

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



EFECTO DE LA ALTURA A LA CADERA AL SACRIFICIO
SOBRE LOS GRADOS DE CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA
CANAL DE BOVINOS

POR:
CARLOS MARIO CORDOVA VELASCO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

EFFECTO DE LA ALTURA A LA CADERA AL SACRIFICIO SOBRE LOS GRADOS DE
CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CANAL EN BOVINOS

POR:
CARLOS MARIO CORDOVA VELASCO

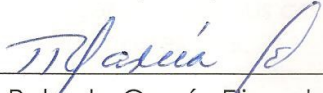
TESIS

QUE PRESENTA ANTE H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA


APROBADA
EL JURADO

Asesor principal



Dr. Roberto García Elizondo

Vocal

Dr. Ramiro Lopez Trujillo

Vocal

Dr. Fernando Ruiz Zárate

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL


Dr. Ramiro López Trujillo



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2013

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen de Guadalupe que mea permitido lograr una de mis tantas metas en esta vida y por darme salud y sabiduría.

A la universidad autónoma agraria Antonio narro por darme la oportunidad para realizar mis estudios profesionales.

Al Dr. Roberto García Elizondo con gran profundo respeto y sincero agradecimiento por su asesoría, orientación, confianza y sobre todo la paciencia por haberme ayudado de la mejor manera en mis estudios.

Al Dr. Ramiro López Trujillo mis mas sinceros agradecimiento por sus valiosos comentarios y por su disposición para la revisión del presente estudio.

Al Dr. Fernando Ruíz zarate por sus comentarios y por su disposición para la revisión del presente estudio.

A todos los profesores que fueron parte importante en el transcurso de mis estudios profesionales y quienes fueron que me ayudaron con sus conocimientos a crecer como profesionista.

A mis compañeros y amigos en general por sus consejos y comentarios, por su amistad y compañía para seguir adelante.

A todos los profesores que me aportaron un granito de arena en lo que estuve estudiando en esta universidad para poder ser el profesionista que ahora soy y quienes fueron los que me ayudaron con sus conocimientos a terminar esta bonita profesión.

A mis compañeros y amigos Adolfo Carrillo y Arturo González por sus consejos y comentarios, por su amistad y compañía.

A mis amigos en general por su amistad incondicional ya que cada uno de ellos ha estado a mí lado en las situaciones de alegría y tristeza apoyándome a seguir adelante.

DEDICATORIA

A dios por darme la oportunidad de seguir en esta vida y darme salud, sabiduría, fuerza y voluntad que me diste a cada instante para lograr mis estudios profesionales.

A mis padres Ricardo Cordova Marina y María Isabel Velasco Ruíz, les dedico este logro con mucho amor y cariño, por la confianza que pusieron en mí desde el transcurso de mis primeros estudios hasta culminar una profesión ya que con su apoyo y sacrificios no hubiese logrado este nivel de estudio.

A mis hermanos Eder Ricardo Cordova Velasco y Juan Martín Cordova Velasco que aparte de ser mis hermanos son mis amigos les agradezco el apoyo incondicional y el ejemplo de seguir adelante para lograr mis estudios y concluir mi profesión.

A mis hermanitos José Daniel Cordova Velasco y Cristina Isabel Cordova Velasco, les agradezco por impulsarme cada día de seguir adelante para ser un ejemplo mas en sus vida y así ellos puedan lograr sus objetivos.

A mi novia María Isabel Zavala Velasco, le agradezco el apoyo incondicional y los consejos en los momentos mas difíciles que pase y así seguir adelante para poder lograr mis estudios.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUCCION	1

Objetivo general.....	3
Objetivo específico.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Grados de Calidad de la Canal de Bovino.....	4
Madurez de la Canal.....	5
Marmoleo.....	6
Grados de rendimiento de la canal de bovino.....	8
Espesor de Grasa Externa.....	9
Grasa en riñón, pelvis y corazón.....	10
Peso de la canal caliente.....	10
Área del musculo <i>Longissimus dorsi</i>	11
Característica de la canal y su relación con los grados de calidad y rendimiento.....	12
Altura a la cadera y característica de la canal.....	13
Hipótesis.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Análisis	16
Estadístico.....	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
Efecto de la altura de la altura de la cadera al sacrificio sobre características de la canal.....	18
5. CONCLUSIONES.....	22
6. RESUMEN.....	23
7. LITERATURA CITADA.....	24

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Relación entre los grados de madurez de una canal y la edad cronológica aproximada del animal.....	5
2.2	Porcentaje esperado de cortes primarios rebajados en grasa y parcialmente deshuesados de una canal de bovinos con diferentes grados de rendimiento.....	8
4.1	Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximos de características de novillos y su canal (n=1440)	17
4.2	Promedio estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características relacionadas con los grados de calidad y rendimiento de la canal de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Relación entre grados de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovinos (USDA, 1997).....	7
4.1	Porcentaje de las canales con diferentes grado de calidad de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.....	19
4.2	Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en corte de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.....	20

1. INTRODUCCIÓN

Las normas oficiales establecidas por el servicio de clasificación de ganado y carne bovina en México, fueron implementadas por primera vez en el 1969 por el gobierno del estado de Sonora con el propósito de fomentar la industria engordadora, dar mayor valor agregado a la producción de ganado y proporcionar al consumidor carne de alta calidad a precios diferenciados los 12 meses del año. Posteriormente, el servicio se extendió a otros estados del norte de la república Mexicana como el caso de Sinaloa (1986), Nuevo León (1990), Coahuila (1992), Baja California (1994), Chihuahua (2000) y Tamaulipas (2004).

Se pretende que los grados de clasificación del ganado al sacrificio estén directamente relacionados a los grados de clasificación de las canales que estos animales se producen con diferentes tamaños con relación a la altura de la cadera. Para llevar esto a cabo, estos grados están basados en dos factores como son las características de la carne magra que indican su calidad y palatabilidad referidas como “grado de calidad” y características que determinen la cantidad de carne producida basada en el porcentaje de cortes comerciales deshuesados y referidas como “grado de rendimiento”. Estos grados de calidad y rendimiento de la carne han sido el motivo del estudio de los animales con relación a la altura de la cadera (Griffin *et al.*, 2006).

El conocimiento de las diferencias entre las canales de animales de abasto ha tenido un impacto económico tan grande que en muchas ocasiones ha marcado cambios importantes en el curso de la industria cárnica internacional. Las canales de mayor valor en el mercado son las de mayor peso, rendimiento en cortes y mejor calidad (USDA, 1997; Méndez *et al.*, 2009).

La clasificación de la carne se refiere a la práctica de evaluación de la carne en relación a sus atributos de calidad. Dependiendo de la normatividad en

cada país la blandura, jugosidad y frescura de la carne se evalúan mediante una estimación de su madurez y la cantidad de grasa presente. La clasificación objetiva de la carne no solo permite al consumidor saber lo que está ingiriendo sino que también ofrece al productor de ganado el conocer la calidad misma de su proceso.

Los criadores han utilizado las características de tamaño del cuerpo de los animales para complementar las estrategias para el mejoramiento genético de la carne del ganado bovino (Jenkins *et al.*, 1991). Así, los consumidores de carne de res mencionan que la calidad comestible de la carne (sabor, jugosidad y suavidad) es el principal criterio que utilizan para la compra del producto, seguido por el valor nutricional, seguridad del producto y precio (Tatum *et al.*, 2006).

El objetivo final de la engorda del ganado bovino, es producir eficientemente un alto rendimiento de carne sabrosa. Para lo anterior, es indispensable evaluar las características de la canal de los bovinos sacrificados, así como, los factores que tienen influencia sobre ellas (BIF, 2002).

Las normas estadounidenses y de los estados del norte del país utilizadas para clasificar canales de bovinos, se basan en la asignación de grados, los cuales determinan la aceptabilidad y el valor de una canal e incluye dos aspectos importantes: grados de calidad y grados de rendimientos en cortes primarios (BIF, 2010).

Objetivo general

Evaluar el efecto que la altura de la cadera al sacrificio tiene sobre los grados de calidad y rendimiento de la canal de novillos.

Objetivo específico

Evaluar el efecto de la altura a la cadera al sacrificio sobre los grados de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, Porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, área del ojo de la costilla y peso de la canal caliente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Grados de Calidad de la Canal de Bovinos

Las características deseables de la canal es el objetivo final de todo sistema de producción de carne, representa la parte comercializable más importante de un animal y determina, en función de su calidad, el valor carnicero al sacrificio, así como la eficiencia del sistema utilizado en su producción. El concepto de su calidad resulta complejo y difícil de definir, tanto por la diferencia de aspectos que afectan a los sectores implicados, como por la subjetividad de su apreciación. No obstante, además de un buen color y consistencia de la carne, una proporción máxima de músculo y mínima de hueso, así como un grado de engrasamiento a los gustos del mercado, son consideradas por todos como correspondientes a un alto grado de calidad. Las características que determinan dicha calidad presentan una amplia variabilidad y son el resultado de la interacción de un elevado número de factores, como el peso, raza, sexo, alimentación, entre otros. Que, en gran medida, contribuyen a definir el valor comercial del animal. (BIF, 2010).

Los grados de calidad de la canal de bovinos establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997) son de mayor a menor: *prime, choice, select, standard, commercial, utility, cutter y canner*. Calidad suprema, selecta, buena, estándar y comercial, equivalentes a los primeros cinco grados de calidad del sistema USDA, fueron establecidos en los sistemas de clasificación de canales y carne de los Estados del norte de México.

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

Los principales factores que determinan el grado de calidad de una canal son: la madurez de la canal y el marmoleo o grasa intramuscular.

Madurez de la canal

La madurez de una canal se refiere a la edad fisiológica no cronológica del animal cuando se clasifica su 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. Sin embargo existe una estrecha relación entre la madurez fisiológica y la edad cronológica de un animal, 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 (meses)
A	9 – 30
B	30 – 42
C	42 – 72
D	72 – 96
E	>96

Fuente: USDA (1997).

Los grados de madurez fisiológica de la canal de un bovino, está determinada por la madurez esquelética y la madurez muscular. La madurez esquelética; se determina observando la osificación de los cartílagos de las apófisis de las vertebrae torácicas 11, 12 y 13, así como por la forma, tamaño y color de las costillas. En los animales jóvenes, las costillas son redondeadas,

delgadas y color rosáceo. En animales de mayor edad, las costillas son planas, anchas y de color blanco (USDA, 1997).

La madurez muscular esta relacionada con el color del músculo *Longissimus dorsi* y la textura de las fibras musculares (USDA, 1997). El color del musculo de animales jóvenes varia de un rojo claro, siendo el ideal un rojo cereza y conforme aumenta la madurez el color se vuelve de un color rojo mas oscuro. Las fibras musculares de animales jóvenes son mas finas (delgadas) y conforme avanza la edad del animal se vuelven más toscas (gruesas). La combinación de la madurez ósea y la muscular, determinan el grado de madurez final (USDA, 1997).

Marmoleo

El marmoleo (grasa intramuscular) o veteado de la carne representa la distribución o dispersión de la grasa dentro de la carne. Los clasificadores evalúan la cantidad y distribución del marmoleo en la superficie expuesta del área del músculo *Longissimus dorsi* entre las costillas 12 y 13. El grado de marmoleo es el principal determinante del correspondiente grado de calidad de la canal.

El marmoleo es un rasgo importante de calidad. Se ha empleado 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).

La grasa intramuscular está presente en los espacios interfasciculares del músculo. La arquitectura del músculo influye en el patrón de deposición de grasa, de modo que la organización fascicular corre paralela a los depósitos de grasa (James y Bernard, 1994).

Thompson (2004) discutió un mecanismo por el cual la grasa intramuscular impacta en la ternesa de la carne, aunado a esto el marmoleo tiene

una relación positiva sobre la jugosidad y sabor de la carne. Esta grasa tiene un efecto sobre la dureza del tejido conectivo y es debido a la deposición de grasa en las células perivasculares del perimio, por lo tanto, cuando el marmoleo es alto, se reduce la dureza del tejido conectivo.

Animales con dietas altas en energía, en un sistema intensivo, producen carne con más grasa intramuscular que cuando se mantienen en pastoreo. La alimentación con base en granos, el maíz logra cebar más al animal que el sorgo (Bindon, 2004).

La relación entre el grado de marmoleo y de madurez de la canal de bovino, se muestran en la Figura 2.1.

Grado de Marmoleo	Grados de Madurez							
	A (9 -30 m)	B (30-42 m)	C (42-72 m)	D (72.96 m)	E (>96 m)			
Abundante	PRIME		COMMERCIAL					
Moderadamente Abundante								
Ligeramente Abundante								
Moderado	CHOICE		UTILITY					
Modesto								
Pequeño	SELECT					CUTTER		
Ligero								
Trazas	STANDARD							
Prácticamente Nulo								

Figura 2.1. Relación entre grados de madurez, marmoleo y calidad de la canal de bovinos (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).

Grados de Rendimiento de la Canal de Bovinos

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 han 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 la cantidad o el porcentaje esperado en cortes primarios del lomo, pierna, paleta y costillas recortado de grasa y parcialmente deshuesado de una canal. El sistema estadounidense establece cinco grados de rendimiento de una canal 1, 2, 3, 4 y 5 (USDA, 1997). Los porcentajes esperados de cortes primarios de un 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 aumentan 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.

Grado 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).

Los cuatro factores que determinan el grado de rendimiento (GR) de una canal de bovino son: el espesor de grasa subcutánea o externa, el porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón, el peso de la canal caliente y el área del músculo *Longissimus dorsi* (área del ojo de la costilla o *ribeye*).

El grado de rendimiento USDA (1997) se calcula con la siguiente ecuación:

Grado de rendimiento: 2.50

$$\begin{aligned}
 &+ (2.5 \times \text{espesor de grasa subcutánea en pulgadas}) \\
 &+ (0.20 \times \% \text{ de grasa en riñón, pelvis y corazón}) \\
 &+ (0.0038 \times \text{peso de la canal caliente en libras}) \\
 &- (0.23 \times \text{área del musculo } \textit{Longissimus dorsi} \text{ en pulgadas}^2)
 \end{aligned}$$

Espesor de la grasa externa.

El espesor de grasa externa de la canal medido en el músculo *Longissimus dorsi*, ha resultado ser un indicador útil de la cantidad absoluta de grasa de la canal (Berg y Butterfield, 1979). Las medidas de grasa tomadas sobre

el músculo *Longissimus*, aproximadamente tres cuartos de distancia de la línea media al borde lateral del músculo, son indicadores más precisos de la grasa que las medidas tomadas en la superficie de las canales (Kempster y Evans, 1979). Tatum *et al.* (1988) consideran que espesores de grasa entre 7.6 y 10.6 mm aseguran una gustocidad adecuada. Por otra parte, Lorenzen *et al.* (1993) señalan que el 62% de la variación en el rendimiento de los cortes primarios se atribuye al espesor de la grasa, a medida que ésta 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 después del sacrificio del animal, una vez desangrado y retirado la piel, vísceras, cabeza y patas. (Hale *et al.*, 2010) y antes de enfriarse. El peso de la canal es el factor importante que determina el valor económico total de una canal (Tatum *et al.*, 2006). El peso de la canal caliente 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 calcular 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 menos peso de la canal menor valor numérico de GR y por lo tanto mayor porcentaje de rendimiento en cortes al detalle. Por cada 100 libras de cambio en el peso de la canal arriba de 600 libras, el valor numérico de GR cambia 40% (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

Kempster *et al.* (1986) mencionan que el PCC, puede ser utilizado en la misma forma que se usa el peso vivo, como un indicador de la composición corporal. A medida que el peso de la canal aumenta también lo hace el valor numérico de grado de rendimiento (USDA, 1997).

Área del musculo *Longissimus dorsi*.

El área del musculo *Longissimus dorsi* (AML) es considerada como un indicador de la musculatura de una canal, se determina midiendo el área del musculo 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 EGS y el AML o sea que a mayor EGD, menor es el AML y viceversa. Por cada pulgada cuadrada de aumento en AML, disminuye el valor numérico de GR en 30% (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

El AML es mayor cuando los pesos de las canales son más altos. Para comparar el AML de diferentes canales se recomienda (Owens y Gardner, 2000; Drake, 2004) convertirla a un peso común (AML/100 kg de canal) dividiendo el área 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; Hala *et al.*, 2010).

Varios métodos y sitios anatómicos han sido utilizados para medir el músculo *Longissimus dorsi* y su relación con la composición de la canal; estas medidas son normalmente hechas entre la doceava y la treceava costilla para bovinos y borregos (Murphey *et al.*, 1960). A medida que el ojo de la costilla aumenta, el valor numérico de grado de rendimiento de la canal disminuye.

El punto de medición puede diferir entre ciudades y países, los estudios del área del músculo *Longissimus dorsi* reportan que este músculo está asociado positivamente con varias medidas de la canal magra donde el exceso de grasa fue removida o ajustada a un grosor uniforme. Numerosos reportes de ecuaciones de producción incluyen el área del *Longissimus dorsi* como índice de musculatura (Murphey *et al.*, 1960; Kempster *et al.*, 1982).

Característica de la canal y su relación con los grados de calidad y rendimiento.

La cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) y la madurez de la canal son los factores mas importantes que determinan la calidad de una canal de bovinos (USDA, 1997; Hale *et al.*, 2010).

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.*, 1993; Boleman *et al.*, 1998; McKenna *et al.*, 2002 y García *et al.*, 2008) se reporta que las canales de animales jóvenes (menores de 30 meses o grados de madurez A) poseen mayor cantidad de grasa intramuscular y tiene 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 musculo *Longissimus dorsi* ya que disminuyen al incrementar el área los grados de calidad y rendimiento.

Los resultados que arroja la auditoria Nacional de la calidad de la carne de res en Estados Unidos (2005) señala que las principales preocupaciones que han expresado los empacadores y usuarios finales (detallistas y servidores de alimento) con respecto a la 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 en la actualidad la ecuación para determinar el GR de la canal requiere modificaciones que reflejan la relación lineal entre el AML requerida ($LMA \text{ requerido} = 0.171 (\text{PCC}) + 24.526$) y el PCC establecido por el USDA (1997). Lo anterior, en virtud de que se ha encontrado que la relación no es lineal sino cuadrática.

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.

Se puede concluir que el peso de la canal y la evaluación de su calidad y rendimiento en cortes, son las principales herramientas con la que los productores cuentan para dar el valor adecuado a su ganado.

Altura a la cadera y características de la canal.

Con el propósito de determinar los efectos del tamaño o talla de un animal (grande, mediano y pequeño) y musculatura (No. 1, 2 y 3) sobre las características de la canal, Dolezal *et al.* (1993), alimentaron en corral 189 novillos de aproximadamente ocho meses de edad los cuales se sacrificaron a un espesor de grasa subcutánea constante (13.5 mm), reportan que los novillos de talla grande tienen canales mas pesadas que novillos de talla mediana y pequeña además que

los novillos de talla grande obtuvieron menores grados de marmoleo y calidad que los de talla mediana y chica.

Estos resultados coinciden con los de Camfield *et al.* (1994), quienes encontraron que novillos de talla grande, tuvieron canales mas pesadas y con menores grados de calidad y marmoleo. No encontraron diferencia ($P>0.05$) para el porcentaje de grasa en RPC ni para el grado de rendimiento entre novillos de talla grande y mediana, respectivamente.

En otro estudio, Camfield *et al.* (1997) utilizaron 108 novillos destetados de 7 a 8 meses de edad, de talla mediana y grande. Reportan que las canales de novillos de talla mediana tuvieron mayor grados de marmoleo y calidad que los novillos de talla grande. Los novillos de talla grande tuvieron mayor PCC y EGS que los novillos de talla mediana. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) para AML, grasa en RPC ni grado de rendimiento.

Al evaluar las canales de 342 novillos de talla grande, mediana y pequeña alimentados en corral, Camfield *et al.* (1999) reportan que las canales de novillos de talla mediana y pequeña tuvieron mayores grados de marmoleo y calidad y menores PCC, EGS, grasa en RPC y AML en comparación con los novillos de talla grande. Las canales de novillos de tallas mediana y pequeña tuvieron más alto valor numérico de grado de rendimiento.

Hipótesis

Novillos sacrificados con mayor altura a la cadera producen canales de mejor calidad y rendimientos en cortes que los de menor altura.

3. MATERIALES Y METODOS

Se utilizó información de 1440 novillos menores de dos años al sacrificio y sus canales, los cuales fueron alimentados por 134 días promedio de finales de abril a principios de septiembre de cada año y sacrificados con un peso promedio de 496 kg en 21 años (1991-2011), en el evento anual conocido como “concurso del becerro gordo”, organizado por la Asociación Ganadera Local de Sabinas, Coahuila.

La información disponible de cada animal incluyó: altura a la cadera al sacrificio (ACS) y en cada canal se determinó, por medio de los estándares establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 1997) el grado de marmoleo (GM), grado de calidad (GC), grado de rendimiento (GR), además, espesor de grasa subcutánea (EGS), porcentaje de grasa en riñón pelvis y corazón (RPC), peso de la canal caliente y área del musculo *Longissimus dorsi* (AML)

Para obtener la anterior información de las canales, los animales fueron sacrificados en el rastro de Sabinas, Coahuila, en el km 1 de la carretera Sabinas-Nueva Rosita. Cada canal fue dividida en dos partes, se identificó y se registró el PCC inmediatamente después del sacrificio. Posteriormente, se pasaron al cuarto frío con una temperatura de 2 - 4 °C por 24 hr.

Después de este tiempo, media canal fue evaluada en todos los años, por las mismas dos personas utilizando el sistema de clasificación de canales del Departamento de agricultura de los estados unidos (USDA). Para lo anterior, se hizo un corte transversal entre el doceava y el treceava vertebras torácicas, después de 30 minutos, se realizaron las siguientes mediciones: GM, EGS, porcentaje de grasa en RPC y AML. No se determinaron el grado de madurez de las canales; sin embargo, se asume que son de grado de madurez A (USDA,

1997) ya que solo se incluyeron animales menores de 24 meses que no habían mudado al momento del sacrificio.

El GM se estimó subjetivamente observando la cantidad de grasa intramuscular depositada en la superficie del músculo *Longissimus dorsi* (*ribeye*) y fueron comparadas con las fotografías 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 muestra la Figura 2.1.

El EGS se midió con un vernier en décimas de pulgada, en la doceava costilla perpendicularmente a la superficie exterior en un punto que corresponde a los tres cuartos de la longitud del músculo *Longissimus dorsi*. El AML se calculó con una plantilla cuadrículada dividida en décimas de pulgada cuadrada, la cual se colocó en la superficie del músculo en la doceava costilla. El porcentaje de grasa en RPC con relación al peso de la canal caliente fue estimada subjetivamente.

Análisis Estadístico

Para analizar el efecto de la altura a la cadera al sacrificio (ACS) sobre las características relacionadas con el grado de calidad y rendimiento en cortes de la canal, los novillos fueron agrupados en base a su (ACS) en tres categorías (1.15 – 1.27, 1.28 – 1.40, 1.41 – 1.53).

Para evaluar el efecto de la altura a la cadera sobre las características de la canal (GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML), se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos 21 X 3 (años, ACS). El número de unidades experimentales fue diferente para cada caso (SAS, 1989). Para las diferentes categorías de la altura de la cadera al sacrificio, se calcularon los porcentajes de canales con diferente GC y GR.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedios, desviación estándar y rango para características del animal en vivo y de la canal de 1440 novillos jóvenes (peso inicial promedio de 302 ± 67 kg) engordados en corral de abril a septiembre (134 días promedio) durante los años 1991 a 2011, se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Promedio, desviación estándar (DS) y valores mínimos y máximos de características de novillos y su canal (n=1440).

Características	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Altura a la Cadera Final (m)	1.34	0.07	1.17	1.52
Peso Inicial (kg)	302.0	67.0	164.0	498.0
Peso Final (kg)	496.0	70.0	330	689.0
Ganancia Diaria de Peso (kg)	1.4	0.23	0.73	2.24
Grado de Calidad**	665.9	52.3	525.0	817.0
Grado de Marmoleo*	377.0	82.0	150.0	750.0
Grados de Rendimiento	1.9	0.6	0.1	5.3
Espesor de Grasa Dorsal (cm)	0.7	0.4	0.1	3.0
% Grasa en Riñón Pelvis y Corazón	2.1	0.68	0.5	4.5
Peso de la Canal Caliente (kg)	300.0	47.0	189.0	428.0
AML (cm ²)	83.7	12.2	50.9	125.2
AML (cm ²)/100 Kg canal	28.0	3.2	17.9	40.6
Rendimiento en Canal (%)	60.4	1.9	53.5	66.6

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= Stándard^{oo}, 600= Select^{oo}, 700= Choice^{oo}, 800= Prime^{oo}

RPC= Riñón, pelvis y corazón, PCC= Peso de la canal caliente, AML= Área del musculo *Longissimus dorsi*.

Al analizar los efectos de año de engorda y altura de la cadera final (ACS) y su interacción sobre las características USDA de la canal, se encontró un efecto significativo ($P \leq 0.05$) de año de la engorda sobre casi todas la variable analizadas excepto para PCC ($P \leq 0.05$). El análisis de año esta fuente de variación se omite por ser un lugar común y por la gran diversidad de factores de manejos y climáticos que participan en su manifestación. Su inclusión en el modelo fue con el propósito de reducir la magnitud del error experimental.

Efecto de la altura a la cadera al sacrificio sobre características de la canal

En el Cuadro 4.2 se muestran los valores promedio estimados por mínimos cuadrados y error estándar para características relacionadas con los grados de calidad y rendimiento en cortes de la canal de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

Cuadro 4.2. Promedio estimados por mínimos cuadrados y error estándar (EE) promedio para características relacionadas con los grados de calidad y rendimiento de la canal de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

Características	Altura a la cadera al sacrificio (m)			
	1.15 - 1.27 (n=341)	1.28 - 1.40 (n=859)	1.41 - 1.53 (n=240)	EE Promedio
Grado de Marmoleo*	344.0 ^a	379.0 ^b	411.0 ^c	3.75
Grado de Calidad**	644.0 ^a	668.0 ^b	687.0 ^c	2.42
Grado de Rendimiento	1.8 ^a	1.9 ^b	2.2 ^c	0.03
Espesor de Grasa Externa (cm)	0.56 ^a	0.69 ^b	0.83 ^c	0.02
Grasa en RPC (%)	1.8 ^a	2.1 ^b	2.3 ^c	0.03
Peso de la canal caliente (kg)	254.0 ^a	302.0 ^b	358.0 ^c	1.56
AML (cm ²)	75.3 ^a	84.6 ^b	92.3 ^c	0.48
AML (cm ²)/100 kg de canal	29.7 ^a	28.1 ^b	25.9 ^c	0.13
Rendimiento de la canal (%)	59.5 ^a	60.5 ^b	61.2 ^c	0.08

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= Stándard °, 600= Select °, 700= Choice °, 800= Prime °

RPC= Riñón, pelvis y corazón, AML= Área del músculo *Longissimus dorsi*.

abc= literales distintas en la misma hilera difieren (P<0.05)

Los resultados (Cuadro 4.2) muestran que a mayor ACS de los novillos aumentan el GM, GC, GR, EGS, grasa en RPC, PCC y AML. Las canales de novillos con ACS menor de 1.27 m tuvieron un GM ligero^{alto} GC select^{alto} y las canales de novillos con ACS mayor de 1.41m los GM y GC fueron pequeño^{bajo} y select^{bajo}, respectivamente.

Los resultados presentados no coinciden con los reportados por Camfield *et al.* (1994, 1997 y 1999), quienes mencionan que las canales de novillos de tallas medianas tuvieron mayor grado de marmoleo y por lo tanto de calidad que las canales de novillos de tallas grandes. Las diferencias en ACS de los animales utilizados en este estudio pueden ser debidas a diferencias en edad y no en tallas a una misma edad.

En la Figura 4.1, se presentan los porcentajes de canales con diferentes GC para las diferentes categorías de ACS. Se puede observar, que a mayor ACS los porcentajes de canales en GC choice o mayor incrementan. Por otra parte, los porcentajes de canales con grados de calidad select y standard disminuyen al aumentar la ACS.

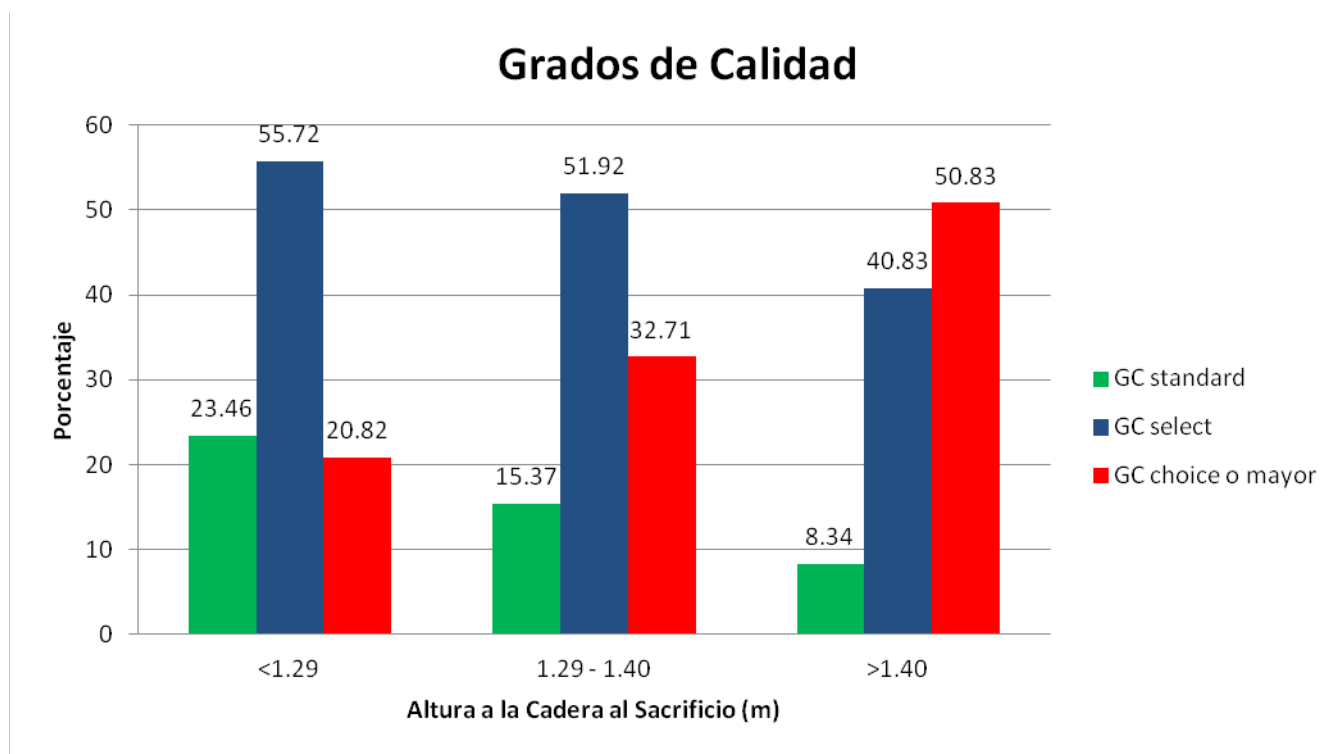


Figura 4.1. Porcentaje de las canales con diferentes grado de calidad de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en el GR de la canal entre las dos primera dos categorías de ACS. Los novillos con mayor ACS presentaron canales con mayor valor numérico de GR (Cuadro 4.2). Estos resultados demuestran que

cuando los novillos tienen mayor ACS, el rendimiento en cortes primarios de la canal deshuesados parcialmente y recortados de grasa disminuyen (USDA, 1997).

Camfield *et al.* (1994,1997 y 1999), encontraron diferencias ($P < 0.05$) en GR de la canal de novillos de diferentes talla. Las canales de novillos de tallas mediana y pequeña tuvieron valores numéricos más altos de GR que los novillos de talla grande.

En la Figura 4.2. Se presenta los porcentajes de canales con GR de novillos sacrificados con diferentes alturas a la cadera. El mayor porcentaje (60.41%) de canales con GR 1 se obtuvieron en los novillos sacrificados con altura a la cadera menor de 1.29 m y el menor (41.67%) cuando los novillos tuvieron una altura a la cadera mayor de 1.40 m. Al aumentar la altura de la cadera al sacrificio de los novillos, los porcentajes de canales con GR 3 aumentaron de 2.93 a 10.0. Lo anterior indica que los animales más altos rinden menos en cortes primarios de la canal que los de menor altura a la cadera al sacrificio.

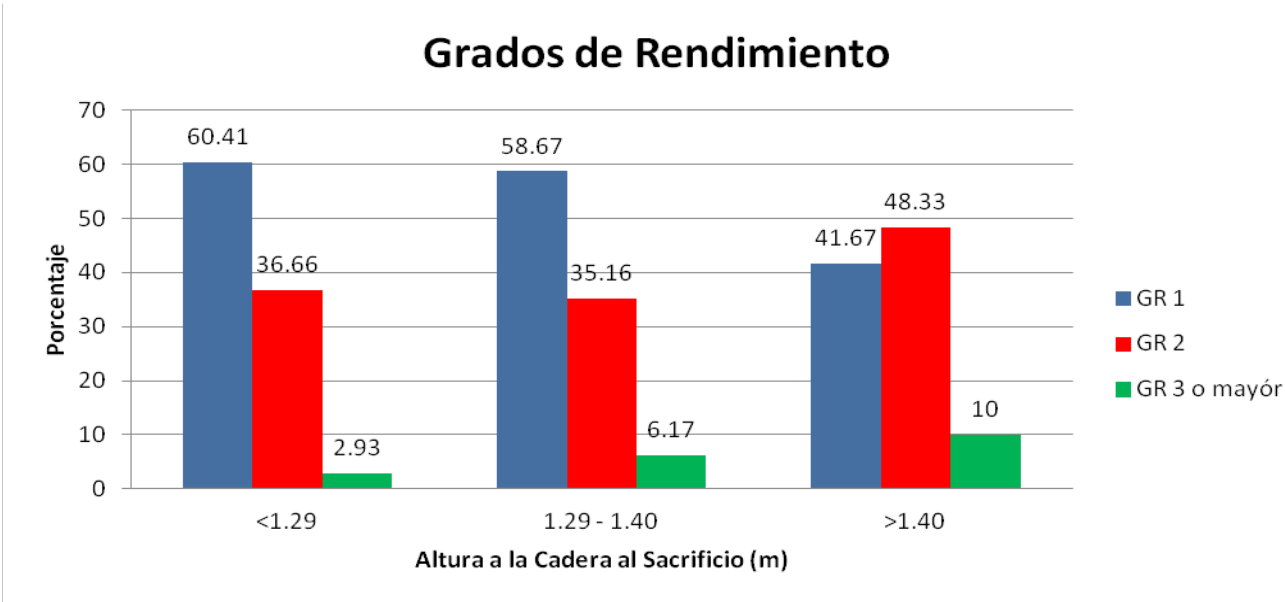


Figura 4.2. Porcentaje de canales con diferente grado de rendimiento en corte de novillos sacrificados con diferente altura a la cadera.

También se encontró que al incrementar la ACS de los novillos, sus canales presentan mayor EGS, porcentaje de grasa en RPC, PCC y AML ($P \leq 0.05$). Cuando se ajusta el AML por PCC, se encontró que a mayor ACS el AML en (cm^2)/100 kg de PCC disminuye (Cuadro 4.2). Lo anterior, indica que los animales con menor altura a la cadera, poseen mayor musculatura con relación al peso de la canal, menor EGS y porcentaje de grasa en RPC lo cual se refleja en un mayor rendimiento en cortes primarios de la canal (USDA, 1997).

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio coinciden con algunos autores quienes mencionan que los novillos de talla grande tienen canales mas pesadas que novillos de talla mediana y pequeña (Dolezal *et al.*, 1993; Camfield *et al.*, 1994). Los novillos de talla grande tuvieron mayor PCC y EGS que los novillos de talla mediana y pequeña tuvieron menor PCC, EGS, grasa en RPC y AML en comparación de novillos de talla grande (Camfiel *et al.*, 1999). Sin embargo estos resultados no concuerdan con otros autores ya que en los estudios que realizaron ellos no encontraron diferencias ($P > 0.05$) para AML, grasa en RPC (Camfield *et al.*, 1997, 1994).

5. CONCLUSIONES

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

Al incrementar la altura de la cadera al sacrificio de novillos jóvenes engordados en corral, se obtienen canales con mayor grado de marmoleo, espesor de grasa subcutánea, grasa en riñón pelvis y corazón, peso de la canal caliente y área del músculo *Longissimus dorsi*, pero decrece el área del musculo *Longissimus dorsi* por cada 100 kg de peso de la canal caliente.

Las canales de novillos sacrificadas con mayor altura a la cadera 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 con menor altura a la cadera.

6. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue probar que la altura a la cadera al sacrificio tiene efecto sobre las características de la canal. Se utilizó información de 1440 novillos menores de 24 meses de edad al sacrificio y sus canales, colectada en el concurso del Becerro Gordo realizado en el Municipio de Sabinas, Coahuila, durante los años de 1991 al 2011. Los animales fueron alimentados en un promedio de 134 días se utilizó un diseño completamente al azar con arreglos factorial de tratamientos 21 X 3 (años, ACS) con diferente número de unidades experimentales. Se encontró efecto significativo ($P \leq 0.05$) de año y altura a la cadera sobre grados de calidad (GC), grados de marmoleo (GM), grados de rendimiento (GR), espesor de grasa subcutánea (EGS), grasa en riñón, pelvis y corazón (RPC), peso de la canal caliente (PCC) y área del músculo *Longissimus dorsi* (AML). Al aumentar la altura a la cadera al sacrificio, el GM, GC, EGS, grasa en RPC, PCC, AML y valor numérico de GR incrementan ($P \leq 0.05$) pero el AML por cada 100 kg de PCC disminuye. Se concluye que novillos sacrificados con mayor altura a la cadera producen canales de mayor calidad y menor rendimiento en cortes (mayor valor numérico de grado de rendimiento).

Palabras clave: Grados de calidad, grados de rendimiento, novillos, altura a la cadera.

7. LITERATURA CITADA

- Berg, R.T. y R.M. Butterfield. 1979. Nuevos Conceptos Sobre Desarrollos de Ganado Vacuno. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 220.
- 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.
- Bindon, B.M. 2004. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. *Austral. J. Exp. Agric.* 44:687-696.
- Boleman, S.L., S.J. Boleman, 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. Smith, 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.
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr, Z.B. Johnson, C.J. Brown, P.K. Lewis, y L.Y. Rakes. 1999. Effects of growth type on carcass traits of pasture-or feedlot-developed steers. *J. Anim. Sci.* 77:2437-2443.
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr., P.K. Lewis, L.Y. Rakes y Z.B. Johnson. 1997. Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes, and fatty acid profiles of steers. *J. Anim.* 75:1837-1844.
- Camfield, P.K., A.H. Brown, Jr., Z.B. Johnson, P.K. Lewis, y C.J. Brown. 1994. Effects of growth type on weight-age and carcass data of beef steers developed on pasture and in the feedlot. *J. Anim. Sci.* 72(Suppl.2):26(Abstr.)
- Dolezal, H.G., J.D. Tatum, y F.L Williams. 1993. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight, and carcass composition *J. Anim. Sci.* 71:2975-2985.
- Drake, D.J. 2004. Understanding and improving beet cattle carcass quality. Publication 8130. University of California. Agriculture and Natural Resources. Disponible en <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8130.pdf>. Consultado: Octubre 18 de 2012. 23 p.
- García, L.G., K.L. Nicholson, T.W. Hoffman, T.E. Lawrence, D.S. Hale, D.B. Griffin, J.W. Savell, D.L. VanOverbeke, 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.

- Griffin, D.B., J.W. Savell, J.B. Morgan, R.P. Garrett, y H.R. Cross 1992. Estimates of subprimal yields from beef carcasses as affected by USDA grades, subcutaneous fat trim level, and carcass sex class and type. *J. Anim. Sci.* 70:2411-2430.
- Hale, D.S., K. Goodson y, J.W. Savel. 2010. Beef quality and yield grades. Departamen of Animal Science. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University, College Station TX. Disponible en: <http://meat.tamu.edu/beefgrading.html>. Consultado: septiembre 15 de 2011.
- Harper, G.S. y D.W. Pethick. 2004. How might marbling begin?. *Austral. J. Agric.* 44(7):653-662.
- James F.P. y S.S. Bernard, 1994. *Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos*. Ed. Acribia. 2° edición. Zaragoza España. pp. 581.
- Kempster, A.J. y D.G. Evans 1979. A comparison of deterrent predictors of lean content of pig carcass. 1. Predictors for use in commercial classification and grading. *Animal Prod.* 28:87.
- Lawrence, T.E., R.L. Farrow, B.L. Zollinger y K.S. Spivey. 2008. Technical note: The United States Department of Agriculture beef yield grade equation requires modification to reflect the current *Longissimus* muscle are to hot carcass weight relationship. *J. Anim. Sci.* 86:1434-1438.
- 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-2000: survey of targeted cattle and carcass related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers characteristics. *J. Anim. Sci.* 80:1212-1222.
- Mendez, R.D., C.O. Meza, J.M. Berruecos, P. Garcés, 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.
- Murphey, C.E., D.K Halleh, W.E. Tyler y J.C. Pierce. 1960. Estimating yield of retail cuts from beef carcass *J. Anim. Sci.* 19:1240 (abstr.).
- 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.

- Shook, J.N., D.L. VanOverbeke, J.A. Scanga, K.E. Belk, J.W. Savell, T.E. Lawrence, J.B. Morgan, D.B. Griffin, D.S. Hale y G.C. Smith. 2008. The National beef Quality Audit-2005, Phase I: Views of producers, packers, and merchandisers on current quality characteristics of the beef industry. *Prof. Anim. Sci.* 24:189-197.
- 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.
- Thompson.2004. The effects of marbling on flavor and Juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Austral. J. Exp. Agric.*, 44(7), pp. 645-652.
- USDA.1997. Official United States Standards for grades of Carcass Beef. Agric. Marketing Serv., Livest. Seed Div., Washington, D.C.