Warris, 2000]; por eso es adecuado retirar el alimento al animal. Tarrant en 1989, comprobó que alimentarlos durante las 10 horas previas al sacrificio suponía un gasto innecesario pues no se traducían en una ganancia de peso en la canal.

En el caso de periodos de ayuno prolongados se reduce la cantidad de carbohidratos disponibles para la conversión post-mortem del glucógeno en ácido láctico, disminuyendo muy poco el pH a las 24 horas dando como resultado la obtención de carnes menos ácidas que presentan una mejor capacidad de retención de agua (CRA) y un color rojo más vivo.

Por eso, conforme el pH desciende y si lo hace rápidamente cuando la temperatura de la canal es todavía alta, las proteínas musculares se desnaturalizan y su capacidad de retener agua disminuye y si sigue descendiendo llega a un momento que alcanza el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, actina y miosina, las cuales pierden su carga eléctrica y la capacidad de retener el agua de forma definitiva [Hopkins y Thompson, 2001]. Si se quiere mejorar estas condiciones es recomendable la adición de electrolitos al agua que se da a beber ya que mejora el pH, color y acelera el enfriamiento de la canal [Mendoza et al., 2002].

En general, mientras más largos son los tiempos que los animales están privados de alimento, sea por transporte o simplemente en espera en el establecimiento comercial o en la planta faenadora, mayores probabilidades existen de que se presente estrés por hambre, sed y situaciones ambientales adversas, de que ocurran pérdidas de peso de la canal, contusiones por peleas y accidentes, así

como efectos negativos en la calidad de la carne, debido a que el gasto energético hace a los animales más susceptibles a presentar un pH elevado.

3.6 Estrés ante-mortem y sus alteraciones post-mortem en carne de bovino y porcino

Los factores que inducen al estrés pueden tener un origen físico, quizás como la privación de alimento, fatiga o condiciones inapropiadas de temperatura en el ambiente, pero también puede tener un origen fisiológico, como la mezcla de animales no familiarizados, la presencia de humanos o la exposición a novedades [Mounier et al., 2006]. El ruido por otra parte es otro factor estresante para los animales por eso es necesario evitar gritos del personal, y el ruido que producen los equipos mecánicos para el sacrificio [Grandin, 2010].

Se define estrés, como *“la suma de reacciones biológicas frente a cualquier estímulo que tiende a alterar la homeostasis o relación huésped-agente-medio ambiente, particularmente cuando el daño es excesivo e implica un sobreesfuerzo del organismo que excede su nivel de resistencia”* [Mitchell, 1998].

En general las condiciones estresantes se han relacionado con un grado de actividad secretora por parte de la glándula suprarrenal, por lo que la médula adrenal se activa para liberar catecolaminas (epinefrina y norepinefrina) con el objetivo de movilizar las reservas de energía (glucógeno); si esta situación se prolonga, entonces el hipotálamo libera el factor corticotrofina con el objetivo de actuar sobre la corteza adrenal y producir corticosterona.

La liberación de corticosterona no es un proceso autorregulado, por lo que si el estrés persiste el animal puede morir por fatiga. La cantidad de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), cortisol y tiroxina presentes en el torrente circulatorio se encuentran correlacionadas positivamente con la intensidad del estrés [Gallo, 2009]. En donde la adrenalina refleja estrés fisiológico, mientras la noradrenalina se relaciona con la actividad física del animal [Romero et al., 2011].

Cuando se tienen periodos de estrés muy prolongados, los nutrientes del alimento no son diferidos ni absorbidos de manera adecuada: debido a esto el animal depende de sus reservas corporales de forma que el glucógeno muscular y hepático es removido para obtener energía [Immonen et al., 2000]. También la proteína se desdoblará en aminoácidos glucogénicos y cetogénicos, los cuales después de una desaminación también formaran parte de la fuente de energía para el animal [Puvadolpirod y Thaxton, 2000].

Sackmann y colaboradores; en un estudio realizado en 1989 que sugirieron que un sencillo examen clínico antes del sacrificio es un buen indicador del efecto de estrés. La congestión de la vena de la oreja es un punto de referencia para saber la situación del estrés del animal, se considera que un cerdo se encuentra descansado cuando la vena de la oreja no presenta ninguna congestión y casi no se percibe.

Cuando la temperatura rectal es superior a 39°C, la frecuencia respiratoria por arriba de 30 respiraciones por minuto, la frecuencia cardiaca mayor a 100 latidos por minuto y la vena de la oreja congestionada se debe de admitir la existencia de un alto riesgo de glucolisis acelerada, ya que se ha mencionado que el sacrificio inmediato luego del transporte originó más de 40% de casos PSE en cerdos.

En el momento del sacrificio hay que tener en cuenta un buen aturdimiento, es decir, que aseguren que el animal esta inconsciente en el momento del desangrado y que en ningún momento recupera la conciencia hasta su muerte por choque hipovolémico.

Por otra parte el impacto que se tiene en el manejo pre-mortem en cerdos en definitiva marca anomalías en las condiciones de la carne obtenida, cuando el animal se encuentra en condiciones de calma, el sistema circulatorio presenta la posibilidad de proveer suficiente oxígeno al organismo.

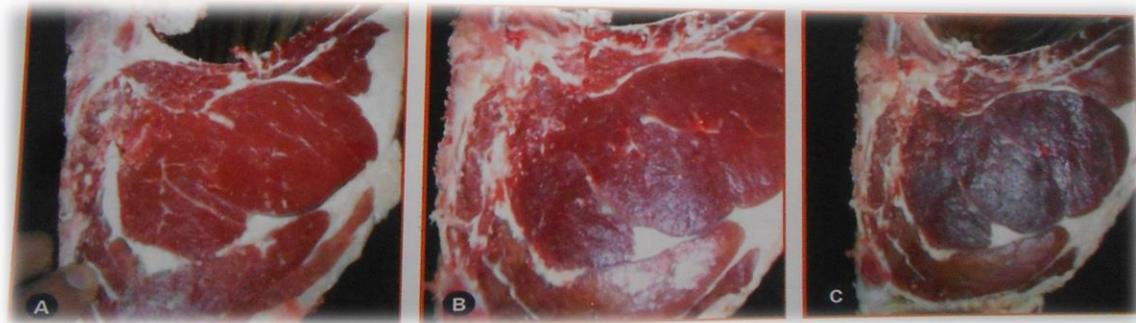
Investigaciones recientes han demostrado que hasta un 75% de los cerdos que son sacrificados a nivel mundial muestran una tendencia a desarrollar carne con

características PSE, sobre todo en los cortes más valiosos de la canal como la pierna y el lomo. En la región norte de México alrededor del 35% de los cerdos producidos de forma intensiva manifiestas esta anomalía [Gamboa, 2005].

En ellos el metabolismo muscular se desarrolla de manera anormal debido al estrés, provocando una acelerada degradación de glucógeno a lactato, esto produce una rápida disminución de pH. Si se combina un brusco descenso de pH luego del sacrificio con una elevada temperatura corporal se produce una desnaturalización proteica con la consiguiente aparición de carne PSE [Romero et al., 2011]. Las deficiencias más evidentes que el fenómeno ocasiona es un color pálido y una insuficiente fijación de agua, estas características provocan el rechazo por parte del consumidor y también son una limitante para la transformación de la carne a productos cárnicos.

Cuando se determina la prevalencia de lesiones y hematomas en una planta faenadora, no solo se está evaluando la calidad del producto final, sino todo el proceso de manejo ante-mortem [Gallo, 2005]. La alta frecuencia en problemas de pH final por arriba de 6.2 ocasiona que la carne obtenida presente colores oscuros con una mínima pérdida de agua (carne DFD). Estas características son las idóneas para el crecimiento de microorganismo que hacen que la vida en anaquel de este tipo de carne se reduzca. El color o corte oscuro encontrada en dichas plantas, refleja problemas de estrés de manejos inadecuados y de tiempos de transporte y ayuno prolongados [Gallo, 2003]. Ver imagen 35

Imagen 35: Cortes transversales de la canal bovina a nivel de la décima costilla, mostrando el músculo *Longissimus thoracis* de color normal (a), leve oscuro (b) y oscuro (c). Fuente: Mota, Huertas, Guerrero y Trujillo, 2012.



3.7 Sacrificio del animal

Cifras reportadas por el INEGI en el año 2002 mencionaron que alrededor del 84% del total de la matanza en bovinos es realizada en rastros, 12% en mataderos. En el caso de porcinos el 84% del total de la matanza se realiza en rastros y el 8% en mataderos; el resto para ambos casos se realiza en mataderos clandestinos seguramente llevándose a cabo en condiciones donde no se garantiza ni la sanidad ni los requerimientos mínimos de Bienestar Animal.

Es por todo esto que en 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación. La NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Donde tiene como objetivo establecer los métodos de insensibilización y sacrificio de los animales, con el propósito de disminuir su sufrimiento, evitando al máximo la tensión y el miedo durante este evento. La cual es aplicable en todo el territorio nacional.

A grandes rasgos lo más relevante de la NOM-033-ZOO-1995 y que están vinculado con el BA es:

- En el arreo, no se debe de golpear a los animales con ningún instrumento, durante el manejo de los animales, los responsables deberán mantenerlos tranquilos, evitando los gritos, ruidos excesivos y golpes que provoquen traumatismos.
- Los instrumentos, equipo e instalaciones para insensibilizar y sacrificar a los animales serán diseñados, construidos, mantenidos y usados de manera tal que se logre un rápido y efectivo resultado de su uso. Estos deberán ser inspeccionados por lo menos una vez antes de su uso, para asegurar su buen estado.
- Ninguna persona intervendrá en el manejo, insensibilización y sacrificio de los animales, a menos que cuente con la capacitación específica.

- Los métodos, sustancias y aparatos de insensibilización y sacrificio, solamente podrán utilizarse cuando su efectividad esté demostrada con estudios avalados, que cuenten con una patente registrada y la autorización oficial.
- Los requisitos zoonosanitarios para instalaciones relacionadas con el manejo de los animales de abasto, se deberán cumplir conforme a lo establecido en la 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.
- El tiempo de descanso de los animales de abasto en los corrales después del transporte, será de acuerdo a lo establecido en la NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne. La cual menciona que en bovinos su máximo y mínimo es 24-72 horas respectivamente y en cerdos es de 12-24 horas respectivamente. Sin olvidar el abastecimiento de agua.
- Los propietarios, transportistas, encargados, administradores o empleados de expendios de animales, deben sacrificar inmediatamente en forma humanitaria a los animales que por cualquier causa se hubiesen lesionado gravemente.
- Se autorizará el aplazamiento del sacrificio y en ambos casos se mantendrá a los animales aislados y con los cuidados adecuados durante el tiempo requerido.
 - a) Si se sospecha que el animal de abasto sufre o padece una afección que lo hace temporalmente inadecuado para el consumo.
 - b) Si existe la sospecha de que el animal presenta residuos o trazas de sustancias farmacológicamente activas en sus tejidos, que lo hagan inadecuado para el consumo humano.

El Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal, Título Tercero, Capítulo I del Bienestar de los Animales, artículo 32 menciona que el sacrificio de animales silvestres y los destinados al abasto, deberá realizarse conforme a los procedimientos del bienestar animal establecidos por la Secretaría y en las

disposiciones internacionales. Tomándose en cuenta las medidas, condiciones y procedimientos necesarios para la insensibilización y el sacrificio en establecimientos TIF de animales destinados al abasto con el objeto de evitarles sufrimiento en la producción, captura, traslado, exhibición, cuarentena, comercialización, aprovechamiento, entrenamiento y sacrificio de los mismos.

Por otra parte, después del sacrificio de los animales y conforme lo dicta la NOM-009-Z00-1994, Proceso sanitario de la carne. Es recomendable que:

- Las canales, órganos y tejidos, serán sometidos a un examen macroscópico. Al igual la inspección higiénico-sanitaria de las canales, vísceras y cabeza, debe ser realizada por el médico veterinario oficial o aprobado y/o por el personal oficial auxiliar.
- Para su inspección, las cabezas de los animales deberán presentarse libres de cuernos, labios, piel y cualquier contaminante. Su lavado será con agua a presión, mediante un tubo de doble canaladura que será introducido en las fosas nasales.
- La evisceración se efectuará en un lapso menor de 30 minutos, a partir del momento en que ha sido sacrificado el animal. Si por causas de fuerza mayor se extendiera dicho lapso, todas las canales deben ser sometidas a toma de muestras para su examen bacteriológico.
- La inspección post-mortem comprende: Observación macroscópica, palpación de órganos, corte de músculos, corte laminar de nódulos linfáticos, de cabeza, vísceras y de la canal en caso necesario.
- Cuando una parte de la canal se rechace a consecuencia de lesiones o traumatismos leves, la canal se marcará como retenida hasta retirar la porción dañada, la cual será decomisada.

Una de las operaciones más importantes previas al sacrificio es la insensibilización cuyo objetivo es insensibilizar al animal y lograr que éste pierda instantáneamente la consciencia y no la recupere antes de la sangría, de manera que no sienta

dolor, se inmovilice y sea más fácil y seguro para el operario manejarlo [Córdova et al., 2007]. En 1998, Grandin recomendó usar algunos indicadores de comportamiento, como el porcentaje de animales que cae al primer tiro (cuyo mínimo aceptable se considera un 95%) y el porcentaje de animales que muestra signos de conciencia post disparo (no más de 0.2% debería mostrar signos de sensibilidad). Warris mencionó en 2004; otro aspecto importante desde un punto de vista de bienestar animal; el tiempo que transcurre entre noqueo y sangría, el cual debe mantenerse al mínimo (menor de 30 segundos).

Perno cautivo

Consiste en una pistola que dispara un cartucho de fogeo, empujando un pequeño perno metálico por el cañón. El perno penetra el cráneo, produciendo una conmoción, al lesionar el cerebro o incrementar la presión intracraneal, al causar un hematoma. La pistola de perno cautivo es probablemente el instrumento de aturdimiento más versátil, ya que es apropiado para el ganado vacuno [Gamboa, 2011]. Ver imagen 36

Imagen 36: Máxima seguridad de noqueo con alta fijación de cabeza y cuello. Fuente: FAO, 2012.



Cuando cerdos y bovinos se aturden por medio de una pistola de perno cautivo, el animal debe desplomarse inmediatamente. La respiración regular debe detenerse. No debe haber ningún reflejo de la córnea ni de parpadeo al tocar el ojo. Se deben buscar estos signos de insensibilidad antes de iniciar el desangrado, generalmente estando el animal colgado en el riel de desangrado. No se puede evaluar la insensibilidad del animal sin haber pasado por lo menos 30 segundos de su aturdimiento. En ningún momento debe emitir sonidos (chillidos, mugidos o

rugidos) luego del aturdimiento. La vocalización es un signo de que el animal aún puede sentir dolor [López y Caps, 2004].

Es normal tener reflejos de patadas en un animal bien aturdido con electricidad, perno cautivo o disparo con arma de fuego. Aunque el animal tenga reflejos de patalear, su cabeza debe descolgarse como la de un muñeco de trapo. La persona que evalúe la insensibilidad se debe concentrar en la cabeza, e ignorar las patadas de las extremidades. El jadeo es permisible, ya que es un signo de un cerebro moribundo. Si la lengua se descuelga directamente hacia abajo, flácida y suelta, el animal definitivamente está aturdido. Si está enroscada, es un signo de posible sensibilidad.

El desangrado es la parte del sacrificio en que se cortan los principales vasos sanguíneos del cuello para permitir que la sangre drene del cuerpo, produciéndose la muerte por anoxia cerebral. Un cuchillo romo agranda la incisión y los extremos cortados de los vasos sanguíneos quedan lesionados, ocasionando la coagulación prematura y el bloqueo de los vasos sanguíneos. Por consiguiente, el desangrado se alarga y se prolonga el comienzo de la inconsciencia y de la insensibilidad, si no ha habido un aturdimiento previo.

Aturdimiento eléctrico

El aturdimiento eléctrico induce un estado epiléptico en el cerebro. Este estado debe durar lo suficiente para realizar el desangrado, ocasionando la muerte por anoxia cerebral. Se aplica una corriente alterna de bajo voltaje a través de dos electrodos colocados de lado y lado del cerebro, por medio de unas tenazas (Imagen 37). Ya que el cerebro de los animales es pequeño, los electrodos se deben colocar con precisión y tenerse firmemente a los lados de la cabeza de cerdos [Gamboa, 2011].

Imagen 37: Aturdimiento eléctrico de cerdos. Fuente: FAO, 2001



En todos los cortes, la yugular y la carótida se debe cortar por completo. Si algunos vasos no se cortan, el desangrado será incompleto, quedando retenida gran cantidad de sangre en los tejidos, ocasionando que la carne se descomponga antes de tiempo.

3.8 Situaciones que pueden conducir al fracaso del bienestar animal en México.

En México, existen diferentes tipos de problemas que dificultan al Bienestar Animal, varían en sus causas, naturaleza y gravedad de acuerdo a la gran diversidad de especies domésticas y no domésticas, y al uso que se hace de ellas. En la mayoría de los casos, los problemas de bienestar animal, se deben a la percepción errónea que la población tiene acerca de que los animales no son capaces de sufrir, sentir dolor y tener estrés, la falta de legislación sobre el cuidado y trato a los animales, así como la falta de sanciones, hace que la población en general, actúe con indiferencia hacia muchos de estos problemas que son visibles.

Sin embargo, las conductas irresponsables de la población en general, no se deben a la negligencia o indiferencia, sino a la ignorancia o falta de información

técnica sobre el impacto que el maltrato a los animales puede tener; motivado por el desconocimiento ético, económico, confiabilidad en la experimentación, pérdida de la biodiversidad y problemas de salud pública, entre otros.

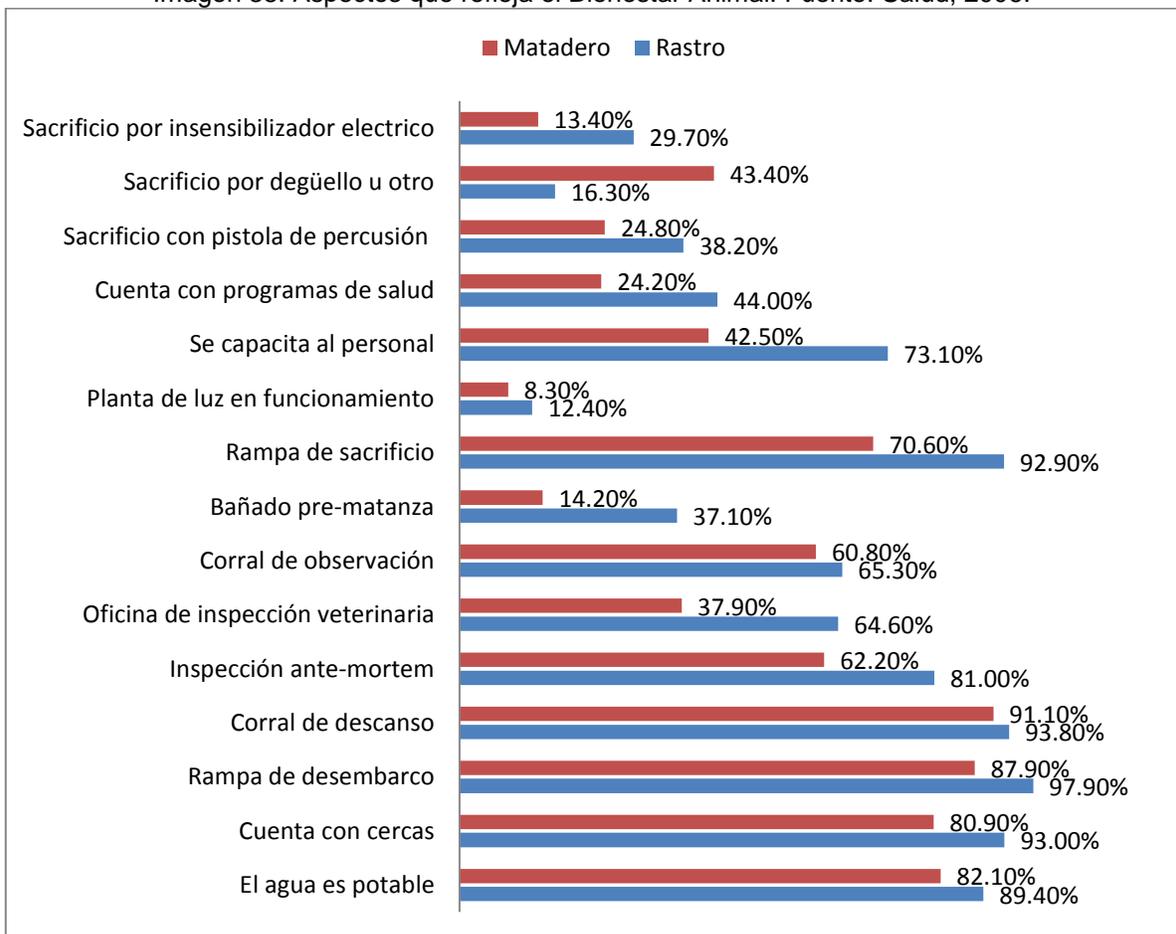
Es por eso que el 7 de Junio de 2012 el Diario Oficial designa a la SAGARPA como la autoridad responsable de tutelar la sanidad y el bienestar animal, así como de las buenas prácticas pecuarias en la producción primaria; y establecimientos Tipo Inspección Federal, y en los demás establecimientos dedicados al sacrificio de animales y procesamiento de bienes de origen animal.

Los principales problemas de bienestar animal, que existen en México son relacionados con: instalaciones y mantenimiento; con la movilización, tanto en las Unidades de Producción Animal (UPAS) para el manejo, como en el transporte para el sacrificio y los relacionados con el sacrificio de los animales.

En el año de 2002 se realizó una encuesta en todo el territorio mexicano, con el objetivo de impulsar medidas que estén vinculadas con el bienestar animal en rastros y mataderos que proveen carne a las localidades con más de 50,000 habitantes. El número total de establecimientos ingresados a la base de datos fue de 306. De los cuales 145 son considerados rastros y 159 son mataderos, quedando dos por clasificar.

Los resultados más sobresalientes se pueden ver en la imagen 38 donde es importante mencionar las condiciones en las que se encontró un rastro, además de hacer un análisis detallado sobre los problemas más comunes que se mencionaron anteriormente y que reflejan el BA en México.

Imagen 38: Aspectos que refleja el Bienestar Animal. Fuente: Salud, 2006.



Se analizó la procedencia del agua donde el 30% de los rastros, y el 18% de los mataderos, utilizan agua obtenida de pozos de extracción, lo que destaca la importancia de monitorear los sistemas de Sanitización empleados por este tipo de establecimientos, así como de constatar la potabilidad del agua utilizada.

Las cercas, rampas de desembarco y los corrales de descanso se encuentran en, aproximadamente, el 90% de los establecimientos, independientemente del nivel de matanza que posean, eso es bueno ya que disminuye los índices de estrés en animales. La inspección *ante-mortem* se realiza fundamentalmente en los rastros, a diferencia de los mataderos, donde tan sólo el 60% lo realiza.

El 80% de los rastros si realizan la inspección ante-mortem, mientras que el 40% de los mataderos no la realiza. Es necesario señalar que sólo el 64% de los rastros, y menos del 40% de los mataderos, cuentan con un espacio físico para que los inspectores sanitarios desarrollen sus labores.

Por lo que se refiere al lavado de los animales previa matanza, el 63% de los rastros lo realiza. Tan sólo el 14% de los mataderos tiene bañado pre-matanza. Cabe señalar que, cuando se realiza el baño previo a la matanza, se debe de contar con un área específica de escurrimiento para los animales.

Un porcentaje alto de los rastros presenta rampa de sacrificio de animales y rieles para el manejo de los animales, pero tan sólo el 60% de los mataderos tienen estas instalaciones en sus establecimientos. La existencia de plantas de luz en funcionamiento para casos de emergencia, es una condición poco frecuente tanto en los rastros como en los mataderos, aproximadamente, el 10% de los establecimientos, independientemente de su volumen de faena, cuenta con una.

Por otra parte el contar con programas de salud y capacitación del personal es de gran ayuda ya que en el 2011, Miranda de la Lama y sus colaboradores evaluaron indicadores de bienestar animal en el ganado bovino en una planta de matanza tipo inspección federal, donde se observó que el 92% de las canales presentaba algún grado de contusión que fueron entre 6-10cm de diámetro y clasificadas como grado 1 (hemorragia subcutánea), asociadas principalmente a la presencia de cuernos y a las malas prácticas de manejo por parte del personal. Su alta incidencia es evidencia de serios problemas producidos por el limitado conocimiento de bienestar animal por parte de los trabajadores.

Es por todo esto, que cada vez son más los consumidores que exigen que los animales sean tratados de tal manera que garantice su bienestar, sin dejar de lado que es un asunto de mercado, disminuyendo así su precio debido a que el consumidor la asocia con carne vieja o mal conservada.

En la carne bovina, este defecto provoca pérdidas económicas de hasta 88.5 dólares por canal afectada en México. [Leyva et al., 2012]. Además de que se han realizado estudios en el país, donde una cuarta parte de los consumidores estaría dispuesto a pagar hasta un 10% más por un productos con atributos de sustentabilidad, incluyendo el bienestar animal [Santurtún et al., 2009].

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN LA CANAL.

CAPITULO 4. EVALUACIÓN DE LA CANAL

La valoración de los atributos de la canal es compleja, por lo que un acercamiento simple o incluso el conjunto de varios criterios, quizás no sea suficiente para cumplir con todos los objetivos a cubrir en diferentes mercados; por eso existen dos diferentes sistemas de evaluación de canales; aquellos que consideran el uso de variables continuas y los que incluyen variables discretas

Los sistemas continuos o de gradación se sustentan en niveles o grados de valor, de forma que una canal en relación con otras puede ordenarse en función de dicho nivel de menor a mayor. Su objetivo es predecir la calidad organoléptica y el rendimiento de carne en la canal, utilizando medidas objetivas tales como el grosor de grasa subcutánea, área o profundidad de la chuleta, marmoleo, peso de la canal, así como medidas subjetivas como la madurez fisiológica del animal, o la abundancia de la grasa de riñón.

Muy diferente del sistema basado en variables discretas que define o caracteriza cada canal en función de atributos informativos categóricos (sexo, edad, sistema de producción, tipo de ganado, etc.), estos se denominan sistemas de clasificación; basándose en la descripción de la canal usando un lenguaje común, el cual debe ser comprendido por todos los miembros de la cadena de producción y comercialización, aunque no implica que defina un valor económico a la canal. La esencia de la clasificación es que al ser sólo descriptiva, no hay mejores ni peores canales [SAGARPA, 2013].

4.1 Transformación del músculo en carne

La NOM-194-SSA1-2004 define a la carne como: *“la estructura muscular estriada esquelética, acompañada o no de tejido conectivo, hueso y grasa, además de fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos; proveniente de los animales para abasto, que no ha sido sometida a ningún proceso que modifique de modo irreversible sus características sensoriales y fisicoquímicas; se incluyen las refrigeradas o congeladas”*

En la transformación del músculo estriado de los animales de abasto en alimento comestible ocurre un sinnúmero de cambios químicos. Estos se inician al momento de la matanza, en el que ocurre un paro masivo respiratorio y cardiaco en el animal, originando cambios en el tipo de actividad metabólica del músculo, iniciándose la actividad enzimática post-mortem y las reacciones de descomposición.

Estructuralmente existen dos componentes principales en la carne, las fibras musculares y el tejido conectivo, ambos son responsables de las características mecánicas del alimento. La contribución de las fibras musculares a la dureza constituye la dureza miofibrilar y puede ser afectada por el manejo de la canal, desde la matanza en adelante.

El proceso de conversión del musculo en carne está compuesto por tres fases [Sentandreu et al., 2002]: la fase pre-rigor durante la cual el músculo permanece excitable debido a que es la fase de supervivencia del sistema nervioso; el rigor, en la que los componentes energéticos como el ATP, fosfocreatina y glucosa se agotan y por último la fase post-rigor, de maduración de la carne donde ocurre una desestructuración de la arquitectura muscular.

Tras el sacrificio del animal, como consecuencia del desangrado, se produce un descenso abrupto del aporte de oxígeno y nutrientes al músculo, lo que producirá un descenso gradual y progresivo de la energía disponible. En estas circunstancias, el músculo se ve obligado a utilizar las reservas del glucógeno

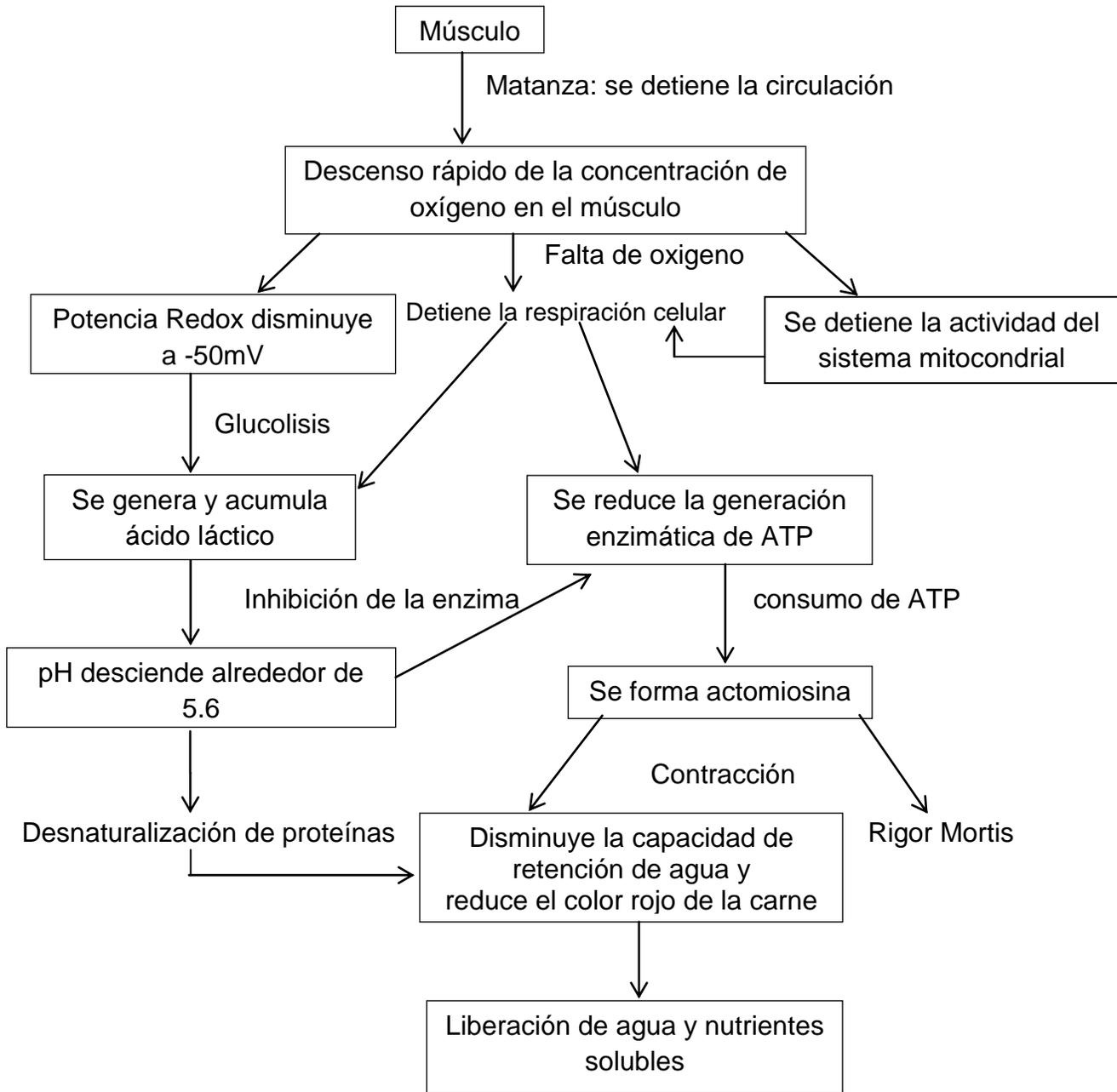
para sintetizar ATP a partir de glucosa, con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural, produciéndose un cambio del metabolismo aerobio al anaerobio.

A medida que se van reduciendo los niveles de ATP, se genera fosfato inorgánico que estimula la degradación de glucosa a piruvato. Esta ruta en ausencia del oxígeno continua hasta la formación del ácido láctico, cuyo incremento provoca un descenso gradual del pH muscular, que continuará hasta que se agotan las reservas de glucógeno o se inactivan las enzimas que rigen el metabolismo muscular [Ouali et al., 2006]

Cuando se agotan las reservas musculares, la desaparición del ATP que mantiene la integridad estructural del músculo provoca una lenta despolarización de las membranas, se produce un incremento en la fuerza iónica, lo que ocasiona la salida de Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico al espacio miofibrilar.

De esta forma, los filamentos finos son trasladados hacia los gruesos, produciéndose un acortamiento muscular del sarcómero, la formación de actomiosina da lugar a una tensión y rigidez muscular que conduce a la rigidez cadavérica o rigor mortis. Ver imagen 39.

Imagen 39: Principales cambios de la transformación del músculo a carne.



Tras el rigor comienza la etapa de tenderización, que produce la mejora de la ternura de la carne como consecuencia fundamental de la rotura de la estructura miofibrilar por parte de los 3 sistemas proteolíticos celulares. [Sentandreu et al., 2002; Weaver et al., 2009 y Huff-Loneragan et al., 2010].

1) Calpainas (de pendientes de calcio) y sus inhibidores endógenos las calpatinas, tienen gran influencia en el proceso post-mortem temprano, ya que su actividad declina con la acidificación sucesiva del pH del músculo; su papel es iniciar la proteólisis específica de proteínas como titina y nebulina durante las primeras 24 horas post-mortem.

2) Catepsinas (enzimas lisosomales) se activan a pH's más ácidos que las anteriores y por lo tanto más importantes en fases más tardías de la maduración post-mortem, así como sus inhibidores endógenos; las cistatinas; están implicadas en numerosas funciones celulares como el proceso de muerte celular programada, activación y procesamiento de hormonas, remodelación del hueso, etc, [Brix et al., 2008].

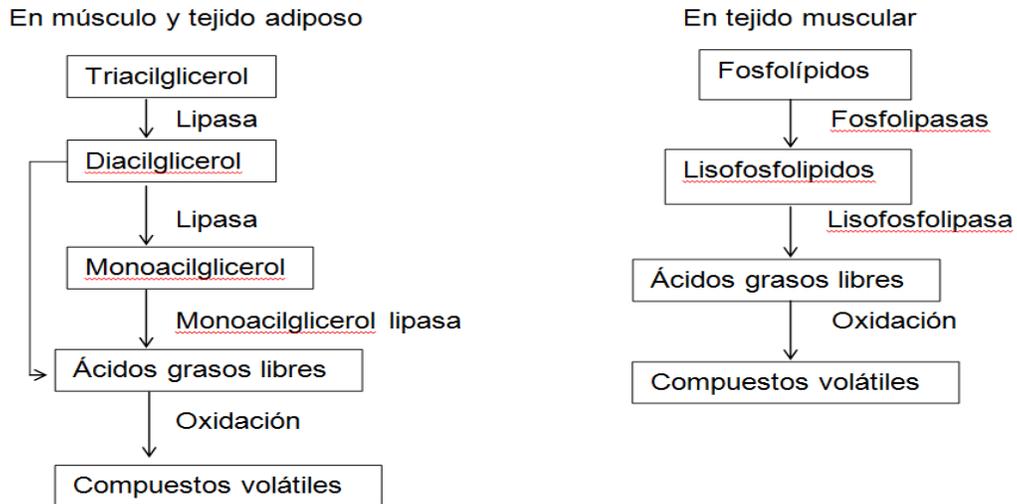
3) El sistema proteolítico como caspasas y metaloproteinasas tanto por su capacidad proteolítica sobre el músculo esquelético, como sus posibles implicaciones en los procesos de muerte celular [Sentandreu et al., 2002]. Ver imagen 40.

Los cambios que transforman el músculo durante la maduración post-mortem, no solo afectan al componente miofibrilar, sino que también ocurren a nivel del tejido conectivo, que a su vez puede tener un importante papel sobre la dureza de la carne, dependiendo de su densidad y solubilidad [López-Maldonado et al, 2009]. Ver imagen 41.

Imagen 40: Esquema general de proteólisis durante el proceso de carne a productos cárnicos.



Imagen 41: Esquema general de lipólisis durante el procesamiento de carne a productos cárnicos.



4.2 Procesos fisiopatológicos de la miopía PSE y DFD

La miopía PSE (pale, soft, exudative) se caracteriza por una rápida y alta tasa de acidificación muscular después de la muerte del animal [Shen, Gerrard y Du, 2008; Hambrecht et al., 2004], donde se observa una severa acumulación de ácido láctico causada por una rápida glicolisis post-mortem [Shen, Gerrard y Du, 2008; Schaefer et al., 2006; Sutherland et al., 2009]; principalmente ocurre en cerdos, pavos y pollos. Si bien es un defecto que se caracteriza por una trasudación y decoloración o bien por una degeneración muscular siendo el *Biceps femoris* y el *Longissimus dorsi* los músculos más susceptibles a esta condición [Alarcón-Rojo y Duarte- Atondo, 2006] debido a que tienen una mayor proporción de las llamadas fibras blancas, que poseen una gran capacidad glucolítica, los cerdos magros presentan menos incidencia de PSE.

En el defecto PSE se presenta cuando la caída del pH es más rápida que en el músculo normal, el pH es menor a 6 a los 45 minutos post-mortem; el tejido intenta mantener la homeostasis preservando la concentración celular de ATP, pero debido a la falla circulatoria después del desangrado, carece del oxígeno requerido para el metabolismo oxidativo [Hargreaves et al., 2004] y por lo tanto con el pH bajo ocurre una disminución en la repulsión electrostática entre los miofilamentos y combinado con una temperatura elevada, provoca la desnaturalización de las proteínas musculares.

La contracción resultante de las miofibrillas puede explicar el color pálido de la carne y la excesiva pérdida de agua por goteo [Golding-Myers et al, 2010]; ocurre además un incremento en la liberación de amonio con un pronunciado olor irritante [Alarcón-Rojo y Duarte- Atondo, 2006].

La calidad de la carne porcina está delimitada por factores como la raza del animal, el tipo de alimentos, el manejo sufrido antes y durante la faena; afectando el contenido de agua que a su vez afecta el pH, dureza, color y la capacidad de absorción de agua [Costa et al., 2002].

Por otra parte el defecto DFD (dark, firm, dry); también llamado “corte oscuro”, es un defecto que se presenta en bovinos principalmente, sensibles a situaciones de estrés asociados a las temperaturas ambientales elevadas, esfuerzos corporales y una fuerte excitación poco antes del sacrificio; también se ve afectado por el sexo, reposo, ayuno prolongado, peleas, etc.

Cuando hay estrés en el animal, ocurre una descarga de hormonas de la glándula suprarrenal que son: la adrenalina de la medula adrenal, y la 17-hidrocorticosterona y 11-desoxicorticosterona de la corteza adrenal, siendo estas las que restauran el nivel normal de las hormonas. Y la adrenalina agota el glucógeno y el potasio del músculo. [Lawrie, 2007]

Todo ello conduce una aceleración ante-mortem del consumo de ATP y de glucógeno quedando de éste una pequeña parte en el músculo cuando se sacrifica al animal y la producción de ácido láctico mínima y, por lo tanto la acidificación de la carne es deficiente [Southern et al., 2006; Mota-Rojas et al., 2008; Mota-Rojas et al., 2012]; por eso se considera al ácido láctico como un bacteriostático natural debido a que retarda el crecimiento microbiano y ayuda de forma directa la vida de anaquel.

En la carne DFD se mantiene un pH superior a 6 después de las 24 horas de haber sido sacrificado el animal, indicando problemas en la calidad del producto, siendo indeseable el consumo de está y causando pérdidas económicas en la industria cárnica, debido a que el color rojo oscuro, la variación en la terneza, incrementa la CRA originando carne seca, palatabilidad pobre, textura más firme, aumentan los microorganismos generando olor intenso [Mach et al., 2008], a pesar de ello, es aceptable para la elaboración de algunos productos cárnicos [Pérez-Linares et al., 2006].

Debido al alto valor de pH (6.4-6.8) la carne DFD, tiene una alta susceptibilidad de descomposición y crecimiento de microorganismos. Aunque se empaquetaran al vacío; bajo estas condiciones son más factibles a desarrollar una coloración verde debido a la formación de sulfoximioglobina, hecho causado por la reacción del

pigmento hemo de la mioglobina con el sulfuro de hidrogeno producido por las bacterias en condiciones anaeróbicas [Warris, 2000].

4.3 Parámetros físico-químicos que evalúan la calidad en la carne.

Color

El color ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de un alimento. Éste puede ser rechazado por su color sin valorarse otras propiedades, como su aroma, textura o sabor. El color aceptable para la carne fresca es un rojo brillante o rojo cereza.

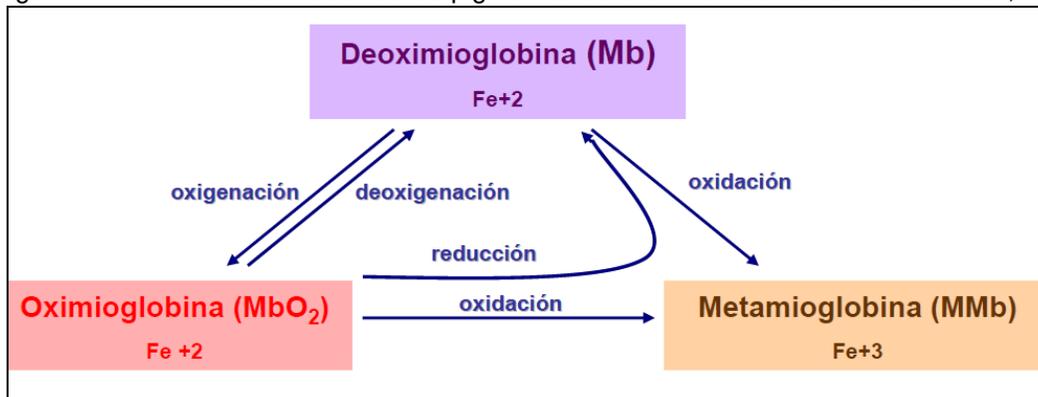
El color oscuro del músculo está relacionado con el mal sangrado del animal y la baja oxigenación de la mioglobina muscular, la sequedad se presenta por la elevada capacidad de retención de agua por parte de las proteínas sarcoplasmáticas [Amtmann et al., 2006 y Mach et al., 2008]. Estas carnes por su aspecto oscuro y consistencia dura y seca, son utilizadas para procesos industriales (elaboración de productos cárnicos), disminuyendo su valor comercial [Broom, 2005].

El contenido de mioglobina en el músculo depende de diversos factores productivos, tales como especie, raza, edad, musculo, tipo de alimentación, etc, mientras que su estado de oxidación o desnaturalización dependerá de procesos post-mortem se ven afectados por la disminución de la temperatura y la tasa de descenso de pH, así como de los tiempos de almacenamiento y las condiciones de comercialización [Hunt y King, 2012].

El color de la carne se debe principalmente a tres pigmentos (Ver imagen 42). La deoximioglobina (DeoxyMB) es el pigmento purpura que se observa en los cortes de carnes frescas. Una vez que la DeoxyMb se expone al aire ésta se comienza a oxigenar a oximioglobina (OxyMb), la cual le da el color característico a la carne

de rojo brillante o cereza. Después de algunas horas y días expuestas al aire, la OxyMb se convierte en metamioglobina (MetMb), en la cual una molécula de agua sustituye la molécula de oxígeno y produce un color marrón. Ambas moléculas, la DeoxyMb y OxyMb son hemoproteínas, en donde el hierro existe en forma ferrosa (Fe 2+), mientras la MetMb la posee en la forma férrica (Fe 3+), ocurriendo así una oxidación [Aberle *et al.*, 2001; Mancini *et al.*, 2005; Hui *et al.*, 2006].

Imagen 42: Interconversión redox de los pigmentos de la carne. Fuente: Sierra-Sánchez, 2010.



Acidez (pH)

El pH del tejido muscular desciende durante las primeras horas posteriores al sacrificio debido al desarrollo de la glucólisis anaeróbica hasta el establecimiento del *rigor mortis*. Factores como el manejo antemortem y el método de sacrificio pueden alterar el pH normal de la carne. Por eso los músculos que tienen un rápido descenso en el pH o se exponen a largo tiempo causan un músculo pálido y con poca retención de agua. Y aquellos músculos que mantienen un pH alto tienden a ser más oscuros en color y secos porque las proteínas se mantienen fuertemente unidas a las moléculas de agua [Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006].

La disminución del pH en el músculo es debido a la acumulación de ácido láctico. Una disminución normal de pH en músculos empieza gradualmente de 7.4 que tiene un músculo vivo a 5.6–5.7 en 6 a 8 horas y 5.3–5.7 en 24 horas postmortem [Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006]. La acumulación de ácido láctico en el

músculo temprano en el proceso postmortem puede afectar adversamente la calidad de la carne.

El desarrollo de pH en el músculo, antes de que el calor producido por el metabolismo del cuerpo se disipe mediante el enfriamiento de la canal, causa la desnaturalización de las proteínas del músculo [Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006]; por eso es importante evaluar este parámetro ya que afecta de manera directa al color, la textura y el grado de exudación, así como la degradación proteolítica de la carne causante de malos olores por la formación de hipoxantina y el enranciamiento de las grasas se retarda cuando el pH es alto.

Temperatura

La temperatura juega un papel sumamente importante en la desnaturalización de las proteínas, causando pérdida de la solubilidad de éstas, pérdida de la capacidad de unión entre proteína y agua y pérdida en la intensidad de la pigmentación del músculo.

Si la temperatura de la canal desciende con rapidez, se produce un endurecimiento irreversible, por eso es importante la relación entre calidad de la carne y el procesado post-mortem; la glucólisis acelerada se promueve por las temperaturas altas, y disminuye a medida que baja la temperatura, pero aumenta de nuevo cuando la temperatura se aproxima a 0°C; sabiendo esto y la disminución de pH llevan a la liberación de iones Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico aumentando unas 40 veces su concentración estimulando las ATPasas de las miofibrillas llevando a una supercontracción por frío debido a que el frío agota las reservas de energía necesarias para la relajación y el músculo permanece contraído [Lamare *et al.*, 2002]. También causa una mayor cantidad de exudación en la descongelación. [Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006].

Capacidad de retención de agua

Este concepto se define como la capacidad de la carne de retener agua durante la aplicación de fuerzas externas como pueden ser gravedad, corte, calentamiento, picado o presión [Zhang et al., 2005]. La parte muscular de los mamíferos contiene alrededor de un 75% de agua, que disminuye como consecuencia de fenómenos de evaporación, pérdidas por gravedad, presión, cocinado, descongelado, etc.

La formación de ácido láctico y la consecuente caída del pH a valores de 5.8 con temperaturas a 38°C, alteran las propiedades de las proteínas por la reducción del número total de grupos reactivos para ligar agua a la proteína. La excesiva pérdida de agua provoca un cambio en el estado químico del pigmento mioglobina por su conversión acelerada a metamioglobina [Ouali et al., 2006]. Además cuando estos músculos son cortados perpendicularmente al eje de las fibras musculares se produce una exudación elevada y el tejido presenta una estructura delgada y abierta, por lo que la carne presenta poca consistencia (PSE).

Cuando la carne presenta poca CRA, las pérdidas de humedad durante el almacenamiento son grandes, consecuentemente se pierde peso muscular durante esta etapa. Esta pérdida de humedad se presenta de tres formas.

- Por evaporación, en la cual se pierde el agua que se encuentra en forma libre en el músculo, durante el enfriamiento, y la cual se estima aproximadamente en 2%.
- Por goteo, el cual tiene lugar durante la exposición de los cortes a venta, durante el transporte y almacenamiento; (se estima que las pérdidas por goteo en relación con el peso del corte van de 0.04 a 1%, en los dos primeros días).
- Durante el cocinado (25-35%). La pérdida de humedad se lleva a cabo en las superficies del músculo que se encuentran expuestas a la atmósfera.

Además de estos efectos, la temperatura de almacenamiento de la carne después del sacrificio a 10°C influye el goteo entre 50 y 100% más que en aquella mantenida a 0°C.

Terneza

Específicamente este parámetro es utilizado para carne vacuno y si bien existen numerosas fuentes de variación en la terneza, se pueden deber no solo a diferencias en raza, sexo, alimentación, peso vivo y estrés ante-mortem, sino que también dependerá desde el punto de vista físico de cambios post-mortem en la arquitectura e integridad de la célula muscular esquelética, de cambios en la longitud sarcomérica, de la cantidad de tejido conectivo y enlaces cruzados de las fibras de colágeno, del tamaño y cantidad de depósitos de grasa intramuscular y también de la actividad de enzimas proteolíticos sobre proteínas miofibrilares, que podrían explicar la mayor parte de la variación de calidad en la carne madurada [Smith, 2001; Koolmaraie et al., 2002; McCormick, 2009]. Ver imagen 40.

La maduración es un proceso lento tanto que las canales deberían acondicionarse por un periodo de 15 días a una temperatura de 4° C, pero esto no se lleva en la práctica por el alto costo de refrigeración. Las catepsinas lisosomales y las calpains tienen una acción conjunta durante el almacenamiento posmortem de la carne. Ambas ayudan al rompimiento de la miofibrilla por medio de la proteólisis de las proteínas miofibrilares, dando como resultado el ablandamiento de la fibra muscular (siempre y cuando se tengan temperaturas altas que oscilen en los 37°C) [Kemp, Sensky y Bardsley, 2010].

Se ha reportado que al cuarto día del proceso de maduración las catepsinas están más difundidas en la fibra muscular, lo que permite deducir que una vez degradada la membrana de los lisosomas durante el descenso de pH posmortem, la acción de las enzimas se incrementa con el tiempo de almacenamiento.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

CONCLUSIONES.

- La carne de porcino tuvo una participación de 21.8% y el 30.5% corresponde a la carne de bovino en la producción total de carne de canal en el país; adjuntándose así el tercer y segundo lugar respectivamente de la producción total en carne de canal.
- En el año 2011 el consumo per cápita por habitante fue de 15.7 kg en carne de cerdo y 17 kg en carne de bovino.
- En 2011, el kg de carne de canal de bovino tuvo un precio de \$33.80 pesos, generando 3,259 mdp por su matanza, representando así el 10.4% del valor total generado en la matanza de animales. El mismo caso fue para la carne de porcino cuyo precio por kg fue de \$31.9 pesos, generando 540 mdp por su matanza y, adjudicándose así el 1.7% en la matanza total de animales.
- Para proporcionar un adecuado bienestar a los animales, es fundamental tomar en cuenta factores clave como la alimentación, capacitación del personal, el verificar las condiciones tanto de transporte y reposo; en estas etapas se presenta mayor incidencia de estrés, enfermedades, hematomas, dolor y miedo a la hora del sacrificio.
- La incidencia de carnes DFD y PSE en las canales del ganado produjo pérdidas económicas hasta de \$1174.4 pesos por canal afectada.
- Se observó que los parámetros fisicoquímicos como el color, acidez, pH, temperatura, capacidad de retención de agua y terneza son los más importantes para evaluar la calidad de la carne, mejorando la vida de anaquel en la elaboración de productos cárnicos.

SUGERENCIAS.

- Considerar un programa de capacitación de todo el personal, así como un mantenimiento preventivo en los equipos de trabajo; harán más eficiente la producción.
- Es importante proporcionar una nutrición balanceada, programas de vacunación, verificar la estadía y la conducta del animal; mejora la calidad final de la canal.
- En la etapa del sacrificio se recomienda seguir la normatividad vinculada con el bienestar animal, ya que el mal manejo no solo genera un riesgo sanitario potencialmente grave para quienes consumen esa carne, sino también implica un alto porcentaje de decomisos derivado de traumatismos y pérdidas por la disminución de vida de anaquel.
- Los problemas de bienestar animal se ven reflejados cuando no se controlan sus necesidades básicas provocando estrés y la transmisión de enfermedades infecciosas por falta de higiene, por eso el consumo de carne en mercados ambulantes no es opción, debido a que estos animales mueren por deshidratación, exceso de calor o frío, o diversas enfermedades.
- La Ley Federal de Sanidad Animal contiene disposiciones aisladas que son insuficientes para atender los problemas de bienestar animal que se presentan en el país, la Ley General de Bienestar Animal nos permite contar con el instrumento jurídico específico que complementa los aspectos no atendidos por las actuales legislaciones sanitaria y ambiental, apoyando a la industria pecuaria y a la producción de alimentos inocuos.

BIBLIOGRAFÍA

Aberle E, Forrest J, Gerrad D y Mills E. 2001. *Principles of Meat Science*. 4th edición. USA. Publishing Company.

Aguayo L, Gallo C. (2006, 12-16 Noviembre). “Densidad de carga y comportamiento de bovinos transportados vía marítima desde Puerto Chacabuco a Puerto Montt”. En XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias y 14° Congreso Chileno de Medicina Veterinaria, Chile.

Alarcón-Rojo AD, Duarte-Atondo JO. 2006. Músculo PSE y DFD en cerdo. En: Hui YH, Guerrero-Legarreta I, Rosmini RM. *Ciencia y tecnología de carnes*. México, Limusa, 253-290.

Álvarez E, Tadich N, Gallo C. (2002, 24-26 Octubre). “Efecto de diferentes métodos de arreo sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en bovinos”. En XII Congreso de Medicina Veterinaria, Chile.

Amtmann VA, Gallo C, van Schaik G, Tadich N. (2006). Relaciones entre el manejo ante-mortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch Med Vet.*, 38(3), 259-264.

BANSS Germany Meat Technologies. (2014). "Gesamtkatalog". [En línea] <<http://banss.de/es/#tecnologia-sacrificio-porcino/>> [Consulta: 15 de Enero 2014].

Battle N, Aristoy M, Toldra F. (2000). Early post-mortem detection of exudative pork meat based on nucleotide content. *J. Food Sci.*, 65, 413-416.

Brambell FWR. 1965. *Report of the Technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems*. London UK. HMSO.

Brix K, Dunkhorsta A, Mayera K y Jordans S. (2008). Cysteine cathepsins: Cellular roadmap to different functions. *Biochimie*, 90, 194-207.

Broom DM. (2005). The effects of land transport on animal welfare. *Rev. Sci. Tech off int Epiz.*, 24(2), 683-691.

Broom DM. 1986. Indicators of poor welfare. *British Vet J.*, 142, 524-526.

Broom DM y Fraser AF. 2007. Welfare assessment. En domestic animal behaviour and welfare, 4 Ed. Wallingford, 58-69.

Córdova-Izquierdo A, Guerrero MJ, Córdova-Jiménez MS, Córdova-Jiménez CA, Liera GJ, Saltijeral OJ. (2007). Normas de higiene y sanidad de un rastro municipal en México. *Eurocarne*, 159, 1-3.

Costa LN, Lo Fiego DP, Dall’Olio S, et al. (2002). Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Sci.*, 61, 41-47.

Descalzo AM, Insani EM, Biolatto A, et al. (2005) Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Sci.*, 70, 35-44.

Descalzo AM, Rossetti L, Grigioni G, et al. (2007). Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Sci.*, 75, 299-307.

Diario Oficial de la Federación, NOM-009-ZOO-1994, “Proceso sanitario de la carne”. (1994) [en línea] < <http://www.porcimex.org/NORMAS/NOM-009-ZOO-1994.pdf>> [Consulta: 15 de Febrero de 2014].

Diario Oficial de la Federación, NOM-033-ZOO-1995. “Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres”. (1995) [en línea] < <http://www.senasica.gob.mx/?doc=529>> [Consulta: 15 de Febrero de 2014].

Diario Oficial de la Federación, NOM-194-SSA-2004. “Productos y Servicios. Especificaciones sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos”. (2004) [en línea] <

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5283380&fecha=26/12/2012&print=true> [Consulta: 15 de Febrero 2014].

Eikelenboom G, Bolink A, Sybesma W. (1991). Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Sci.*, 29, 25-30.

EU. “Bienestar de los Animales”. Ficha de la Comisión Europea (2007) [en línea] < http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/research/index_en.htm > [Consulta: 15 de Marzo de 2014].

European Union. 1997. *Treaty of Amsterdam Luxembourg*. Office for Official Publications of the European Communities.

FAO. “Buenas prácticas en la producción primaria” (2004) [en línea] < <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5454s/y5454s02.pdf> > [Consulta: 8 de Marzo 2014].

FAO. “Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado” (2001) [en línea] < <http://www.fao.org/docrep/005/x6909s/x6909s09.htm#bm9> > [Consulta: 31 de Enero 2014].

FAO. “Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares” (2000) [en línea] < <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s23.htm#TopOfPage> > [Consulta: 18 de Septiembre 2013].

FAO. “Producción y Salud Animal; Proceso de Sacrificio” (2012). [En línea] < http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/slaugh_process.html > [Consulta: 26 de Noviembre 2013].

Faucitano L. (2010). Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. *Can J. Anim Sci.*, 90, 461-469.

FAWC. “Five Freedoms” (2009) [en línea] < <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm> > [Consulta: 12 de Julio 2013].

Financiera Rural. "Monografía de carne de bovino" (2012) [en línea] <<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Paginas/Pecuario.aspx>> [Consulta: 08 de abril de 2013].

Financiera Rural. "Monografía de ganado de porcino" (2012) [en línea] <<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Paginas/Pecuario.aspx>> [Consulta: 15 de mayo de 2013].

Fisher A, Colditz I, Lee C, et al. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *J. Vet Behav Clin Appl Res.*, 4, 157-162.

Galindo F, Orihuela A. 2004. "Etología aplicada". México, UNAM, 404.

Gallo C, Espinoza M, Basic J. (2001). Efectos del transporte por camión durante 36 horas, con y sin periodo de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne bovina. *Arch Med Vet.*, 33, 43-53.

Gallo C, Lizondo G, Knowles T. (2003). Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*, 152, 361-364.

Gallo C, Pérez-Sanhueza C y colaboradores. (2000). Efecto del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch Med Vet.*, 3(2), 157-170.

Gallo C. (2003). Carnes de corte oscuro en bovinos. *Vetermás*, 2(2), 16-21.

Gallo C. (2009). Factores previos al faenamiento que afecta la calidad de las canales y la carne en los bovinos. *INIA*, 16, 577-599.

Gamboa Alvarado JG. 2005. Implementación de la técnica PCR-RFLP para el diagnóstico de la mutación T/C 1843 del gen RYR1 en cerdos y su incidencia en Chihuahua y Sinaloa, México. Disertación Doctoral, Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. México

Gamboa-Alvarado JG, Gallegos-Lara R, Arcos-García J, et al. “Efecto del Método de Insensibilización sobre los parámetros más importantes que influyen en el Sacrificio y Calidad de la Carne de Cerdo”. (2011) [en línea] <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v5n2/Nacameh_v5n2_040055GamboaAlvarado_et_al.pdf> [Consulta: 9 de Enero 2014].

Golding-Myers JD, Showers CD, Shand PJ, et al. (2010). Muscle fiber type and the occurrence of pale, soft, exudative pork. *Journal of Muscle Foods*, 21, 484-498.

Grandin T. (2010). Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Sci.*, 86, 56-65.

Grandin T. (1998). Buenas prácticas de manejo para el arreo e insensibilización de los animales. *Informativo sobre carne y productos cárneos*, 22, 124-136.

Grandin T. 2000. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. Departamento de ciencia animal. Universidad del estado de Colorado.

Hambrecht E, Eissen JJ, Nooijen RI, et al. (2004). Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *J Anim Sci.*, 82, 1401-1409.

Hargreaves A, Barrales L, et al. (2004). Factores que influyen en el pH e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr.*, 31(3), 155-166.

Hernández-Bautista J, Aquino-López L y Ríos-Rincón F. “Efecto del manejo ante-mortem en la calidad de la carne” (2007) [en línea]<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v7n2/Nacameh_v7n2_041_HdzBautista_et_al.pdf> [Consulta: 29 de Enero 2014].

Hopkins DL, Thompson JM. (2001). Degradation of myofibrillar proteins, examination and determination of free calcium levels. *Meat Sci.*, 59, 199–209.

Huff Lonergan E, Zhang W y Lonergan S. (2010). Biochemistry of postmortem muscle Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci.*, 86, 184-195.

Hui YH, Guerrero I y Rosmini M. 2006. Ciencia y Tecnología de Carnes. Editorial Limusa, México.

Hunt M, King A. (2012). Myoglobin Chemistry: Meat Color Measurement Guidelines. *American Meat Science Association*. 1, 3-10.

Immonen K, Ruusunen M y Puolanne E. (2000). Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Sci.*, 55, 33-38.

Kemp CM, Sensky P, Bardsley G. (2010). Tenderness – An enzymatic view. *Meat Sci.*, 84, 248–256.

Koohmaraie M, Kent M, Shackelford S, Veiseth E, Wheeler T. (2002). Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship?. *Meat Sci.*, 62(2), 345-352.

La Nación. “La historia desde un matadero”. (2013) [En línea] <http://www.nacion.com/ocio/revista-dominical/potrero-mesa_0_1374662537.html> [Consulta: 15 de Noviembre de 2013].

Lamare M, et al. (2002) Changes in proteasome activity during postmortem aging of bovine muscle. *Meat Sci.*, 61, 199–204.

Lawrie RT. 2007. *Meat quality*. En: Ledward R, Lawriw A. Meat Sci. España, Acribia. 156-161.

Leyva-García IA, Figueroa-Saavedra F, Sánchez-López E, Pérez-Linares C, Barreras-Serrano A. (2012). Impacto económico de la carne DFD en una planta de matanza Tipo Inspección Federal (TIF). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(1) 39-42.

López-Maldonado IM. (2009). “Efecto del tiempo de maduración y edad cronológica sobre características organolépticas de carne de res en Puerto Rico”. (Tesis de M en C, Universidad de Puerto Rico). Recuperada de <http://bovinosparacarne.uprm.edu/publication/lopezmaldonado%5B1%5D.pdf>

[López-Vazquez R y Caps-Vanaclocha A. 2004. Tecnología de mataderos. Ed. Mundi-Prensa. España, 327.](#)

Mach N, Bach A, Velarde A, Devant M. (2008). Association between animal, transportation, slaughterhouse, practices and meat pH in beef. *Meat Sci.*, 78, 232-238.

Mancini RA y Hunt MC. (2005). Current research in meat color. *Meat Sci.*, 71, 100-121.

Manríquez P, Gallo C. (2005, 15-18 Noviembre). “Efecto del transporte marítimo y terrestre prolongado de novillos sobre la presencia de contusiones en canales, el pH, glicógeno muscular y color de la carne”. En XII Congreso Latinoamericano de Buiatría Valdivia. Chile.

McCormick RJ. 2009. Collagen, Applied muscle biology and meat science. CRC Press, Ed. Boca Raton, FL, 129-148.

Mendoza SR, Alarcón AD, Grado A, et al. (2002, 12-15 Noviembre). “Effect on addition of electrolytes in preslaughter drinking water of pigs on weight losses and physicochemical characteristics of meat. Responding to the increasing global demand for animal products”. En Conf. Proc. British Society of Animal Sciences, México.

Miranda de la Lama GC, Leyva I, Barreras-Serrano A, Pérez-Linares C, Sánchez-López E, Figueroa-Saavedra F. (2011). Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. *Tropical Animal Health Production*, 44(3), 497-504.

Moinard C, Mendi M, Nicol CJ, et al. (2003). A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs. *Appl Anim Behav Sci.*, 81, 333-355.

Mota D, Huertas S, Guerrero I, Trujillo Ma.E, 2012. *Bienestar animal: Productividad y calidad de la carne*. 2° edición. México, Elsevier, 2012: 85-87.

Mota-Rojas D, Becerril-Herrera M, Lemus C, et al. (2006). Effects of mid-summer transport duration on pre and post-slaughter performance and pork quality in México. *Meat Sci.*, 73, 404-412.

Mota-Rojas D, Becerril-Herrera M, Roldan-Santiago P, et al. (2012). Effects of long distance transportation and CO₂ stunning on critical blood values in pigs. *Meat Sci.*, 90, 893-898.

Mounier L, Duboeucq H, Andanson S, Veissier I. (2006). Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *J. Anim. Sci.*, 4, 1567-1576.

Nollet L. Leo M. (2007). *Handbook of Meat, Bovine Poultry and Seafood Quality*. Iowa: Blackwell Publishing.

O'Sullivan A, Galvin K, Moloney AP, et al. (2003). Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the composition and quality of retail packaged beef. *Meat Sci.*, 63, 279-286.

OIE "Código sanitario para los animales terrestres" (2013) [en línea] <http://www.oie.int/index.php?id=169&L=2&htmfile=chapitre_1.7.3.htm> [Consulta: 15 de Octubre 2013].

World Organisation for Animal Health (OIE). (2009). "Control de peligros que amenazan la salud de las personas y de los animales mediante la inspección *ante mortem* y *post mortem* de la carne". [en línea] <http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Internationa_Standard_Setting/docs/pdf/Control_20de_20peligros_20que_20amenazan_20la_20salud_20de_20las_20personas_20_E2_80_A6.pdf> [Consulta: 24 de Febrero 2014].

Oliver M, Gispert M, Tibau J, et al. (2002). The measurement of light-scattering and electrical-conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times post-mortem. *Meat Sci.*, 29, 141-151.

Ouali A, Herrera-Mendez CH, Coulis G, Becilia S, Boudjellal A, Aubry L y Sentandreu M. (2006). Revisiting the Conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Sci.*, 74, 44-58.

Pérez-Linares C, Figueroa- Saavedra F, Barreras-Serrano A. (2006). Relationships between management factors and the occurrence of DFD meat in cattle. *Journal Anim Vet Adv.*, 5, 571-578.

Perremans S, Randall JM, Allegaert L, et al. (1998). Influence of vertical vibration on heart rate of pigs. *J Anim Sci.*, 76, 416-420.

Pregonagropecuario. “Seguimiento de la resistencia antiparasitaria” (2013) [en línea] <<http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=4464>> [Consulta: 7 de Febrero 2014].

Puvadolpirod S, Thaxton JP. (2000). Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poultry Science*, 79, 363-369.

Romero PM, Uribe- Velásquez LF, Sánchez VJA. (2011). Biomarcadores de estrés como indicadores de bienestar animal en ganado de carne. *Biosalud*, 10(1),71-87.

Sackmann G, Stolle FA, Reuter G. (1989). Influencia de los diferentes tiempos de descanso previo al sacrificio sobre la calidad de la carne de cerdos con una evaluación de las características clínicas. *Fleischwirtsch*, 1, 3-12.

SAGARPA. “Guía Práctica para la Estandarización y Evaluación de las Canales Bovinas Mexicanas” (2013) [en línea] <<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20la%20estandarizaci%C3%B3n%20y%20>

[evaluaci%C3%B3n%20de%20las%20canales%20bovinas%20mexicanas.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manual%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/6/manual_porcino.pdf)>

[Consulta: 10 de Marzo de 2014].

SAGARPA. “Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas” (2004)[en línea]<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manual%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/6/manual_porcino.pdf > [Consulta: 19 de Enero 2014].

SAGARPA. “Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en el Sistema de Producción Ganado Productor de Carne en Confinamiento” (2004) [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Documents/Manuales_buenas_practicas/manual_bovino.pdf> [Consulta: 28 de Septiembre 2013].

Salud. “Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales” (2006) [en línea]<http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/pyp/alim/LIBRO_RASTROS_MEXICO.pdf> [Consulta: 15 de Febrero 2014].

Santurtín E, Tapia-Perez G, Gonzáles Rebeles C, et al. 2009. Actitudes y percepciones de consumidores en la Ciudad de México, hacia atributos de la producción sustentable de alimentos de origen animal. México. FMVZ-UNAM.

Schaefer AL, Stanley RW, Tong AK, et al. (2006). The impact of antemortem nutrition in beef cattle on carcass yield and quality grade. *J Anim Sci.*, 86, 317-323.

Sentandreu KJ, Rasekh JG, Hemphill FE, et al. (2002). Conditions of transfer and quality of food. *Int Des Epiz.*, 25, 675-684.

Shen QW, Gerrard DE, Du M, Compound C. (2008). An inhibitor of AMP-activated protein kinase, inhibits glycolysis in mouse longissimus dorsi postmortem. *Meat Sci.*, 78, 323-330.

Smith GC. 2001. Global sources of, and markets for, beef (and perhaps, for buffalo meat); factors affecting palatability of beef and of meat from the water buffalo. En: *Proceedings VI World Buffalo Congress*. Astro data S.A, Venezuela.

Stetzer AJ, et al. (2008). Effect of enhancement and ageing on flavor and volatile compounds in various beef muscles. *Meat Sci.*, 79, 13–19.

Strappini A, Sandoval ML, Gil MH, et al. (2008, 29-30 Octubre). “Utilización de un nuevo protocolo de evaluación de contusiones en canales bovinas”. En XXXIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Chile.

Strappini AC, Frankena K, Metz JHM, et al. (2008, 10-13 Septiembre). “Incidence of bruising in cattle beef carcasses in Chile”. En 4° International Workshop on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level, Bélgica.

Sutherland MA, Krebs N, Smith JS, et al. “*The effect of three space allowances on the physiology and behavior of weaned pigs during transportation*”. *Livest Science*, 2009; 126: 183-188.

Tadich N, Alvarado M, Gallo C. (2000). Efectos de 36 horas de transporte terrestre con y sin descanso sobre algunas variables indicadoras de estrés en bovinos. *Arch Med Vet.*, 32, 171-183.

Tarrant PV. (1989). The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs. *J Food Sci. and Technology*, 13, 79-107.

Valdés A. 2002. Efectos de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el peso vivo, rendimiento de la canal y presencia de contusiones en novillos destinados al faenamiento. Chile, Universidad Austral de Chile, 41.

Warris PD. (2004). Insensibilización y sacrificio de bovinos. *Informativo sobre carne y productos cárneos*, 31, 77-79.

Warris PD. 2000. The effects of live animal handling of carcass and meat quality. CABI Publishing, 131-155.

Weaver AD, Bowker BC y Gerrard DE. (2009). Sarcomere length influences μ -calpain-mediated proteolysis of bovine myofibrils. *J of Anim Sci.*, 87, 2096-2103.

Webster J. "Management and welfare of farm animals". 2011. London UK. The UFAW farm handbook.

Weeks C. (2008). A review of welfare in cattle, sheep and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. *Animal Welfare*, 17, 275-284.

Zhang SX, Farouk MM, Young OA, Wieliczko KJ, Podmore C. (2005). "Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Sci.*, 69, 765-772.