



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**RENDIMIENTO Y COMPOSICION DE LA CANAL A DIFERENTES PESOS AL
SACRIFICIO EN TORETES HOLSTEIN**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA :

OSCAR ALMERAYA ALMERAYA



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**ENERO DEL 2002
Chapingo, Estado de México.**

Bib. 96926

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

RENDIMIENTO Y COMPOSICION DE LA CANAL A DIFERENTES PESOS AL SACRIFICIO EN TORETES HOLSTEIN

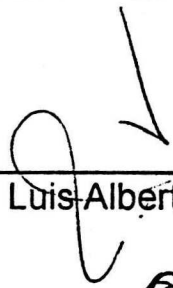
Tesis realizada por Oscar Almeraya Almeraya bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR


M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR


Dr. Luis Alberto Miranda Romero

ASESOR


Dr. Carlos Felino Marco Alvarez

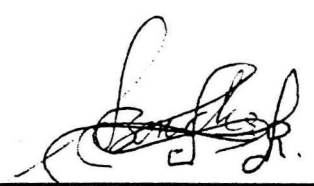
A. 39352

RENDIMIENTO Y COMPOSICION DE LA CANAL A DIFERENTES PESOS AL SACRIFICIO EN TORETES HOLSTEIN

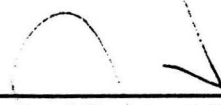
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Oscar Almeraya Almeraya autor de la presente Tesis de Maestría en Ciencias en producción animal estuvo constituido por:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESIDENTE


M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR


Dr. Luis Alberto Miranda Romero

ASESOR


Dr. Carlos Felino Marcof Alvarez

DEDICATORIA

A Dios por permitirme lograr una más de mis metas.

A mis padres:

Elba Almeraya Delgadillo y Cayetano Almeraya Saldaña por el cariño y apoyo brindado toda la vida.

A mi esposa:

María Concepción por tu comprensión y amor brindado.

A mi hijo:

Oscar por ser la alegría de mi vida.

A mis hermanos: Miguel Ángel, Rosalinda y Ezequiel, por los ratos agradables que hemos compartido.

A mis sobrinos: Mariana, Cintia, Estefanía, Gladis, Miguel Ángel y Jimena por ser parte de mi vida.

A mi tío Leopoldo Almeraya Delgadillo, por haberme encaminado hacia esta formación.

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Producción Animal Del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por la oportunidad brindada en mi superación profesional.

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de posgrado.

Al M. C. Carlos Sánchez del Real. por su confianza brindada y por compartir sus conocimientos y experiencias.

Al Dr. Luis Alberto Miranda, al Dr. Carlos Felino Marcof y al Dr. Almicar Menjenes por compartir sus conocimientos y orientar el desarrollo de esta investigación.

Al M. C. Luis Enrique Zavala G. y al Ing. Edgardo Ocaña Cruz por las experiencias que hemos compartido.

Al P. J. David Reyna Chávez, por su amistad brindada.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos Generales:

Nombre: Oscar Almeraya Almeraya.

Lugar de Nacimiento: Distrito Federal.

Profesión: Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

Formación Académica:

Escuela "Juan Amos Comenio", Distrito Federal. (1977-1983).

Escuela Sec. Unión de Republicas Socialistas y Soviéticas (U.R.S.S.). D. F. (1983-1986).

Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, México. (1986-1989)

Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, México. (1989-1993).

SUMMARY

CARCASS YIELD AND COMPOSITION IN HOLSTEIN BULL SLAUGHTERED AT DIFFERENT LIVE-WEIGHT

Oscar Almeraya Almeraya

The objective of the study was to determine yield, composition and other carcass attributes when slaughter was done at different live-weights. Seventeen Holstein bullocks of initial live-weight of 287 ± 25 kg were used. Based on live-weight bullocks were distributed in one of four treatments: slaughter at 388 (1), 489 (2), 524 (3) and 519 (4) kg of live-weight. All bullocks were fed the same ration: 2.7 Mcal of ME and 12.8% crude protein. Experimental design was of blocks with different replications per treatment, experimental unit was a bullock in an individual pen. Statistical analyses were done by GLM of SAS, mean comparisons were done by Tukey. Carcass weight increased ($P=0.001$) and carcass yield showed no changes ($P=0.65$) with increase in slaughter weight. Fat thickness, rib-eye, fat proportion and length of leg increased ($P<0.05$) up to a maximum when slaughter weight was 489 kg, from this weight on, there were no changes in these carcass attributes. External fat, bone and muscle proportions showed no change ($P>0.05$) among slaughter weights. USA carcass grading gave lower (2.17 percent units) and higher (4.13 percent units) bone and fat proportions in the carcass, respectively, than European grading. USA grading showed a trend ($P=0.10$) to also give lower (2.31 percent units) muscle proportion the European grading. High-quality cuts were not affected ($P>0.05$) by slaughter weight. Veck, and front cuts showed drigher ($P<0.05$) weight as slaughter weight increased. However, under the "Chapingo" separation at carcass cuts the heaviest slaughter weight gave higher ($P<0.05$) weights of high-quality cuts. It was conducted that slaughter weights between 489 and 569 k of live-weight give similar carcass attributes.

Keys words: Holstein, live-weight, carcass, fat, muscle.

RESUMEN
RENDIMIENTO Y COMPOSICION DE LA CANAL A DIFERENTES PESOS
AL SACRIFICIO DE TORETES HOLSTEIN

Almeraya A., O; Sánchez del R., C; Marcof A., C. F y Miranda R., L. A.

Con el objetivo de evaluar el peso vivo (PV) al sacrificio sobre el rendimiento, composición y características de la canal se utilizaron 17 toretes Holstein con un PV inicial de 287 ± 25 kg. Los toretes se distribuyeron por PV a uno de cuatro tratamientos: tratamiento (T) 1, 388 kg; T2, 489 kg; T3, 524 kg y T4, 569 kg de PV al sacrificio. Los toretes se alimentaron con la misma dieta base, con 2.7 Mcal de EM y 12.80% de proteína cruda. Se utilizó un diseño en bloques al azar con diferentes número de repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue cada torete. La información fue analizada mediante el procedimiento GLM del paquete SAS, las medias se compararon por el procedimiento de Tukey. A mayor peso vivo al sacrificio se incrementó ($P=0.001$) el peso de la canal caliente, sin efecto ($P=0.659$) en el rendimiento de la canal. El grosor de la grasa dorsal, área de ojo de la costilla, largo de pernil y proporción de grasa en la canal se incrementaron ($P<0.05$) al aumentar el PV al sacrificio de 388 a 489 k, a partir del cual no se observaron cambios en estas variables. No se observó efecto ($P<0.05$) del PV al sacrificio sobre la proporción de grasa, hueso y músculo en la canal. La clasificación Norteamericana aplicada a toretes Holstein subestima la proporción de hueso y músculo en 2.17 ($P=0.0719$) y 2.31 ($P=0.1193$) unidades porcentuales, respectivamente; a cambio, de sobrestimar ($P=0.0052$) la proporción de grasa de la canal en 4.13 unidades porcentuales en comparación a la clasificación Europea. En la metodología de corte de la canal tipo "Comercial" a mayores pesos vivos al sacrificio el peso de la piel, montalayo, pescuezo, pecho, diezmillo y grasa fueron mayores ($P<0.05$). En componentes del cuarto trasero no se observaron diferencias. En la metodología de corte tipo "Chapingo" los pesos del cuarto delantero,

específicamente el diezmillo y espaldilla, así como también de los del cuarto trasero: contracuete, centro y hueso del fémur fueron mayores ($P < 0.05$) al sacrificar los toretes a mayores pesos vivos en comparación al de 489 kg. Los toretes Holstein en engorda intensiva pueden ser sacrificados de los 489 a 569 kg de peso vivo sin afectar el rendimiento ni la calidad de la canal.

Palabras clave: Hoistein, peso vivo, canal, grasa, músculo.

CONTENIDO	Página
INDICE DE CUADROS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Producción intensiva de carne con toretes Holstein.....	4
2. Evaluación de canales.....	7
2.1. Clasificación por rendimiento.....	8
2.2. Clasificación por calidad.....	9
3. Importancia de los depósitos grasos en la calidad de la carne	11
3.1. Intermuscular.....	13
3.2. Subcutánea.....	13
3.3. Renal.....	15
3.4. Intramuscular.....	15
4. Factores que afectan la calidad y el rendimiento de la canal	16
4.1. Tipo de alimentación.....	16
4.2. Peso y edad al sacrificio	22
4.3. Sexo de los animales.....	25

4.4. Raza.....	27
4.5. Promotores de crecimiento.....	29
HIPÓTESIS.....	32
MATERIALES Y METODOS.....	33
1. Localización y clima	33
2. Periodo experimental.....	33
3. Tratamientos.....	34
4. Instalaciones y equipo.....	34
5. Diseño experimental.....	35
6. Animales experimentales.....	35
7. Manejo de los animales.....	36
8. Dieta experimental	36
9. Manejo de alimentación.....	38
10. Técnica de sacrificio y disección de los animales.....	38
10.1. Mediciones durante el sacrificio.....	38
10.2. Mediciones después del sacrificio.....	39
11. Variables de respuesta.....	40
11.1. Variables de la canal	40
11.2. Cortes a la canal.....	43
11.3. Variables de comportamiento productivo.....	44

12. Análisis estadístico	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
1. Peso de la canal.....	47
2. Rendimiento en canal.....	47
3. Grosor de grasa dorsal.....	49
4. Area de ojo de la costilla (ojo de chuleta).....	50
5. Mediciones de la canal.....	51
6. Proporción de los componentes músculo, grasa y hueso	52
7. Cortes de la canal metodología tipo "comercial".....	55
7.1. Viseras.....	55
7.2. Cuarto delantero.....	56
7.3. Cuarto trasero.....	56
8. Corte de la canal, metodología tipo "Chapingo".....	56
8.1. Viseras.....	56
8.2. Cuarto delantero.....	57
8.3. Cuarto trasero.....	57
9. Comportamiento productivo.....	62
9.1. Consumo de materia seca.....	62
9.2. Ganancia de peso.....	62
9.3. Conversión alimenticia	62

9.4. Periodo de engorda.....	63
CONCLUSIONES.....	65
LITERATURA CITADA.....	66

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Resumen de las normas de calidad de carne en canal de bovino.....	10
Cuadro 2. Relación entre peso vivo y rendimiento en canal en novillos de raza Europea alimentados con dietas a base de concentrado.....	24
Cuadro 3. Dieta experimental y composición nutritiva estimada.....	37
Cuadro 4. Componentes de la canal de machos Holstein a diferentes pesos al sacrificio.....	48
Cuadro 5. Características de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio de acuerdo a la clasificación Norteamericana y Europea.	54
Cuadro 6. Cortes según la metodología tipo "comercial" de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio.....	58
Cuadro 7. Cortes según la metodología tipo "Chapingo" de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio.....	60
Cuadro 8. Comportamiento productivo de toretes Holstein en engorda a diferentes pesos al sacrificio.....	63

INTRODUCCIÓN

La industria de la carne de bovino en México tiene particularidades muy complejas que obligan a analizar su competitividad desde varios enfoques. La competencia desventajosa con Estados Unidos (país líder en la producción y el mercado internacional de carne), con empresas que ofrecen el producto hasta los consumidores finales, las cadenas comerciales de autoservicio y los grandes importadores quienes establecen, hoy en día, las reglas del juego. Para acceder a estos canales de comercialización, los ganaderos integrados, los rastros y los mayoristas tienen que competir en condiciones en las que el precio es importante pero lo es también la calidad del producto, el valor agregado y los servicios que puedan ofrecer.

La canal, compuesta principalmente por músculos, grasa, huesos y tejido conjuntivo, constituye la unidad de mayor importancia dentro de los estudios sobre la producción de carne, ya que finalmente establece el valor de un animal productor de carne, tanto para el ganadero como para el tablajero. Este valor está en función de la cantidad de producto comestible vendible obtenido a partir de la canal.

Uno de los aspectos más importantes para el ganadero productor de carne, es que sus animales le ofrezcan un mayor rendimiento, biológico y económico, por lo que se debe dar mayor atención al desarrollo del animal. Existe una estrecha relación entre el aumento de peso vivo con el rendimiento, composición y características de la canal. El rendimiento y los componentes de la canal están

afectados por factores biológicos, como la edad, peso vivo al sacrificio, nutrición, sexo y raza del animal.

Recientemente, algunos ganaderos han mostrado interés en la producción intensiva de carne a partir de machos Holstein, tradicionalmente sacrificados al nacimiento y a un peso vivo muy bajo en las explotaciones lecheras, para cubrir la demanda de carne de ternera en el norte y centro del país, o para birria en la zona centro occidente. Esta practica se debe también a la aparente dificultad para criar los becerros lactantes, pero se desaprovecha el potencial de producción de carne que tienen estos animales. Existe la creencia de que la calidad y rendimiento de las canales de estos animales es mala cuando se crían y engordan. No obstante, existen reportes que señalan que cuando los toretes Holstein son sacrificados a pesos adecuados de acuerdo a la complexión de la raza tienen menos grasa en la canal y mayor rendimiento de carne magra que toretes Angus y Herford; aunque también tienden a tener menor marmoleo y supuestamente menor calidad de la canal. Estos hechos confirman la posibilidad de obtener exitosamente canales de buena calidad y con buen rendimiento, cuando los animales son finalizados bajo un esquema apropiado de alimentación y a un peso vivo adecuado de acuerdo al tamaño corporal de la raza.

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- ❖ Estimar el rendimiento y la proporción de músculo, grasa y hueso de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos vivos al sacrificio.

- ❖ Caracterizar por mediciones, algunos componentes de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos vivos al sacrificio.
- ❖ Identificar diferencias en la aplicación de la norma Norteamericana y Europea para estimar la proporción de músculo, grasa y hueso en la canal de toretes Holstein.
- ❖ Caracterizar los cortes de la canal de toretes Holstein según la metodología "Comercial" y tipo "Chapingo".
- ❖ Evaluar el comportamiento productivo de toretes Holstein a diferentes pesos vivos al sacrificio.

REVISION DE LITERATURA

1. Producción intensiva de carne con toretes Holstein

Los genotipos históricamente seleccionados para mayor producción de leche tienen mayor requerimiento energético de mantenimiento, en comparación con los genotipos que han sido seleccionados para producción de carne (Taylor *et al.*, 1981).

Existe una tendencia generalizada en considerar a los toretes Holstein como energéticamente más eficientes que los genotipos productores de carne. La razón principal es que los animales que genéticamente son de complexión grande, como los Holstein, tienden a depositar más proteína y menos grasa que el promedio de los genotipos de talla pequeña, como los Angus (Crickenberger *et al.*, 1978).

Hicks *et al.* (1990) observaron que al mismo peso vivo, los novillos Holstein consumieron 12% más alimento que otros de genotipos británicos, y Fox *et al.* (1988) propusieron un ajuste de +8% en el consumo de materia seca para novillos Holstein en crecimiento. Sin embargo con las ecuaciones propuestas por Thonney *et al.* (1981) de acuerdo al tipo genético, y una ganancia de un kg por día, se observa que los toretes Holstein tienen un consumo 13% mayor y una eficiencia de conversión alimenticia 18% mejor que los toretes Angus.

El mayor consumo de materia seca observado en los animales Holstein puede deberse por un lado a una mayor demanda energética para mantenimiento,

pues estos animales tienen una mayor proporción de órganos y tejidos en tracto gastrointestinal, por lo que su tasa metabólica se incrementa (Jones, 1985). Lo anterior probablemente sea cierto debido a que el gasto energético de los órganos vitales constituye la principal proporción del gasto energético asociado con el metabolismo basal. Por otro lado, también se observa un mayor consumo asociado, a la mayor talla de la raza Holstein. Esto permite cubrir satisfactoriamente los requerimientos para mantenimiento, y destinar mayor cantidad de nutrientes para producción, gracias al cual puede manifestar mayor ganancia de peso y mayor eficiencia de utilización del alimento total.

Las diferencias en el consumo también pueden atribuirse a que los animales Holstein han sido objeto de una selección genética intensiva hacia una mayor producción leche y, por lo tanto, para mayor consumo (Owens *et al.*, 1985).

Para un mismo peso vivo final, Holstein presentó mayor tasa de crecimiento y mayor eficiencia que los toretes Angus, por tanto, los toretes Holstein alcanzan el mismo peso vivo final a menor edad que los Angus, con mayor ganancia neta de músculo y menos grasa por unidad de peso vivo ganado.

Hussein y Berger (1995) basándose en datos experimentales demostraron que existen alternativas de alimentación de novillos Holstein que permiten un crecimiento adecuado y con costos de alimentación rentables.

Recientemente muchos granjeros dedicados a la producción de leche y del ganado, han considerado las ventajas de la producción de carne a partir de ganado Holstein; considerando que la carne de ganado Holstein contiene 25 a

30 % menos grasa que la carne de bovino producida de las razas especializadas en la producción de carne (Nraea, 2000).

De acuerdo al peso vivo la engorda de becerros se divide en dos grupos, becerros en crecimiento de 125 a 300 kg de peso vivo, y toretes en finalización de 300 kg hasta el peso vivo al sacrificio. La engorda de toretes Holstein es generalmente más constante en comparación con las razas convencionales para carne; presentando los siguientes parámetros: un aumento de peso y un consumo de alimento de 1.5 y 9.5 kg animal⁻¹.día⁻¹ respectivamente y una conversión alimenticia de 6.5 (Grant *et al.*, 2000). Pesos vivos mayores a los 500 kg traen como consecuencia eficiencias alimenticias menores. A un peso constante, las canales de toretes Holstein tienen menos grasa en el lomo, marmoleo y grasa total, con más proteína y hueso comparado con las razas de carne. En general la raza Holstein tiene un peso maduro y un tamaño mayor que las razas de carne; en estos últimos la ganancia de peso será menor y con mayor contenido de grasa por unidad de peso vivo ganado en comparación al Holstein. Los mismos autores citan que, estas ventajas se pueden reducir bajo condiciones de estrés, por exceso de humedad en corrales, bajas temperaturas, ya que los animales de la raza Holstein tienen el pelo más corto, por lo cual son más sensibles al frío.

Learson (2000) demostró que los toretes Holstein manejados correctamente deben alcanzar pesos al sacrificio entre los 12 y 13 meses de edad y producir canales más magras y carne de buen sabor y tan aceptable como cualquier raza de carne; necesitando para esto, una alimentación con raciones

correctamente balanceadas y manejados de una manera que promueva el crecimiento rápido y eficiente. Debido a su requisito de mantenimiento más alto, se recomiendan dietas altas en energía, para alcanzar un aumento de peso rápido y para reducir al mínimo el tiempo en el forraje.

2. Evaluación de canales

El parámetro más importante para la evaluación de la eficiencia de la producción animal es la cantidad y la calidad del producto final, que en definitiva, es la razón de la producción pecuaria (Rubio, 1996). En términos generales, el concepto de calidad de la carne incluye aquellas características sensoriales que hacen de ésta un producto apetecible al consumo, que son aroma, sabor, color, jugosidad y terneza (suavidad). Esta descripción engloba aspectos nutricionales, sanitarios, sensoriales y tecnológicos. En primera instancia, se hace fundamental la verificación sanitaria (microbiología) de la carne puesto que el consumo de carne contaminada puede causar enfermedades que incluso podrían llegar a provocar la muerte.

Las normas de calidad para la carne de bovinos en México se han aplicado desde 1971, en que se estableció el "Acuerdo de Servicio de Clasificaciones y Especificaciones de Ganados y Carnes para el Estado de Sonora" y su reglamento en que se incluye la integración y funciones de las Juntas de Revisión y Arbitraje, de los Supervisores y de los Clasificadores (FIRA, 1999).

Un sistema de clasificación de carne tiene que usar los principios de

discriminación de mercados desarrollados por la mercadotecnia y medir ciertos indicadores desarrollados por la ciencia de la carne, para valorar la apreciación del cliente; en términos prácticos, lo anterior se refleja ofreciendo precios diferentes por las diversas calidades identificadas, motivando las mejoras en la práctica productiva.

Los "Estándares de los Estados Unidos para Grados de Carne de Bovino en Canal se elaboraron por primera vez en 1916, y con el tiempo se fueron afinando las especificaciones, incluyendo otras aplicaciones adicionales a la original, la última revisión fue realizada en enero de 1997 (USDA,1997). La norma mexicana (NMX-FF-78-1991) para clasificación de carne se asemeja en cierta medida a la estadounidense, en el Cuadro 1 se resumen ambas. La clasificación de la carne se hace en dos tipos de evaluación independientes:

2.1. Clasificación por rendimiento

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha desarrollado un sistema para estimar el rendimiento de la carne vendible, desgrasada y deshuesada, de los cortes primarios del costillar, el lomo, la espaldilla o paleta y la pierna. Existe la necesidad de usar indicadores rápidos, confiables y repetibles para estimar el rendimiento de las canales, ya que no es práctico cortar y procesar cada canal y dividir el músculo, la grasa y el hueso. Para predecir el rendimiento de una canal, se usa: el peso de la canal caliente, el espesor de la grasa dorsal en el ojo de la costilla y el porcentaje de grasa de la

pelvis, riñón y corazón. El espesor de grasa y el porcentaje de grasa renal, pélvica y cardíaca son indicadores de la gordura general de la canal; la superficie del ojo de la costilla es un indicador de la cantidad de músculo de la canal y a medida que aumenta, disminuye la clasificación numérica del rendimiento y la canal pasa a ser más deseable (López, 1996 y Wayne y Osborne, 1997).

La ecuación que se utiliza para predecir el grado de rendimiento, propuesta por el (USDA, 1997) es la siguiente:

$$\text{Grado de rendimiento} = 2.5 + 2.5(\text{Espesor de grasa, en pulgadas}) + 0.2(\text{Grasa del riñón, pelvis y corazón, en porcentaje}) + 0.0038(\text{peso de la canal caliente en libras}) - 0.74(\text{área del ojo de la costilla en pulgadas cuadradas}).$$

2.2. Clasificación por calidad

La calidad de la carne se refiere a las características, relacionadas con la palatabilidad (dulzura, jugosidad y sabor). Esto se basa sobretodo en el marmoleo de la carne, aunque varios factores relacionados con la edad también afectan el grado de calidad. Los grados de calidad del USDA se utilizan para reflejar diferencias en calidad alimenticia prevista entre los distintos ganados sacrificados y sus canales, en el Cuadro 1 se pueden distinguir los diferentes grados de calidad (Hale *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Resumen de las normas de calidad de carne en canal de bovino.

CALIDAD	ESTANDARES DE ESTADOS UNIDOS	NORMA MEXICANA
Clases de ganado	Steers Bullocks Bulls Heifers Cows	Becerro (a) Ternero (a) Torete Novillo Novillona o Vaquilla Vaca Toro Buey
Calidad	Prime Choice Select Standard Commercial Utility Cuttler Canner Todos se aplican a novillos y vaquillas; a vacas se aplican todos menos Prime, y para toretes se designan los grados Prime. Choice, Select, Standard y Utility, que no son comparables a los correspondientes de novillos, vaquillas y vacas. La clasificación es una combinación de "madurez", que es función esencialmente de la edad del animal, y "marmoleo" o contenido de grasa intramuscular. Hay cinco grados de madurez y siete grados de marmoleo, habiendo de esta última otros aplicables opcionalmente.	Suprema Selecta Buena Estándar Comercial Menciona para cada grado, aspectos de conformación de la canal, como grosor y llenura de las masas musculares y color de grasa. La calidad en si depende de madurez y marmoleo. Hay nueve clases de marmoleo, y para cada grado describe la madurez aceptable en grados A y B.
Rendimiento	Grade 1 Grade 2 Grade 3 Grade 4 Grade 5 Lo anterior depende de cuatro características -el grosor de la grasa subcutánea sobre el músculo largo dorsal (ryb eye), entre la 12ª y 13ª costilla. -cantidad de grasa visceral (renal, pélvica y cardíaca). -área de corte del músculo largo dorsal y -el peso de la canal. Estas medidas se combinan en una ecuación, pero también se dan indicaciones para hacer una evaluación visual confiable.	Se usan las ecuaciones y grados de los estándares de Estados Unidos. En los dos países, los grados de calidad son restrictivos a distintas clases de ganado.

Fuente: Burson (1997).

La clasificación en Estados Unidos se realiza por iniciativa de los comercializadores, que desean señalar las piezas de mayor calidad y valor, por lo que la aplicación es efectiva. La norma mexicana es de observancia voluntaria y no hay necesidad impulsada por los consumidores para que la clasificación se realice, incurriendo en los gastos que llevarían. En donde si se realiza la clasificación como en el estado de Sonora, se aplica una norma estatal. Los factores que determinan la calidad de la canal, como los genéticos, de alimentación, sanidad y de manejo son evaluados en los animales vivos al comprarlos, y se aplican precios diferenciados de acuerdo a la calidad esperada al sacrificio. Esta consideración es de más alta importancia en Estados Unidos.

En México se maneja una ley y reglamento para la industrialización de la carne en la cual se incluyen algunas normas para la carne de bovino, como son: control de residuos tóxicos, límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo en grasa, hígado y músculos de bovinos; es de observancia obligatoria para asegurar a la población el suministro de alimentos sanos e inocuos y pretende generar mayor confianza en la comercialización para consumo nacional y para exportación (SECOFI, 1991).

3. Importancia de los depósitos grasos en la calidad de la carne

La grasa es la principal fuente de energía que el organismo dispone, pues aporta 2.25 veces más energía por unidad de peso que los carbohidratos y las

proteínas (Judge, 1989). El cuerpo del animal contiene diversos tipos de grasas, pero predominan las grasas neutras. Estas están compuestas de glicerol y ácidos grasos, los cuales pueden ser de tres tipos: saturados, monoinsaturados y polinsaturados. La grasa intramuscular de la carne contiene principalmente ácidos grasos monoinsaturados, los que representan el 39.77 % de la grasa total; también contiene ácidos grasos saturados, que representan el 35.23 %. Es muy importante hacer notar que el 18 % de éstos es ácido esteárico, el cual se ha comprobado que reduce los niveles de colesterol y ayuda a absorber el hierro (Romans *et al.*, 1985). Los ácidos grasos saturados juegan un papel muy importante en la calidad de la carne ya que son menos propensos a oxidarse por lo que permiten alargar el tiempo que la carne puede estar en anaquel (Judge, 1989).

El alto consumo de grasa de origen animal por el humano está relacionado con enfermedades cardiovasculares, sin embargo, se ha descubierto recientemente que el consumo de ácidos grasos monoinsaturados reduce el colesterol en la sangre (Savel, 1989).

El termino "animal finalizado" es usado indiscriminadamente por el comercio, para describir la cobertura de grasa, el espesor y la distribución de la grasa, muchas veces en forma de rollos o películas de grasa sobre las costillas dentro de la canal; por lo que es importante definirlo más específicamente. La finalización es aplicada haciendo referencia a la cobertura de grasa de la parte externa de la canal, su espesor y su distribución. La mejor cobertura de grasa es una distribución uniforme de grasa externa sobre la canal entera.

Existen dos teorías que describen cronológicamente la forma natural de depositar la grasa en el ganado. La primera dice que la grasa que se deposita primero es la interna, seguida por la subcutánea, después vendría la intermuscular y finalmente la intramuscular. La segunda teoría sostiene que en primer lugar se deposita la grasa interna, seguida por la intermuscular, después la subcutánea y finalmente la intramuscular (Romans *et al.*, 1985). En la canal se pueden distinguir cuatro tipos de grasa:

3.1. Intermuscular

Es la que se deposita entre los músculos y con frecuencia en las superficies musculares móviles y rellena los espacios entre músculos y huesos, es la más indeseable pues no aporta nada a la calidad de la carne, normalmente se recorta pues afecta en forma negativa la apariencia del corte. Desde el nacimiento hasta que se alcanza el peso del animal maduro, la grasa intermuscular experimenta un incremento relativo mucho mayor que la grasa subcutánea, aunque la grasa subcutánea representa una porción muy superior del porcentaje total de grasa (Navarro, 1996).

3.2. Subcutánea

Es aquella que se deposita entre la piel y el músculo, es importante para la suavidad de la carne porque aísla la canal reduciendo la velocidad de

enfriamiento cuando entra en refrigeración, disminuyendo el acotamiento por frío (el cual endurece la carne) y permitiendo una mayor autólisis (Smith *et al.*, 1976; .Bowling *et al.*, 1977). También reduce la pérdida de agua durante su almacenamiento y distribución de la carne, pero como para formarla hay que sobrealimentar al animal (y además habrá que recortarse posteriormente), ésta técnica es económicamente cuestionable. Se deposita formando capas separadas por tejido conjuntivo.

El lugar para medir esta grasa es entre la 12ª y 13ª costilla, a tres cuartos de la distancia del eje largo del músculo *longissimus dorsi* (ribeye) desde la línea media. Este grosor de grasa es ajustado y utilizado para considerar la variación de la cantidad de grasa que es depositada en otras regiones de la canal, además de la unión de la costilla y el lomo (Saltijeral, 1996).

Rubio y Méndez (1997) indican que las vaquillas tienden a depositar más grasa que los novillos sobre las áreas del lomo y el anca, así como el hecho que ellas tendrán grasa depositada en el área del costado (en la ubre).

Cuando crece un animal se diferencian claramente tres tipos de capas de grasa. Su crecimiento relativo tiene interés para la valoración del animal vivo y de su canal. La capa externa se deposita en las primeras etapas de vida y aumenta poco cuando el animal crece hasta alcanzar el peso correspondiente al animal maduro. La capa que yace directamente sobre el músculo *longissimus dorsi* se desarrolla en una fase más avanzada del proceso de desarrollo del tejido adiposo (Cole y *et al.* , 1964).

3.3. Renal

La grasa interna es aquella que se deposita alrededor de los órganos y en las cavidades torácica y abdominal. Los riñones aparecen rodeados de grasa y aumenta intensamente su contenido al lograrse los pesos correspondientes a los animales maduros. Sirve para la protección de dichos órganos y suele ser la que tiene mayor contenido de ácidos grasos volátiles saturados (Romans, 1985). La deposición de esta grasa resulta esencial para valorar la grasa de la canal entera o su porcentaje en el animal vivo o para valorar las canales.

La cantidad de grasa renal también está relacionada con la cantidad de grasa intramuscular presente en la canal. Aunque no existe una medida directa real de la grasa intermuscular presente en la canal, pero diferentes estudios han demostrado que la grasa interna se encuentra altamente correlacionada a la grasa intramuscular (Saltijeral, 1996).

3.4. Intramuscular

Se localiza entre y en el interior de las fibras musculares y su máxima deposición relativa se alcanza en las etapas más avanzadas del proceso de crecimiento. Se conoce popularmente como marmoleo o veteado, aunque hay que mencionar que el marmoleo es solo la parte visible de la grasa intramuscular, esta grasa es la que sin duda tiene mayores efectos sobre la calidad y palatabilidad de la carne (Navarro, 1996). Es utilizada por el USDA

para valorar la sapiidez de las distintas categorías de canales de bovinos para carne. Horstein (1971) planteó dos hipótesis al respecto, la primera menciona que la oxidación de los ácidos grasos puede producir compuestos carbonilos los cuales son muy importantes para la producción de sabores. La segunda hipótesis menciona que la grasa puede funcionar como depósito de compuestos odoríferos, los cuales son liberados con el calor durante la cocción. Estos compuestos volátiles producidos por los fosfolípidos y triglicéridos, pueden ser incluso los responsables del sabor específico de la carne de bovino, cerdo y borrego.

4. Factores que afectan la calidad y el rendimiento de la canal

4.1. Tipo de alimentación

En la producción de carne, existen diferentes tipos de mercados que demandan determinadas características que en ocasiones no es posible satisfacer con una dieta basada exclusivamente en forrajes. La calidad de la carne que un mercado dado exige obliga al productor a usar diferentes combinaciones de modelos de producción. Es posible finalizar a los animales a una edad en la que la terniza de la carne por causa de ésta, no sea un problema siempre y cuando los animales se sacrifiquen antes de los 30 meses de vida. La edad de sacrificio será mayor, cuando los animales consuman dietas a base de forraje, sin embargo si se toman las medidas necesarias para evitar el acotamiento por

frío y el endurecimiento de la canal, los efectos de la edad sobre la terniza carecen de significado práctico. Recientes Investigaciones han demostrado que la tasa de crecimiento y el periodo de engorda con una dieta alta en energía, afectan más intensamente a la calidad final de la carne que la alimentación en si misma (Rubio, 1996).

La mayor ganancia de peso mediante un esquema de alimentación intensiva en finalización influye directamente en la estabilidad del colágeno y en la terniza de la carne; además, el ganado alimentado con una dieta alta en energía tiene un rápido crecimiento y por lo tanto, un incremento en la síntesis de proteínas, lo que proveería al animal de una alta proporción de colágeno recién formado, colágeno, que es altamente sensible al calor (soluble), lo cual repercute en la obtención de una carne más tierna.

Aberle *et al.* (1981) realizaron un estudio con novillos de 9 meses de edad durante los últimos 210 días antes del sacrificio. El grupo control, recibió una dieta de baja energía para ganancia de peso de 0.68 kgdía^{-1} constante y otros tres grupos recibieron dietas de alta energía durante los últimos 70, 140 y 210 días. La fuerza de corte disminuyó significativamente en los primeros 70 días de alimentación con la dieta energética, mientras que desde los 70 a los 210 días la duraza se redujo ligeramente.

Miller *et al.* (1987) realizaron un experimento con novillos, de 8 meses de edad, para estudiar el efecto del periodo de engorda sobre la terniza de la carne. Los animales fueron divididos en dos grupos, a uno se le proporcionó alimentación para ganancia de 0.68 kg al día y otra de menor calidad energética para 0.41

kg de ganancia diaria. Después de 6 meses, los animales de cada grupo fueron sometidos a 4 tratamientos: 0, 56, 112 y 168 días como periodo de engorda con una dieta alta en energía. Todo el ganado fue sacrificado a los 20 meses de edad. En general, la carne de los animales alimentados con la dieta alta en energía fue más tierna que la de los animales alimentados con la dieta baja en energía; la mejora en terneza que se consigue conforme aumentan los días en dieta alta en energía es patente en ambos grupos, aunque la mejora más significativa es entre los 0 y 56 días. Los efectos observados en la calidad de la canal al ofrecer una dieta alta en energía fueron más notables en los animales que inicialmente consumieron una dieta baja en energía. Por otro lado, los animales alimentados inicialmente con una dieta baja en energía, crecen y maduran a menor velocidad que el ganado alimentado con dietas más energéticas, por lo que a una cierta edad similar, los animales alimentados con forraje podrían ser fisiológicamente menos maduros que aquellos contemporáneos alimentados con concentrados (Hall y Hunt, 1982).

La coloración amarilla de la grasa en la canal se incrementa con la edad del animal, afectando negativamente la calidad, generalmente este color se debe a la acumulación de pigmentos carotenoides en la grasa (Noricumbo, 1996). Las canales de animales finalizadas con forrajes, generalmente tienen una clasificación menor que los que se finalizan con concentrados, no solamente tienen menos grasa intramuscular sino que la grasa tiende a ser saturada.

El nivel de pigmentos carotenoides en la dieta puede tener un efecto importante en el color amarillo de la grasa de animales que genéticamente son

incapaces de metabolizar estos pigmentos, esto puede representar un problema con ganado en pastoreo. Zho *et al.* (1993) mostraron que conforme se incremento la concentración de carotenoides en el tejido adiposo, se redujo la dureza de la grasa.

Preston y Willis (1970) citan que las diferentes formas de suministrar el alimento al ganado afectan el llenado del tracto gastrointestinal de los animales; así los alimentos con menor tamaño de partículas tienden a ser degradados con una velocidad mayor en comparación con alimentos de mayor tamaño de partículas. De este modo, las diferencias en la estructura de las raciones, ocasionan que animales alimentados a base de granos tengan un menor volumen del tracto gastrointestinal, por la mayor tasa de pasaje de este tipo de dieta en comparación con dietas basadas en forraje. Esto implica que el rendimiento de la canal dependa, en gran medida, del tipo de dieta que se ofrezca al animal. Al respecto mientras más alta sea la calidad del alimento, menor será el contenido gastrointestinal y viceversa, afectando significativamente el peso vivo y el rendimiento en canal.

El contenido intestinal adquiere gran importancia cuando se comparan dietas que contienen diferentes niveles de fibra (Stobo *et al.*, 1966), ya que las ganancias de peso pueden estar enmascaradas por el peso del tracto digestivo. La forma física de la ración también es importante, ya que puede influenciar hasta un 30% el peso vivo del animal (Reid *et al.*, 1963).

Keane (1981) observó que el contenido gastrointestinal representó del 8 al 20% del peso vivo del animal, cuando la densidad energética del alimento

cambió de alta a baja. Así mismo, encontró en bovinos alimentados con raciones conteniendo 100, 75 y 50% de concentrado, sobre una ración de paja molida, que el contenido del tracto gastrointestinal representó 8.4, 11.1 y 14.9% del peso vivo, respectivamente; en cambio cuando los animales consumieron ensilado y henificado más paja, el contenido del tracto representó 13.1 y 19.0% del peso vivo respectivamente, y cuando se alimentaron en la pradera antes del sacrificio, representó entre 11 y 14% del peso vivo. Concluyendo que el tipo de dieta influye en el rendimiento en canal, y éste es menor a medida que aumenta la cantidad de material fibroso y/o disminuye la cantidad de energía de la dieta.

El color de grasa que más preocupa en la carne de res es el amarillo excesivo, debido a que la mayoría de los consumidores asocian el color de blanco a cremoso con buena calidad. Esto tiene justificación, ya que las posibilidades de que la grasa sea amarilla se incrementan con la edad del animal. Las canales de animales finalizados con forraje, generalmente tienen una clasificación menor que los que se finalizan con concentrados; no obstante tienen menos grasa intramuscular, sino que la grasa tiende a ser más saturada (Dinius y Cross, 1978). Inclusive, diferentes tipos de pasto producen diferentes sabores en la carne. Los animales alimentados con pasto orchard verde produjeron carne menos tierna y menos jugosa.

Berge *et al.*, (1993) observaron que conforme se incrementaba la cantidad de proteína en la dieta las canales tenían más carne magra y menos grasa, lo que

resultó en una diferencia significativa entre niveles altos y bajos de proteína conservando la misma cantidad de energía.

Larick *et al.* (1987) reportaron que en novillos Hereford alimentados con pasto y luego alimentados con concentrados por 112 días, la calidad de las canales y el rendimiento se incrementaron conforme se aumentaron los días de alimentación con concentrados; la terneza de la chuleta se incrementó hasta los 84 días y después no hubo cambios; el sabor a pasto de los cortes y de la carne molida disminuyó conforme se incrementaron los días de alimentación con concentrado. Los animales más grandes tuvieron chuletas con un área mayor, mejor marmoleo y mejor clasificación de sus canales.

El peso caliente de la canal, así como todas las características relacionadas con el peso se incrementaron con los días bajo alimentación con concentrados (grosor de grasa dorsal, área del músculo longissimus dorsi y grado de rendimiento). El grado de marmoleo también se incrementa con los días de alimentación, sin embargo el grado de marmoleo no incrementó después de 112 días en alimentación (May *et al.*, 1992).

La jugosidad y el sabor de la carne no fueron influenciados por los días de alimentación, sin embargo, dar la dieta alta en energía incremento las calificaciones de terneza evaluada en el panel. De 168 a 196 días, hubo un efecto detrimental en la terneza evaluada en el panel. El grado de marmoleo fue la característica de la canal más correlacionada con los atributos de palatabilidad (May *et al.*, 1992).

4.2. Peso y edad al sacrificio

El objetivo de la producción de carne debe ser la obtención máxima de carne magra y la calidad de ésta, lo cual puede expresarse también como una relación músculo-hueso alta, con un mínimo de tejido graso en la canal. La importancia de lo anterior es que ambos factores son afectados por el tipo de ración (Brannang, 1969). Las mejoras en los rendimientos en la canal muchas veces se asocian con los incrementos en la deposición de grasa, como pusieron de manifiesto Winchester *et al.* (1957) y Hendrickson (1962), al concluir que el peso y el grado de engrasamiento en la canal son constantes.

El incremento en el rendimiento y en la producción de la canal, en su relación directa con el peso vivo fue puesto de manifiesto por Seebeck y Tulloh (1969). Previamente Tulloh (1964), había demostrado que la representación gráfica del rendimiento de la canal, en función del peso del animal, tomaba la forma de una hipérbola, por lo que el peso de sacrificio repercute en el rendimiento de la canal.

Breidenstein *et al.* (1965) encontraron que el rendimiento en canal se incrementa con el peso vivo, al obtener rendimientos de 54.5, 56.1, 57.4 y 59.1 % para novillos de 307, 386, 466, 545 kg de peso vivo al sacrificio, respectivamente.

Field y Schoonover (1967) observaron que conforme se incremento el peso vivo de 91 a 225 kg, hubo un incremento pequeño en el rendimiento, pero que

a partir de este último peso el rendimiento se incremento linealmente conforme el peso vivo aumentó, como se muestra en el Cuadro 2.

La terneza de la carne disminuye al incrementar la edad del animal (Hershberger *et al.*, 1951; Wierbicki *et al.*, 1954; Goll *et al.*, 1963). En general, la cantidad total de colágeno no cambia con la edad, pero la proporción de colágeno soluble disminuye con el envejecimiento del animal.

La perdida de la solubilidad del colágeno es el factor que más afecta en el incremento de la dureza de la carne con la edad del animal (Herrín y Cassens, 1967).

En un ternero, alrededor del 22% del colágeno se disuelve, en un novillo de 1 a 3 años se disuelve aproximadamente el 12%, y en un animal viejo se disuelve no más del 4%. Esto se debe a los cambios en la estructura de la molécula de colágeno. Lo que ocurre es un incremento en la cantidad de enlaces permanentes entre ellas. Los cortes con mayor cantidad de colágeno deben cocinarse con humedad y durante largo tiempo, los de menor cantidad de colágeno se pueden asar o freír. Tanto la cantidad como la solubilidad del colágeno no hacen más de la mitad de la variación de la terneza. Sin embargo, hay un factor importante que es la cantidad de calpeinas en músculos de animales viejos. Los animales viejos tienen mayor cantidad de fibras musculares rojas, las cuales poseen más nivel de calpeinas II. El incremento en calpeinas II decrece la velocidad de maduración y si esta acompañada de una reducción de la calpeina II podría explicar la dureza de animales viejos, (Dransfield, 1992).

Cuadro 2. Relación entre peso vivo y rendimiento en canal en novillos de raza Europea alimentados con dietas a base de concentrado.

Peso de sacrificio (kg)	Rendimiento en canal (%)
91-135	51.4
136-180	52.4
181-225	52.4
227-271	55.7
272-317	56.0
318-362	56.4
363-407	57.8
408-453	59.1
454-498	58.8
499-543	59.9
544-589	60.3

Fuente: Field y Schoonover (1967).

El aspecto bioquímico detrás de la disminución de la solubilidad del colágeno relacionada con la edad fue estudiado por Light y Bailey (1979). Estos autores proponen que durante la síntesis de colágeno, enlaces tipo aldimina son formados entre moléculas de tropocolágeno produciendo enlaces muy poco resistentes al calor, los cuales contribuyen a la organización y estabilidad estructural de las fibras de colágeno. La proporción de estos enlaces en tejido de bovinos ha sido mostrado que aumenta desde el estado fetal hasta un máximo de 12 a 18 meses (Carmichael y Lawrie, 1967, Shimokomaki *et al.*, 1972). Luego durante el envejecimiento del animal, los enlaces gradualmente se estabilizan hacia una forma insoluble y resistente al calor, causando una

reducción en la cantidad de colágeno intramuscular que pueda ser solubilizado durante el cocinado (Hill, 1966 y Bailey, 1972).

Sin embargo, estos cambios han sido señalados por autores tales como Bailey y Shimokomaki (1971) y Shimokomaki *et al.* (1972), que corresponden más a la velocidad de crecimiento y a la maduración fisiológica, que a la edad cronológica del animal.

En otros estudios, se ha demostrado la influencia negativa que el incremento de la edad del animal tiene sobre el sabor y el aroma de la carne. Cuanto mayor es la edad del animal, peor es la calidad de la carne obtenida del mismo con respecto al sabor y el aroma (Smith *et al.*, 1982).

4.3. Sexo de los animales

Los machos enteros, machos castrados y hembras difieren en la velocidad de crecimiento y composición. El crecimiento de las hembras es lento al compararlo con el de los machos castrados, y éstos a su vez más lentos que los machos enteros.

Generalmente, las diferencias principales a partir de los 12 meses entre animales enteros y castrados son, que los primeros producen carne más dura, más oscura y con menos grasa subcutánea e intramuscular. En los animales enteros la cantidad de colágeno insoluble es mayor que en los castrados, manifestándose en un cierto detrimento de la calidad de la carne (Cross *et al.*, 1983).

Las novillas muestran la tendencia a producir canales más engrasadas que los novillos cuando se sacrifican a un mismo peso y, como consecuencia, las novillas pueden dar un rendimiento ligeramente más alto (Turton, 1969); pero cuando se comparan hembras y machos castrados con pesos diferentes (menores en las hembras), los rendimientos de la canal pueden ser ligeramente menores en las hembras, debido al peso de sus órganos reproductores y del contenido de éstos (Wickens, 1967).

De varios experimentos recopilados por Preston y Willis (1970) se puede inferir que el peso optimo de sacrificio para toretes enteros fue de 6 a 10% mayor que para los novillos. Harte (1967) encontró que grupos de toretes sacrificados a la misma edad que otros castrados, pero con un 8% más de peso, dieron canales con menor contenido de grasa que los animales castrados. La deducción práctica de esta diferencia en la proporción de grasa en las canales entre toretes enteros y novillos, es que los primeros pueden llevarse a pesos más altos para proporcionar una mayor cantidad de carne magra.

Albaugh *et al.* (1975) comprobaron que las canales de animales castrados de 16 a 17 meses de edad eran menos pesadas y más engrasada que la de los enteros; sin embargo, no hallaron diferencias en la cantidad de grasa intramuscular (GIM) ni en la madurez entre ambos. En cuanto a las características de palatabilidad, jugosidad, aroma y fuerza de corte, tampoco encontraron diferencias entre los dos grupos, aunque la carne de los animales castrados tendió a obtener mejor puntuación que la de los enteros. Sin embargo, cuando las muestras fueron evaluadas por un panel entrenado, la

carne de los castrados resulto significativamente más tierna que la de los enteros.

Diversos estudios han demostrado que no hay ninguna diferencia en las características organolépticas (Summers *et al.*, 1978) o en la terneza (Llody *et al.*, 1981) entre carneros y castrados. Sin embargo, otros estudios han señalado que la carne de carnero es ligeramente más dura que la de castrados (Field, 1971; Kemp *et al.* 1972).

En cuanto al rendimiento de la canal, Turton (1969) encontró que en 77% de los casos los terneros enteros dieron mayor rendimiento que los animales castrados, aunque también señala que estas diferencias fueron pequeñas y poco importantes. De lo anterior puede concluirse que el rendimiento depende del grado de engrasamiento de las canales, lo cual es determinado por el sexo de los animales, si el peso de sacrificio es similar.

4.4. Raza

Los genotipos que se caracterizan por el gran desarrollo de las masas musculares en su tercio posterior, y por un dimorfismo sexual algo menos marcado que en los genotipos rústicos, son fiel reflejo de su fisiología, en la que predominan los fenómenos anabolizantes necesarios para un marcado incremento de los tejidos constituyentes de la carne. Sin embargo la carne no es obtenida en el momento adecuado, esta adquirirá una excesiva carga de grasa, la cual estará en detrimento de su componente fundamental. Por ello

todos los genotipos productores de carne y fundamentalmente los altamente especializados, tienen un momento optimo para su sacrificio, el cual se intenta hacer coincidir con el máximo porcentaje de tejido muscular y su rendimiento cárnico.

Una característica universal de todos sistemas de clasificación es que se requiere la identificación de las razas, para evaluar sus canales. Las razas de maduración tardía producen canales con 50% menos grasa y más tierna que la de maduración temprana (Rubio y Méndez, 1997). Ellos mismos indican que la carne de Angus es de mejores características sensoriales que la de Charoláis cuando los animales se mantienen a bajos pesos corporales. Se ha comprobado que la fuerza de corte aumenta y la terneza medida por un papel sensorial decrece a medida que el porcentaje de Brahman aumenta en animales cruzados. Cuando existe la mitad o más de proporción Brahman en un animal, disminuye el porcentaje de grasa en músculo; sin embargo no se han encontrado diferencias en humedad, colágeno total o soluble entre animales de diferente proporción en Brahman.

En cuestión de rendimiento, la raza Holstein crece más rápida y más eficientemente alcanzando el peso de sacrificio a menor edad que la raza Hereford. Se ha comprobado que las canales de Holstein son más pesadas que las de los Hereford, sin embargo este último tiene mayores costillares y mayores lomos sin recortar y unas áreas de lomo mayores. En lo referente a calidad, las canales provenientes de animales Hereford obtuvieron mejores puntuaciones para el sabor y el marmoleo y además las Holstein tenían

músculos más largos, aunque los del Hereford fueron más oscuros (Rubio y Méndez, 1997).

Adams *et al.* (1977) hicieron un estudio comparativo entre diversas razas europeas (inglesas, francesas y suizas) en general, los cruces de Hereford x razas inglesas fueron más grasos y de mayor rendimiento que los cruces de Hereford x razas francesas. Los cruces de Hereford x razas suizas, resultaron similares a los cruces con inglesas, el cruce con Simmental resulto similar a las canales de cruces franceses. Sin embargo, no se observó diferencia alguna en características sensoriales como el sabor, aroma, terneza o fuerza de corte entre las diferentes razas.

4.5. Promotores de crecimiento

Se conoce como promotores de crecimiento, a toda sustancia natural o sintética con actividad farmacológica que se administra a animales sanos para acelerar la ganancia de peso y mejorar los índices de transformación de los alimentos. Estos agentes posibilitan un crecimiento más rápido y más eficiente del animal; persiguiendo alternativamente la reducción de los costos y el tiempo de alimentación; también ayudan a criar animales con menos grasa, ya que el crecimiento acelerado ocurre principalmente en los tejidos musculares magros y no en la grasa del animal (Rubio, 1996).

Las sustancias ionóforas intervienen en la flora bacteriana para favorecer la utilización de la fibra vegetal como nutriente barato, además de que previenen

el timpanismo. En general las sustancias ionóforas no afectan negativamente la calidad de la canal (Horton, 1984).

Stuber *et al.* (1990) reportan que los suplementos de vitamina E mejoran la estabilidad de las chuletas de cerdo durante el almacenamiento; así como los filetes de ternera ya que inhiben la oxidación de lípidos.

Las sustancias anabólicas provocan un crecimiento en el movimiento de los músculos y una disminución en la deposición de grasa, a través del aumento en la retención de nitrógeno en el músculo. Los animales implantados alcanzan un buen índice de nutrientes al músculo con niveles muy bajos de energía y, por lo tanto, ganan peso muy eficientemente (Rubio, 1996b).

Los implantes inducen una maduración precoz, particularmente observada en el esqueleto; sin embargo ésta no ha sido asociada a una disminución en la terneza o la palatabilidad en la carne, (Belk, 1991).

El zeranol incrementa la ganancia de peso en un 16 % así como la eficiencia alimenticia y no afecta negativamente las características de la canal tales como, conformación corporal, grasa de cobertura, rendimiento, peso y conformación de la perna (Hufstedler *et al.*, 1990)

En corrales de engorda, Sánchez *et al.*, (1995) comprobaron que animales implantados con zeranol tenían una ganancia diaria de 1.34 kg y aquellos implantados con benzoato de estradiol obtuvieron una ganancia de 1.266 kg, las cuales fueron significativamente mayores que las obtenidas en animales no implantados (1.141).

Un efecto ampliamente aceptado de los beta-agonista adrenergicos (B-AA) y de las hormonas de crecimiento sobre la calidad de la carne, es el endurecimiento, que posiblemente se debe a la disminución de la proteólisis postmortem del músculo.(Rubio, 1996b). Ella misma indica que el cimaterol no afecta al pH, al olor o a la capacidad de retención de agua. La fragmentación proteica miofibrilar fue menor con animales con cimaterol en la dieta, lo que corresponde con el aumento de la dureza, sugiriendo que el cimaterol podría reducir la degradación miofibrilar vía una actividad más baja de las enzimas proteolíticas. Esta acumulación es debida a la reducción de la degradación proteinica y a un posible incremento de la síntesis de proteínas.

En ovinos, la administración de L-646,996 (Beta agonista adrenérgico) disminuye la cobertura de grasa y aumenta la masa muscular a través de la hipertrofia de las fibras musculares y la acumulación de proteínas (Koohmaraie, 1991).

HIPÓTESIS

Se plantearon las siguientes hipótesis:

- ❖ El rendimiento y peso de la canal aumentarán y la proporción de músculo, grasa y hueso de la canal cambiarán al incrementar el peso vivo al sacrificio de toretes Holstein.
- ❖ Las medidas de caracterización de la canal son diferentes según el peso vivo de sacrificio de los toretes Holstein.
- ❖ La proporción de músculo, grasa y hueso de la canal serán diferentes al aplicar para su estimación la norma Norteamericana o Europea.
- ❖ Se denotarán diferencias en las características de los cortes de la canal de toretes Holstein entre las metodologías tipo “Comercial” o tipo “Chapingo”.
- ❖ El consumo de alimento y la ganancia de peso se incrementarán y la eficiencia alimenticia se empeorará conforme los pesos vivos al sacrificio de toretes Holstein sean mayores.

MATERIALES Y METODOS

1. Localización y clima

La investigación se llevó acabo en el Modulo de Bovinos para Carne situado en la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia y en el taller de procesamiento de carnes del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México; ubicada entre las coordenadas 19° 21' de latitud Norte y 98° 54' de longitud Oeste, a una altura media de 2,250 m.s.n.m. El clima predominante en la región es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 625 mm., con 5 % de lluvias de tipo invernal (García, 1982).

2. Periodo experimental

La fase experimental se realizó del 8 de diciembre de 1999 al 15 de junio de 2000, sacrificando a los toretes conforme fueron alcanzando el peso al sacrificio, dependiendo del tratamiento al cual se asignaron.

3. Tratamientos

El estudio consistió en evaluar cuatro pesos vivos finales al sacrificio de toretes Holstein en engorda intensiva en corral. Los Tratamientos se indican a continuación:

Tratamiento	N	Peso vivo final (kg)
1	3	388
2	5	489
3	4	524
4	5	569

4. Instalaciones y equipo

Para la evaluación del comportamiento productivo se utilizaron 17 corraletas individuales bajo techo, con fosa para recolección de heces, una superficie por corraleta de 4 m², bebedero automático y comedero tipo canoa. Una báscula con capacidad de 1,000 kg, así como una prensa y corral para el manejo general de los animales. Para la elaboración del alimento, se utilizó un molino de martillos y revolvedora localizados en la bodega de la Granja Experimental, de la Universidad.

Para la evaluación de las canales, los animales fueron sacrificados en rastros comerciales cercanos a la zona y las mediciones hechas a las canales se

realizaron en el taller de procesamiento de carnes del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo.

5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental bloques al azar con diferente número de repeticiones por tratamiento. Los toretes se distribuyeron por peso vivo inicial a las repeticiones y a los bloques (hicos y grandes. La unidad experimental consistió en un torete confinado en una corraleta individual con comedero y bebedero integrado.

6. Animales experimentales

Se emplearon 17 toretes Holstein con un peso promedio de 287 ± 25 kg y 8 meses de edad, aproximadamente. Cabe mencionar que los toretes Holstein durante la fase de crianza (1 a 60 días de edad) se utilizaron en un experimento en la evaluación de sustitutos de leche, y durante la fase de crecimiento (de 120 a 250 kg) fueron utilizados en un segundo estudio donde se evaluó la adición de cinc y manganeso en la dieta. Por lo anterior, los becerros Holstein del nacimiento hasta el inicio de la presente investigación se sometieron a un manejo intensivo.

7. Manejo de los animales

Los toretes utilizados fueron adaptados al lugar y a la alimentación, durante dos ensayos previos y después se sometieron al siguiente manejo: se implantaron con Ralgro ^M36 mg de zeranol), al inicio del experimento y reimplantaron a los 80 días; se les aplicó, vía subcutánea, 5 ml bacterina contra carbón sintomático y edema maligno (Bacterina doble ^{MR}), se desparasitaron con levamisol y vitaminaron con A, D y E utilizando L-Parencol^{MR} vitaminado al 12% a una dosis de 1 ml por cada 15 kg de peso vivo., por vía intramuscular.

Los toretes se identificaron individualmente al inicio del experimento y se asignaron al azar a los tratamientos y corraletas. Se pesaron al inicio y después cada 21 días durante la fase experimental, con ayuno previo de 12 h; utilizando una báscula con capacidad de 1,000 kg y divisiones mínimas de 500 g.

8. Dieta experimental

Independientemente de los tratamientos todos los toretes se alimentaron con una misma dieta de finalización, la dieta y composición se describen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dieta experimental y composición nutritiva estimada*.

INGREDIENTES	Unidad	Contenido
Grano de sorgo	%	53.0
Paja de avena	%	16.0
Pasta de soya	%	6.0
Harina de carne	%	3.0
Barredura de pan	%	15.0
Salvado de trigo	%	6.0
Mezcla mineral**	%	1.0
Materia Seca	%	89.56
Energía metabolizable	Mcal kg ⁻¹	2.80
Energía neta de mantenimiento	Mcal kg ⁻¹	1.85
Energía neta de ganancia	Mcal kg ⁻¹	1.21
Proteína Cruda	%	12.80
Proteína degradable en rumen	%	8.00
Proteína no degradable en rumen	%	4.80
Fibra detergente ácida	%	8.53
Fibra detergente neutro	%	13.66
Extracto Etéreo	%	4.48
Calcio	%	0.60
Fósforo	%	0.50
Potasio	%	0.96
Ganancia diaria de peso predicha	Kg	1.66

* NRC (1996).

** La mezcla mineral estuvo compuesta de Ca, 27.0 %; P, 3.0%; Mg, 0.75%; Na, 7.95%; Cl, 12.13%; K, 0.03%; S, 0.14%; Mn, 1000 ppm; Fe, 913 ppm; Zn, 3000 ppm; Cu, 50 ppm; I, 50 ppm; Se, 20 ppm; Co, 15 ppm; y lasolacida 2000 ppm.

9. Manejo de alimentación

El alimento se ofreció en forma integral y ad libitum proporcionando 10% más de lo consumido un día anterior. El grano se ofreció molido con una criba de 1/8 de pulgada de diámetro y paja molida de la misma forma con la criba de 1 pulgada de diámetro. El alimento se proporcionó dos veces al día, por la mañana (08:00 h) y por la tarde (17:00 h), diariamente se pesó el alimento ofrecido y el alimento rechazado una vez por semana.

10. Técnica de sacrificio y disección de los animales

Los toretes se sacrificaron de acuerdo a la metodología para evaluar calidad de la canal propuesta por Owen *et al.* (1977). El cual se divide en tres etapas:

- ❖ Mediciones corporales previas al sacrificio (no realizada en esta investigación)
- ❖ Mediciones durante el sacrificio, y
- ❖ Mediciones después del sacrificio.

10.1 Mediciones durante el sacrificio

El sacrificio de los animales se realizó mediante el procedimiento descrito por Ventanas *et al.* (1986), de acuerdo al siguiente procedimiento:

a) Pesado. Cada animal se peso después de 24 h de ayuno para ser conducido posteriormente a la sala de matanza.

b) Insensibilización. Los animales fueron insensibilizados separando la unión de la médula espinal con el cerebro.

c) Izamiento. Después de la insensibilización se montó al animal en las cadenas de faenado.

d) Desangrado. Los animales fueron desangrados recolectando la sangre y registrando su peso en kg.

e) Despatado, decapitado y desollado. Se separaron las patas, la cabeza y la piel, pesando cada una por separado.

f) Eviscerado. Se obtuvieron todas las vísceras de la cavidad torácica y abdominal pesando por separado el montalayo (corazón, pulmones, traquea, hígado, bazo), retículo-rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grueso y cola.

g) Formación de medias canales. La canal se dividió longitudinalmente en la línea media de la columna vertebral para obtener dos medias canales, las cuales fueron pesadas.

10.2. Mediciones después del sacrificio

Para realizar las medidas que más abajo se indican la canal se refrigeró a 4° C por 24 h. La media canal se dividió en dos cuartos, cortando entre la 5a y 6a costilla, para después obtener los cortes primarios de la canal. También se

separó los componentes principales de la canal en músculo, grasa y hueso, expresándolos en porcentaje.

11. Variables de respuesta

11.1. Variables de la canal

a)Peso de la canal caliente: Después de obtenidas las medias canales, estas fueron pesadas en una báscula para obtener el peso de la canal caliente, expresándolo en kg.

b) Rendimiento en canal: También identificado como rendimiento comercial se obtuvo a partir de la relación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo del animal, se expresó en porcentaje. El peso de la canal caliente correspondió al peso de la canal inmediatamente después del sacrificio.

c) Grosor de grasa dorsal: Se midió directamente en el décimo segundo espacio intercostal, a 12 cm de las hipófisis espinosas correspondientes; lo cual corresponde al espesor de la grasa subcutánea (Burson,1997).

d) Area del ojo de la costilla: El músculo longissimus fue medido en la 12^a costilla usando una rejilla expresada en pulgadas cuadradas, que mide un trazo del ojo de la costilla (Burson,1997). La medición obtenida se transformó a cm².

e) Mediciones de la canal: Con la ayuda de un flexómetro se realizaron las siguientes mediciones en la media canal izquierda:

Largo de pernil. Es la distancia medida a partir de la parte media de la articulación del tarso metatarso y el borde anterior de la sínfisis del pubis.

Radio de pernil. Es la distancia entre el borde anterior de la sínfisis del pubis y el punto medio a nivel del canal raquídeo de la articulación de la última vértebra lumbar y primera sacra.

Largo de canal. Distancia medida desde el borde anterior parte media de la 1ª costilla, al borde anterior de la sínfisis del pubis.

Largo de lomo. Es la distancia medida a nivel del canal raquídeo, punto medio entre la 5ª y 6ª vértebras dorsales y entre la última lumbar y primera sacra.

Ancho de canal. Es la distancia comprendida del punto medio del canal raquídeo entre la 5ª y 6ª vértebra dorsal y el borde posterior del cartílago del esternón.

Grosor de la canal. Es la distancia medida a nivel del pernil de la canal colgada entre la cara interna y la cara externa de la canal a la altura de la pierna.

f) Proporción de los componentes principales de la canal

Estas variables se estimaron mediante dos técnicas:

Técnica "**disección del ojo de la costilla**"- **Estándar Norteamericano**. Esta técnica inicia con el pesaje de la canal completa (sin corte alguno), y consiste en realizar cortes en la interfase de la 12ª y 13ª costilla. Estas secciones de la costilla son separadas físicamente en sus cuatro componentes, **Músculo, Hueso, Grasa y Mezcla de grasa + músculo**. Este componente d) es

subsecuentemente analizado para contenido grasa y el pesaje de éstos en lo individual, son sumados a sus respectivos tejidos (Hankins y Howe, 1946, citados por Lunt *et al.*, 1985).

El porcentaje de grasa, músculo y hueso de la sección del ojo de costilla se promedia para cada canal para eliminar el efecto de partición de la canal.

Técnica **"Europea" (Francesa)**. Esta técnica es parecida a la anterior en cuanto a la disección, ya que también se separan los mismos componentes, solo que el corte transversal se realiza en la 11ª. costilla (Geay y Béranger, 1969). Después, para estimar la proporción de cada uno de los componentes de la canal se utilizaron la siguientes fórmulas:

Proporción de grasa: (Geay y Béranger, 1969)

$$Y = 0.05 + 0.836 X$$

Y = % de grasa en la canal

X = % de grasa en la 11ª costilla

Proporción de músculo: (Geay y Béranger, 1969)

$$Y = 6.82 + 0.918 X$$

Y = % de músculo de la canal

X = % de músculo en la 11ª costilla

Proporción de hueso: La proporción de hueso de la canal se estimó por diferencia del total de la canal menos el porcentaje de músculo y grasa.

11.2. Cortes de la canal

Los cortes de la canal se realizaron mediante dos técnicas denominadas "Tipo Comercial" (músculo con hueso) y tipo "Chapingo" (músculo sin hueso). Se obtuvieron directamente al separar cada uno de los componentes, se pesaron y se reportaron en kg. Los componentes que se sometieron a corte fueron los siguientes:

a) Corte tipo "Comercial"

Cortes del cuarto delantero: Pescuezo, pecho, diezmillo, costilla cargada, chambarete más punta de paleta, suadero de pescuezo, espejo, juil, espaldilla y planchuela, hueso, grasa, retacería.

Cortes del cuarto trasero: Gallo, riñón, chambarete, tapa, contra, cuete, rossbeel, centro, entrecostilla, aguayon, grasa interna, bola, agujas, hueso (femur pelvis), falda, testículos, grasa externa, retacería, filete, copete, arrachera.

b) Corte Tipo "Chapingo"

Cortes del cuarto delantero: Pescuezo con hueso, tapa de pescuezo, tapa de pecho, hueso pecho (costillas), diezmillo, recortes (tiras), chambarete,

planchuela (espaldilla), tapa de espaldilla, grasa, agujas, hueso escápula, hueso húmero,

Cortes del cuarto trasero: Chambarete, tapas de aguayón, tapas de bola, contra + cuete, entrecostilla, centro, tapa de centro, aguayón, bola, hueso (pelvis), hueso (fémur), grasa, bandera (falda), grasa riñonada, pene, testículos, riñón.

Para ambas metodologías de corte también se registró el peso de algunas viseras.

11.3. Variables de comportamiento productivo

a) Consumo de materia seca. Diariamente se pesó el alimento ofrecido, mientras que el rechazo acumulado se pesó cada 7 días. Al alimento ofrecido como al rechazado se les determinó en el laboratorio el contenido de materia seca. Consumo de MS se registró restando el alimento ofrecido acumulado en 7 días menos el rechazo total durante este período dividido entre 7, para reportar el consumo de materia seca en $\text{kg torete}^{-1} \text{ día}^{-1}$; también se relacionó con el peso vivo para reportarlo en $\text{g de MS (kg PV}^{.75})^{-1}$.

b) Ganancia diaria de peso. La ganancia diaria de peso se estimó como la diferencia entre el peso vivo final menos el peso vivo inicial entre el número de

días transcurridos, cada 21 días y promedio durante toda la fase experimental, para reportarlo en $\text{kg torete}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

c) Conversión alimenticia. Se calculó al dividir consumo de materia seca entre ganancia de peso promedios, por día, por período y durante toda la fase experimental.

d) Periodo de engorda. Se consideró como las días transcurridos desde el inicio hasta que los toretes alcanzaron el peso vivo final según tratamiento.

12. Análisis estadístico

Las variables de respuesta se analizaron estadísticamente con el programa SAS (1989), mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}.$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de i-ésima variable de respuesta en el j-ésimo bloque.

μ = Media general, común a todas las unidades antes de aplicar los tratamientos.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, $i = 1, 2, 3$ y 4 .

β_j = Efecto de j-ésimo bloque, $j = 1$ y 2 .

ε_{ij} = Error experimental $E_{ij} \cong N(0, \sigma^2)$.

Para evaluar la variables de proporción de músculo, grasa y hueso en canal por las normas de calidad Norteamérica y la Europea se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + N_j + (\tau N)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}.$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de i-ésima variable de respuesta de la j-ésima norma en el k-ésimo bloque.

μ = Media general, común a todas las unidades antes de aplicar los tratamientos.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, $i = 1, 2, 3$ y 4 .

N_j = Efecto de la j-ésima norma.

$(\tau N)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre i-ésimo tratamiento y j-ésima norma de calidad.

β_k = Efecto de k-ésimo bloque, $j=1$ y 2 .

ε_{ijk} = Error experimental $E_{ijk} \cong NI(0, \sigma^2)$.

Las medias de tratamientos se compararon por el procedimiento de Tukey (Steel y Torrie 1988).

El análisis estadístico de las variables reportadas en porcentaje se realizó en arcsen.

Para el análisis de las variables relacionadas con el corte de la canal por la metodología tipo "Comercial" se evaluaron tres tratamientos: 388, 489 y 524 kg de peso vivo al sacrificio; mientras que, con la metodología tipo "Chapingo" se evaluaron los tratamientos: 489, 524 y 569 kg de peso vivo al sacrificio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Peso de la canal

A medida que el peso vivo al sacrificio de toretes Holstein se incrementó, también aumento el peso de la canal de manera significativa ($P=.001$) al comparar 388 vs 489 kg de peso vivo y de estos dos tratamientos vs 569 kg (Cuadro 4). En un experimento que realizó Alarcón (1996) se sacrificaron animales de diferentes razas, siendo la raza Holstein la que presentó los mayores pesos al sacrificio, pero no así los mejores rendimientos, para esta última variable los mejores rendimientos se presentaron por las razas Brangus y Angus con un 61.4 y 60.7 % respectivamente.

Hussein y Berger (1995) observaron un peso de la canal 309 kg en toretes Holstein alimentados de manera intensiva y con un peso al sacrificio de 515 kg, siendo similares al del tratamiento de 524 kg de pesos vivo del presente estudio.

2. Rendimiento en canal

El rendimiento en canal no fue diferente ($P= 0.6587$) entre tratamientos, siendo en promedio de 56.86%, considerado bajo en comparación al reportado por diversos autores en literatura, aunque en algunos casos fue mayor (Cuadro 4). Por ejemplo McEwen (2000) reportó un rendimiento en canal de 54.80 % para toretes de la craza de Belgian Blue-Holstein, contra 57.34 % de la raza Charoláis, siendo sacrificados a un peso vivo final de 697 contra 708 kg.

Comerford *et al.* (1992) reportaron un rendimiento en canal de 59.3 % en machos Holstein sacrificados a un peso vivo de 515 kg, superior al rendimiento promedio obtenido en el presente experimento.

Comerford *et al.* (1992) reportaron un rendimiento en canal de 59.3 % en machos Holstein sacrificados a un peso vivo de 515 kg, superior al rendimiento promedio obtenido en el presente experimento.

Cuadro 4. Componentes de la canal de machos Holstein a diferentes pesos al sacrificio.

Variable	Unidad	Peso al sacrificio (kg)				Pr>F
		388	489	524	569	
Peso de canal	kg	227c	279b	302ab	328a	0.001
Rendimiento	%	55.50	56.80	57.75	57.40	0.659
Grasa dorsal	mm	2.50	3.80	4.50	4.40	0.191
Mediciones de algunos componentes de la canal						
Area del ojo de la costilla	cm ²	71.03	83.45	88.96	89.46	0.104
Largo de canal	cm	98.00	112.12	109.75	115.00	0.152
Grosor de la canal	cm	21.50	22.00	22.00	24.50	0.276
Ancho de canal	cm	41.00	39.60	39.75	42.80	0.337
Largo de lomo	cm	78.00	83.40	87.50	85.60	0.275
Largo de pernil	cm	75.50b	83.40a	87.00a	87.00a	0.001
Radio de pernil	cm	21.00	21.40	20.50	20.30	0.509

ab Medias en la misma hilera sin literal o con igual literal no son diferentes (P<0.05).

Mientras que Hussein y Berger (1995) en un estudio con toretes Holstein encontraron un rendimiento en canal de 57.6 % para un peso al sacrificio de 515 kg, similar al obtenido en la presente investigación, en cambio, Comerford *et al.* (1988) obtuvieron rendimientos promedios de 61.4% en toretes Holstein cruzados de Simmental, con un peso vivo al sacrificio de 458 kg; similares a los obtenidos por Koch *et al.* (1983) que reportaron un rendimiento de 60.4 % en toretes Holstein cruzados con Simmental con peso vivo al sacrificio de 509 kg.

Comerford *et al.* (1992) reportaron un rendimiento en canal de 59.3 % en machos Holstein sacrificados a un peso vivo de 515 kg, superior al rendimiento promedio obtenido en el presente experimento.

Gregory *et al.* (1994) reportaron rendimientos en canal de 59.8% para un peso vivo de 581 kg en toretes de raza Simmental.

Las diferencias que se estiman al hacer comparaciones entre estudios publicados por diferentes autores con los resultados de la presente investigación para rendimiento en canal, pueden estar asociados a diferencia en el manejo alimenticio, manejo previo al sacrificio, la práctica de faenado durante el sacrificio y a las covariables usadas para ajustar los resultados que son específicos para cada caso.

3. Grosor de grasa dorsal

El grosor de grasa dorsal fue en promedio de 3.8 mm para los cuatro tratamientos evaluados sin diferencia ($P=0.1907$) entre ellos. No obstante, en toretes del tratamiento de 388 kg de peso vivo al sacrificio la grasa dorsal fue de un grosor de 2.5 mm mientras que el grosor de la grasa dorsal promedio de los otros tres tratamientos evaluados fue de 4.23 mm. Lo anterior permitiría especular que el grosor de grasa dorsal manifiesta la tendencia ($P=0.1907$) a incrementarse de manera importante ($P=0.1907$) hasta los 489 kg de peso vivo (PV), a partir del cual parecer ser que se mantiene o si hay incrementos, éstos no son significativos (Cuadro 4).

Torrentera *et al.* (1997) en un estudio con toretes Holstein con PV al sacrificio de 420, 440 y 460 kg obtuvieron valores de 1.6, 2.1 y 2.9 mm de grasa dorsal, respectivamente. En general, se consideran menores a los del presente experimento, particularmente con los tratamientos de 388 y 489 kg de PV al sacrificio, que correspondieron a pesos vivos similares a los que ellos evaluaron.

La diferencia puede estar asociada a que en el presente estudio los becerros se alimentaron con dietas altamente energéticas desde temprana edad, lo cual se reflejó en una acumulación más temprana de grasa a nivel dorsal.

Comerford *et al.* (1992) en su experimento con toretes Holstein sacrificados a 515 kg de PV observaron un grosor de grasa dorsal de 5.2 mm, mayor al obtenido en el tratamiento 3 de 524 kg de PV al sacrificio, del presente estudio.

Hussein y Brger (1995) reportaron un grosor de grasa dorsal de 6.7 mm en toretes Holstein que fueron alimentados con una dieta altamente energética, lo que posiblemente produjo mayor acumulación de grasa nivel dorsal.

McEwen y Mendell (2000) observaron un grosor de grasa dorsal de 5.4 mm; valor por arriba de los obtenidos en la presente investigación; ocasionado principalmente por el mayor peso y edad de los animales a la cual fueron sacrificados.

Muñoz (1990) observó 6.7 y 5.1 mm de grosor de grasa dorsal para Angus y Pardo Suizo respectivamente.

En la gran mayoría de los estudios, el grosor dorsal varía desde 4.2 mm en novillos de la raza Charoláis, con peso en la canal de 251 kg, (Peacock *et al.*, 1982); hasta 25 mm en la raza Angus con peso de la canal de 254 kg (Bertrand *et al.*, 1983).

4. Area de ojo de la costilla (ojo de chuleta)

El área de los ojos de la costilla (ojo de chuleta) fue de 71.03 cm² para el tratamiento de 388 kg de PV, menor ($P=0.1038$) en 18.6% al promedio del área del ojo de la costilla de los otros tres tratamientos: 489, 524 y 569 kg de PV al sacrificio (Cuadro 4).

Los datos muestran la tendencia que el área del ojo de la costilla se incrementa, al incrementarse el peso vivo al sacrificio de toretes Holstein, de forma importante ($P=0.1038$) de 388 a 489 kg, a partir del cual los incrementos parecen no ser significativos.

Torrentera *et al.* (1997), observaron áreas del ojo de la costilla de 69.4, 74.64 y 73.37 cm² para 420, 440 y 460 kg de peso al sacrificio respectivamente, similares a los observados en el tratamiento de 388 kg de PV al sacrificio del presente estudio, pero menores a las áreas de los tratamientos de 489, 524 y 569 kg de PV al sacrificio. Las mismas tendencias fueron observadas por Hussein y Berger (1995) al reportar 71.8 cm² de área del ojo de la costilla en toretes Holstein con un peso en canal de 309 kg. En cambio, Comerford *et al.* (1992) reportaron un área del ojo de la costilla de 78.48 cm² cuando el peso en canal fue de 293.5 kg. McEwen (2000) obtuvo una área al ojo de costilla de 84.70 cm² en una cruce de toretes Holstein * Belgian Blue con peso en canal de 403 kg, siendo similares a los observados en los tratamientos 489, 524 y 569 kg de PV al sacrificio de este experimento.

Las área del ojo de la costilla reportados en literatura son muy variables en función de diferencias asociadas al peso vivo y a las diferentes razas evaluadas.

La raza Angus presentó una área del ojo de la costilla de 55.7 cm cuando se sacrificaron a un peso vivo de 391 kg y 227.7 kg de peso en canal (Champan *et al.*, 1971).

Las tres razas que mayor área al ojo de la costilla tuvieron fueron la Charoláis, Shorthorn y Suizo Pardo, siendo de 83.6, 83.3 y 81.1 cm² respectivamente (Geogory *et al.*, 1975; Alenda *et al.*, 1980; y Comerford *et al.*, 1988).

5. Mediciones de la canal

En el Cuadro 4 se presentan los resultados del efecto del peso al sacrificio sobre las dimensiones de la canal (largo de canal, grosor de la canal, ancho de

canal, largo del lomo, largo de pernil y radio de pernil) en el cual se puede observar que ninguna de estas seis variables fueron diferentes entre los tratamientos ($P>0.05$) con excepción del largo del pernil, mismo que fue de 75.5 cm de longitud cuando el peso al sacrificio fue de 388 kg, valor que resultó menor ($P= 0.0010$) al largo de pernil de los otros tres tratamientos que en promedio fue de 85.8 cm sin diferencia entre ellos (Cuadro 4). Largo y ancho de canal así como también largo del lomo mostraron la tendencia a ser menores cuando el peso vivo al sacrificio fue el más bajo (388 kg) pero al sacrificar los toretes a PV iguales o mayores de 489 kg se observó que tienden a incrementarse de manera importante.

Cabe reflexionar que en literatura, existe información limitada sobre estas variables de medición en toretes Holstein, sin embargo puede ser de gran importancia, ya que estas medidas pueden utilizarse como referencia para estimar la composición de la canal al poder relacionarlas con la raza del animal.

6. Proporción de los componentes músculo, grasa y hueso de la canal

La proporción de hueso, músculo y grasa en la canal fueron en promedio de 19.12, 55.04 y 25.49%, respectivamente, mediante la metodología de la Clasificación Norteamericana (Burson, 1998); y de 21.29, 57.35 y 21.36% respectivamente, bajo la metodología Europea (Geay y Beranger, 1969), en ningún componente y en ambas clasificaciones sin diferencias entre los distintos pesos vivos al sacrificio que se evaluaron como tratamientos en toretes Holstein (Cuadro 5). Cabe hacer notar que la proporción de grasa en la canal, tanto en la clasificación Norteamericana como la Europea manifestó la tendencia ($P=0.0946$ y $P= 0.3960$, respectivamente) a ser menor con el tratamiento de 388 kg de PV en comparación a la proporción de grasa de los otros tres tratamientos, que entre sí, los valores fueron similares. Mientras que la proporción de hueso mostró una tendencia inversa (Cuadro 5).

La clasificación Norteamericana aplicada a toretes Holstein de acuerdo a los resultados del presente estudio, presenta proporciones menores de hueso ($P=0.0719$) y músculo ($P=0.1193$) en 2.17 y 2.31 unidades porcentuales, respectivamente, a cambio de sobreestimar ($P=0.0052$) la proporción de grasa en 4.13 unidades porcentuales en comparación a la clasificación Europea (Cuadro 5).

Thonney *et al.* (1981) estimaron un incremento de 43% en el peso vivo al sacrificio significó un incremento del 2.2% en la carne comestible y grasa excedente y una reducción en 4.2 % en la proporción de hueso. Las proporciones que reportaron fueron de 71.1, 5.6 y 23.3 % para músculo, grasa y hueso, respectivamente, en toretes Holstein sacrificados a 350 kg de peso vivo final alimentados a base de melaza-urea. Lo cual no coincidió con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Las proporciones obtenidas de los componentes de la canal en el presente estudio difieren de las observadas por Camargo (1995), quien reportó 12.19, 72.95 y 14.82% para grasa, carne y hueso respectivamente, en toretes Simmental x Pardo Suizo. El mismo autor reportó para toretes Pardo Suizo x Angus una proporción 71.4, 13.5 y 15.1% para carne, grasa y hueso, respectivamente.

Koch *et al.* (1983) estimaron que la proporción de músculo, grasa y hueso de la canal fue de 71.3, 14.8 y 13.9% respectivamente, en novillos Simmental x Hereford de 456 días de edad.

Cuadro 5. Características de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio de acuerdo a la clasificación Norteamericana y Europea.

Variable	Unidad	Peso al sacrificio (kg)				Pr>F	Media
		388	489	524	569		General
Clasificación Norteamericana ¹							
Hueso	%	21.88	17.45	19.29	18.11	0.929	19.12
Músculo	%	54.76	55.72	55.47	54.14	0.671	55.04
Grasa	%	22.24	26.54	26.24	27.54	0.095	25.49
Clasificación Europea ²							
Hueso	%	24.26	19.78	19.79	20.41	0.349	21.29
Músculo	%	57.09	57.97	57.73	56.51	0.948	57.35
Grasa	%	18.65	22.24	22.48	23.08	0.396	21.36

Clasificación Norteamericana vs Europea: Grasa, P=0.0052; Carne, P=0.1193; Hueso, P=0.0719.

¹ Burson, 1998.

² Geay y Beranger, 1969

Muñoz (1990) reportó para novillos Angus 65.1, 19.9 y 17.1% de composición de músculo, grasa y hueso en canal, respectivamente y para novillos Pardo Suizo reportó proporciones de músculo, grasa y hueso de 64.6, 17.4 y 18.8%. respectivamente.

En novillos Angus, Koch *et al.* (1983) estimaron proporciones de músculo de 64.72 a 66.10%.

Aunque la grasa es el componente más variable de la canal, puede establecerse, en promedio, que las canales de bovino contienen 18% mientras que de músculo el valor medio es de 60% con una relación optima entre músculo y grasa de 1:5. Además de la importancia cuantitativa de la grasa de la canal, ésta ejerce una influencia notable sobre la calidad de la canal, en función de su distribución anatómica: La grasa se puede localizar en tejido

subcutáneo, entre los músculos, en las cavidades torácicas, abdominal y pelviana y entre los haces de las fibras musculares con una distribución aproximada de 20, 30, 40 y 10%, respectivamente del total de la grasa del bovino. Desde luego estas proporciones dependen del genotipo, del sexo y la edad del animal, así como del tipo de alimentación, entre otros factores (Ventanas *et al.*, 1986).

Preston y Willis (1970) observaron que novillos Holstein alimentados intensivamente desde los tres meses de edad hasta el sacrificio, produjeron canales con mayor proporción de grasa conforme se incremento la cantidad de energía en la dieta. Así mismo, dedujeron que al suministrar una cantidad de energía mayor a la requerida por el metabolismo basal y la síntesis muscular, la deposición de grasa en los tejidos se incrementa considerablemente.

7. Cortes de la canal metodología tipo "comercial"

7.1. Viseras

El peso de las patas y la cabeza en promedio representaron el 1.82 y 3.63 % respectivamente del peso vivo, sin diferencias ($P=0.6123$ y $P=0.3168$) entre los distintos pesos vivos al sacrificio evaluados en toretes Holstein (Cuadro 6). Mientras que el peso de la piel y del montalayo (hígado, bazo, pulmones, traquea y corazón) fueron mayores ($P=0.015$ y $P=0.1203$) con el mayor peso vivo al sacrificio, representando el 10.5 y 4.0 % del peso vivo; en comparación al tratamiento de 388 kg de peso vivo al sacrificio, en donde estos componentes representaron el 9.1 y 5.02 % respectivamente (Cuadro 6).

7.2. Cuarto delantero

Los componentes del cuarto delantero, pescuezo, pecho y diezmillo pesaron más ($P=0.043$, $P=0.143$, $P=0.130$, respectivamente) en los toretes del tratamiento de 524 kg de peso vivo en comparación a los toretes del tratamiento de 388 kg.

También la cantidad de grasa obtenida en el cuarto delantero resulto diferente ($P=0.0214$) entre tratamientos, siendo mayor a mayores pesos vivos al sacrificio (Cuadro 6). Para los otros componentes del cuarto delantero no se observaron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

7.3. Cuarto trasero

Para los componentes obtenidos del corte comercial en el cuarto trasero de la canal no se observaron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$); solamente para filete se observó la tendencia ($P=0.1657$) a ser mayor al aumentar el peso vivo al sacrificio (Cuadro 6).

8. Corte de la canal, metodología tipo "Chapingo"

8.1. Viseras

Para los componentes de viseras, solo se reporta el promedio obtenido para los tratamientos evaluados. La piel, el montalayo y la suma del rumen-retículo, omaso y abomaso, representaron el 7.4, 3.6 y 5.3 % del peso vivo promedio al sacrificio; aritméticamente menor a la obtenida con la metodología tipo "Comercial" (Cuadro 7).

8.2.Cuarto delantero

El cuarto delantero represento el 11. 82 % del peso vivo de los toretes Holstein al sacrificio, cuando se analiza en porcentaje sin diferencia entre tratamientos ($P>0.05$), aunque cuando se expresa en cantidad el cuarto delantero peso más ($P=0.041$) en toretes sacrificados a 569 vs 489 kg de peso vivo (Cuadro 7). Este mayor peso esta asociado particularmente a los mayores pesos observados en el diezmillo ($P=0.045$) y espaldilla ($P=0.053$) del cuarto delantero entre ambos tratamientos.

8.3. Cuarto trasero

Al igual que el cuarto delantero, el cuarto trasero cuando se expresó en porcentaje representó en promedio el 9.0 % del peso vivo promedio sin diferencias entre los tratamientos evaluados; sin embargo cuando el análisis se realizó en peso, el cuarto trasero de los toretes del tratamiento de 569 kg resulto mayor ($P=0.0156$) en comparación al de los toretes del tratamiento con 489 kg de peso vivo al sacrificio (Cuadro 7).

El mayor pesaje del cuarto trasero de los animales sacrificados a mayor peso vivo, esta asociado al mayor peso de algunos componentes, particularmente del contracuete ($P=0.0823$), centro ($P=0.0684$) y hueso del femur ($P=0.0348$).

Cuadro 6. Cortes según la metodología tipo "comercial" de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio.

Variable	Peso al sacrificio (kg)			Pr>F
	388	489	524	
-----kg-----				
Viseras				
Patas	7.500	9.000	9.000	0.6113
Cabeza	14.500	17.333	19.000	0.3168
Piel	35.50 b	40.33 b	55.00 a	0.0155
Montalayo ¹	19.500	19.000	21.000	0.1203
Roaic ²	40.000	41.666	44.000	0.2939
Contenido fecal	52.500	59.000	53.000	0.5288
Cuarto delantero				
Pescuezo	3.185 b	4.536 a	5.350 a	0.04310.
Pecho	8.425	9.353	10.000	0.1435
Diezmillo	6.740	7.903	10.000	0.1302
Costilla cargada	2.985	3.956	4.850	0.2972
Chambarete+ ³	1.740	3.763	3.950	0.5186
Suadero de pescuezo	2.660	3.583	4.800	0.1324
Espejo	1.950	2.333	-	-
Juil	1.100	1.483	-	-
Espaldilla y planchuela	11.975	8.483	11.650	0.5533
Hueso	2.280	2.686	1.000	0.1764
Grasa	2.300 c	2.985 b	3.700 a	0.0214
Retaceria	1.350	1.070	-	-
Cuarto trasero				
Gallo	0.600	0.633	0.610	0.8429
Riñón	0.585	0.640	0.750	0.6021
Chambarete	4.735	4.763	5.150	0.3324

Cuadro 6. Continuación.....

Tapa	1.965	1.700	-	-
Contra	5.575	6.786	8.650	0.5144
Cuete	1.730	1.516	1.750	0.7351
Roosbeel	4.780	7.663	5.000	0.4489
Centro	7.695	7.836	8.450	0.5381
Entrecot	7.260	9.550	10.400	0.2527
Aguayon	4.625	4.433	4.600	0.7625
Grasa interna	1.360	2.100	2.000	0.7365
Bola	5.190	5.720	4.800	0.7633
Agujas	6.915	9.676	9.300	0.3575
Hueso (femur y pelvis)	5.255	5.453	5.650	0.6109
Falda	7.700	8.443	8.600	0.6564
Testículos	0.215	0.196	0.250	0.1919
Grasa externa	4.400	3.493	5.500	0.3126
Retaceria	0.620	0.490	-	-
Filete	2.570	2.980	3.000	0.1657
Copete	-	2.050	1.800	-
Arrachera	1.220	-	-	-

ab Medias en la misma hilera sin literal o con igual literal no son diferentes ($P>0.05$).

¹ Hígado, Bazo, Corazón, Pulmones y Traquea

² Rumen, Omaso, Abomaso, Intestinos y Cola

³ Punta de paleta

Cuadro 7. Cortes según la metodología tipo "Chapingo" de la canal de toretes Holstein a diferentes pesos al sacrificio.

Variable	Unidad	Peso al sacrificio (kg)			Pr>F
		489	524	569	
----- Kg -----					
Viseras					
Patas			11.000		
Cabeza			20.000		
Piel			39.000		
Montalayo ¹			19.000		
Rumen omaso y abomaso			28.000		
Intestino			20.000		
Colas			6.000		
Cuarto delantero					
Subtotal		58.000 b	61.666 ab	67.250 a	0.0415
Pescuezo con hueso		3.100	3.400	3.167	0.4071
Tapa de pescuezo		6.025	6.600	7.162	0.6181
Tapa de pecho		6.550	8.353	8.912	0.5914
Hueso pecho(costillas)		6.850	7.066	7.850	0.6862
Diezmillo		7.150b	6.966b	8.775a	0.0450
Recortes (tiras)		3.700	4.733	5.687	0.3315
Chambarete		3.025	3.133	3.330	0.5427
Planchuela (espaldilla)		7.075 b	7.900 ab	8.912 a	0.0513
Tapa de espaldilla		2.625	2.666	3.137	0.3561
Grasa		4.325	2.850	3.712	0.5283
Agujas		1.425	1.433	1.617	0.7119
Hueso escapula		1.275	1.466	1.375	0.4015
Hueso humero		4.350	4.766	4.812	0.3719

Cuadro 7. Continuación**Cuarto trasero**

Subtotal	45.000 b	46.333 ab	51.250 a	0.0156
Chambarete	3.920	3.863	4.272	0.2379
Tapas de aguayon	2.800	2.810	2.592	0.8311
Tapas de bola	3.470	3.180	3.787	0.5119
Contra + cuete	6.950	6.483	7.467	0.0823
Entrecot	24.630	26.000	27.000	0.8105
Centro	6.745	6.250	7.262	0.0684
Tapa de centro	1.470	1.416	1.407	0.9639
Aguayon	3.525	3.573	3.857	0.1134
Bola	1.660	1.623	1.762	0.6874
Hueso de cadera	4.290	4.686	5.080	0.5660
Hueso de femur	5.650 b	6.233 ab	6.865 a	0.0348
Grasa	4.350	5.490	4.812	0.3035
Bandera (falda)	8.320	7.873	10.272	0.3221
Grasa riñonada	7.150	6.766	6.912	0.7204
Pene	0.440	0.440	0.440	-
Testículos	0.320	0.320	0.320	-
Riñón	0.550	0.550	0.550	-

ab Medias en la misma hilera sin literal o con igual literal no son diferentes (P<0.05).

¹ Hígado, Bazo, Corazón, Pulmones y Traquea

9. Comportamiento productivo

9.1. Consumo de materia seca

El consumo de materia seca expresado en kg MS día⁻¹ se incrementó al aumentar ($P=0.010$) el PV al sacrificio de toretes Holstein (Cuadro 8). Este mayor consumo estuvo asociado al mayor peso vivo de los toretes de acuerdo a los tratamientos evaluados, dado que cuando el consumo se estimó de manera metabólica que fue en promedio de 100.76 gMskgPV^{.75} no se observaron diferencias ($P=0.540$) entre tratamientos (Cuadro 8).

9.2. Ganancia de peso

La ganancia diaria de peso fue 27.7% mayor ($P=0.051$) en los toretes sacrificados a 569 kg en comparación a los sacrificados a 388 kg de PV. Entre el tratamiento 1 (388 kg de PV) con el 2 y 3 (489 y 524 kg) no se observaron diferencias ($P>0.05$), como tampoco entre estos dos últimos con el tratamiento 4 (569 kg PV) en ganancia diaria de peso. La mayor ganancia de peso del tratamiento 4 vs 1 puede estar asociada al mayor consumo de alimento que manifestaron los toretes del tratamiento de 388 kg, los cuales destinaron 32% menos alimento para mantenimiento que los de 569 kg de PV, sin embargo estos últimos al tener un mayor consumo que aquellos cubrieron sus requerimientos de mantenimiento y destinaron 6.5% más alimento a ganancia de peso que los toretes de 388 kg de peso vivo, gracias al cual tuvieron mayor ganancia de peso.

9.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia fue en promedio de 6.0 kg de alimento ganancia⁻¹ sin diferencias entre tratamientos ($P=0.0832$). Si bien es cierto, el consumo en los

toretos del tratamiento de 388 kg de peso vivo al sacrificio manifestaron menor consumo, también fueron éstos los que tuvieron la menor ganancia de peso en comparación a los demás tratamientos, particularmente al de 569 kg de peso vivo al sacrificio (Cuadro 8). Lo anterior permite la posibilidad de sacrificar los toretes Holstein en engorda a pesos vivos de 489 o hasta 569 kg sin demérito en la eficiencia de utilización del alimento.

9.4. Periodo de engorda

El periodo de engorda fue menor ($P=0.001$) en el tratamiento de 388 kg de PV al sacrificio (89 días) como se esperaba por el menor peso vivo final. Para los demás tratamientos el periodo de engorda fue similar ($P>0.05$) entre ellos, en mucho asociado a que la mayor ganancia de peso obtenida por los toretes compenso el mayor peso vivo al sacrificio (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comportamiento productivo de toretes Holstein en engorda a diferentes pesos al sacrificio

Variable	Unidad	Peso al sacrificio (kg)				Pr>F
		388	489	524	569	
Peso vivo inicial	Kg	272.0	277.60	287.50	283.80	-
Periodo de engorda	Días	89.36b	144.61a	161.72a	170.79a	0.001
Consumo	Kg día ⁻¹	7.69c	8.56bc	9.16ab	9.95 ^a	0.010
Metabólico	g MS kgPV ^{.75}) ⁻¹	99.58a	98.83a	101.29a	103.37a	0.540
Ganancia de peso	Kg día ⁻¹	1.314b	1.467ab	1.494ab	1.679a	0.051
Conversión	Alimento ganancia ⁻¹	5.85a	5.88a	6.20a	6.06a	0.832

abc Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

En promedio los parámetros productivos obtenidos en esta investigación fueron, 8.84 y 1.48 kganimal⁻¹.día⁻¹ para consumo de alimento y ganancia de peso respectivamente y para conversión alimenticia fue de 6; siendo menores

a los predichos, 10.79 kg de consumo de alimento, 1.63 kg para ganancia diaria de peso y 6.62 de conversión alimenticia (NRC, 1996). Hicks *et al.* (1990) estimaron ganancias de 1.43 kg día⁻¹ en novillos Holstein, similares a las del presente experimento.

Zinn (1987) comparó datos de ganancia diaria de peso de diferentes engordas comerciales, en donde predominaron las razas cárnicas y sus cruzas encontrando un promedio de 1.38 kg día⁻¹.

Grant *et al.* (1993) reportaron que el comportamiento de los toretes Holstein, es generalmente más constante que el de las razas cárnicas, presentando un aumento diario en promedio de 1.5 kg día⁻¹, un consumo de alimento de 9 kg día⁻¹ y una conversión alimenticia de 6.5 kg de alimento ganancia⁻¹. hasta los 500 kg de peso vivo, alimentados en corral y con una dieta energética. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente experimento.

Torrentera *et al.* (1997) al experimentar con toretes Holstein en engorda a diferentes pesos al sacrificio (420, 440 y 460 kg) reportaron un consumo y ganancia diaria de peso promedio de 9.18 kg día⁻¹ y 1.44 kg día⁻¹ respectivamente, siendo similares a los obtenidos en esta investigación.

McEwen (2000) en un experimento con toretes Holstein * Belgian Blue consumiendo una dieta con 13.9 % de proteína y un contenido de energía de 2.37 Mcal kg⁻¹, reportó un comportamiento productivo de 8.54 y 1.32 kg animal⁻¹. día⁻¹ para consumo de alimento y ganancia de peso, respectivamente y una conversión alimenticia de 6.82, observando que la conversión alimenticia se empeoró en este experimento, ya que la dieta contenía altos niveles de ensilado de maíz.

McEwen y Mendell (2000) reportaron un aumento de peso y un consumo de materia seca de 1.58 y 11.4 kg animal⁻¹. día⁻¹ respectivamente y una conversión alimenticia de 7.33 en novillos Holstein.

CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos los toretes, Holstein en engorda intensiva pueden ser sacrificados de los 489 a 569 kg de peso vivo sin afectar el comportamiento productivo ni la calidad de la canal.

Siempre que los toretes Holstein sean expuestos a dietas altamente nutritivas a temprana edad van a alcanzar su peso al sacrificio a una edad mas rápido.

LITERATURA CITADA

- Aberle E., D., E. Reeves S., M. Judge R., R. Hunsley R. E. and T. Perry, W. 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on to high energy diet. J. Anim. Sci., 52:757.
- Albaugh, A.; F. Carroll, D.; Ellis, K. W. and Albaugh, R. 1975. Comparison of carcasses and meat from steers, short scrotum bulls and intact bulls. J. Anim. Sci. 41(6):1627.
- Alenda R., T. Martín G., J. Lasley F. and M. Ellersieck. 1980. Estimation of genetic and maternal effects in crossbred cattle of Angus, Charolais and Hereford parentage. II. Postweaning growth, ribeye area and fat cover. J. Anim. Sci. 50:235.
- Bailey P., J. 1984. The estimation of killing out in cattle from knowledge of breed on visual appraisal of external fat cover and conformation. Animal Production. 38:391-398.
- Belk K. 1991. Effects of implants on maturity, marbling and incidence of dark-cutting beef. N. B. Q. 173 p
- Berg, R. T y Butterfield, R M. 1979. Nuevos Conceptos Sobre el Desarrollo del Ganado Vacuno. Ed. Acribia. Zaragoza España.
- Berge P., J. Culioli, M. Reverre, C. Tauraille, D. Micol and Y. Geay. 1993. Effect of feed protein on carcass composition and meat quality in steers. Meat Science. 35:79-92.
- Bertrand J., K., R. Willham L. and P. Berg J. 1983. Beef dairy and beef * dairy carcass characteristics. J. Anim. Sci. 57:1440.
- Brannang, E. 1969. The raising of bull for beef in Sweden. In Meat Production From Entire Male Animals. D. N. Rhodes pp.. 173-178.

- Breideinsten, B. C.; Madamba, J. C.; Norton H. W. y H.W. 1965. Influence of type, slaughter weight, energy level and stilbestrol on steers carcasses. J. Anim. Sci. 46:333-340.
- Burson E., D. 1997. Quality and Yield Grades for Beef Carcasses. University of Nebraska-Lincoln 6p. Disponible en: [www. lanr.unl.edu](http://www.lanr.unl.edu).
- Butterfield, R. M. 1963. Relative growth of the musculature the ox. CSIROcarcas composition and appraisal of meat animal. 7:1-14.
- Camargo, S., R. 1995. Efecto del genotipo y sexo sobre el rendimiento y composición de la canal de bovinos cruzados de Simmental con Pardo Suizo y Angus. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 105 p.
- Champan H., D., T. Clyburn M. and McCormick. 1971. Grading and two-and three-breed rotational crossing as systems for production of slaughter steers. J. Anim. Sci. 32:1062.
- Cole, J. W.; Ramsey, C. S. and Temple. 1964. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. III. J. Anim. Sci. 23:71.
- Comerford J., W., L. Benyshek I., J. Bertran K. y M. Johnson H. 1988. Evaluation of performance characteristics in a diallel among Simmental, Limousin, Polled Hereford and Brahman beef cattle. II. Carcass traits. J. Anim. Sci. 66:306.
- Comerford J., W., R. House B., H. Harpster W., W. Hanning R. y J. Cooper B. 1992. Effects of forage and protein source on feedlot performance and carcass traits of Holstein and croosbred beef steers. J. Animal Sci. 70:1022.

- Crickenberger, R. G.; Fox, D. G. and Magee, W. T. 1978. Effect of cattle size and protein level on the utilization of high corn silage or high grain rations. *J. Anim. Sci.* 46:1748.
- Cross H., R., S. Sorinmade S. and K. Ono. 1983. Effect of electrical stimulation on carcasses from stressed and unstressed steers. *J. Food Qual.* 6(2):73.
- Dinius D., A., and H. Cross R. 1978. Feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of steers fed concentrate for short periods. *J. Anim. Sci.* 47 1109-1113.
- Dransfield, E. 1992. Meat Tenderness. *Meat Focus International*. Sept.
- Field, R. A. 1971. Effect of castration and meat quality and quantity. *J. Anim. Sci* 32(5):84.
- Field, R. A. y Schoonover, C. O. 1967. Equations for comparing longissimus dorsi areas in bulls on different weights. *J. Anim. Sci.* 26:709.
- FIRA, 1999. Oportunidades de desarrollo de la industria de la carne de bovino en México. *Boletín Informativo*. 103 p.
- Fox D., G., Sniffen C. J. and O'Coonor, J. D. 1988. Adjusting nutrients requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 70:1562.
- Geay Y. y Beranger. 1969. Estimation de la composition, de la carcasse de jeunes bovins a partir de la composition de la carcasse. *Annales de Zootechnia*.
- Grant R., R. Terraja and T. Mader. 2001. Feeding and Managing Holstein steers. 8 p. Disponible En: www.ianr.unl.edu.⁻¹
- Gregory K., E., L. Cundiff V. y R. Koch M. 1975. Maternal effects in four diverse breeds of cattle. *Beef Research Progress Report* , Roman L. Hruska U. S. Meat Animal Research Center. pp. 20-22.
- Hale S. D., K. Goodson and J. Savell W. 2000. Beef quality and yield grades. 10 p. Disponible en: <http://meat.tamu.edu/beefgrading.html>

- Hall, J. B. and Hunt, M. C. 1982. Collagen solubility of A-maturity bovine longissimus muscle as affected by nutritional regimen. J. Anim. Sci. 55(2):321.
- Hammond, J. 1963. Producción de Carne Vacuna. Acribia. Zaragoza España. pp. 45-46.
- Harte, F. J. y Curran S. 1967. The production of beef from bulls. I. I. Ir. J. Agric. Res. 6:101.
- Hendrickson, R. F. 1962. Some effects of different planes the nutrition on carcass characteristics of fattening steer calves and relation shuip among various liva and carcas measuraments. Ph. Doctorado. University State Oklahoma.
- Hicks, R., B., F. Owens N., D. Will, R., J. Oltjen H. and R. Lake, R. 1990. Daily dry matter by feedlot cattle: Influence of breed and gender. J. Anim. Sci. 69:1788.
- Hill, G. M. 1980. Postruminal lysine and methionine infusion in sterss feed a urea supplemental diet adequate in silfur. J. Dairy Sci. 63:1242.
- Horton G., M. J. 1984. Performance of growing steers fed lasolacid or monnensin in a high silage diet. Nutrition reports international. 29 (6) 1427.
- Hufstedler G., D., J. French T., G. Carstens E., L. Green W. T. Welsh H. and F. Byers M. 1990. Performance and carcass characteristics of lambs implanted with zeranol and fed at two levels of intake. Sheep and goat, Wool and Mohair. Research reports. Pag. 48.
- Hussein H., S. and L. Berger L. 1995. Feedlot performance and carcass characteristics of Holstein steers as affected by source of dietary protein and level of ruminally protected lysine and methionine. J. Anim. Sci. 73:3503.

- Jones, S. D. M. 1985. Carcass tissue yield and distribution in three biological types of cattle fed grain or forage based diets. *Can. J. Anim. sci.* 65:363.
- Judge M., D., E. Aberle D., J. Forrest C., H. Nedricc O. and R. Merkel A. 1989. Principles of meat sciences. E. Kenda/Hunt. 2a. ed. USA.
- Keane, G. 1981. Carcass growth and composition. In cattle production seminar. Grange Research Station. An foras Taluntios. Dublin paper 15.
- Kemp, J., D., J. Shelly M., D. Ely G. and J. Fox D. 1972. Effects of castration and slaughter weight on fatness cooking losses and palatability of lamb. *J. Anim. Sci.* 34(4):560.
- Koch R., M., M. Dickeman E., H. Grodski , J. Crose D. y I. Cundiff. 1983. Individual and maternal genetics effects for beef carcass traits of breeds representing diverse biological types (cycle I). *J. Anim. Sci.* 57:1124.
- Koohmaraie, M. 1991. The role of Ca-dependent proteases (calpains) in postmortem proteolysis and meat tenderness. *Recp. Meat Conf. Proc.* Vol. 41.
- Larick D., K., H. Hedrick B., M. Bailey E., J. Williams E., D. Hancock L. and G. garner B. 1987. Flavour constituents of beef as influenced by forage and grain-feeding. *Journal of Food Science.* 52:245-251.
- Larson B., T. 2000. Dairy Beef. 5 p. Disponible en: www.extensión.umn.edu
- Llody W., R., A. Slyster L. and W. Costello J. 1981. Effect of breed, sex and final weigh on feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of lambs. *J. Anim. Sci.* 51(2):316.
- López L., J. 1996. Evaluación de canales de res en México bajo normas canadiense y estadounidense. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 92 p.

- Luitting, H. C. 1962. Developmental changes in beef steers as influenced by fattening, age and type of ration. J. Anim. Sci. Camb. 58:1-47.
- May S., G., H. Dolezal G. D. Gill R., F. Ray K. and D. Buchanan G. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal on post mortem muscle characteristics and beef palatability. J. Anim. Sci. 70: 444-453.
- McEwen P. L. and I. Mendell B. 2000. Effects of implant strategy on growth performance and carcass composition in Holstein and Limousin steers. 5 p. Disponible en: <http://cgilnt.aps>.
- Miller R., S., H. Cross R., J. Crouse, J. D. and Tatum, J. D. 1987. The influence of diet and time on feed on carcass traits and quality. Meat Sci., 19(4):303.
- Muñoz D., J. J. 1990. Heterosis y efectos genéticos individuales y maternos en bovinos Angus y Pardo Suizo. III. Rendimiento y características de la canal. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 122 p.
- NRC.1987. Predicting feed intake of food-producing animals. National Academy Press. Washington. D. C. USA. 85 p.
- NRC, 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Natl. Acad. Sci. Washington, D. C. USA.
- Owen, J. E.; Norman, G. A.; Fisher L. I. y Frost, R. A. 1977. Studies on meat production characteristics of Botswana goats and sheep. Part I: Sampling, method and materials, and measurements on the live animals. Meat Sci. 1:63.
- Owens , F. N.; Torthon J. H. and Arp, S. R. 1985. Feed intake of feedlot cattle. Influence of breed an sex. Aklahoma Agric. Sta. Res. Rep. MP-117:332. Aklahoma, E. U. A.
- Peacock F., M., A. Palmer Z., J. Carpenter W., M. Koger and T. Olson A. 1982. Aditive breed and heterosis effects for individual and maternal influences

- on feedlot gain and carcass traits of Angus, Brahman, Charolais and crossbreed steers. J. Anim. Sci. 55:797.
- Preston, T. R. y Willis, M. V. 1970. Producción Intensiva de Carne. Ed. Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. Pag. 521.
- Reid, J.; Bensadoun, A.; Paladines O. L. and Van N. B. D. 1963. Body water estimations in relations to body composition and indirect calorimetry in ruminants. Ann. N. Y. Aca. Sci. 110:327.
- Romans, J., R., W. Costello J., C. Carlson W., M. Greaser L. and K. Jones W. 1985. The meat we eat . Interestate Publishers Inc., 13a ed. USA.
- Rubio, L. M. S. 1996a. Conceptos relacionados con la calidad de la carne. In: Memorias del Curso de Actualización, Ganadería, Industria y Ciencia de la Carne en México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp:133-139.
- Rubio, L. M. S. 1996b. Efecto de los promotores de crecimiento en el ganado y la carne. In: Memorias del Curso de Actualización, Ganadería, Industria y Ciencia de la Carne en México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp:183-194.
- Saltijeral A., J., 1996. Calidad de la carne. Carne y leche. México.40 p.
- Sánchez M., J., R. Valdéz B., G. Holguin F. Y G. Gómez A.1995. Evaluación del efecto de dos implantes anabólicos (zeranol y benzoato de estradiol) sobre la ganancia de peso, rendimiento en canal y rentabilidad financiera en bovino en corral de engorda. En: XIX Congreso Nacional de Buiatría. México.
- Savel J., W. 1989. ¿Qué es la carne de res sin grasa? Sección de carnes y Biología del músculo. Departamento de Ciencia animal de la Universidad de Texas.
- SECOFI. 1991. Norma Mexicana de "Carne de Bovino en Canal, Clasificación", NMX-FF-78-1991, Dirección General de Normas.

- Seebeck, R. M. and Tulloh, N. M. 1969. The representation of yield of dressed carcass. *Anim. Sci. Prod.* 8:281.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1988. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2a. ed. McGraw-Hill, Interamericana de México. 539 p.
- Stobo, I. J.; Roy, J. H. and Gaston, H. J. 1966. Rumen development in the calf
1. Effects of the diet containing different proportions of concentrate to hay on rumen development. *Brit. Nutr.* 20, 171.
- Stuber D., C., P. Bachtel H., Y. Land H., F. McKeith K. and R. Easter A. 1990
- Effect of vitamin E supplementation on swine grow performance and pork storage properties. *J. Anim. Sci.* 68 342.
- Summers R., L., J. Kemp D., D. Ely G. and J. Fox D. 1978. Effects of weaning, feeding systems and sex of lamb on lamb characteristics and palatability. *J. Anim. Sci.* 47(3):622.
- Taylor St., G. Turner H. and Young, G.b. 1981. Genetic control of equilibrium maintenance efficiency in cattle. *Anim. Prod.* 33:179.
- Thonney, M. L. ; Heide, E. K.; Dahiame, D. J.; Nour A. Y. M. and Oltenacu, P. A.. 1981. Growth and feed efficiency of cattle of different mature sizes. *J. Anim. Sci.* 53:354.
- Torrentera O., N.; J. Rodríguez G., L. Avendaño R, L. A. García V., y McC. Donough G. 1997. Efecto del peso al sacrificio sobre las características de la canal en ganado Holstein. *In. XXVI Reunión de la asociación Mexicana de Producción Animal*. 21-24 de mayo Chapingo, México. P.111.
- Tulloh, N. M. 1964. *The Carcasses compositions of Sheep, cattle and pigs as functions of body weight*. Melbourne, Australia.
- Turton, J. D. 1969. The effect of castration on meat production from cattle, sheep and pig. In meat production from entire male animals. Ed. D.n. Rhodes. Churchill.

- USDA.1997. United States Standards for Grades of Carcass Beef,1997.
Agricultural Marketing Service, Livestock and Seed Division.
- Wayne R., W. and P. Osborne P. 1997. Quality and yield grades in beef cattle.
3 p. Disponible en: <http://www.caf.wvu.edu/>
- Wickens, R. and Ball C. 1967.Comparisons of yearling-fed bulls and steers for
beef Expl. Husb.; 15:64-65.
- Winchester, C. F. ; Hiner, R. L. and Scarborough, B. C. 1957. Some effects on
beef cattle of protein and energy restriction. J. Anim. Sci. 16:426.
- Zho G., H., A. Yang and R. Tume K. 1993. A relation ship between bovine fat
colour and fatty acid composition. Meat science. 35: 205-212.
- Zinn R. A. 1987. Programming feed intake to optimize performance of feedlot
steers. California Feeders Day. Univ. of California, Davis. 63 p.

