

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



**EFFECTO DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE NOVILLOS
ENGORDADOS EN CORRAL.**

POR:

ARTURO GONZÁLEZ MARTÍNEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

Noviembre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

EFFECTO DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA
CANAL DE NOVILLOS ENGORDADOS EN CORRAL.

POR:


ARTURO GONZÁLEZ MARTÍNEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

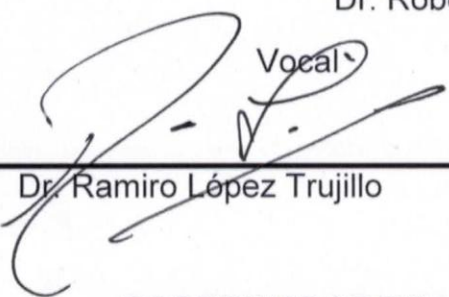
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA EL JURADO

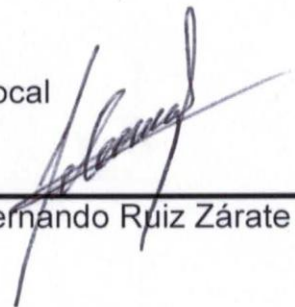

Asesor principal

Dr. Roberto García Elizondo

Vocal


Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal


Dr. Fernando Ruiz Zárate

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL


Dr. Ramiro López Trujillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2014



DEDICATORIAS

A Dios principalmente por haberme regalado la vida y la oportunidad de seguir adelante con mis objetivos y los de mis padres, y sobre todo por darme la fe, la fortaleza necesaria para salir adelante pese a las dificultades, que en la vida se presentan, por ponerme en el mejor camino de mi vida y por guiar e iluminar mis pasos, por darme la salud y la fuerza para realizar este trabajo, y por nunca dejarme solo a pesar de los reproches que en algunos momentos se presentaron por mis arranques por todo eso y mucho más gracias Dios Mío.

A mis padres

Javier González Santana y Irma Martínez Astudillo

Gracias padres, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, y por depositar toda la confianza, brindada en esta parte de mi vida, la cual es tan importante para mí. Yo sé bien, que hemos pasado momentos difíciles pero a pesar de todos esos momentos nunca han dejado de apoyarme y de brindarme todo, su amor y estar siempre a mi lado. Y le doy gracias a Dios por darme unos padres tan excelentes y maravillosos a los cuales les debo gran parte de mi vida, y por ello este trabajo que he realizado durante un año es para ustedes un poco de lo que ustedes me han brindado. Y por todo eso y mucho más gracias los Amo.

A mis hermanos

Javier, María del Carmen, Audocio y Hermilo, por brindarme siempre el apoyo necesario durante esta etapa tan importante, por los buenos y malos momentos que hemos compartido juntos y sobre todo por creer en mí. También a mi cuñado Hernán por el apoyo brindado en ciertos momentos. Gracias por todo eso y mucho más los quiero. A mis sobrinos Javier Arturo, Jonathan Alexandro y Dayra Yamileth a pesar de que aún son unos peques también han formado parte de este trayecto en mi vida gracias por el cariño y el amor que me han brindado.

A mis abuelitos

Hermílo González (+), Carmen Santana (+) y Zoila Astudillo, dos de mis abuelos ya no están conmigo pero a pesar de eso yo sé que desde el cielo me mandan muchas bendiciones y que sus presencia siempre ha estado a mi lado y por ello les dedico parte de este trabajo, y agradecerles por darme un gran Padre los quiero. A mi abuelita Zoila le agradezco el que aun este a mi lado apoyándome en estos momentos tan importante y el darme una gran madre que con esfuerzo y valor saco adelante y que es la mujer que ocupa el lugar más importante en mi corazón te quiero abuelita. A mis bisabuelos, Feliciano (+) y Evangelina (+) también les agradezco el apoyo que me brindaron.

A mis tíos

José Manuel Martínez y Gloria Martínez, María Luisa Glez., Octavio Glez. (+), Rosario Glez. (+), Baudilio Glez. (+) Cesar Glez (+), Melidad Astudillo y María Astudillo. Por el apoyo brindado en ciertos momentos por los que aún están conmigo y los que ya no están gracias por todo.

A mis primos

Mili, Lucia, Grisel, Karla, Baudilio, Adriana, nena y Isabel gracias por sus palabras de aliento y apoyo que me brindaron en momentos difíciles.

A mis amigos

Carlos Mario Córdova, Alejandro Ozuna, Luis Enrique Sánchez, Adolfo carrillo, Raúl linares, Alejandro, Jesús Antonio de la piedra

Danisbeth Hernández, María teresa mendosa, flór Hernández, Yadira Hernández, yesenia Reyes, sady Pérez, Brenda chacón, Karla chacón.

A todas muchas gracias, pues en que las palabras suficientes para expresar lo que el alma desea, rebasan un tomo, simplemente queda aquello que por significado extenso y sin límite es gracias.

AGRADECIMIENTOS

*A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la oportunidad de ser parte de ella y por brindarme el apoyo necesario para estudiar una carrera; a mis profesores por dedicarme parte de su tiempo, y por dejar parte de su vida, para dar vida a la ilusión de niño y que hoy en día se hacen realidad. Pero muy en especial.*

A mis asesores:

***DR. Roberto García Elizondo**, por colaborar en la elaboración de este trabajo, dedicando parte de su valioso tiempo y por toda la paciencia para aclarar las dudas que surgieron durante la elaboración del mismo.*

***Dr. Ramiro López Trujillo**, por el apoyo no solo en la elaboración de este trabajo sino también por, apoyarme en momentos que necesite de un amigo, por la disposición en las dudas que surgieron en dichos momentos del mismo.*

***Dr. Fernando Ruíz Zárate**, por aceptar trabajar en la elaboración de este trabajo por el tiempo dedicado la paciencia gracias.*

No me queda más que agradecerles por aceptar colaborar e la revisión de este trabajo y por la paciencia y por transmitir los conocimientos necesarios durante toda la carrera.

INDICE GENERAL

	Paginas
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
1.INTRODUCCIÓN-----	1
Objetivo -----	2
2.REVISIÓN DE LITERATURA-----	3
2.1 Sistema de clasificación de canales de bovinos-----	3
2.2 Grados de calidad de la canal-----	4
2.3 Marmoleo-----	4
2.4 Madurez de la canal-----	6
2.5 Grados de rendimiento de la canal-----	7
2.6 Espesor de grasa externa-----	9
2.7 Grasa en riñón, pelvis, corazón-----	9
2.8 Peso de la canal caliente-----	10
2.9 Area del musculo Longissimus dorsi-----	10
2.10 Peso al sacrificio y características de la canal-----	11
Hipotesis-----	14
3. Materiales y metodos-----	15
3.1 Colección de datos de los animales y sus canales-----	15
3.2 Analisis estadisticos-----	17

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN-----	18
4.1 Efecto del peso al sacrificio sobre características de la canal-----	19
5. CONCLUSIONES-----	24
6. RESUMEN-----	25
7. LITERATURA CITADA-----	26

INDICE DE CUADROS

cuadro		pagina
2.1	Relacion entre los grados de madurez de una canal y la edad cronologica aproximada del animal.....	6
2.2	Porcentaje esperado de cortes primarios rebajados en grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferente grados de rendimiento.....	8
4.1	Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximo de peso al sacrificio de novillos y características de la canal (n=881).....	18
4.2	Valores estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características que determina la calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio al sacrificio engordados en corral.....	20

INDICE DE FIGURAS

figura		pagina
2.1	Relación entre el grado de marmoleo, madurez y calidad de la canal de bovinos (USDA, 1997).....	5
4.1	Porcentaje de canales con diferentes grados de calidad de novillos sacrificados a diferentes pesos.....	21
4.2	Porcentajes de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente peso.....	22

1. INTRODUCCIÓN

En México la industria de la carne bovina juega un papel importante ofreciendo productos de calidad que el consumidor desee. Es por eso que la calidad de la carne ha sido un motivo de estudio y que se han planteado en diferentes estados de México, el sistema de clasificación de carne y canales con el propósito de satisfacer las necesidades del consumidor (López *et al.*, 2010).

Por lo anterior, en México el sector privado y del gobierno han planteado las necesidades de establecer normas a la industria de la carne y en particular, que estén relacionado con la clasificación de la carne. Esto con el propósito de organizar la cadena productiva de la carne bovina y hacerla eficiente y competitiva en el mercado nacional e internacional (BIF, 2010).

Las tendencias actuales en el mercado de la carne nacional, en función de las preferencia y requerimiento de los consumidores, están enfocadas hacia una carne con menor contenido de grasa externa y mayor calidad (Méndez *et al.*, 2009; López *et al.*, 2010; Peel *et al.*, 2011). Para abastecer este mercado, cada vez más exigente, los productores de carne y los técnicos se están enfrentado a la necesidad de diseñar mejores métodos de engorda, que aseguren la mayor calidad y rendimiento en cortes (Méndez *et al.*, 2009).

La industria nacional de la carne bovina establecida en la zona norte del país, está en permanente evolución. En los últimos años, en el mercado nacional de la carne de res exigen a la industria ganadera que garantice la calidad así como la sanidad e inocuidad del producto que llega al consumidor (Vilaboa *et al.*, 2009). Los consumidores de carne de res mencionan que la calidad comestible de la carne son (sabor, jugosidad y suavidad o blandura) es el principal criterio que utiliza para la compra del producto, seguido por el valor nutricional, seguridad del producto y precio (Tatum *et al.*, 2006).La

clasificación de carnes y canales se basa en la asignación de grados, los cuales determinan la aceptabilidad y el valor comercial de una canal (BIF, 2010).

Las características que determinan la calidad y rendimiento de la canal de res, impactan los márgenes de comercialización y transmisión de precios de la carne, por lo que su evaluación es relevante para productores, empacadoras y consumidores. El peso de la canal y su calidad y rendimiento en cortes, son los factores que determinan el precio de una canal de bovinos. Las canales con mejores estándares de calidad y rendimiento son las más valiosas (Méndez *et al.*, 2009).

El objetivo final de la engorda de bovinos, es producir eficientemente canales de calidad y alto rendimiento en cortes, en base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue:

Objetivo

Evaluar el efecto del peso al sacrificio sobre los factores que determinan los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos engordados en corral tales como: grado de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, grasa en riñón, pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del musculo Longissimus dorsi.

2. REVISION DE LITERATURA

Sistemas de clasificación de canales de bovinos

La implementación de un reglamento para la clasificación de canales y carne puede ser una medida benéfica siempre y cuando garantice al público consumidor un precio diferencial justo según la calidad y que esto sea un incentivo para la industria engordadora. Sin embargo permanecer en el mercado canales y cortes no clasificados de menor precio que sean accesibles al público consumidor de menores recursos económicos como una medida de protección (McKenna *et al.*, 2002).

El sistema de clasificación de canales y carnes se basa en la asignación de grados los cuales determinan la aceptabilidad y el valor de una canal e incluye dos aspectos importantes como la calidad de la canal y el rendimiento o cantidad de carne vendible de preferencia los cortes primarios o sea aquellos que son mejores pagados por el consumidor (USDA, 1997; BIF, 2010). La clasificación de las canales basadas en grados, identifican claramente indicadores de calidad y cantidad de carnes y provee un sistema para clasificar la oferta heterogénea de cortes de carne en categoría más uniforme y pequeñas llamadas grados.

(Vilaboa *et al.* 2009) mencionan que los consumidores demandan cortes de carne más limpios (con poca grasa externa), así mismo productos de alta calidad con un mínimo de desperdicio en grasa y hueso, que sean atractivos (músculo color rojo cereza y grasa blanca). En base a lo anterior, los engordadores productores de becerros y empacadores deben considerar estas demandas con el propósito de producir y/o vender este tipo de productos.

Grados de calidad de la canal

Los grados de la canal intentan identificar diferencias en ciertas características sensoriales como suavidad, sabor, color, textura y jugosidad de la carne. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997) considera ocho grados de calidad de la canal de bovinos: prime, choice, select, standard, commercial, utility, cutter, y canner y en los sistemas de clasificación de los estados de norte de México cinco: suprema, selecta, buena, estándar y comercial, equivalentes a los primero cinco grados de calidad del sistema USDA.

Los principales factores que considera el USDA (1997) para la determinación de los grados de calidad de una canal de bovinos son: la cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) en el área del músculo *Longissimus dorsi* entre la doceava y treceava vértebras torácicas, la madurez fisiológica de la canal, color del músculo y grasa, textura de las fibras musculares y la firmeza al corte.

Marmoleo

El marmoleo (grasa intramuscular) está representada por la distribución y cantidad de la grasa dentro del músculo. Evalúa la cantidad y distribución de la grasa intramuscular en la superficie expuesta del área del músculo *Longissimus dorsi* entre 12ava y 13ava costillas. El grado de marmoleo es el principal determinante del grado de calidad de una canal (BIF, 2010).

El marmoleo es un rasgo importante de calidad. Se emplea como índice en la evaluación de canales debido a que sirve para establecer las

categorías o grados que contribuyen directamente al valor de la carne de bovino en los mercados e internacionales (Harper y Pethick, 2004).

El USDA (1997) establecen nueve grados o categorías de marmoleo siendo de mayor a menor: abundante, moderadamente abundante, ligeramente abundante, moderado, modesto, pequeño, ligero, trazas, y prácticamente nulo o desprovisto.

La relación entre el grado de marmoleo y madurez de la canal de bovino, se muestra en la figura 2.1

Grado de Marmoleo	Grado de madurez				
	A (9-30)	B (30-42)	C (42-72)	D (72-96)	E (> 96)
abundante					
Mod. Abun.	PRIME		COMMERCIAL		
Lig. Abun.					
Moderado					
Modesto	CHOICE				
Pequeño				UTILITY	
Ligero	SELECT				
Trazas	STANDARD				CUTTER
Pract. nulo					

Figura 2.1. Relación entre grado de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovino (USDA, 1997)

Los grados de marmoleo establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997) son: abundante, moderadamente

abundante, ligeramente abundante, moderado, modesto, pequeño, ligero, trazas y prácticamente nulo (Figura 2.1).

Madurez de la canal

La madurez se refiere a la edad fisiológica no cronológica del animal y la madurez del tejido adiposo y muscular coadyuva también a determinar la madurez del canal. El sistema de clasificación de canales de Estados Unidos considera cinco grados de madurez, identificados de menor a mayor con las letras A, B, C, D y E (USDA, 1997). Sin embargo, existe una estrecha relación con la madurez cronológica como se muestra en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Relación entre los grados de madurez de una canal y la edad cronológica aproximada del animal.

Grados de madurez	Edad (mes)
A	9-30
B	30-42
C	42-72
D	72-96
E	>96

Fuente: USDA (1997)

Los grados de madurez de la canal bovina están determinados por la madurez esquelética y la madurez muscular. Se determinan observando la osificación de los cartílagos de las apófisis de las vértebras torácicas 11, 12 y 13, así como la forma, tamaño y color de las costillas y por la madurez muscular observando el color y textura del músculo *Longissimus dorsi* (USDA, 1997).

En las auditorias nacionales de la carne de bovino realizadas en los Estados Unidos de Norteamérica en los años de 1991, 1995, 2000 y 2005 (Lorenzen *et al.* 2000; Boleman *et al.*, 2001; McKenna *et al.*, 2004 y García *et al.*, 2008) reportan que las canales de animales jóvenes (menores de 30 meses o grado de madurez A) poseen mayor cantidad de grasa intramuscular y tienen mayor grado de calidad. Estos autores mencionan que al incrementar el espesor de grasa dorsal y el peso de la canal caliente, tanto los grados de calidad como el valor numérico de grado de rendimiento aumentan. Sin embargo, lo contrario sucede con el área del músculo *Longissimus dorsi* ya que disminuyen al incrementar los grados de calidad.

Grado de Rendimiento de la Canal

Los grados de calidad de una canal son medidos subjetivamente. Los grados de rendimiento son más objetivos debido a que son medidos en la canal y se ha obtenido de ecuaciones basadas en el valor de importancia económica relativa para predecir el grado de rendimiento y de cortes al menudeo que se pueden obtener de una canal.

El grado de rendimiento (GR), estima el porcentaje esperado en cortes primarios y al detalle, provenientes de las partes más valiosas de la canal (pierna o piña, lomo o dorso, costillar y espaldilla o aguja), parcialmente deshuesados y recortados de grasa. El sistema estadounidense (USDA, 1997) establece cinco GR en cortes identificados con valores numéricos: 1, 2, 3, 4 y 5 de mejor a peor. Los porcentajes esperados de cortes primarios y al detalle de una canal se muestran en el Cuadro 2.2. se puede observar, que a menor valor numérico de GR, mayores son los porcentajes esperados de cortes primarios y carne comestible total de una canal. Por cada cambio de una unidad de grado de rendimiento, el porcentaje de cortes primarios y carne comestible disminuye o aumenta 2.3 y 4.0 unidades porcentuales, respectivamente.

Cuadro. 2.2. Porcentaje esperado de cortes primarios rebajados en grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento

Grados de rendimiento	Rendimiento esperado en cortes primarios (%)	Rendimiento en carne comestible (%)
1	>52.23	75.0
2	50.1- 52.3	71.0
3	47.8-50.0	67.0
4	45.5-47.7	63.0
5	<45.5	59.0

*Lomo, pierna, paleta y costilla

Fuente: USDA (1997)

Se puede observar que a menor valor numérico de GR, mayores son los porcentajes de cortes primarios y al detalle de una canal. Por cada cambio en una unidad de grado de rendimiento, el porcentaje en cortes primarios y al detalle disminuyen o aumentan 2.3 y 4.6 unidades porcentuales (Lawrence *et al.*, 2008).

El grado de rendimiento de una canal de bovino se establece en función de cuatro características: El espesor de grasa dorsal o externa, el porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, el peso de la canal caliente y el área del músculo *Longissimus dorsi*.

El GR se calcula con la ecuación recomendada por el USDA (1997):

$$\begin{aligned}
 \text{GR} = & 2.50 + (2.5 \times \text{espesor de grasa externa pulgadas}) \\
 & + (0.20 \times \% \text{ de grasa en riñón, pelvis y corazón}) \\
 & + (0.0038 \times \text{peso de la canal caliente (libras)})
 \end{aligned}$$

- $(0.32 \times \text{área del músculo } \textit{Longissimus dorsi} \text{ en pulgadas cuadradas})$.

El GR también puede ser convertido a porcentaje. Para convertir GR a porcentaje, Drake, (2004) recomienda la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento en cortes (\%)} = 56.9 - (2.3 \times \text{GR}).$$

Espesor de grasa externa

Espesor de grasa externa (EGE) de la canal en el músculo *Longissimus dorsi*, ha resultado ser un indicador útil de la cantidad absoluta de grasa de la canal (Berg y Butterfield, 1979). El EGE es medido en la superficie del músculo *Longissimus dorsi*, aproximadamente tres cuartos de distancias de la línea media de la vértebra al borde lateral del músculo, son indicadores más precisos de la grasa que las medidas tomadas en la parte externa de la canal (Kempster y Evans, 1979). Tatum *et al.* (1988) consideran que espesores de grasa entre 7.6 y 10.6 mm aseguran una gustocidad. Por otra parte, Lorenzen *et al.* (1993) señalan que el 62% de la variación en el rendimiento de los cortes primarios se atribuyen al espesor de la grasa, a medida que esta se incrementa aumenta el grado de rendimiento de los cortes primarios. Por ejemplo, disminuyendo un décimo de pulgada el grosor de la grasa, se resta un 25 % de una unidad de grado de rendimiento en la canal (USDA, 1997).

Grasa en riñón, pelvis y corazón

La cantidad de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC) o grasa interna, es una estimación subjetiva y se expresa como un porcentaje en relación al peso de la canal caliente. Generalmente representa de 1 a 5 % del peso de

la canal. A mayor porcentaje de grasa en RPC mayor el valor numérico de GR y menor en rendimiento en cortes de la canal. Un cambio de 1 % en la cantidad de grasa en RPC causa un incremento de 20% en el valor numérico de grado de rendimiento (Hale *et al.*, 2010; BIF, 2010).

Peso de la canal caliente

El peso de la canal caliente (PCC) se refiere a peso de la canal de un bovino después del sacrificio, una vez desagrado y retirado la piel, vísceras, cabeza y patas (Hale *et al.*, 2010). El peso de la canal es el factor más importante que determina el valor económico total de una canal (Tatum *et al.*, 2005).

El PCC es uno de los factores utilizados para calcular el valor numérico de GR. Si no se cuenta con el peso de la canal caliente, este se puede obtener multiplicando el peso de la canal fría por 1.1 o 1.2. El PCC es un indicador aproximado del tamaño de los cortes de la canal. A menor peso de la canal menor valor numérico de RG y por lo tanto mayor porcentaje de rendimientos en cortes al detalle. Por cada 100 libras de cambio en el peso de la canal, el valor numérico de grados de rendimiento cambia 40 % (USDA, 1997).

Área del músculo *Longissimus dorsi*

El área del músculo *Longissimus dorsi* (AML), es considerado como un indicador de la musculatura de una canal, se determina midiendo el área del músculo entre las 12^{ava} y 13^{ava} costillas (USDA, 1997). A mayor AML menor será el valor numérico de GR y por lo tanto mayor el porcentaje de rendimiento en cortes de la canal. Existe una relación positiva entre el PCC y el AML y negativa entre EGE y el AML o sea que a mayor EGE, menor es el AML y viceversa. Por cada pulgada cuadrada de cambio en AML, disminuye el valor de GR en 30% (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

El AML es mayor cuando los pesos de las canales son más altos (Drake, 2004; Owens y Gardner, 2010). Para propósitos de comparación, del AML de canales de diferente peso, (Owens y Gardner, 2000 y Drake, 2004) recomiendan convertirla a un peso común (AML cm /100 kg de canal) dividiendo el AML entre el peso de la canal y multiplicarlo por 100.

El grado de calidad de una canal esta inversamente relacionada con el GR. A mayor grado de calidad mayor es el valor numérico de GR y por lo tanto menor rendimiento en cortes de la canal (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

Peso al sacrificio y características de la canal

Al llevar acabo un experimento con 32 toretes jóvenes (12 a 22 meses de edad) de raza Hereford con una dieta a base de concentrado y sacrificados con diferentes pesos (476, 565, 623, 682 kg) reportaron que no hubo diferencia significativas ($p > 0.05$) entre los grupos al sacrificio para el grado de marmoleo, sin embargo el PCC, EGS Y AML, aumentaron notablemente al incrementar el peso al sacrificio (Hawrysh y Berg, 1979).

Steen y kilpatrick (1995) realizaron un experimento en donde utilizaron 235 novillos, toretes y vaquillas Friesian, Limousin x Friesian y Belgian Blue, los cuales tuvieron el mismo manejo; dietas altas en forraje hasta los 12 a 13 meses de edad (372 kg de peso vivo) y una dieta a base de ensilado y concentrado (2:1 en base seca) ofrecida en corral a libres acceso o restringida al 80 %. Los toretes fueron sacrificados, con pesos de 560, 610 y 660 kg, respectivamente. Encontraron que al aumentar el peso al sacrificio incrementa el contenido de grasa en la canal, el valor numérico de grado de rendimiento y por lo tanto se redujo el rendimiento en cortes.

Park *et al.*, (2000), evaluaron el efecto del peso al sacrificio, sobre los grados de calidad y rendimiento de 20,881 novillos, toretes de raza Korea Hanwoo, sacrificados durante un año. Se encontró que independientemente del sexo, los grados de marmoleo, calidad y rendimiento, el AML, EGS Y PCC aumentaron cuando los animales tenían mayor peso al sacrificio.

Kirkland *et al.* (2006) realizaron un experimento donde utilizaron 180 becerros Holstein, con edad media de 111 días y peso vivo 135 kg para evaluar el efecto del peso al sacrificio sobre características de su canal alimentados en corral con una dieta a base de concentrado ofrecida a libre acceso y sacrificados a seis diferente pesos al sacrificio (300, 360, 400, 470, 500, y 560 kg). Encontraron que el grado de marmoleo, AML, EGD y grasa en RPC aumentaron linealmente conforme aumento el peso al sacrificio.

Los resultados que arroja la Auditoría Nacional de la calidad de la carne de res en Estados Unidos (2005) señalan que las principales preocupaciones que han expresado los empacadores y usuarios finales (detallistas y servidores de alimentos) con respecto a la carne de res producida en corral con dietas a base de grano son la falta de uniformidad, consistencia y excesiva cantidad de grasa subcutánea (García *et al.*, 2008; Shook *et al.*, 2008).

Lawrence *et al.* (2008) reportan que la ecuación para determinar el GR de la canal requiere modificaciones que reflejen la relación lineal entre el AML requerida ($LMA_{requerido} = 0.171 (PCC) + 24.526$) y el PCC establecidos por el USDA (1997). Lo anterior, en virtud de que se ha encontrado que la relación no es lineal sino cuadrática (Owens y Gardner, 2001; Lawrence *et al.*, 2008).

Actualmente la tendencia del consumidor es a comer más saludablemente. La industria cárnica ha ido cambiando según las nuevas exigencias del consumidor que desea carnes de buena calidad con la mínima cantidad de grasa a un precio razonable.

Hipótesis

Al incrementar el peso al sacrificio mejoran los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal en novillos engordados en corral.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Colección de datos de los animales y sus canales

En el mes de septiembre de los años 2000 a 2012, se obtuvo información de 881 canales de novillos menores de 24 meses de edad con diferentes características raciales (grado de madurez **A**) del evento anual conocido como Concurso del Becerro Gordo organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas, Coahuila, en el km 1 de la carretera Sabinas-Nueva Rosita.

Los novillos se pesaron aproximadamente 12 hr después de finalizado el periodo de engorda (PS) y se les determinó su edad en base a su desarrollo dental (presencia o ausencia de dientes incisivos permanentes). Posteriormente, fueron sacrificados mediante métodos convencionales utilizando una pistola de pistón cautivo, en el en el rastro municipal de Sabinas, Coahuila. Las canales fueron identificadas con una tarjeta, pesadas (peso de la canal caliente, PCC), divididas longitudinalmente en dos partes y se pasaron a la cámara de refrigeración donde permanecieron por 24 hr a una temperatura que varió de 2 – 4 °C grados centígrados.

Después de aproximadamente 24 hr en refrigeración se realizaron la evaluación de las canales, en la mitad izquierda de cada canal, se hizo un corte transversal entre las 12^{ava} y 13^{ava} costillas. Después de 30 minutos, se realizaron las siguientes mediciones: grado de marmoleo (GM), espesor de grasa subcutánea (EGE), porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC) y área del músculo longissimus dorsi (AML).

Los datos de las características de la canal fueron obtenidas, durante 13 años, por las mismas dos personas entrenadas, utilizando el sistemas de

clasificación USDA (1997). Ningún otro tratamiento después del sacrificio, especialmente estimulación eléctrica fue aplicado a las canales.

El GM se estimó subjetivamente observando la cantidad de grasa intramuscular depositada en la superficie del musculo longissimus dorsi y fueron comparadas con la fotografía publicadas por el USDA (1997). Para la determinación del GC de la canal se consideró la relación entre los grados de madurez y marmoleo de cada canal como se muestra en la Figura 2.1.

El EGS se midió con un vernier en decimas de pulgadas, en la doceava costilla perpendicularmente a la superficie exterior en un punto que corresponde a los tres cuarto de la longitud del musculo longissimus dorsi. El AML se calculó con una platilla cuadrículada dividida en decimas de pulgada cuadrada, la cual se colocó en la doceava costilla. El porcentaje de grasa en RPC con relación al peso de la canal caliente fue estimada subjetivamente.

Para la determinación de GR de la canal, se usó la ecuación recomendada por el USDA (1997).

$$\begin{aligned} &\text{Grado de rendimiento} = 2.50 \\ &+ (2.5 \times \text{espesor de grasa subcutánea en pulgadas}) \\ &+ (0.20 \times \% \text{ de grasa en RPC}) \\ &+ (0.0038 \times \text{peso de la canal calientes en libras}) \\ &- (0.32 \times \text{área del musculo longissimus dorsi en pulgadas}) \end{aligned}$$

Análisis estadístico

Para analizar las características de la canal, los pesos al sacrificio (PS) de los novillos fueron agrupados en cuatro categorías: (<420, 420-499, 500-579, >579 kg).

Para evaluar el efecto del peso al sacrificio sobre las características de la canal (GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC y AML), se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 13 x 4 (años, PS). El número de unidades experimentales fue diferente para cada caso (SAS, 1989). Para las diferentes categorías del peso al sacrificio, se calcularon los porcentajes de canales con diferente GC y GR.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores promedio, desviación estándar y rango para características del animal vivo y de la canal de 881 novillos jóvenes con un (peso inicial promedio de 302 ± 67 kg) engordados en corral de abril a septiembre (134 día promedio) durante los años 2000 a 2012, se muestra en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximos de peso al sacrificio de novillos y características de la canal (n= 881).

Característica	Promedio	DS	Mínimo	Maximo
Peso al sacrificio	509.5	72.2	330.0	689.0
Grado de calidad*	667.5	59.5	525.0	817.0
Grado de marmoleo**	384.5	100.7	150.0	750.0
Grado rendimiento	1.89	0.7	0.1	5.3
Espesor de grasa subcutánea	0.68	0.4	0.1	3.0
Grasa en RPC (%)	2.10	0.7	0.5	4.5
Peso de la canal caliente (kg)	309.2	48.2	187.0	428.0
AML(cm ²)	86.42	12.3	51.0	125.2
AML cm ² /100kg.pcc.	28.21	3.4	18.0	40.7

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

*100= prácticamente nulo,= 200 trazas, 300= ligero, 400= pequeño, 500= modesto, 600= moderado, 700= lig. Abundante.

500= standard 600=select**, 700= choice**, 800= prime**

RPC= riñón, pelvis y Corazón, PCC= peso de la canal caliente ,AML= Área del musculo longissimus dorsi, EGS= Espesor de grasa subcutánea

Al analizar el efecto de año sobre los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos sacrificados a diferentes pesos se encontró un efecto significativo ($P \leq 0.05$) del año sobre todas las variables analizadas. ($P \geq 0.05$) Excepto para el peso de la canal caliente y % grasa RPC. El análisis de esta fuente de variación se omite por ser un lugar común y por su gran diversidad de factores de manejo que participa en la manifestación. Su inclusión en el modelo fue con el objetivo de reducir la magnitud del error experimental.

Efecto del peso al sacrificio sobre característica de la canal.

Los valores promedio, estimado por mínimos cuadrados y error estándar (EE) para características de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio se muestran en el Cuadro 4.2.

El PS afectó ($P \leq 0.05$) todas las características de la canal analizadas (Cuadro 4.2). al incrementar el PS de los novillos, el GM, GC, GR, EGS, Grasa en RPC, PCC y AML aumentan. El GM varío de ligero^{bajo} a pequeño^{promedio} para los novillos con peso al sacrificio menores de 420 y mayores de 579 kg, respectivamente. Los novillos con peso al sacrificio menor de 500 kg alcanzaron en promedio el GC select y los de 500 kg a más GC choice bajo.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, coinciden con lo reportado por otros autores Park et al. (2002), Kirkland et al. (2006) y Salgeiro et al. (2008) quienes mencionan que el GM, GC aumentan al incrementar PS de los animales. La anterior fue atribuido a una mayor acumulación de grasa y duración del periodo de en gorda.

Cuadro 4.2. Valores estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características que determina la calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos con diferente peso al sacrificio engordados en corral.

Características	Peso al sacrificio				EE
	<420 (n=98)	420-499 (n=285)	500-579 (n=345)	>579 (n=153)	
Grado de calidad*	612.15 ^a	645.05 ^b	688.73 ^c	708.48 ^d	3.52
Grado de marmoleo**	298.27 ^a	347.75 ^b	416.07 ^c	457.30 ^d	6.07
Grado de rendimiento	1.68 ^a	1.76 ^a	1.96 ^b	2.22 ^c	0.04
Espesor de grasa subcutánea	0.45 ^a	0.57 ^b	0.75 ^c	0.90 ^d	0.02
Grasa RPC (%)	1.67 ^a	1.91 ^b	2.26 ^c	2.50 ^d	0.04
Peso de la canal caliente	231.56 ^a	278.35 ^b	327.09 ^c	380.93 ^d	1.23
AML (cm²)	71.32 ^a	81.01 ^b	90.02 ^c	97.77 ^d	0.63
AML(CM²)/100 Kg. PCC	30.84 ^a	29.13 ^b	27.56 ^c	25.68 ^d	0.19

USDA= Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

**100= prácticamente nulo,= 200 trazas, 300= ligero, 400= pequeño, 500= modesto, 600= moderado, 700= lig. Abundante

500= standard 600=select, ** 700= choice **, 800= prime **

RPC= riñón, pelvis y Corazon, PCC= peso de la canal caliente, AML= Área del musculo logissimus dorsi.

a b c d= literales distintas en la misma hilera difieren (p<0.05).

En la Figura 4.1. Se muestran los porcentajes de novillos en cada una de las categorías de PS que obtuvieron diferentes GC (USDA). Se observa que a mayor PS, el porcentaje de novillos con GC Choice o mayor aumenta de 11.2 hasta 66.01 % y disminuyen los porcentajes de novillos con calidad select (50.17 a 30.06 %) y standard (56.12 a 3.92 %).

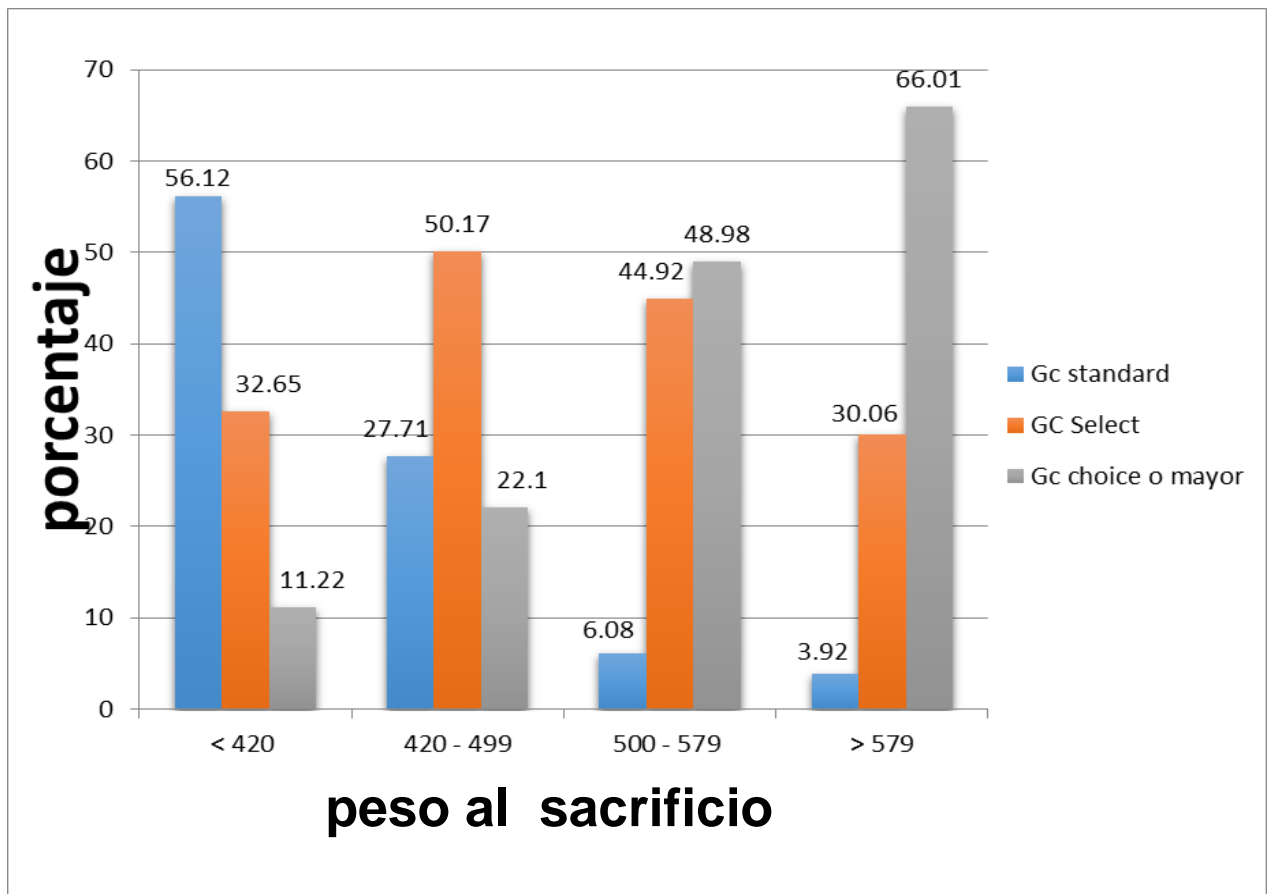


Figura 4.1. Porcentaje de canales con diferentes grados de calidad de novillos sacrificados a diferente peso.

Los novillos con mayor PS tuvieron valores numéricos de GR más altos (Cuadro 4.2). Esto indica que a mayor PS, menor es el rendimiento en cortes primarios de la canal deshuesados parcialmente y recortados de grasa (USDA; 1997). El valor numérico de Gr incrementa cuando los animales tiene

mayor peso al sacrificio y por lo tanto rinden menos en cortes (park et al., 2002)

En la Figura 4.2 se muestran los porcentajes de novillos que alcanzaron diferente GR para cada una de las categorías de PS. Se observa que a menor PS mayor es el porcentaje (68.36) de canales con GR 1 y que a mayor PS mayor es porcentaje de canales con GR3 o mayor (15.03). Se observa que en las cuatro categorías se encuentra mayor porcentaje de canales con GR 1.

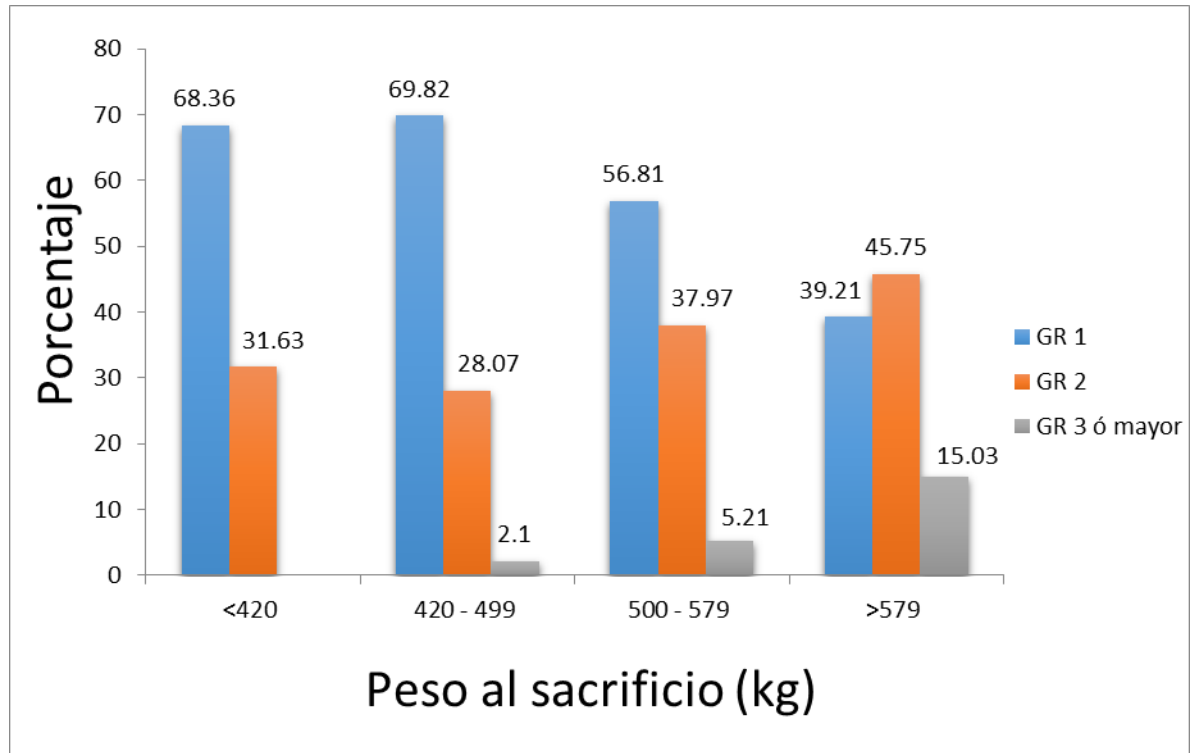


Figura 4.2. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en cortes de novillos sacrificados a diferente peso.

Existe una relación inversa entre el GC y GR de una canal de bovino (USDA, 1997). Las canales con GC mayor, generalmente poseen un valor numérico

mayor de GR y por lo tanto menor rendimiento en cortes. Lo contrario pasa con una canal de menor GC ya que esta obtendrá un valor numérico de GR menor y por lo tanto mayor rendimiento en cortes.

Lo anterior coincide con el presente trabajo (Figuras 4.1 y 4.2), ya que se presenta una relación inversamente proporcional entre el GC y GR, los novillos con PS mayor de 579 kg tuvieron mayor porcentaje (66.0) de canales con GC choice o mayor, y menor porcentaje (15.0) de canales con GR 3 o más y que los novillos sacrificados con pesos menores de 420 kg solo obtuvieron un 11.2% de canales Choice o mayor y el 56.1% de las canales con GC Standard. Sin embargo, el porcentaje de canales con GR 1 fue 68%.

El EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML también incrementaron ($p \leq 0.05$) al aumentar el PS (Cuadro 4.2). Sin embargo, al ajustar el AML por peso de la canal caliente PCC, se encontró que a mayor PS el AML $\text{cm}^2/100$ kg de PCC disminuyó, lo que indica que los animales más livianos poseen una mayor musculatura con relación al peso de la canal, menor EGS y porcentaje de grasa en RPC lo cual indica un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997).

Estos resultados coincide con lo encontrado en un estudio realizado por Park et al. (2002), Kirkland et al. (2006) y Salgeiro et al. (2008) quienes mencionan que al aumenta el PS incrementa el EGS, el contenido de grasa en RPC, el PCC y el AML y reduce el rendimiento en cortes de la canal (mayor valor numérico de GR).

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio se puede concluir lo siguiente:

El peso al sacrificio de novillos en gordados en corral tuvo efecto sobre los factores que afectan los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal. Las canales de novillos sacrificados con mayor peso fueron de mejor calidad y mayor valor numérico de grado de rendimiento y por lo tanto menor rendimiento en cortes que las canales de novillos sacrificados a menor peso.

6. RESUMEN

Con el propósito de probar que el peso al sacrificio de novillos tiene efecto en la característica de la canal, se analizó la información de 881 canales de novillos del concurso del becerro gordo realizado en el municipio Sabinas Coahuila durante los años de 2000 al 2012. Los animales fueron alimentados en un promedio de 134 días y se utilizó un diseño completamente a la azar con arreglo factorial de tratamiento 13 x 4 (años, PS) con diferente números de unidades experimentales. Se encontró un efecto significativo ($p \leq 0.05$) de año y peso al sacrificio sobre grados de calidad (GC), marmoleo (GM), y rendimiento en cortes (GR), espesor de grasa subcutánea (EGS), área del musculo Longissimus dorsi (AML). Grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), y peso de la canal caliente (PCC). Al aumentar el peso al sacrificio, el GM, GC, EGS, grasa en RPC, PCC, AML el valor numérico de GR incrementaron ($p < 0.05$) pero el AML por cada 100 kg de PCC disminuye. Se concluye que novillos sacrificados con mayor peso producen canales de mayor calidad y menor rendimiento en cortes (mayor valor numérico de grado de rendimiento).

Palabras claves: grados de calidad, grados de rendimiento, novillos, peso al sacrificio.

Correo: arti_leo@hotmail.com

7. LITERATURA CITADA

- BIF. 2010. Beef Improvement Federation. Guidelines for uniform beef improvement programs. 9th Ed. North Carolina State University. Raleigh, NC. U.S.A. pp 34-38
- Boleamn, S.L., S.J. Boleman, w.w.w. Morgan, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, R.P. Ames, M.T. Smith, J.D. Tatum, T.G. Field, G.C. Simith, B.A. Gardner, J.B. Morgan, S. L. Northcutt, H.G. Dolezal, D.R. Gill y F.K. Ray. 1998. National Beef Quality Audit-1995: Survey Of Producer-Related Defects And Carcass. J Anim.Sci. 76: 96-03.
- Drake, D.J. 2004. Understanding and improving beef cattle carcass quality. Publication 8130. University of California. Agriculture and natural resources. Disponible en : <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8130.pdf>. consultado: septiembre 22 de 2011. 23 p.
- Garcia, L.G., K.L. Nicholson, T.W. Hoffman, T.E. Lawrence, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, D.L. Van Overbeke, J.B. Morgan, K.E. Belk, T.G. Field, J.A. Scanga, J.D. Tatum y G.C. Smith. 2008. National Beef Quality Audit-2005: Survey Of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. J. Anim. Sci. 86: 3533-3543.
- Hale, D.S., K. Goodson, and J.W. Savel. 2010. Beef Quality And Yield Grades. Department Of Animal Science. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University, College Station Tx. Disponible En [Http://Meat.Tamu.Edu/BeefGrading.Html](http://Meat.Tamu.Edu/BeefGrading.Html). Consultado: Septiembre 15 de 2011.
- Kirkland, R.M., T.W. J. Keady, D. C. Patterson, D. J. Kilpatrick y R.W.J. Stee. 2006. The effect of slaughter weight and sexual status on performance characteristics of male Holstein-Friesian cattle offered a cereal-based diet. Anim.Sci. 82:397-404.
- Lawrence, T.E., J.D. Whatley, T.H. Montgomery, and L.J. Perino. 2001. A Comparison Of the USDA Ossification-Based Maturity System To A System Based On Dentition. J. Anim.Sci. 79:1689-1690.

- López, P., M, G., y L.M.S.Rubio.1998.Tecnología para la evaluación objetiva de las canales de Animales de Abasto. *Vet.Mex.*,29:279-289.
- López P., M.G., R.M. Muñoz, R.J.A. Leos y E.F.Cervantes. 2010. Innovación en valor en la industria cárnica bovina mexicana: estrategias que adoptan los líderes de mercado. *Rev. Mex. Cienc. Cienc. Pecu.* 1(4):417-432.
- Lorenzen, C.L.,D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, K.E. Belk, T.L. Frederick, M.F. Miller, T.H. Montgomery y G.C. Smith. 1993. National Beef Quality Audit: survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. *J. Anim. Sci.* 71:1495-1502
- McKenna, D.R., D.L. Roebert, P.K. Bates, T.B. Schmidt, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, J.C.Brooks, J.B.Morgan.T.H.Montgomery,K.E.Belk y G.C. Smith.2002. National beef quality audit-200: Survey of targeted cattle and carcass related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers characteristics.*J. Anim. Sci.* 80:1212-222.
- Mendez, R.D., C.O. Meza, J.M. Berruecos, P. Garces, E.J. Delgado, Y M.S. Rubio. 2009. A Survey Of Beef Carcass Quality And Quantity Attributes In Mexico. *J. Anim. Sci.* 87:3782-3790.
- Owens, F.N. and B.A. Gardner. 2000. A Review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot Cattle. *Proc .Amer. Soc. of Anim. Sci. J. Anim. Sci.* 77:1-18.
- Park G.B., S.S. Moon Y.D. Ko, J.K. Ha, J.G. Lee, HH. Chang, y S.T. Joo. 2002. Influence Of Slaughter Weight And Sex On Yield And Quality Grandes Han Woo (Korean Native Cattle). *Carrasees. J. Anim. Sci* 80:129-136.
- Peel, D. S., K.H. Mathews Jr, and R.J. Johnson. 2011. Trade, the expanding Mexican beef industry, and feedlot and stocker cattle production in Mexico. United States Department of Agriculture (USDA). Economic Research Service. Disponible en:www.ers.usda.gov/Publications/LDP/2011/08Aug/LDPM20601/ldpm20601.pdf. Consultado: Noviembre 01 de 2011.
- SAS. 1989. SAS/Stat. User s Guide (Release 6.12). SAS. Inst. Inc. Cary, NC. U.S.A.

- Salgeiro, 2.J., Mp. Diaz y A.J. Santaolalla. 2008. Efecto del peso de sacrificio y la raza en la canal de ternero alimentado con ensilados. Universidad de la Rioja.57:295-306.
- Steen, R.W.J., y D. J. Kilpatrick. 1995. Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. Livestock Production Science. 43:205-213.
- Tatum, J.D. K.E. Belk, T.G. Field, J.A. Scanga, And G.C. Smith. 2006. Relative Importance of weight, quality grade, and yield grade as drivers of beef carcass value in two gird-prining systems. prof. Anim. Sci.22:42-47.
- USDA. 1997. official united states standards for Grades of carcass Beef. Agric. Marketing Serv., Livest. Seed Div., Washington,D.C.
- Viloboa. Arroniz, 2009 . Factores relacionado con la calidad de la carne bovina mexicana. Disponible En [www.Engormex.Com/FactoresInfluyentesCalidadCarneArticulo-2490- Gdc.Htm](http://www.Engormex.Com/FactoresInfluyentesCalidadCarneArticulo-2490-Gdc.Htm) Consultado: Octubre 05 De 2011.