

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Evaluación del efecto de diferentes tipos de implantes y el uso de Clorhidrato de Zilpaterol para la producción de carne con el grado de calidad USDA de canales bovinas de finalización.

Por:

GILDARDO MEZA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación del efecto de diferentes tipos de implantes y el uso de Clorhidrato de Zilpaterol para la producción de carne con el grado de calidad USDA de canales bovinas de finalización.

Por:

GILDARDO MEZA TORRES


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:



MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


MVZ. Rodrigo I. Simón Alonso
Asesor Principal


M.C. José Luis Fco. Sandoval Elías
Coasesor


MC. Silvestre Moreno Avalos
Coasesor


M.C. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Coordinación de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación del efecto de diferentes tipos de implantes y el uso de Clorhidrato de Zilpaterol para la producción de carne con el grado de calidad USDA de canales bovinas de finalización.

Por:


GILDARDO MEZA TORRES


TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MVZ Rodrigo I. Simón Alonso
Presidente


MC. José Luis Fco. Sandoval Elías
Vocal

M.C. Silvestre Moreno Avalos
Vocal


Dr. Juan Luis Morales Cruz
Vocal Suplente


MVZ J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2018

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme permitido vivir esta etapa de mi vida y ahora me ayuda a finalizar una de mis metas.

A MIS PADRES

A esta pareja que a con su amor y su ejemplo me han forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes a mi madre por darme esa fortaleza y templanza para nunca rendirme en todos mis proyectos y así llegar a concluir mi carrera. A mi padre por toda esa confianza apoyo y dedicación incondicional que me ha brindado sin titubear en ningún momento.

A MIS HERMANOS

Les agradezco por siempre estar presentes aportando buenas cosas en mi vida y también por toda esa alegría, felicidad y emociones que siempre me han causado.

A MI FAMILIA

Le agradezco que siempre esté para mí en las buenas y en las malas

A MIS ASERORES

Por su apoyo y dedicación en cada una de las etapas de mi formación como Médico Veterinario Zootecnista

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A esa pareja que con tanto amor se ha preocupado por darme lo mejor en cada etapa de mi vida.

A mi madre Rosa Zoila Torres Bello que a lo largo de mi vida ha estado apoyando cada una de mis decisiones.

A mi padre Juan Felipe Meza Báez que siempre ha tenido la confianza en mí y siempre me ha brindado la mano y su brazo fuerte para apoyarme cuando lo he necesitado.

A MIS HERMANOS

A este par, de maravillosas que siempre han estado cerca de mí y nunca me han dejado caer en el camino.

A MI FAMILIA

Ya que han estado conmigo a lo largo de mi vida profesional

A MIS HIJAS

Que, con sus locuras, su amor incondicional y sus palabras de aliento hacen mi vida mejor cada día

RESUMEN

La producción de carne de res es una actividad de importancia nacional y mundial donde se han buscado herramientas en la producción de carne para reducir el periodo de tiempo, a menor costo y que la carne tenga una buena aceptación en su consumidor final. El mercado promueve el desarrollo y utilización de las tecnologías al servicio de generar mayor eficiencia del ciclo de producción de los bovinos.

El uso de los promotores de crecimiento es una práctica zootécnica común en la producción de carne de ganado bovino debido a su relación costo-beneficio en los países que está permitido su uso. Las sustancias anabólicas estimulan el crecimiento del musculo y una disminución en la deposición de grasa.

El presente trabajo se hizo con el fin de determinar cuáles implantes anabólicos en combinación con agonistas β -adrenérgicos tienen el beneficio de promover el crecimiento muscular y confirmar cuales implantes anabólicos tienen mayor efectos negativos en la infiltración de la grasa intramuscular. La clasificación de calidad de canales se midió con la normatividad de la clasificación de canales de la USDA, utilizando el equipo BeefCam para medir la cantidad de grasa infiltrada en musculo *Longissimus dorsi*.

Palabras Clave: Implante, Anabólicos, Agonistas β -adrenérgicos, Clasificación canales, Engorda bovinos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
HIPOTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Antecedentes y origen del uso de los implantes	4
Sistemas de producción bovina en México	6
Implante	6
<i>Implante anabólico</i>	6
Catabolismo	7
<i>Anabolismo</i>	8
<i>Anabólico</i>	8
Clasificación de implantes	8
Hormonas esteroides	10
<i>Estrógenos</i>	10
<i>Estradiol</i>	10
<i>Andrógenos</i>	12
<i>Testosterona</i>	12
<i>Progesterona</i>	13
<i>Zeranol</i>	14
<i>Acetato de Trembolona</i>	15
Composición de los implantes.....	16
<i>Diseño de programa de implantación</i>	17
<i>Animales a implantar</i>	18
<i>Importancia de la nutrición al utilizar implantes</i>	19
<i>Reimplantación</i>	20
<i>Implantes en el mercado</i>	20
Parámetros de producción al utilizar implantes en bovinos de carne.	21
Efectos de implantes en la calidad de la canal	21
Mecanismo de acción de los implantes anabólicos	22
<i>Células satélites</i>	22
<i>Células satélites inactivas:</i>	24
<i>Células satélite activas:</i>	25
<i>Modo de acción de los anabólicos en las células satélites</i>	26
Aspectos técnicos de los implantes anabolizantes	27
<i>Rentabilidad de los implantes anabólicos</i>	28
<i>Estado actual de los implantes anabólicos</i>	28
<i>Los implantes anabólicos en el contexto global</i>	29
AGONISTAS B ADRENERGICOS	31
Clasificación de agonistas β -adrenérgicos	31
Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos	32
Estado actual de los agonistas β -adrenérgicos.....	34
Los agonistas β -adrenérgicos en el contexto global.....	34
CALIDAD Y CLASIFICACION DE CANALES	35
Calidad	35
Calidad de carne	35
Marmoleo	36
Características de la demanda de carne	36

Efecto del sexo en la calidad de la carne.....	38
Efecto de los implantes sobre peso de canal	38
Efecto de los implantes sobre el músculo Longissimus dorsi.....	39
Efecto de los implantes sobre el marmoleo de la canal.....	40
ESTÁNDARES DE CLASIFICACIÓN DE CANALES DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA LOS GRADOS DE CARNE DE RES.....	42
Desarrollo de las normas	42
Aplicación de normas para los grados de carne de res en canal.	47
Clasificación de canales por grado de calidad	48
Clasificación de canales grado de rendimiento	55
<i>Rendimiento de grado 1</i>	57
<i>Rendimiento de grado 2</i>	58
<i>Grado de rendimiento 3</i>	59
<i>Rendimiento de grado 4</i>	59
<i>Rendimiento de grado 5</i>	60
MATERIALES Y MÉTODOS	61
Ubicación	61
Materiales usados	61
Diseño de experimento	62
Registro de identificación individual	62
Registro de Peso	62
Identificación de Ganado	62
Formación de corrales	63
Definición de tratamientos	64
Asignación de tratamientos	64
<i>Tratamiento 1</i>	64
<i>Tratamiento 2</i>	65
Alimentación	65
Días de finalización del ganado	66
Sanidad	66
Variables analizadas	67
Análisis estadístico	67
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conversión de la testosterona al estradiol. (Correal, 2006)	10
Figura 2. Estructura química de la Testosterona. (Hui <i>et al</i> , 2001).....	12
Figura 3. Estructura química de la progesterona. (Hui <i>et al</i> . 2001)	13
Figura 4. Estructura del Zeranól. (Hui <i>et al</i> , 2001).....	14
Figura 5. Pellets y gomas silásticas	16
Figura 6. A) implantes de goma de silicona de diferentes espesores para diferentes tiempos de liberación. B) implantes de caucho de diferentes longitudes (dosis por día) y diferentes grosores de silicona. De izquierda a derecha: 200, 100 y 400 días (Hunter <i>et al.</i> , 2011)	17
Figura 7. Localización de células satélite en una fibra muscular. (Grau <i>et al</i> . 2007).....	24
Figura 8. Miofibrillas musculares y localización de las células satélite inactivas dentro de la misma lamina basal que la miofibra. En la fibra muscular no estimulada, las células satélite esta inactiva y descansa en una hendidura en el musculo adulto. Las células satélite pueden diferenciarse del núcleo muscular por la lámina basal que las rodea y la cantidad abundante de heterocromatina, señalada en negro en esta figura. (Grau <i>et al</i> . 2007.).....	24
Figura 9. Activación de las células satélite cuando la fibra se estimula, las células satélite se activan e incrementan su contenido citoplásmico. Los procesos citoplásmicos se producen por quimiotaxis (reclutamiento químico de otras células) de las células satélite a los largo de la miofibra. (Grau <i>et al</i> , 2007.).....	25
Figura 10 Porcentajes de incremento en el peso de canal caliente HWC. Con implante comparados con los no implantados Tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett, 2015)	39
Figura 11. Incremento porcentual en el área del músculo longissimus (LMA) con la implantación sobre controles no implantados. tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett 2015)	40
Figura 12. Porcentaje de disminución en la puntuación de marmoleo con la implantación sobre controles no implantados. Tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett 2015)	41
Figura 13 descripción de arete tipo arpón con de identificación de tratamiento y numero de corral (elaboración propia. 2018)	63
Figura 14. Comparativo de la calidad de la canal entre los grupos implantados con 120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tylosina alimentados con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol....	68
Figura 15. Comparativo de la calidad de canal entre los grupos implantados con 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tylosinal, alimentados con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol.....	69
Figura 16. Comparativo de la calidad de canal entre el GT1-30 (120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina) y GT2-30 (200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina) alimentados con 30 días de clorhidrato de zilpaterol	70
Figura 17. Comparativo de la calidad de canal entre el GT1-30 (120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina) y GT2-30 (200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina) alimentados con 20 días de clorhidrato de zilpaterol	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Implantes Anabólicos de uso ganadero de acuerdo con su actividad biológica. (Martínez, 1993.).....	9
Tabla 2. Implantes Anabólicos de acuerdo con su origen. (Martínez, 1993.)	9
Tabla 3. Características de la demanda por diferentes mercados Mc Kinsey and Company (2004) y otras fuentes.....	37

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Es conocido que los dos atributos determinantes de decisión de compra de la carne por parte del consumidor final, son el precio y la apariencia, principalmente el color. Sin embargo, el factor de recompra más importante es la calidad de la carne, principalmente el sabor, la jugosidad y la suavidad de la misma carne. Por ello, en el negocio de la finalización intensiva de bovino conviene tener claro la calidad de carne que demanda el nicho de mercado que se está atendiendo.

En México, la ganadería bovina es una de las principales actividades agropecuarias, relevante por la variedad de productos obtenidos, como la carne y la leche. De acuerdo con el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de 2007, en México existen alrededor de 1.13 millones de unidades de producción de ganado bovino. La carne de res es una de las más consumidas en nuestro país, por su sabor y contenido nutricional.

La característica principal de este tipo de promotores de crecimiento según Guiroy et al., (2002) citado por Intervet/Schering-ploug Animal Health (s.f.) esta herramienta ha demostrado que aumenta las ganancias diarias de peso (GDP) de un 5 a un 20%, mejora la conversión alimenticia (CA) de 3 a 8% y reduce el costo para producir un kilo de carne algunos trabajos han declarado que el uso de implantes androgénicos tiene un impacto significativo en ciertos músculos como lo es en el área de la costilla, que incrementa de entre 4 a 8%. Sin embargo, la deposición de grasa intramuscular se ve afectada con el uso de implantes ya que esta se reduce entre 6 a 11%.

Para analizar este comportamiento se realizó un estudio donde se hace un comparativo para determinar la eficiencia de los implantes en combinación con clorhidrato de zilpaterol. Samber, J. et al. (1996) menciona que en los resultados de su estudio no encontró diferencias en el comportamiento de clasificación de canales Choice y Prime ya que tienen una afectación directa por la aplicación del tipo de implantes antecesores.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia de los promotores de crecimiento sobre la calidad de la canal (marmoleo).

Objetivo Específico.

Determinar que promotores de crecimiento 120 mg Acetato de trembolona, 24 mg benzoato de estradiol con 29 mg de tartrato de tilosina, y 200 mg Propionato testosterona, 20 mg benzoato de estradiol con 29 mg de tartrato de tilosina. Combinados con clorhidrato de zilpaterol nos da un mejor comportamiento en la calidad de la canal.

Identificar los resultados obtenidos para desarrollar una línea de producción que asegure la efectividad y la constancia de la producción de carne de bovino que cumpla la normatividad de clasificación de canales de la USDA.

HIPOTESIS

“El uso del Clorhidrato de Zilpaterol promueve efectos negativos en la infiltración de grasa en las canales bovinos de engorda”.

“A mayor uso de Clorhidrato de Zilpaterol en hembras de bovinos promotores de carne; menor será la calidad de la canal”

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes y origen del uso de los implantes

Hace 200 años, la existencia de las hormonas era totalmente desconocida, pero la segunda mitad del siglo XIX un gran número de químicos y fisiólogos comenzaron a producir extractos de hormonas de glándulas, bilis y orina de animales. Durante esta época algunos médicos decidieron hacer uso de extractos como tratamiento en pacientes y fue así como la palabra endocrino surgió haciendo una referencia a las glándulas de secreción interna (Fritz y Speroff, 2012).

Orellana en 2005, cita a diferentes autores en la relación a los antecedentes de implantes anabólicos donde menciona que durante los siguientes años se presentaron varios acontecimientos importantes en relación a las hormonas, tal es el caso de Allen y Doisy quienes en 1923 fueron los primeros en aislar un estrógeno. Al poco tiempo, en 1925 Loewe informó por primera vez la existencia de una hormona sexual en la hembra de diversas especies. Durante el transcurso del mismo año Frank et al. Determinaron un principio sexual activo en la sangre de hembras porcinas en estro. Para el 1929 Doisy y Butenandt aislaron la estrona a partir de la mujer gestante. Desde 1930 se han sintetizado estrógenos, lo que ha proporcionado la base química para el desarrollo de fármacos sintéticos. Fue así que durante la década de los cuarenta diversos estudios demostraron que las sustancias anabólicas tenían mejor efecto como promotores de crecimiento si permanecían en concentraciones bajas por periodos prolongados, y debido a esto surgió la idea de desarrollar tabletas comprimidas aplicables en forma de implante. El primer producto de este tipo contenía Dietilestilbestrol conocido como DES y se aprobó en 1947 para su uso en pollos de engorda, diez años después se aprobó un implante que también contenía DES para usarse en ganado bovino (Raun y Preston, 2002).

Para 1948 Dinusson citado por Muñiz (2008), realizó los primeros ensayos con hormonas en engorda de novillos de raza Hereford, durante 140 días, repartidos en tres grupos; un grupo sirvió de control, fueron castrados y aumentaron 0.860 kg/día. El grupo tratado con 42 mg de Estilbestrol aumento 1 kg/día. Los Novillos tratados

con 50 mg de testosterona aumentaron 0.950 kg/día. Teniendo como resultado que el grupo tratado con Estilbestrol aumentó más que los otros dos grupos.

Andrews et al. (1950) citados por Woehling et al. (1951), Encontraron en su estudio, que al inyectar extractos que contenían andrógenos provenientes de orina de hombre en machos castrados, se producía un estímulo en el crecimiento muscular. Así que a partir de este estudio se empezó a utilizar este método como una técnica nueva para la producción bovina.

En el año 1960 y principios de 1970 se hicieron estudios y dio como resultado el registro de nuevos productos a base de hormonas naturales, al igual que algunos otros, que estimulaban al animal al producir una mayor cantidad de sus hormonas naturales. Estos productos antes de ser registrados, fueron sometidos a ensayos rigurosos donde se demostraba que estos productos; no causaban ningún efecto secundario como: cáncer, alteraciones al nacimiento, problemas en reproductivos u otros efectos nocivos para el ganado y los consumidores. (Ulmer, 2009).

La historia de los anabólicos se puede definir como una serie de desarrollos farmacéuticos que han identificado y mejorado las moléculas además de cuantificar las dosis y se han hecho preparados farmacéuticos que ofrecen ventajas en cuanto a desarrollo, conversión alimenticia, calidad de la canal, mejoramiento de los costos de producción y seguridad en el consumo del ser humano (Varela, 2010).

En enero de 1989 en la Comunidad Económica Europea prohibieron el uso de Hormonas para comercializar e importar carne tratadas con las hormonas anabólicas donde a los Estados Unidos de América, fue el más penalizado considerar que era una medida injustificada, impulso, a partir de enero del mismo año una represalia económica, que consistía en elevar los aranceles hasta un 100% de los productos que la C.E.E exportaba hacia dicho país (Morante, 1989).

Sistemas de producción bovina en México

Sánchez (2013) aclaró que considerando las características de ecología climática y vegetal forrajera de cada región ganadera de México, los diferentes sistemas de producción de ganado bovino orientados a la producción de carne, correspondiente a las cuatro regiones, son los sistemas: Vaca – becerro, cría y engorda de ganado en el trópico, doble propósito en el trópico húmedo y trópico seco, engorda de corrales, intensivo con pastoreo rotacional y los de subsistencia.

El uso de implantes anabólicos se da solamente en los sistemas de producción de ganado estabulado en corral de engorda y el intensivo con pastoreo debido a la rentabilidad que estos proporcionan.

Implante

El diccionario de la Real Academia Española (2001) Define como la colocación de una cosa en el cuerpo de un ser vivo mediante una intervención quirúrgica, especialmente un órgano o un aparato en sustitución de otro órgano, o de una parte de él, para mejorar su funcionamiento.

Prótesis, tejido o sustancia que se coloca en el cuerpo para mejorar alguna de sus funciones, o con fines estéticos.

Pieza artificial u órgano que se implanta quirúrgicamente en un ser vivo.

Implante anabólico

Los implantes son pellets que contienen estimulantes o agentes que estimulan el crecimiento. Cada implante contiene hormonas de origen natural y/o sintético, en distintas concentraciones para fines distintos de producción. Estos estimulantes se liberan lentamente en el torrente sanguíneo en un determinado tiempo e incrementan los niveles de somatotropina e insulina como factor de crecimiento tipo I

En el organismo. Debido a estos cambios, se presenta un aumento en la secreción de la hormona del crecimiento, la cual estimula el desarrollo y crecimiento muscular (Stewart, 2013).

Duckett et al. (1997) citado por Pérez (2006) menciona que los implantes son sustancias comprimidas en pellets que promueven el incremento de peso en el ganado bovino en por un tiempo determinado y tiene un efecto en la reducción en los costos de producción.

Catabolismo

El concepto alude al conjunto de los procedimientos que el metabolismo lleva adelante para degradar sustancias y así generar otras que resultan más simples.

El catabolismo, por lo tanto, implica la conversión de moléculas complejas en otras más sencillas. En el proceso se libera energía que el organismo se encarga de almacenar. Por lo general el catabolismo consiste en reacciones redox (reducción-oxidación).

Mediante la digestión, las biomoléculas como los lípidos y las proteínas son degradadas y se convierten en monómeros (monosacáridos, aminoácidos, etc.), un proceso que se desarrolla afuera de las células. Una vez obtenidas estas moléculas más pequeñas, se vuelven aún más sencillas en el interior celular. Un ejemplo de proceso del catabolismo es la glucólisis, que implica la degradación de la glucosa. En este proceso la glucosa es oxidada, una reacción que libera la energía que se encontraba en sus enlaces químicos. (Julián Pérez Porto y María Merino, 2016)

Anabolismo

Se define como las reacciones metabólicas de creación o síntesis y reposición de tejidos y sus reservas (Virbac s.f.).

Por otro lado Río (2010) lo detalla como la fase del metabolismo en la que a partir de unos pocos precursores sencillos y relativamente oxidados se obtienen moléculas orgánicas cada vez más complejas y reducidas.

Anabólico

Bransny et al. (1994) citado por Virbac (s.f.) define anabólico como cualquier agente que afecte la función metabólica del animal aumentando la formación de proteínas. Para Dikeman (2007) citado por Regal *et al.* (2012) los agentes anabólicos son promotores de crecimiento y modificadores metabólicos que mejoran la eficiencia, rentabilidad de la producción ganadera y de la composición de canal. En contraste a esta definición Benz *et al.* (2013) citado por Arias (2013) especifica como anabólico a toda sustancia capaz de mejorar el balance de nitrógeno aumentando la acumulación de proteína en el animal.

Clasificación de implantes

Hoffmann en 1976 citado por Martínez (1993) afirmó que los implantes anabólicos se clasifican según su actividad biológica en: estrogénicos, androgénicos y progestágenos, y de acuerdo a su proveniencia en: esteroides endógenos, esteroides sintéticos y compuestos no esteroides.

Por otro lado Preston en (2004) citado por Valladares (2005) aclaró que los compuestos usados en implantes son clasificados o sintéticos.

En los cuadros de abajo expuestos se clasifican los implantes de acuerdo a

Tabla 1. Implantes Anabólicos de uso ganadero de acuerdo con su actividad biológica. (Martínez, 1993.)

Actividad Biológica	Ejemplos	Naturales	Sintéticos
Estrogénicos	Estradiol 17 β	X	
Androgénicos	Testosterona	X	
Androgénicos	Acetato de Trembolona		X
Prostagénicos	Progesterona	X	
Compuestos no esteroides	Zeranol	X	

Tabla 2. Implantes Anabólicos de acuerdo con su origen. (Martínez, 1993.)

Proveniencia	Ejemplos
Esteroides endógenos	Testosterona, Estradiol y Progesterona
Esteroides sintéticos	Acetato de Trembolona
Compuestos no esteroides	Zeranol

Hormonas esteroideas

Todas las hormonas derivan del hidrocarburo ciclopentanoperhidrofenantreno y sus características individuales generalmente dependen de los grupos funcionales, en tanto todas las hormonas esteroideas derivan del colesterol, del cual a su vez se forma la pregnenolona y a partir de ella se derivan todas las hormonas esteroideas (Moreno, 2003)

Estrógenos

En la actualidad el término estrógeno, se usa para cualquier compuesto que cause feminización de los caracteres sexuales primarios y secundarios. Los principales estrógenos son β estradiol, estrona y estriol. Aunque la principal hormona del ovario y la más potente es el estradiol (Moreno, 2003)

Estradiol

El estradiol (Fig. 1) es la hormona más potente de los estrógenos, es esencial para el desarrollo y mantenimiento de los tejidos reproductivos femeninos, pero a su vez también tiene efectos importantes en otros tejidos como lo son los huesos.

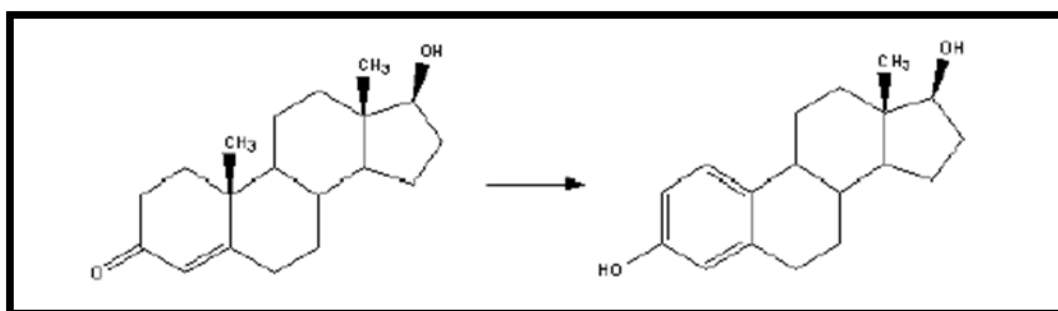


Figura 1. Conversión de la testosterona al estradiol. (Correal, 2006)

El estradiol como todas las hormonas esteroideas deriva del colesterol. Existen dos caminos para lograr la síntesis del estradiol, el primero es por medio de la

androstenediona que se convierte en testosterona, quien a su vez se convierte en estradiol por medio de la enzima llamada aromatasa. El camino alternativo a este es que la androstenediona es aromatizada a estrona, quien subsecuentemente será convertida en estradiol (Correal, 2006)

El estradiol es producido en mayor parte en las células de la granulosa de los ovarios, gracias a la aromatización de la androstenediona, producida en la célula del folículo llamadas células de la Teca, quien se convierte en estrona, seguido de la conversión de esta estrona en estradiol 17 β hidroxisteroide deshidrogenasa. Pequeñas cantidades de estradiol también son producidas por la corteza adrenal y en los machos los testículos. (Hui et al, 2001)

Aunque también se debe tener en cuenta en cuenta que la producción de estrógenos en el folículo ovárico depende de la acción estimulante de la hormona folículo estimulante (FSH), en parte, de la hormona luteinizante (LH), proveniente de la adenohipófisis. Al aumentar el nivel de estrógeno en la sangre se inhibe indirectamente la producción del FSH y la LH por la depresión de la secreción hipotalámica de la hormona liberadora de la gonadotropinas (GnRH), existe el equilibrio de retroalimentación negativa que ajusta automáticamente la producción del FSH y de estrógeno. (Doyle, 2000)

El estradiol no solo se produce en las gónadas, sino que también las células de la grasa producen precursores activos de estradiol. Otras de las fuentes del estradiol es el cerebro en las paredes de las arterias. (Botana et al., 2002)

Del mismo modo Miles en 2013 describe el metabolismo de los estrógenos naturales que al ser administrados en el animal son rápidamente metabolizados por el hígado, mientras que los sintéticos se degradan lentamente. La forma de excreción de los estrógenos es por la vía urinaria y por medio de la bilis. La administración excesiva y prolongada de estrógenos suprime la función ovárica, pudiendo causar hipoplasia ovárica y desarrollo de quistes foliculares ováricos.

En los bovinos se ha observado prolongación del estro, irritación genital y disminución de la producción de leche. En los machos, la mala administración puede

inducir feminización. Los estrógenos son potencialmente cancerígenos, debido a su efecto proliferativo celular, lo que aumenta el riesgo de presentación de cáncer de útero, glándula mamaria y huesos. (Hunter et al., 2011)

Andrógenos

Según Gimeno (2000) los andrógenos son hormonas sexuales esteroideas asociadas principalmente al desarrollo y el mantenimiento de las características sexuales secundarias del macho como la distribución del pelo, típica conformación del cuerpo y la producción espermática y el comportamiento sexual.

Testosterona

La testosterona (Fig. 2) al igual que las demás hormonas esteroideas deriva del colesterol. A continuación se describe su síntesis.

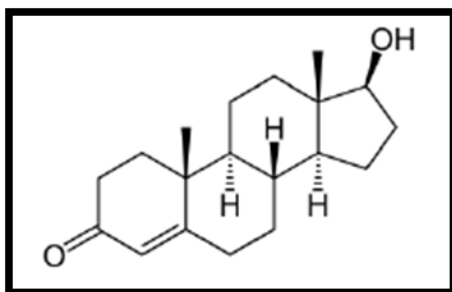


Figura 2. Estructura química de la Testosterona. (Hui et al, 2001)

La testosterona se produce a partir del colesterol de las células de Leydig, bajo la influencia de hormona luteinizante (LH). Las enzimas mitocondriales parten la cadena lateral del colesterol en dichas células para formar pregnenolona. Otras enzimas contribuyen al desarrollo de una serie de pasos biosintéticos para transformar la pregnenolona en la definitiva testosterona: pregnenolona, progesterona, dihidroepiandrostediona, androstediol y, finalmente, testosterona (Lozano, s.f.)

La testosterona se metaboliza rápidamente en el hígado y el riñón y se excreta en la orina y las heces el 90%. Por otro lado los rumiantes excretan los metabolitos de la testosterona por la bilis (Botana et al., 2002). Los andrógenos poseen un efecto miotrófico selectivamente, que da lugar a un aumento de la masa muscular incrementándola en número y grosor de las fibras musculares y otros tejidos corporales en distintas especies (Ledezma, 2014). Si la testosterona es administrada en altas dosis se pueden producir ictericia, toxicidad hepática, enfermedades renales y la diabetes mellitus. Del mismo modo también pueden causar una inhibición de la producción de gonadotropinas y conducir a infertilidad (Scarth et al., 2009)

Progesterona

La progesterona (Fig. 3) es una hormona esteroide involucrada en el ciclo estral, gestación y embriogénesis. La progesterona pertenece a una clase de hormonas llamadas progestágenos. (Hui et al, 2001)

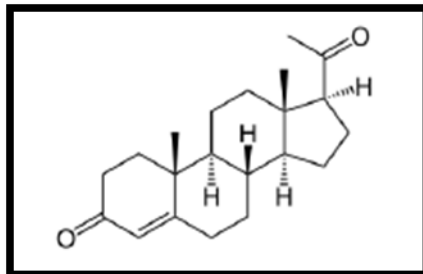


Figura 3. Estructura química de la progesterona. (Hui et al. 2001)

En los mamíferos, la progesterona tal como todas las hormonas esteroideas, es sintetizada a partir por la pregnenolona, que a su vez se deriva del colesterol. (Paul, 2009)

Durante la fase folicular del ciclo estral, la progesterona se sintetiza en pequeñas cantidades en las células foliculares. Después de la ovulación, el cuerpo lúteo la produce y segrega en grandes cantidades ya que esta es la encargada de preparar al útero para la gestación donde su fuente principal será la placenta. La

progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotropinas en la glándula pituitaria en cerebro. (DeJamette *et al.*, s.f.)

El mecanismo de acción de la progesterona no es muy claro, ya que se cree que esta hormona se fija en el receptor androgénico donde se ejercería su acción. Es probable que en su metabolización la progesterona se convierta en testosterona y su mayor uso es ayudando a retrasar la liberación del estradiol comprimido en los implantes de pellets. (Velle, 1981)

Zeranol

El Zeranol es considerado como un implante de por vida, ya que al emplearse desde el momento del nacimiento del becerro se puede repetir cada 90 días hasta el momento de su sacrificio. (Correal, 2009)

Virbac s.f. una marca de implantes para ganado vacuno describe el Zeranol (Fig. 4) como un agente anabólico promotor del crecimiento semisintético no esteroidal. Se obtiene a partir de la toxina Zeralenona producida por el hongo *Giberella zae* y de *Fusarium roseum*.

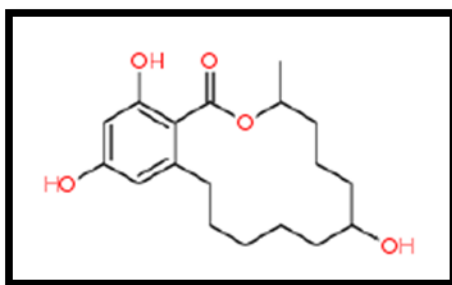


Figura 4. Estructura del Zeranol. (Hui *et al.*, 2001)

El modo de acción del zeranol es ocupar y bloquear los receptores de los glucocorticoides que son sustancias con potente actividad catabólica que al ocupar dichos receptores evita el catabolismo e induce el anabolismo. El zeranol también promueve el aumento del tamaño de la glándula tiroide, así como el número de células secretoras de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) en la hipófisis,

incrementando la secreción de la hormona del crecimiento, la cual induce un incremento de aminoácidos en el músculo. También se determinó que el zeranol estimula el crecimiento muscular en bovinos ya que favorece la retención de nitrógeno de la orina y a que mejora la síntesis proteica muscular proporcionando incrementos en la ganancia de peso que va de un 10 a 12% y acorta el periodo de tiempo del bovino al sacrificio. Pueden utilizarse en bovinos de cualquier edad, raza, sexo y sistema de producción de bovinos en crecimiento o engorda.

Acetato de Trembolona

El acetato de trembolona (TBA) es la hormona más utilizada en el mercado de los implantes, sin embargo su uso se considera bajo muchas precauciones ya que es un compuesto agresivo, genotóxico y no se metaboliza con facilidad (Álvarez, s.f.)

Scarth *et al.* (2009) Señalaron que la trembolona es una sustancia sintética perteneciente al grupo de los xenobióticos no estilbenos la cual deriva de la nortestosterona también indica que su modo de acción es similar a la testosterona debido a la afinidad que presentan los receptores androgénicos y se su administración en el ganado se lleva a cabo entre los 60 y 90 días ya que este implante por su potencia se considera de finalización.

Algunos novillos tratados con altas dosis de TBA se pueden volver agresivos poco después de la implantación y de difícil manejo. Así mismo, el uso repetido de implantes con TBA puede desarrollar una apariencia de toro en el animal, y la musculatura de los cuartos delanteros de novillos y vaquillas puede incrementarse. (Nix *et al.*, 2000)

Composición de los implantes

La organización de ganado y carne de Australia (2011) menciona que los implantes anabólicos están constituidos por un elemento esteroide natural sintético o con alguna actividad anabólica, representados por compuestos estrogénicos, androgénicos, Prostagénicos o su combinación y que al inyectar el pellet dentro del organismo del animal la matriz acarreadora es expuesta a los fluidos corporales dentro del animal liberando la hormona. Generalmente el colesterol es utilizado como matriz acarreadora en los implantes de crecimiento ya que su composición y difícil dilución, lo ayuda a una lenta liberación de la hormona; aunque, también se puede hacer uso de la lactosa o el polietilenglicol, siendo estas de menor eficacia representativa. También menciona que existen 2 tipos de implantes el pellet comprimido y el pellet a base de silicona. Para el caso de los implantes en forma de pellets comprimidos las dosis hormonales dependerán totalmente del número de pellets, mayor será la dosis hormonal y viceversa.

Generalmente, los pellets (Fig. 5) comprimidos tienen una bola esférica o balín, la cual se encarga de abrir el camino para los pellets suaves al ser introducido debajo de la piel de la oreja, al mismo tiempo que también permanece palpable en la oreja para confirmar que el animal se implanto en tiempos anteriores.

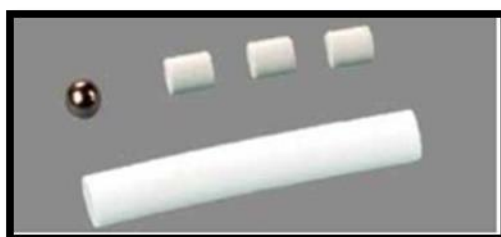


Figura 5. Pellets y gomas silásticas
(Organización de ganado y carne de Australia, 2011)

En el pellet de silicona (Fig. 6 A, B) la hormona es impregnada en la capa de caucho siliconado y la duración de la liberación es controlada por el área de superficie comprendida por el grosor y la longitud, en tanto que los implantes de goma de silicona no se disuelven por lo que es fácil detectar si el animal fue implantado con anterioridad.

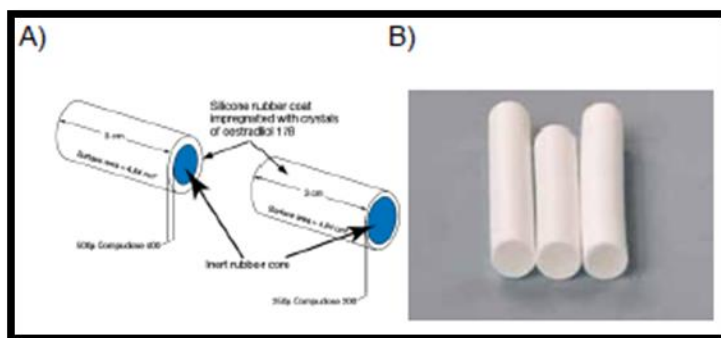


Figura 6. A) implantes de goma de silicona de diferentes espesores para diferentes tiempos de liberación. B) implantes de caucho de diferentes longitudes (dosis por día) y diferentes grosores de silicona. De izquierda a derecha: 200, 100 y 400 días (Hunter *et al.*, 2011)

Para Hunter *et al.* (2011) la vida funcional de implante está definida como el periodo en el cual el implante libera la hormona, pero no necesariamente es el tiempo que se promueve el crecimiento. Los pellets comprimidos tienen una vida funcional de 60 a 140 días aproximadamente, mientras que los implantes de caucho siliconado tienen una liberación más lenta (100, 200 y 400 días) y por ende una vida funcional más larga.

Una de las recomendaciones más importantes al hacer uso de los implantes hormonales, es que el animal no debe de ser reimplantado dentro de los siguientes 70 días, ya que esto provoca que el pellet tome una vida funcional de esas duración.

Diseño de programa de implantación

Abarca, (2010) estableció que para la realización de un programa de implantes el productor debe basarse en un adecuado comportamiento productivo y un mérito de la canal que cubra los requisitos del mercado. Considerando los factores que pueden afectar la producción como por ejemplo, el costo del alimento, y las ventajas económicas de la venta del ganado en pie o en canal. Por otro lado en 2013 Arias afirmó que la genética, la nutrición y la planificación del programa de implantes son los factores claves a considerar, haciendo un énfasis en que si los animales no están ganando por lo menos 0.700 kg/día, o bien el consumo de alimento no es superior a 1.5 veces los requerimientos energéticos de mantención (Energía Neta de

mantención) la respuesta a un programa de implantes reducida o bien insignificante. Los productores deben asegurarse de asegurar una adecuada nutrición y seleccionar un programa de implantes adecuado a la longitud del periodo de pastoreo, o un plan para reimplante, con el fin de lograr el máximo crecimiento y beneficio. En contraste a lo dicho anteriormente, Jerez y Rodas (2005) argumentando que para obtener un mejor resultado, con un mínimo de efectos adversos sobre las características de la canal y la palatabilidad de las carnes, el diseño de un programa de implante debe considerar también la alimentación, tipo de implante, secuencias de implantes, vida funcional del implante y la fase de producción en la cual se desea vender el productor final.

Es importante considerar que cuando se va uso de un implante hay que tener en cuenta: distinción entre productos naturales y sintéticos, así como entre categorías determinadas por los distintos grados de riesgo y factores de tolerancia relacionados con el metabolismo de cada sustancia en el organismo receptor (Avaroma y Roca, 2012)

Animales a implantar

Según Cañez et al. (1985) citado por Orellana (2005) los implantes deben utilizarse solamente en los animales destinados al abasto y nunca en animales para reproducción; ya que estos implantes pueden afectar el comportamiento reproductivo de toros, vacas y vaquillas de remplazo. Generalmente deben usarse en animales en crecimiento, novillos y/o vaquillas que serán enviados al rastro y que poseen como mínimo 180 kg.

Bolaños e Inga (2010), apuntaron que solo se utilizan los implantes en animales alimentados en corral de engorde, sino que también puede utilizarse en los animales manejados en pradera, solamente que deben cuidarse el contenido de proteína del pastizal y seguir las recomendaciones de pastoreo, principalmente carga animal adecuada. Está comprobado que en becerros de desarrollo, tanto enteros como castrados, los mejores resultados se obtienen al administrar implantes anabólicos androgénicos en baja concentración. Por el contrario, en el caso de los toretes o

vaquillas en finalización lo más rentable es implantar con compuestos androgénicos y quizá en combinación con algún estrogénico, dependiendo sobre todo la terminación con respecto a la grasa intramuscular que se le diera dar a la carne. (Varela, 2010).

Arias (2013) indica que implantar vacas de desecho puede ser rentable si las perspectivas de mercado para esta clase de animales son favorables. Existen estudios que indican que la utilización de los implantes en vacas de desecho por periodos de 56 a 100 días mejora la tasa de ganancia de 0 a 31%, dependiendo del implante utilizado.

Del mismo modo consideró que se debe tener en cuenta la edad a la que se va a implantar el animal ya que el ganado puede comenzar a depositar grasa intramuscular a partir de los 4 a 12 meses de edad. Es por esto que es recomendable esperar mínimo 12 meses para llevar a cabo el primer reimplante. Por otro lado también se debe el tipo racial de los animales destinados a implantar, la Unión Ganadera Regional de Jalisco (s.f.) dio a conocer que el factor *raza* es cada vez de mayor importancia en los programas de la selección de implantes. Esto debido a que las razas inglesas (Angus y Hereford) son capaces de infiltrar grasa en mayor cantidad y las razas Cebuinas estas depositan grasa en menor cantidad y su peso corporal es mayor que en las razas continentales, tal como Charoláis, Limousine o Simmental.

Importancia de la nutrición al utilizar implantes

La mejor respuesta al implante se obtendrá cuando los animales llenen sus requerimientos nutricionales, especialmente de proteína. Sin Embargo, aun en condiciones de bajo nivel nutricional, los agentes anabólicos ayudan a utilizar mejor la proteína disponible, aunque no se obtenga la respuesta máxima esperada. (Detaci *et al.*, 2009)

Zorrilla (2008) señaló que para obtener los mejores resultados con los animales implantados con acetato de trembolona y estrógenos se debe de proporcionar dentro

de la dieta un mayor contenido de proteína, ya que los requerimientos de estas son mayores al hacer uso de este tipo de implantes.

Reimplantación

Paul, durante el 2009, realizó un estudio con el objetivo de demostrar que la aplicación del reimplante mejora la ganancia diaria de peso (GDP) así como el rendimiento de la canal (RC) en bovinos de engorda. Para una máxima respuesta productiva se debe llevar a cabo una implantación terminal de proteína alta con un nivel de proteína cruda de al menos un 13%.

Implantes en el mercado

Para Soto (2008) los productos son divididos en implantes de un solo ingrediente o de ingredientes combinados, los productos de un solo ingrediente contienen ya sea estradiol – 17 β , zeranol o acetato de trembolona en varias concentraciones. Los productos de ingredientes combinados contienen, benzoato de estradiol/progesterona, benzoato de estradiol/testosterona, benzoato de estradiol/acetato de trembolona o estradiol/acetato de trembolona; con varias concentraciones de cada ingrediente activo.

Siendo así, los 5 tipos de hormonas más usados en la producción de carne incluyen 4 hormonas naturales, 17 β estradiol, testosterona, progesterona, zeranol, por otro lado una sintética que es el acetato de trembolona (Passantino, 2012)

Algunas de las combinaciones hormonales más usadas para los implantes son: benzoato de estradiol/progesterona, benzoato de estradiol/testosterona y estradiol/acetato de trembolona. Por otro lado las hormonas también pueden ser usadas individualmente como zeranol y estradiol (Stewart, 2013)

Parámetros de producción al utilizar implantes en bovinos de carne.

Según Guiroy *et al.*, (2002) citado por Intervet/Schering-ploug Animal Health (s.f.) esta herramienta ha demostrado que aumenta las ganancias diarias de peso (GDP) de un 5 a un 20%, mejora la conversión alimenticia (CA) de 3 a 8% y reduce el costo para producir un kilo de carne algunos trabajos han declarado que el uso de implantes androgénicos tiene un impacto significativo en ciertos músculos como lo es en el área de la costilla, que incrementa de entre 4 a 8%. Sin embargo, la deposición de grasa intramuscular se ve afectada con el uso de implantes ya que esta se reduce entre 6 a 11%.

Los implantes modifican la curva de crecimiento, lo que permite producir mayor peso de la canal manteniendo el mismo porcentaje de la grasa, en comparación con los animales no implantados. El efecto específico es aumentar el depósito de proteína y retrasar el de la grasa, lo que significa que los animales deberán ser más pesados al alcanzar su madurez (Intervet, s.f.)

Efectos de implantes en la calidad de la canal

Otro de los aspectos importantes que deben ser considerado es que el uso de los implantes que incluyen TBA pueden aumentar la incidencia de cortes oscuros en la carne. Sin embargo, se puede reducir si el ganado se sacrifica más de 100 días después del último implante. Las vaquillas que reciben un implante de estrógeno como implante final pueden tener una mayor incidencia de corte oscuro que aquellas que reciben estrógeno + TBA como implante final. Sin embargo, la mayor frecuencia de corte oscuro se presenta por un mal uso de implantes, por ejemplo, la utilización de implantes destinados a vaquillas que contienen altas dosis de andrógenos en novillos, así como la doble o triple implantación como productos de alta potencia. El uso de implantes afecta en la canal diversas características como lo es la acumulación de grasa subcutánea que esta tiende a ser mayor y por otro lado la grasa intermuscular e intramuscular se ven afectadas. (McEwen y Mandell, s.f.)

Mecanismo de acción de los implantes anabólicos

El crecimiento corporal es el resultado de la interacción entre genética, el medio ambiente y el abastecimiento de nutrientes en el cuerpo. El sistema endocrino es el mecanismo por el medio del cual estas interacciones son coordinadas. Los implantes anabólicos se utilizan para provocar en el sistema endocrino una mayor proporción de síntesis/degradación de proteína muscular (Soto, 2008)

La fijación de proteína en el organismo es un proceso de poco rendimiento metabólico en los animales mamíferos, es necesario procesar 9 partes de proteína para fijar 1. Este es el movimiento principal por lo cual se utiliza productos que incrementan la fijación de nitrógeno como son los anabólicos. (Gimeno, 2000)

En términos generales el efecto promotor de crecimiento o anabólico de los implantes se debe al rendimiento de la energía consumida por el bovino, que se destina a la síntesis proteica en vez de la síntesis de grasa, se requiere entonces menos energía consumida por la ganancia de peso, es decir, tejido muscular vs tejido grasa que se deposita por cada kilogramo de peso ganado (Cook, 2000). Existen 2 principales rutas o mecanismos de acción de los implantes anabólicos sobre el metabolismo animal, uno es a través del estímulo combinado de la hormona de crecimiento 18 somatotropina y factor de crecimiento I de la insulina (IGF I) o somatomedinas, la cual se consigue con implantes basados en componentes estrogénicos. La otra es un estímulo de la producción de las somatomedinas o factor de crecimiento I de la insulina, producido por implantes basados en componentes androgénicos como el acetato de trembolona (Gonzales *et al.* 2012)

Células satélites

Las células satélites tienen un origen desconocido con respecto a su grado de diferenciación y un estado intrigante respecto a su futuro. Fueron descubiertas en 1961 y su función no es clara. Se trata de células mononucleadas con un citoplasma muy pequeño viven fuera de las células musculares diferenciadas, tienen su propia

membrana pero comparten la membrana basal con las fibras musculares. No tienen contacto con los nervios, tienen la capacidad de emigrar a lo largo y profundidad del músculo, y no se dividen, excepto cuando son requeridas para reemplazar a las fibras musculares muertas. Cuando lo hacen, una de las hermanas queda como satélite, y las otras se diferencian adquiriendo un estrecho control neuronal y la capacidad de formar sarcómeros. El número de divisiones en la vida de una célula satélite es considerablemente menor que en el de otras células somáticas. Las cuales se comportan más como los ovocitos que es como si fuera un tipo de células jóvenes en reserva, en reposo prolongado y sin divisiones. (Grassino, 2013)

Durante el desarrollo embrionario del tejido muscular, se lleva a cabo una proliferación de celular mononucleadas precursoras de los músculos, estas comienzan un proceso de diferenciación y se empiezan a fusionar para formar miotubos, los cuales se convertirán en las fibras musculares multinucleadas. Este número de fibras musculares es determinado al momento del nacimiento, por lo que el crecimiento postnatal de los músculos se debe a un incremento en el largo y el diámetro de las fibras musculares ya existentes, es decir, se llevan a cabo el proceso de hipertrofia y no hiperplasia debido a que los núcleos de las fibras musculares son incapaces de dividirse, el crecimiento de las fibras musculares dependen de las células satélites o células mononucleadas ya que estas les proporcionan el ADN adecuado (Dayton *et al.* 2013)

Las células salientes están localizadas en la periferia de las fibras esqueléticas maduras entre la lámina basal y el sarcolema (Fig. 7). Son mononucleadas, lo que las diferencia de los miotubos que son multinucleados y su principal característica es que están rodeadas por la misma lamina basal que rodea a la fibra muscular (Grau, 2007)

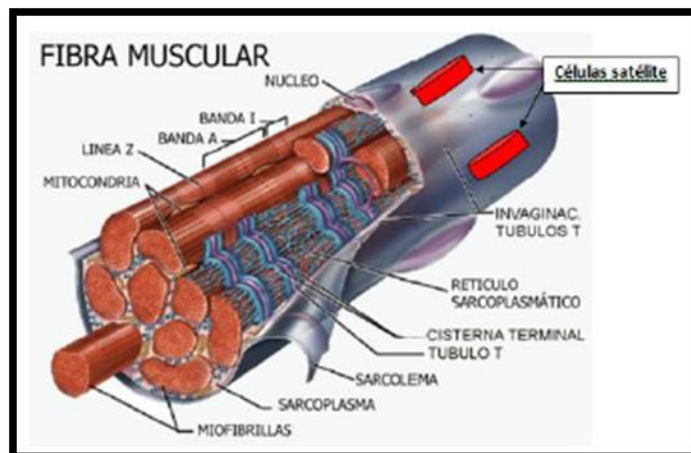


Figura 7. Localización de células satélite en una fibra muscular. (Grau *et al.* 2007)

Células satélite inactivas:

Se encuentran dentro del músculo esquelético adulto y son células mononucleares indiferenciadas. Las células satélite inactivas se caracterizan por tener un espacio nuclear – citoplásmico grande con pocos orgánulos como: pocos ribosomas retículo endoplásmicos, mitocondrias y complejos de Golgi; un núcleo pequeño en relación con el del miotubo adyacente y una mayor cantidad de heterocromatina transcripcionalmente inactiva en el núcleo de las células satélite comparada con el núcleo de la fibra muscular lo cual muestra su inactividad mitótica (Fig. 8)

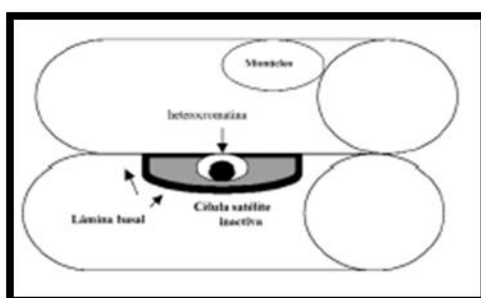


Figura 8. Miofibrillas musculares y localización de las células satélite inactivas dentro de la misma lamina basal que la miofibrilla. En la fibra muscular no estimulada, las células satélite esta inactiva y descansa en una hendidura en el músculo adulto. Las células satélite pueden diferenciarse del núcleo muscular por la lámina basal que las rodea y la cantidad abundante de heterocromatina, señalada en negro en esta figura. (Grau *et al.* 2007.)

Células satélite activas:

Tras la activación por medio del estímulo a la fibra muscular, las células satélite son más fácilmente identificables porque morfológicamente se observan como un abultamiento en la miofibra con procesos citoplásmicos que se extienden a uno o a los 2 polos de la célula, Este aumento de la actividad mitótica produce una serie de cambios de las células, observándose: reducción en la cantidad de heterocromatina, incremento en el número de células caveolas; incremento en el ratio citoplásmico-nuclear e incremento en el número de orgánulos intracelulares (Fig. 9) (Grau *et al.* 2007).

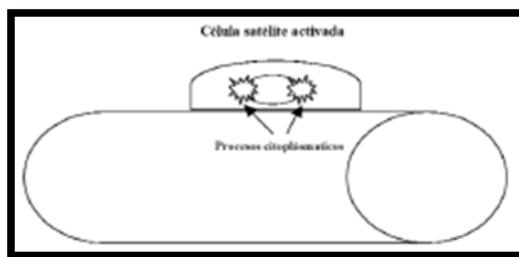


Figura 9. Activación de las células satélite cuando la fibra se estimula, las células satélite se activan e incrementan su contenido citoplásmico. Los procesos citoplásmicos se producen por quimiotaxis (reclutamiento químico de otras células) de las células satélite a los largo de la miofibra. (Grau *et al.*, 2007.)

Las células satélite se fusionan con las fibras ya existentes para contribuir con sus núcleos. Se ha establecido que las células satélite aportan aproximadamente del 60 al 90% de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) a las fibras musculares maduras. Por lo tanto, la proliferación de las células satélite y su fusión con las fibras musculares para proporcionar el ADN necesario para el crecimiento de la fibra es un paso crítico, que limita la velocidad en el crecimiento muscular. Ésta capacidad de fusionarse de las celular satélite se va reduciendo con la edad del animal, básicamente por que disminuye dramáticamente el número de las células satélite ya que se encuentran inactivas y no se produce la proliferación. Debido a que la fusión de una célula satélite con una fibra muscular resulta en la pérdida de esa célula satélite, estas deben ser estimuladas a proliferar con el fin de mantener su proliferación en el musculo en crecimiento. En este equilibrio dinámico entre la proliferación y fusión de las células satélite se inclina más a la fusión. En consecuencia el número de células satélite activas y su tasa de proliferación puede

limitar la velocidad de acumulación de ADN y por lo tanto el potencial de crecimiento del musculo en todas las etapas de crecimiento. Estudios realizados últimamente han reflejado que el factor de crecimiento insulínico tipo I (IGF-I) juega un papel importante en la regulación de la proliferación y diferenciación de las células satélite. Por otro lado se sabe que la actividad biológica de IGF-I se regula con una familia de proteínas de unión receptoras del factor de crecimiento insulínico (IGFBP). En consecuencia, el nivel de IGFBP en el tejido muscular también juega un importante rol de la regulación de las células satélite a IGF-I. Se ha reportado que hay otros factores de crecimiento tales como el factor de crecimiento de fibroblasto – 2 (FGF-2), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) y factor de crecimiento transformante β -I (TGF- β -I) que regulan la proliferación y diferenciación de las células satélite. En resumen, una vez que las células satélites han sido activadas, la proliferación puede ser estimulada por factores de crecimiento por factores de crecimiento tales como el IGF-I y FGF. Por lo tanto, la producción de estos factores de crecimiento en el tejido muscular juega un papel importante en la regulación del crecimiento muscular postnatal, mediante la regulación de la proliferación de las células satélite. (Dayton *et al.* 2013)

Modo de acción de los anabólicos en las células satélites

A pesar de muchos años de trabajo y estudios la forma específica en que los anabólicos actúan para estimular el crecimiento muscular en los bovinos se desconoce. Aunque existen muchas teorías y experimentos que tratan de averiguar el modo de acción específico. Lo que se cree es que al implantar una horma dentro del organismo del animal, ya sea andrógeno, progestágeno o estrógeno esta va a actuar sobre las células satélites activas y de alguna forma se desconoce las activen, una vez activadas, el IGF-1 o el FGF estimulan su proliferación y las células satélites se fusionaran con fibras ya existentes y así es como surgiría un estímulo al crecimiento muscular en el animal (Dayton *et al.* 2013)

Aspectos técnicos de los implantes anabolizantes

Haresing (citado por Abarca, 2010) expresó que en bovinos el ritmo de crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia pueden modificarse mediante la administración de agentes anabólicos que tienen propiedades hormonales, que actúan sobre los procesos metabólicos. Vargas (2005) especificó que este grupo de sustancias pueden ser de origen natural o sintético.

Según Martínez (1993) se ha definido a los agentes anabolizantes como toda sustancia o composición capaz de favorecer los procesos de síntesis (anabolismo) a expensas de disminuir los procesos de destrucción (catabolismo) del organismo animal. Preston (citado por Herrera, 2010) complementó la definición anterior, a través de la definición dada por la F.A.O y la O.M.S, como toda sustancia capaz de mejorar el balance de nitrógeno por el aumento de la acumulación de proteína en el organismo animal. Cardona (citado por Echeverría, 2009) indicó que además tienen la propiedad de favorecer la eritropoyesis, la retención de calcio y fosforo que contribuyen a un aumento de peso. Las sustancias anabolizantes hormonales (esteroides), utilizadas en producción bovina de carne, son aquellas con actividad biológica estrogénica, androgénica y progestacional (Lowy, citado por Echeverría, 2009). Pero no todas las sustancias estrogénicas utilizadas como anabolizantes son sustancias hormonales y esteroides, directamente por el caso del zeranol, producto sintético con una configuración muy similar al esteroide natural (17 β -estradiol) (Martínez, 1993). Existen registros de que han sido administradas tradicionalmente a través de implantes subcutáneos en rumiantes (Villena & Jiménez, citados por Pérez, 2014). Los implantes anabólicos se utilizan actualmente y es recomendado su administración en sistemas de producción de ganado bovino de carne (Marcos, 2004).

Según Torrano (citado por Ortiz y Valladares, 2012) las principales respuestas que se generan al usar implantes hormonales anabolizantes en bovinos son: un mayor incremento en la tasa de ganancia de peso, incremento del apetito y una mejora en la eficiencia alimenticia; en consecuencia canales de mayor peso, con mayor cantidad de músculo y menos grasa. El uso de implantes hormonales ayuda

con el desarrollo de los bovinos, volviéndolos más eficientes y reduce los costos de producción.

Rentabilidad de los implantes anabólicos

Según Torrano (2002) los años de la investigación en la industria farmacéutica y ganadera han demostrado que el uso de sustancias hormonales es una práctica de manejo que ha demostrado ser rentable. Estas hormonas se han empleado para favorecer el crecimiento muscular e impactar en la conformación de la canal. Lo que ha dado como resultado tanto en el tiempo de engorda, como en los costos de alimentación, permitiendo considerables ahorros económicos para los productores y los consumidores de estos productos cárnicos. (Valladares, 2005)

Borja en 2012 realizó un análisis costo-beneficio en una unidad de producción de bovino para carne en condiciones de pastoreo con la adición de anabólicos. El estudio refleja que la mejor rentabilidad en novillos para engorde fue determinada en los animales tratados con acetato de trembolona + 17- β estradiol alcanzando un índice de costo-beneficio de 1.32 dólares de Estados Unidos de América. (USD), lo que quiere decir que por cada dólar gastado con la utilización de este anabólico en novillos mestizos se tiene la utilidad neta de 0.32 \$ USD.

Estado actual de los implantes anabólicos

La utilización de implantes anabolizantes es una técnica generada por la industria farmacéutica que por décadas se ha incorporado en sistemas de producción de carne bovina, en varios países. Dentro de sus beneficios económicos se destaca que en un menor tiempo y a menor costo se obtiene más kilogramos de carne (Fajardo, Méndez & Molina, 2011). Otro beneficio que se presenta es que las canales de los bovinos tratados son magras (Arias, 2013).

Hoy en día la seguridad de los implantes hormonales anabólicos es legislada por la FDA (Preston, citado por Valladares, 2005). Este organismo desarrolló investigaciones que demostraron que éstos compuestos no producen daños a los animales, al medioambiente, los productores que lo utilizan y a quienes consumen este tipo de carne (Arias, 2013).

Los implantes anabólicos aceptados y registrados por la FDA son los derivados de las siguientes moléculas: los de efecto estrogénico, androgénico y progestagénico, dentro de la categoría de estrogénicos están el 17 β estradiol, zeranol y benzoato de estradiol; dentro de la categoría de los androgénicos se encuentran el acetato de trembolona y el propionato de testosterona; dentro de la categoría progestágenicos está la progesterona (Varela, 2010). Los 37 implantes anabólicos han sido aprobados por los siguientes cuerpos científicos, los cuales han expresado que el uso de implantes hormonales es seguro: 1) World Health Organization; 2) UN Food and Agriculture Organization; 3) EEC “Lamming Committee, 1982”; 4) Food and Drug Administration (EUA), 5) Health Canada (Bureau of Veterinary Drugs; 6) Codees Alimentarius Commission (July 1995) y EU Conference Brussels (November 29-December 1, 1995) (Sides, citado por Valladares, 2005).

Los implantes anabólicos en el contexto global

En Estados Unidos y México está permitido el uso de los Implantes anabólicos en la producción animal. Para la asociación de estrógenos, progestágenos y andrógenos está permitido obviarse el período de supresión del tratamiento previo al sacrificio. La FDA no exige el período de supresión del implante de 17 β -estradiol antes del sacrificio. Australia apoya la posición de los norteamericanos (Fajardo et al., 2011). A nivel Latinoamérica tomando como muestra algunos de los países con mayor producción de carne bovina, Argentina prohíbe el uso de hormonas y sus normas controlan los residuos en las carnes por medio de metodologías que se basan en técnicas de cromatografía y de radioinmunoanálisis. Uruguay y Brasil no tienen permitido el uso del zeranol, pero sí admiten el empleo de otras sustancias

anabólicas. En Paraguay están prohibidos los anabolizantes destinados a los animales de consumo (Fajardo et al., 2011).

La Comunidad Europea prohíbe la administración de sustancias anabolizantes, entre otras, que tengan un efecto estrogénico, androgénico y progestágeno en las explotaciones pecuarias (Lozano & Arias, 2008). También es una exigencia de garantía realizada a países exportadores de carne. Este tema dentro del contexto abordado debe ser analizado no sólo desde el punto de vista técnico, sino también por sus implicancias comerciales y políticas (Bavera, Bocco, Beguet & Petryna, 2002).

AGONISTAS β ADRENERGICOS

Según Bavera, *et al.* (2002) define como Agonistas beta (β) adrenérgicos a las sustancias que actúan incrementando las masas musculares, especialmente en animales de carne. Producen un cambio en el balance energético que cambia la relación carne-grasa. El clenbuterol fue el primer agonista sintético. Otros son el cimaterol y el fenoterol

Clasificación de agonistas β -adrenérgicos

En 1948, se planteó la hipótesis que las acciones de las catecolaminas estaban mediadas por dos tipos principales de receptores α (α^1 y α^2) y β , el orden de potencia sobre los receptores α sería: epinefrina, norepinefrina, isoprenalina; y para los receptores β : isoprenalina, epinefrina y norepinefrina. La teoría se confirmó por la aparición de fármacos que antagonizaban selectivamente los receptores β posteriormente, se descubrió que hay por lo menos tres subtipos de receptores β y se dividen β^1 , β^2 y β^3 dos receptores adrenérgicos α (Yamasaki, *et al.*, 2002). Existen menos evidencias sobre las propiedades farmacocinéticas, vías de biotransformación y perfiles de residuos en tejidos de los agonistas β -adrenérgicos utilizados para mejorar la delgadez en forma experimental o animales tratados experimentalmente (Smith, 1998). Un factor importante en la relación de cualquier célula u órgano a las aminas simpaticomiméticos es la densidad y producción de receptores adrenérgicos α que contienen (Goodman, *et al.* 1996). La noradrenalina y dopamina son catecolaminas endógenas más abundantes e intervienen en la homeostasis y la función del sistema nervioso. Aunque a veces estas sustancias endógenas se utilizan como fármacos se han desarrollado compuestos sintéticos que poseen mejor biodisponibilidad de forma oral, durante la acción prolongada y especificidad por subtipo de receptores. (Yamasaki *et al.* 2002). En general los agonistas β -adrenérgicos de anillos aromáticos halogenados se metabolizan por oxidación y conjugación (Smith, 1998). Los agonistas β -adrenérgicos, como la epinefrina y norepinefrina, son secretadas pro la medula adrenal y las terminaciones nerviosas simpáticas (Bavera *et al.*, 2002).

Se han identificado nueve agonistas β -adrenérgicos: clenbuterol, salbutamol, ractopamina, ritodrina, terbutalina, isoxsuprina, tulobuterol, cimaterol, y bambuterol, por medio de espectrometría de las masas y cromatografía líquida. (Vulic *et al.*, 2011; Chorley *et al.*, 2006; Rajkumar *et al.*, 2013). El receptor β^2 -adrenérgico media la relajación del músculo liso mediante la activación de la adenilato ciclasa a través de una vía trimerica de señalización de proteínas G. además, los agonistas β^2 -adrenérgicos también pueden suprimir las respuestas proinflamatorias en varios tipos de células de las vías respiratorias. (Abraham *et al.*, 2004; Chorley *et al.*, 2006)

Los agonistas β -adrenérgicos se utilizan ilegalmente en medicina veterinaria por dos razones: como promotores de crecimiento para mejorar la composición de la canal al disminuir la grasa en la masa muscular y para aumentar el rendimiento físico de los animales (las carreras de caballos, carreras de palomas). Los agonistas β -adrenérgicos se pueden dividir en dos grupos de sustancias químicas: anilínicas como el clenbuterol y resinas fenólicas como salbutamol (Vulic *et al.* 2011). En 1965 se presentaron datos que indican la posibilidad de modificar el crecimiento de los mamíferos al suministrar agonistas β -adrenérgicos sintéticos. Se sugirió que directa o indirectamente podrían incrementar el peso corporal al modificar la concentración intracelular del AMPc. A principios del decenio de 1980, se demostró que la administración por vía oral de este tipo de fármacos en bovinos, aves, cerdos y ovinos aumentaba la masa muscular y disminuía la cantidad de grasa corporal (Sumano y Ocampo, 2006).

Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos

Existen al menos diez agonistas β^2 -adrenérgicos bromuterol, cimaterol, clenbuterol, clenpenterol, isoxsuprina, mabuterol, ractopamina, ritodrina, salbutamol y tulobuterol usados en el ámbito médico (Dickson *et al.*, 2005). Estos fármacos son además agentes químicos que actúan específicamente a nivel de receptores adrenérgicos celulares, derivando los nutrientes y la energía procedente de los alimentos y de la lipólisis, hacia la síntesis proteica y la formación de masa muscular, lo cual se debe a la presencia del cloro en el clenbuterol, pues lo hace más

liposoluble que sus análogos y por ende, tiende a difundir más profundamente en los tejidos y la grasa animal (Caicedo *et al.*, 2011).

La activación del receptor agonista β -adrenérgicos aumenta la contractilidad miocárdica, en parte a través de la proteína quinasa A (PKA) dependiendo de la modificación de miofilamentos cardiacos. La regulación PKA de miofilamentos cardiacos está influenciada por la proteína quinasa C que provoca la fosforilación de la tromponina (Gaikis, *et al.*, 2013). Algunos científicos encontraron que las reducciones en la grasa de cobertura de la canal probablemente es el resultado de los efectos directos de la ractopamina que interfiere en la conversión de la glucosa en triglicéridos de almacenamiento (Almeida, *et al.*, 2013).

Schiavone *et al.* (2004) menciona que la suplementación en la dieta con agonistas β^2 -adrenergicos ha demostrado que aumenta la deposición de proteínas y disminuye la acumulación de grasa en los animales domésticos. En aves por ejemplo, la composición química del músculo no se ve afectada por el uso de agonistas β^2 -adrenergicos (A β A), por el contrario existe una leve mejora. Y no hay efectos sobre la composición de los ácidos grasos de la carne. El efecto sobre el tejido muscular es dosis dependiente, la respuesta es mayor en rumiantes respecto a aves y cerdos, y varía según la edad, sexo de los animales, plano nutricional y tiempo de exposición. La acción es transitoria y es posible un anabolismo inicial pero luego es más notorio el efecto anticatabólico. Claramente, el efecto el efecto repartidor es más significativo en rumiantes que cerdos y aves, sin embargo, desde el punto de vista comercial es relevante en todas las especies domésticas, mientras el efecto anabólico es menos consistente, si bien la eficiencia alimentaria mejora en todas las especies. Los esfuerzos para unificar datos por especie y agonista, en forma global indican una jerarquía de respuesta: ovinos, bovinos, pavos, cerdos y pollos (Errecaide *et al.*, 2003).

Su mecanismo de acción consiste en aumentar la ganancia de peso y la retención de nitrógeno. Los A β A de naturaleza sintética. Actúa incrementando las masas musculares, especialmente en animales de carne. Producen un cambio en el balance energético que cambia la relación carne-grasa (Bavera *et al.*, 2002). La administración oral de A β A muestra un aumento de proteína muscular y disminución

de grasa muscular en aves, porcina, ovina y bovina. El mecanismo de este efecto consiste en modificar las tasas de síntesis y degradación de proteína (Salem *et al.*, 2006; Abney *et al.*, 2007; Yaeger *et al* 2012).

Estado actual de los agonistas β -adrenérgicos

El grupo de fármacos recientemente incorporados que se utilizan en la producción animal para mejorar la retención de nitrógeno, son los llamados “repartidores de energía” o Agonistas β -adrenérgicos (A β A). Son agentes químicos que actúan a nivel de los receptores adrenérgicos, derivando la energía de los alimentos y de la lipólisis hacia la síntesis proteica muscular (Mersmann, 1998).

Los agonistas β -adrenérgicos en el contexto global

La situación en la unión europea, la directiva del consejo 96/22/CE1 prohíbe el uso de agonistas de los receptores adrenérgicos- β 2 a excepción del uso terapéutico, que en el caso de los agonistas- β es para inducir la tocólisis (inhibición de las contracciones uterinas) en las vacas durante el parto, así como para tratar problemas respiratorios, la enfermedad navicular y la laminitis (trastornos del pie), e inducir tocólisis en équidos.

La situación en otras regiones el clorhidrato de Zilpaterol se ha aprobado en Brasil, Canadá, Colombia, la República de Corea, Costa Rica, Ecuador, los Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, Kazajstán, México, Nicaragua, Panamá, el Perú, la República Dominicana y Sudáfrica. El registro de Zilmax está en proceso en otros ocho países, a saber: Argentina, Australia, Chile, Indonesia, Nueva Zelandia, Pakistán, Taiwán y el Uruguay. (Codex Alimentarios Sep. 2016).

CALIDAD Y CLASIFICACION DE CANALES

Calidad

La calidad puede referirse a diferentes aspectos de la actividad de una organización: el producto o servicio, el proceso, la producción o sistema de prestación del servicio o bien, entenderse como una corriente de pensamiento que impregna toda la empresa.

El objetivo fundamental de la calidad, como filosofía empresarial, es satisfacer las necesidades del consumidor, aunque éste es un concepto controvertido, Las necesidades pueden estudiarse según diversos puntos de vista -de la teoría económica, del marketing, de la psicología y de la economía de la salud, no siempre coincidentes.

El diccionario de la Real Academia Española (2001) Define el concepto de calidad como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su misma especie.

Calidad de carne

El manual sistemas de producción y calidad de carne, (2013) menciona que la calidad de la carne es un término complejo, muy asociado en algunos consumidores a la cantidad de grasa presente en el corte; sin embargo, el término va más allá de la grasa, comprende aspectos nutricionales, sensoriales, tecnológicos y sanitarios, entre otros; siendo el foco central, las características organolépticas de aroma, color, sabor, jugosidad y suavidad, que son las de mayor influencia en la experiencia por parte de los consumidores. El grado de calidad constituye una evaluación balanceada de factores que afectan la palatabilidad de la carne (terneza, jugosidad, y sabor). Estos factores incluyen la madurez de la canal, firmeza, textura y color de la carne, así como también la cantidad y distribución del marmoleado dentro de la

carne. El grado de calidad de la carne de vacuno se basa en: (1) grado de marmoleado Y (2) grado de madurez.

Marmoleo

Hale, D. et al., (2010) define como el marmoleado o marmoleo (grasa intramuscular) representa la distribución o dispersión de la grasa dentro de la carne. Los clasificadores evalúan la cantidad y distribución del marmoleado en la superficie expuesta del área del ojo costal, después que la media canal ha sido separada (cuarteada) entre las costillas 12 y 13. El grado de marmoleado es el principal determinante del correspondiente grado de calidad.

Características de la demanda de carne

A partir del año 2002, luego que se iniciara la exportación nacional de carne bovina a la Unión Europea (UE) e Israel, una serie de requerimientos exigidos por los mercados han venido promoviendo cambios en los sistemas productivos, que están asociados al cumplimiento de normas de aseguramiento de calidad (PABCO A, B, C) y -en el caso de la UE- a la no utilización de subproductos de origen animal en la dieta del ganado y la prohibición del uso de anabólicos como promotores del crecimiento. De esta forma, gradualmente los productores de carne interesados en exportar, han incorporado estos requerimientos, lo cual, en conjunto con la industria, ha motivado una creciente exportación de carne bovina a diferentes mercados.

De acuerdo con la información presentada en el Cuadro 3, los requerimientos de la demanda son diferenciados, ya que éstos varían en cuanto a pesos mínimos de la canal (carne en vara) y cobertura de grasa, dependiendo del mercado de destino. Esto implica animales bien terminados, provenientes de sistemas principalmente pastoriles y sin uso de anabólicos, hasta requerimientos que obligan a realizar la faena del ganado sujeta a ritos religiosos (Kosher en el caso de Israel). Por otra parte, están aquellos mercados de elite como el de Estados Unidos y México que demandan animales provenientes de engorda con granos, con canales más pesadas

(280 kg), que favorecen el depósito y la infiltración de grasa en la canal. (Catrileo, 2006)

Tabla 3. Características de la demanda por diferentes mercados Mc Kinsey and Company (2004) y otras fuentes

Destino	Exigencia	Tipo de carne	Observaciones
Europa (UE)	Trazabilidad individual de origen y movimiento. No acepta el uso de anabólicos. No acepta alimentación con subproductos avícolas	Carne magra (pastoreo) Cortes finos Peso canal: 250 kg	En la actualidad hay 2 empresas habilitadas para exportar a la UE (Carnes Ñuble y Frigosor)
USA	Trazabilidad a nivel de rebaño de origen y movimiento Acepta uso de anabólicos, carne proveniente Cumplir normas del FSIS (Federal Sanitary Inspection System) y HACCP	Carne manufactura, Cortes finos Grasa blanca (granos) Peso canal 250 a 300 kg	Implementar sistemas de trazabilidad a nivel país que cumpla con exigencias. Para algunos nichos de sistemas con alimentación : base grano (Feedlot)
Otros (México, Israel, Centro América, etc.	Trazabilidad a nivel de rebaño de origen y movimiento Acepta uso de anabólicos	Carnes magras; cortes finos (pastoreo y grano) carne manufactura peso canal: 250 kg	Israel requiere rito Kosher. También en algunos casos animales de feedlot

El manual de sistemas de producción y calidad de carne, (2013) menciona que las características que determinan la calidad de la carne de bovino, tanto las propiedades sensoriales como aquellas intrínsecas del músculo, están influenciadas por los factores que asociados al sistema de producción: el sexo, la raza, edad del animal a la matanza, nivel de alimentación, el uso de implantes, promotores del crecimiento o beta agonistas y los asociados al procesamiento, el transporte al rastro, a los métodos de matanza, al manejo del frío y el tiempo de maduración de la carne, entre otros.

Mientras que en algunos países la calidad de la carne es evaluada en función de la cantidad de grasa (más marmoleo es mejor) y la suavidad, en nuestro país la magrez de la carne es una de las características más deseables. A pesar de que hoy en día hay un mercado importante en crecimiento que busca carne suave, no se hace ninguna diferenciación en precio al productor, ni se estimula al sistema de producción de becerros. Esto ha provocado un crecimiento significativo en los procesos industriales post-cosecha de la carne, donde artificialmente se modifica la suavidad, vía la inyección de salmueras.

Efecto del sexo en la calidad de la carne

El Manual de producción y calidad de carne bovina, (2013) hace mención que el sexo influye en diversas características de calidad de la carne tales como el color y la deposición de grasa intramuscular. Se conoce que:

Las hembras depositan más grasa que los machos enteros; los machos castrados depositan más grasa intramuscular (marmoleo) que las hembras y este efecto es el que se busca en el manejo de engorda de machos castrados en países como EUA.

No hay diferencia en la suavidad de la carne procedente de machos castrados y no castrados menores de 16 meses de edad; esto es importante en la producción de carne nacional, ya que la carne distribuida en el país procede mayoritariamente de machos enteros jóvenes (alrededor de 18-20 meses).

Machos enteros producen 20% más peso de proteína al día por unidad de energía digestible consumida en comparación con los machos castrados, esto se refleja en el peso final al sacrificio que también es mayor aunque el consumo de alimento sea similar en ambos grupos de animales.

La carne de machos enteros es menos firme, más tosca y más oscura en comparación con los machos castrados.

Efecto de los implantes sobre peso de canal

Duckett, S. (2015) para facilitar las comparaciones entre los estudios construyó una base de datos de varios estudios de investigación realizados en diez años. (Gerken et al., 1995; Johnson et al., 1995; Mader, 1994; Mader et al., 1994 y 1996; Milton y otros, 1996; Pritchard, 1994; Samber et al., 1996; Senn y Wagner, 1995; Hermesmyer et al., 2000; Roeber et al., 2000; Reiling y Johnson, 2003; Platter et al., 2003; Kerth et al., 2003; Scheffler et al., 2003; Barham et al. 2003 y Johnson et al., 1996). Se resumen las respuestas por tipo de implante con el porcentaje de aumento

(disminución) de control no implantado en el mismo estudio de implante. Son determinados por factores como: peso de canal caliente (HWC), grosor de la grasa subcutánea (FT) área del musculo longissimus (LMA) y porcentaje de grasa de riñón, pélvica y grasa de corazón (KPH). La implantación de novillos con un implante estrogénico o combinado aumenta el peso de la canal caliente 5.2% o 6.3% respectivamente sobre los controles no implantados. (Fig. 10) Los esquemas de implantes que usan la aplicación de dos implantes durante la fase de finalización aumentan los HWC en 7.7%, 8.0% y 8.9% para E / E, E / C y C / C, respectivamente.

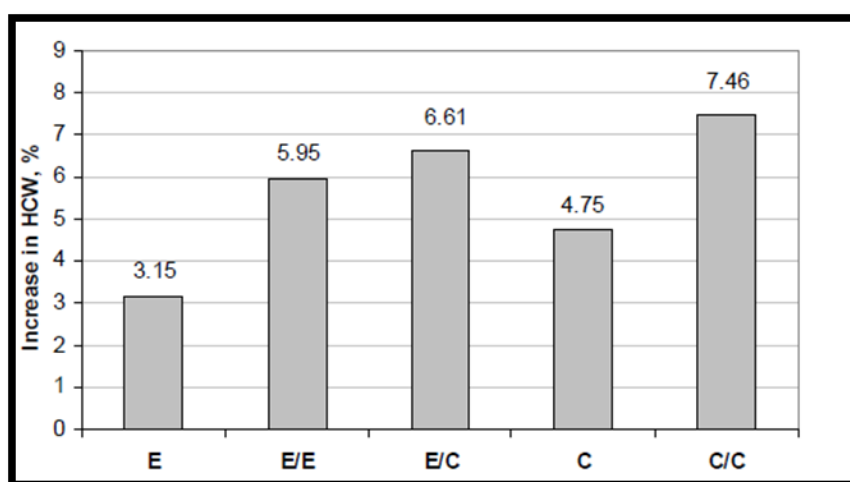


Figura 10 Porcentajes de incremento en el peso de canal caliente HWC. Con implante comparados con los no implantados Tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett, 2015)

Efecto de los implantes sobre el músculo Longissimus dorsi

Duckett, S. (2015) Menciona que el área del músculo de Longissimus (LMA) también se incrementa con la implantación. Los implantes estrogénicos aumentaron la LMA en 2.8% y 4.8% cuando se implantan una o dos veces durante la fase de acabado. Para los implantes combinados incrementan el LMA se incrementa en 5.8% y 9.0% cuando se implantan una o dos veces durante la fase de acabado. La respuesta de implante estrogénico inicial en combinación de un reimplante de compuestos estrogénicos aumenta el LMA en 7.4% una respuesta intermedia a un doble implante de compuestos estrogénicos. (Fig. 11) En la mayoría de los ensayos

de investigación que comparan varios esquemas de implantes han demostrado que hay poco o ningún cambio en el grosor de la grasa subcutánea debido a la implantación (Duckett et al., 1996; <10%). El efecto de la implantación sobre el porcentaje de grasa en el riñón, la pelvis y el corazón (KPH) parece ser variable entre los estudios ya que la mayoría de los estudios. La mayoría de los estudios no reportan cambios en el KPH, pero algunos ensayos reportan una reducción en el KPH y probablemente relacionado con HCW ya que KPH es expresado como porcentaje de HCW.

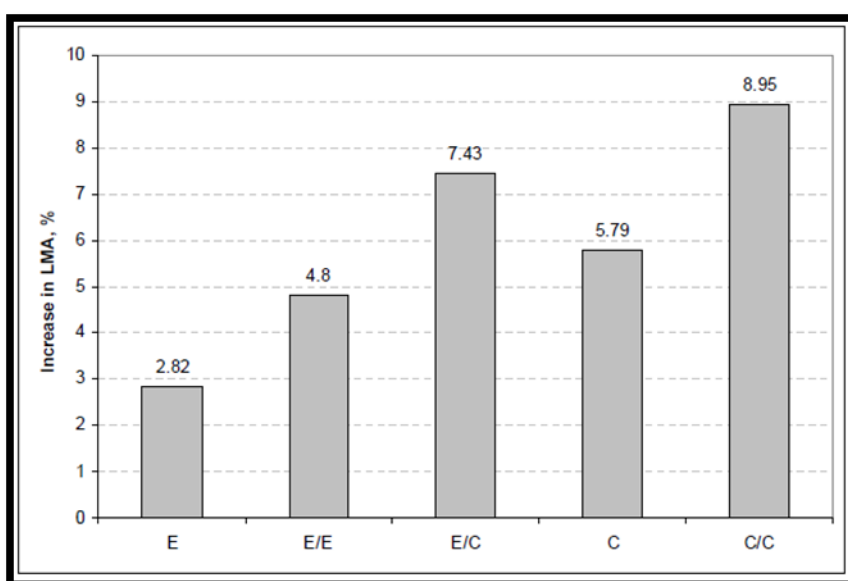


Figura 11. Incremento porcentual en el área del músculo longissimus (LMA) con la implantación sobre controles no implantados. Tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett 2015)

Efecto de los implantes sobre el marmoleo de la canal

Duckett y Andrade citados por Duckett (2015) menciona que un implante estrogénico reduce el marmoleo en 3.75%; mientras que los implantes estrogénicos o combinados dio lugar a mayores reducciones en la puntuación del marmoleo (E/E= 7.4% o E/C=11.5%) en comparación con el control no implantado no implantado. Una sola aplicación de implante combinado redujo la puntuación del marmoleo solo un 4.6% y la aplicación de dos implantes combinados redujeron el marmoleo en un

9.3%. Estas reducciones en la puntuación del marmoleo corresponden a los aumentos en el área del musculo longissimus (LMA) observado en los diferentes tipos de implantes. (Fig. 10). También han demostrado previamente que hay una relación negativa entre la puntuación del marmoleo y el LMA en el ganado implantado ($\text{Puntuación de marmoleo} = -0.796 \times \text{Porcentaje aumento LMA} - 1.99$; $r^2 = 0.68$). En investigaciones anteriores del mismo autor indican que la cantidad y composición de lípidos se ve afectado con el aumento en LMA. La reducción de la puntuación de marmoleo observada con la aplicación se muestra en la (Fig. 12).

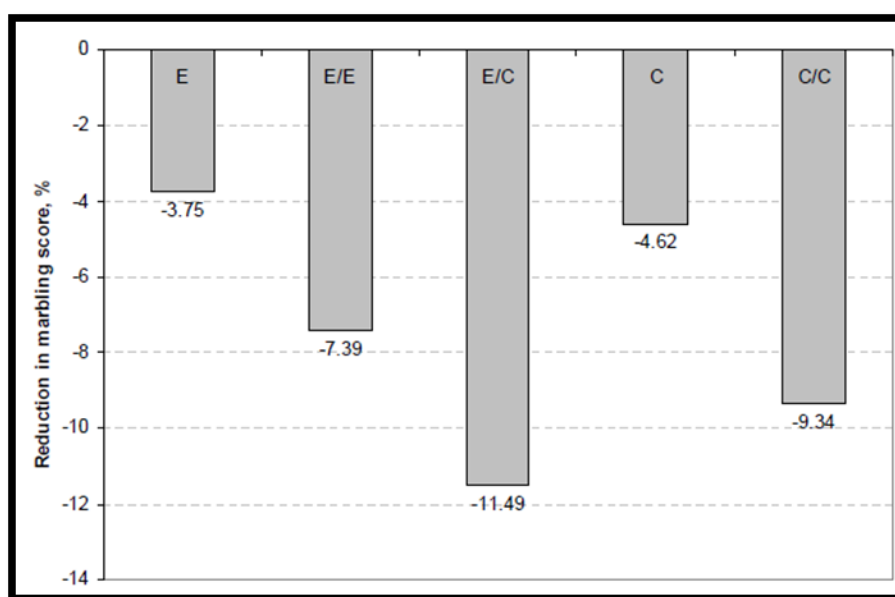


Figura 12. Porcentaje de disminución en la puntuación de marmoleo con la implantación sobre controles no implantados. Tipo de implante: actividad estrogénica (E); combinación de actividad estrogénica y androgénica (C); "/" denota reimplante. (Duckett 2015)

ESTÁNDARES DE CLASIFICACIÓN DE CANALES DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA LOS GRADOS DE CARNE DE RES

Desarrollo de las normas

Los estándares tentativos de los Estados Unidos para los grados de carne de res se formularon en 1916. Proporcionaron la base para informar uniformemente los mercados de carne de res según los grados, que se inauguró como servicio nacional a principios de 1917. Las especificaciones de los grados se mejoraron de vez en cuando. La experiencia adquirida a través de su uso indicó qué cambios eran necesarios. Se publicaron por primera vez en forma de mimeógrafo en junio de 1923. Después de pequeños cambios, se incluyeron en el Boletín No. 1246 del Departamento "Clases de mercado y grados de carne de res", que se publicó en agosto de 1924. Las audiencias públicas se llevaron a cabo en Portland, Oregón, Chicago, Illinois, y Nueva York, Nueva York, en 1925 para dar a los productores, mataderos, comerciantes de carne al por mayor y al por menor, trabajadores de colegios agrícolas y otros interesados en la comercialización de ganado y carne una oportunidad para hacer sugerencias para mejorar los estándares. Los estándares tentativos, aunque diseñados principalmente para fines de presentación de informes del mercado de la carne, se aplicaron a usos prácticos adicionales de muchas maneras. Durante la Primera Guerra Mundial, se utilizaron en la selección de carne para el ejército, la armada y los aliados. Más tarde, se incluyeron en las especificaciones de la Corporación de Flota de Emergencia para la compra de sus suministros de carne. Poco después, se incorporaron a las especificaciones de muchas empresas comerciales, entre ellas: líneas de vapor, restaurantes, hoteles, servicios de autoservicio y hospitales. USDA, (2016)

Las normas oficiales se modificaron en julio de 1939 para proporcionar una norma única para la clasificación y el etiquetado de novillos, novillas y vacas según características de calidad inherentes similares. La enmienda también modificó ciertos términos de grado para novillos, novillas y carne de vaca de "Medium," "Commun," and "Low Cutter" to "Commercial," "Utility," and "Canner," respectivamente. Una enmienda en noviembre de 1941 hizo cambios similares en

los términos de calificación para carne de toro y ciervo y estableció la siguiente terminología de grado para todas las carnes: Prime¹, Choice, Good, Commercial, Utility, Cutter y Canner. Una enmienda en octubre de 1949 eliminó todas las referencias al color de la grasa. En diciembre de 1950, se modificaron los estándares oficiales para los grados de novillo, novilla y vacas combinando los grados Prime y Choice, y designándolos como Prime, cambiando el nombre de Good grade como Choice y dividiendo el grado Commercial en dos grados al designar La carne producida a partir de animales jóvenes incluidos en la mitad superior del grado como Buena conserva la designación de grado comercial para el resto de la carne en ese grado. Se hicieron otras revisiones en los estándares para los grados Prime, Choice, Good y Commercial para aclarar y facilitar su interpretación. Los estándares para los grados de Utility, Cutter y Carnner no se vieron afectados. Estos cambios en los estándares fueron una modificación de una propuesta por parte del USDA para revisar los estándares en agosto de 1949, y se adoptaron luego de una cuidadosa consideración de los comentarios recibidos por escrito durante un período de meses y los presentados oralmente en una audiencia pública en Chicago, IL. el 28 de junio de 1950. En junio de 1956, las normas oficiales para las calidades de novillo, novilla y vaca se modificaron al dividir la calificación comercial en dos categorías estrictamente sobre la base de la madurez, y la carne de res producida a partir de animales jóvenes fue designada como estándar, mientras que la calificación comercial se mantuvo nombre para la carne producida a partir de animales maduros. Este cambio, que fue sugerido por el Comité de la Industria de Ganado y Carne, fue idéntico en principio al propuesto por el USDA en agosto de 1949. USDA, (2016)

Las normas oficiales para los grados de novillo, novilla y vacas se revisaron en junio de 1965 para poner menos énfasis en los cambios en la madurez en los grados Prime, Choice, Good y Standard. Este cambio se realizó para reflejar la información de investigación más reciente disponible sobre el efecto de la madurez en la palatabilidad de la carne de res. El marmoleo mínimo permitido en estos grados no se cambió para la carne más joven. Sin embargo, se modificó la tasa de aumento en el marmoleado requerido para compensar el aumento de la madurez, y el mínimo de marmoleo permitido en la norma, se redujo para las canales más maduras hasta en 1-1 / 2 grados en Prime, 1 grado en Choice y 3/4 de un grado en el grado Good.

Además, la revisión eliminó la consideración de los dos grados de marmoleo en exceso de los descritos como abundantes. La manera de evaluar la conformación también se aclaró al proporcionar que las canales pueden cumplir con los requisitos de conformación para un grado, ya sea a través de un desarrollo específico de musculatura o un desarrollo específico de musculatura en combinación con grasa. Esta revisión también incluyó el requisito de que todas las canales estén estriadas (corte entre la 12 y 13 costilla torácica) antes de la calificación y realizó otros cambios menores para aclarar la intención de las normas y simplificar su aplicación. Una disposición adicional estableció estándares para los grados de corte de las canales y ciertos cortes al por mayor de todas las clases de carne de res. En abril de 1962, el USDA propuso un sistema de clasificación dual para canales de carne de res, que implicaba la identificación separada de las diferencias en calidad y capacidad de corte, y se puso a disposición para su uso durante un período de un año a partir del 1 de julio de 1962. Los estándares adoptados en 1965 fueron similares a los incluidos como parte del sistema de calificación dual, pero se modificaron en base a los comentarios de la industria y la experiencia adquirida durante el período de prueba del sistema de calificación dual. En julio de 1973, se revisaron los estándares oficiales para proporcionar calificaciones de calidad separadas para la carne de vacuno de los toros jóvenes. El interés en dichos grados se debió principalmente a investigaciones anteriores que demostraron que los toros jóvenes eran superiores a los novillos en la tasa y la eficiencia de la ganancia del feedlot y la creencia de muchos productores de que exigir que esa carne se identificara como "Bull" era un impedimento para su aceptación. La investigación que comparó la palatabilidad de la carne de novillos y toros jóvenes indicó que la carne de toro joven era un poco menos apetecible y un poco más variable en palatabilidad que la carne de novillo. Estas diferencias de palatabilidad se consideraron suficientes para excluir la clasificación de la carne de toro joven sin una identificación sexual, por lo tanto, esta clase fue designada como "Buey". Los estándares de calidad para la carne de buey eran esencialmente los mismos que para el novillo, la novilla y la carne de vacunos, pero solo proporcionaban cinco grados: Prime, Choice, Good, Standard y Utility. "Bull" se mantuvo como la designación de clase para la carne de los toros más maduros, pero se eliminaron las calificaciones de calidad para dicha carne. Como resultado, los estándares de grado de rendimiento solo se aplicaron a la clasificación de la carne "Bull". Las normas de calidad para la

carne de vacuno "Stag" también se eliminaron y la carne de vacuno anteriormente incluida en esta clase se rediseñó como "Bullock" o "Bull" dependiendo de sus evidencias de madurez. También se realizaron cambios relacionados en la sección "Aplicación de estándares" y, a lo largo de los estándares, las referencias a "Grupos de capacidad de corte" se cambiaron a "grados de rendimiento". USDA, (2016)

En abril de 1975, se revisaron los estándares oficiales para eliminar la consideración de la madurez al determinar el grado de calidad (1) de todos los bueyes y (2) de todos los bovinos, novillas y vacunos incluidos en el grupo de madurez más joven al que se hace referencia en dichos estándares. Ese cambio fue el resultado de la investigación reportada porque en 1965 se realizó un cambio relacionado en los estándares para los grados de novillo, novilla y vacuno, y mostró que, para la carne en este grupo de madurez más joven, los aumentos en la madurez no tuvieron un efecto perjudicial en palatabilidad. En los grados Prime, Choice y Standard, los requisitos mínimos de marmoleo para toda la carne de res fueron revisados para que sean los mismos que se requerían previamente para la carne de res más joven en cada uno de estos grados. Sin embargo, para el grado Good, los requisitos mínimos de marmoleo para la carne más joven se incrementaron en medio grado. Para la carne de vacuno más madura en cada uno de estos grados de novillo, novilla y vacunos, se mantuvo la tasa anterior de aumento en el marmoleo con mayor madurez, pero se redujeron los requisitos mínimos de marmoleado para coordinarlos con los requisitos de marmoleado modificados para la carne de bovinos en los grupo de madurez más joven. En los grados Prime, Choice y Standard, esta reducción fue de un grado completo. En el grado Good, la reducción fue de medio grado. En esta misma revisión, la conformación también se eliminó como un factor de grado de calidad y todas las canales clasificadas debían identificarse tanto para el grado de calidad como para el grado de rendimiento. Las variaciones en la conformación han demostrado no estar relacionadas con las diferencias en la palatabilidad y su efecto en los rendimientos de los recortes minoristas se midió mejor por los grados de rendimiento. La combinación de estos dos cambios (1) eliminó un factor (conformación) cuyo uso había contribuido a variaciones en la calidad de la carne en los grados de calidad, y (2) proporcionó una medida mejorada del valor de la canal. Ambos cambios fueron originalmente propuestos por el USDA en 1962. Un cambio adicional redujo la

madurez máxima permitida para novillos, novillas y vacas de vacuno en los grados Good y Standard a la misma que la permitida en Prime y Choice. Los cambios que se hicieron en el grado bueno se diseñaron para reducir la variabilidad de la carne de res en ese grado y para hacer que sea un grado muy restrictivo, más magro que la opción que podría ser más ampliamente utilizado que el grado Good anterior. Estas normas revisadas originalmente estaban programadas para entrar en vigencia el 14 de abril de 1975, pero debido a una serie de acciones judiciales, no se implementaron hasta el 23 de febrero de 1976. USDA, (2016)

En octubre de 1980, se modificaron los estándares oficiales para las calidades de novillo, novilla, vaca y buey y las regulaciones relacionadas. Las condiciones necesarias para la eliminación de las designaciones de grado de rendimiento de la carne de vacuno clasificada oficialmente se aclararon 1) especificando un espesor máximo de grasa (3/4 pulgada) que se debe cumplir antes de la extracción y, 2) especificando los elementos a los que se aplica el requisito. Se agregó lenguaje específico para hacer que las canales que tienen las características del hueso de la costilla o el espesor de la grasa sobre el chuletón alterado no sean aptas para la clasificación y para especificar que la presentación de dichas canales para una determinación oficial de grado se considerará una práctica fraudulenta o engañosa. Se hicieron cambios en las regulaciones para proporcionar en general la clasificación solo en forma de carcasa y solo en el establecimiento donde el animal fue sacrificado o enfriado inicialmente. Además, se estableció un período mínimo de 10 minutos entre las nevaduras y la presentación para la calificación. Estos cambios se diseñaron para aumentar la precisión y la uniformidad de las determinaciones de la calidad de la carne de res y para proporcionar información más precisa sobre la calificación a los compradores de carne de res mediante la reducción de la variación en las condiciones bajo las cuales se podría lograr la clasificación. En noviembre de 1987, se modificaron las normas oficiales para cambiar el nombre de la calificación de Estados Unidos de América. Good a EE. UU. Se modificó el nombre a Select para las canales de novillos, novillas, vacas y bueyes. La revisión no modificó los requisitos para la calificación, solo el nombre de la calificación. Aunque los cambios de 1975 en la calificación de Good tuvieron un grado muy restrictivo y menor que el de Choice, la calificación de Good no se utilizó ampliamente. Este cambio proporcionó a la industria un término de grado mejorado para usar en la

comercialización de este tipo de carne de res a los consumidores que desean una alternativa a Choice. USDA, (2016)

En abril de 1989, se revisaron las normas oficiales para permitir que la calificación oficial consistiera únicamente en la calificación de calidad, la calificación de rendimiento solamente o una combinación de ambas. No se realizaron cambios en el grado de rendimiento real ni en los requisitos de calidad. El cambio se realizó para permitir a la industria una mayor flexibilidad en el uso del sistema de clasificación de carne de res para proporcionar a los consumidores los niveles de acabado deseados.

En enero de 1997, se revisaron las normas oficiales para restringir el grado de Select a solo la madurez A y para aumentar el grado de marmoleado requerido para la elección al mínimo modesto a lo largo de la madurez B. Estos cambios se realizaron para mejorar la uniformidad y consistencia dentro de los grados de Choice y Select. En agosto de 2001, se aprobó un instrumento de clasificación para determinar el tamaño del área del ojo de la costilla. La evaluación del grado de rendimiento del instrumento fue aprobada para su uso en marzo de 2007, seguida de la evaluación del veteado en septiembre de 2009. La implementación de la tecnología del instrumento ayudó a la industria procesadora de carne de res a proporcionar información más detallada sobre canales a los productores de ganado. USDA, (2016)

Aplicación de normas para los grados de carne de res en canal.

Los grados de carne de res de la canal identifican dos consideraciones generales separadas: 1) el rendimiento indicado de cortes minoristas deshuesados estrechamente recortados (1/2 pulgada o menos) se espera que se derive de los cortes mayoristas principales (redondos, solomillo, lomo corto, costilla y chuck de corte cuadrado) de una canal, en este documento se denomina "grado de rendimiento" y, 2) características de la carne que predicen la palatabilidad del magro, en este documento se denomina "grado de calidad". El grado de una canal de novillo, novilla, vaca o buey puede consistir únicamente en el grado de calidad, solo

el grado de rendimiento o una combinación del grado de calidad y el grado de rendimiento. El grado de una canal de toro consiste únicamente en el grado de rendimiento.

Clasificación de canales por grado de calidad

Los estándares de grado de carne de res de la canal se escriben de manera que los estándares de grado de calidad y grado de rendimiento estén contenidos en secciones separadas. La sección de calificación de calidad se divide en dos secciones separadas aplicables a las canales de: (1) novillos, novillas y vacas, y (2) bueyes. Ocho designaciones de grado de calidad: Prime, Choice, Select, Standard, Commercial, Utility, Cutter y Canner, son aplicables a las canales de novillos y novillas. Excepto Prime, las mismas designaciones se aplican a las canales de vaca. Las designaciones de grado de calidad para las canales de toretes o bueyes son Prime, Choice, Select, Standard y Utility. Hay cinco grados de rendimiento aplicables a todas las clases de carne de res, indicada por los números 1 a 5, que es representado como el mayor grado de rendimiento con el número 1 de capacidad de corte.

El USDA utiliza fotografías y otras ayudas o dispositivos objetivos designados por el Servicio de Comercialización Agrícola (AMS) en la correcta interpretación y aplicación de las normas. Para determinar el grado de una canal, se debe dividir la parte posterior en dos lados y uno o ambos lados se deben separar parcialmente en un cuarto trasero y cuarto delantero cortándolos con una sierra y un cuchillo en la medida de lo posible, como sigue: Una sierra cortada perpendicular tanto al eje largo como a la superficie dividida de la columna vertebral se realiza a través de la vértebra torácica número 12 en un punto que no deja más de la mitad de esta vértebra en los cuartos traseros. El corte del cuchillo a través del músculo *longissimus dorsi* o ribeye comienza, o termina, frente al corte de sierra descrito anteriormente. Desde ese punto, se extiende a través del músculo del ribeye perpendicular a la superficie exterior de la piel de la carcasa en un ángulo hacia el cuarto posterior, que es ligeramente mayor (más casi horizontal) que el ángulo formado por la 13^a costilla con la columna vertebral del trasero posterior a ese punto.

Como resultado de este corte, el extremo exterior de la superficie cortada del músculo ribeye está más cerca de la 12^a costilla que el extremo al lado del hueso del mentón. Más allá del chuletón, el corte con cuchillo continuará entre las costillas 12 y 13 hasta un punto que expondrá adecuadamente la distribución de grasa y se apoyará en esta área. El corte de la cuchilla se puede hacer antes o después de la sierra, pero debe ser suave y uniforme, tal como resultaría de un solo golpe de una cuchilla muy afilada. USDA, (2016)

Las lesiones en la musculatura del ribeye o defectos que puedan afectar la determinación de la clasificación se tomarán como una práctica fraudulenta. Por lo tanto no serán elegibles para la determinación de grado de calidad. Las canales que se les haya retirado más de una cantidad menor de grasa externa no podrán ser elegibles para una determinación de grado de rendimiento, aunque las canales con solo una cantidad menor de grasa externa pueden ser calificadas si el graduador oficial determina que se puede realizar una determinación precisa de grado de rendimiento. Aunque las canales completas con más de pequeñas cantidades de magra eliminadas de los cortes mayoristas (redondos, solomillo, lomo corto, costilla o chuck de corte cuadrado) no serán elegibles para las determinaciones de grado de rendimiento, las partes restantes de estas canales no se verán afectadas por la eliminación de magro seguirá siendo elegible para las determinaciones de grado de calidad, siempre que esté disponible una sección transversal en la costilla 12 a 13 y se puedan realizar determinaciones de grado precisas. USDA, (2016)

Cuando ambos lados de una canal han sido estriados antes de la presentación para la clasificación y las características de los dos ribeyes (área, veteado, color, textura y firmeza) justificarían diferentes grados de calidad y / o rendimiento, la calificación final de la carcasa debe reflejar el "más alto" de cada uno de estos grados según lo determinado desde cada lado. USDA, (2016)

Las canales que califican para cualquier grado en particular pueden variar con respecto a su desarrollo relativo de los diversos factores de grado. Habrá canales que califican para un grado en particular, algunas de cuyas características pueden ser más típicas de otro grado. Por ejemplo, en comparación con las descripciones de madurez contenidas en los estándares, una canal particular podría tener un mayor

grado relativo de osificación de los cartílagos en los extremos de sus vértebras lumbares que sus otras evidencias de madurez. En tales casos, la madurez de la carcasa no se determina únicamente por la osificación de las vértebras lumbares, pero tampoco se ignora. Se consideran todos los factores que indican la madurez. Al realizar cualquier evaluación compuesta de dos o más factores, debe recordarse que rara vez se desarrollan en el mismo grado. Debido a que no es práctico describir el número casi ilimitado de combinaciones de características reconocibles, los estándares para cada grado de calidad y rendimiento solo describen la carne de res que tiene un grado relativamente similar de desarrollo de los diversos factores que afectan su calidad y rendimiento. Además, los estándares de calidad y grado de rendimiento describen la carne de res, que es representativa de los límites inferiores de cada grado de calidad y grado de rendimiento. USDA, (2016)

Para la carne de novillo, novilla y vacuno, la calidad de la magra se evalúa considerando su marmoleo y firmeza como se observa en una superficie cortada en relación con las evidencias de madurez de la canal. La madurez de la canal se determina al evaluar el tamaño, la forma y la osificación de los huesos y cartílagos, especialmente los huesos de la barbilla, y el color y la textura de la carne magra. En los huesos del lomo fracturado, los cambios de osificación se producen en una etapa más temprana de la madurez en la porción posterior de la columna vertebral (vértebras sacras) y en las etapas progresivamente más avanzadas de madurez en las vértebras lumbares y torácicas. Los cambios en la osificación que se producen en los cartílagos en los extremos de las vértebras torácicas divididas son especialmente útiles para evaluar la madurez y estas vértebras se mencionan con frecuencia en los estándares. A menos que se especifique lo contrario en las normas, siempre que se haga referencia a la osificación de cartílagos en las vértebras torácicas, esto se interpretará como referencia a los cartílagos unidos a las vértebras torácicas en el extremo posterior. El tamaño y la forma de los huesos de las costillas también son consideraciones importantes para evaluar las diferencias en la madurez. En las canales más jóvenes consideradas como "carne de res", los cartílagos en los extremos de los huesos del lomo no muestran osificación, el cartílago es evidente en todas las vértebras de la columna vertebral y las vértebras sacras muestran una separación clara. Además, las vértebras divididas suelen ser suaves y porosas y de color muy rojo. En tales cadáveres, los huesos de las costillas

tienen solo una ligera tendencia a la planitud. En las canales progresivamente más maduras, los cambios de osificación se hacen evidentes primero en los huesos y cartílagos de las vértebras sacras, luego en las vértebras lumbares y, más tarde, en las vértebras torácicas. En la carne de vacuno, que es muy avanzada en madurez, todas las vértebras divididas estarán desprovistas de color rojo, muy duro y fino, y los cartílagos en los extremos de todas las vértebras estarán completamente osificados. Del mismo modo, con el avance de la madurez, los huesos de las costillas se volverán progresivamente más anchos y más planos, lo que se muestra en gran medida. Carne madura cuyas costillas serán muy anchas y planas. USDA, (2016)

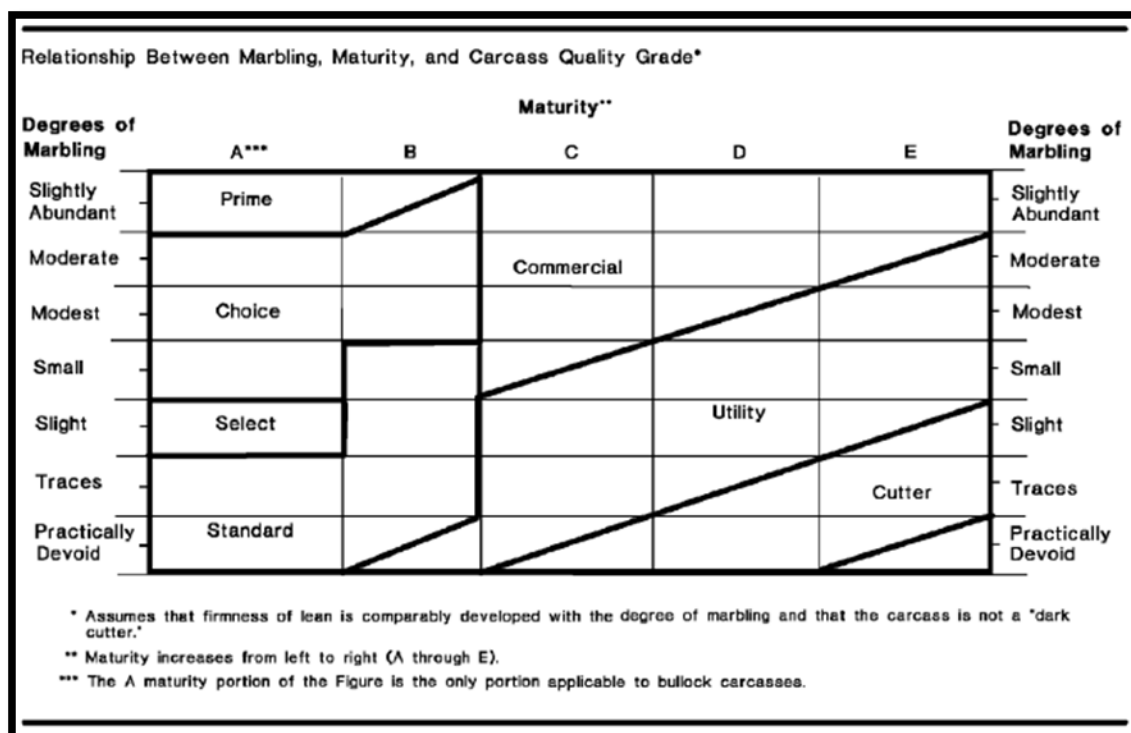
En novillos, novillas y vacunos, el color y la textura de la carne magra también experimentan cambios progresivos con el avance de la madurez. En las carcasas más jóvenes consideradas como "carne de res", la carne magra tendrá una textura muy fina y un color rojo grisáceo claro. En canales cada vez más maduras, la textura de la magra se volverá más gruesa y el color de la magra se volverá más rojo oscuro. En carnes muy maduras, la carne magra tendrá una textura muy gruesa y un color rojo muy oscuro. Dado que el color del magro también se ve afectado por las variaciones en la calidad, las referencias al color del magro en los estándares para un grado dado de madurez varían ligeramente con diferentes niveles de calidad. Al determinar la madurez de una carcasa en la que las evidencias esqueléticas de madurez son diferentes de las indicadas por el color y la textura de la magra, se pone un poco más énfasis en las características de los huesos y cartílagos que en las características de la magra. En ningún caso se puede considerar la madurez general de la canal más de un grupo de madurez completa diferente de la indicada por sus huesos y cartílagos. USDA, (2016)

Los dos párrafos anteriores también son aplicables a la determinación de la calidad en la carne de buey, a excepción de las carcasas que tienen colores de color magro más oscuros que los especificados en los estándares para el nivel de calidad para el que, de lo contrario, calificarían. En tales canales, la madurez se evaluará basándose únicamente en las características del esqueleto, y la calificación final se determinará de acuerdo con los procedimientos especificados en las normas para clasificar la "carne de res de corte oscuro".

Al determinar el cumplimiento de los límites máximos de madurez para las calidades Prime, Choice y Standard para novillos, novillas y canales de vacas, el color y la textura de la carne magra se consideran solo cuando los factores que indican la madurez, aparte del color y la textura de la carne magra, indique solo un grado de madurez ligeramente más avanzado que el especificado como máximo para estos grados, y siempre que el magro de la canal tenga una textura considerablemente más fina y un color más claro que lo normal para el grado y la madurez en cuestión. El mismo principio, a la inversa, es igualmente aplicable para determinar el cumplimiento de los límites mínimos de vencimiento de la calificación Commercial. Estas normas son aplicables a la clasificación de la carne de res en toda la gama de madurez dentro de la cual se comercializa el ganado. Sin embargo, en los cadáveres de novillos, novillas y vacas, el rango de madurez permitido dentro de cada grado varía considerablemente. Los grados Prime, Choice, Select y Standard están restringidos a la carne de vacuno joven; el grado Commercial se restringe a la carne de res de ganado demasiado maduro para Prime, Choice y Standard; y los grados Utility, Cutter y Canner pueden incluir carne de res de animales de todas las edades. Por definición, las canales de bueyes están restringidas a aquellas cuyas evidencias de madurez no superan las especificadas para la coyuntura de los dos grupos de madurez más jóvenes a los que se hace referencia en las normas para las canales de novillos, novillas y vacas. Excepto para el grupo de madurez más joven y el grado de elección en el segundo grupo de madurez, dentro de cualquier grado específico, los requisitos para el marmoleado aumentan progresivamente con evidencias de avance de la madurez. En el grupo de madurez más joven, los requisitos de marmoleado no aumentan progresivamente con evidencias de madurez en avance. Para cada grado, los requisitos de firmeza son diferentes para cada grupo de madurez, pero, dentro de cada grupo de madurez, los requisitos de firmeza no aumentan progresivamente con las evidencias de avances en la madurez. Además, independientemente de la medida en que el veteado puede exceder el mínimo de un grado, una canal debe cumplir con los requisitos mínimos de firmeza para que su vencimiento califique para ese grado. Para facilitar la aplicación de estos principios, las normas reconocen cinco grupos de madurez diferentes y siete grados diferentes de veteado. USDA, (2016) Los cinco grupos de madurez se identifican en la tabla 13 como A, B, C, D y E en orden de

madurez creciente. Los límites de estos cinco grupos de madurez se especifican en las descripciones de grado para carcasas de novillos, novillas y vacas. La parte de vencimiento A de la figura es la única parte aplicable a las canales de bueyes. Los grados de veteado referenciados en las especificaciones, en orden de cantidad descendente son: Ligeramente abundantes, moderados, modestos, pequeños, ligeros, trazas y prácticamente desprovistos. Sin embargo, para los programas de evaluación de canales y otros propósitos, se reconocen tres grados superiores: moderadamente abundantes, abundantes y muy abundantes. Las ilustraciones de los límites inferiores de nueve de estos diez grados de marmoleo están disponibles en el USDA.

Cuadro 4. Tabla de calificación madurez y marmoleo. (United States Standards for Grades of Carcass Beef, 2016)



La relación entre el veteado, la madurez y el grado de calidad se muestra en el Cuadro 4. Esta figura asume que la firmeza de la inclinación está desarrollada de manera similar con el grado de marmoleo y que la canal no es un "corte oscuro". Desde esta figura puede verse, por ejemplo, el requisito mínimo de marmoleado para la elección varía desde una cantidad mínima o pequeña para canales a lo largo

del grupo de madurez más joven hasta una cantidad máxima pequeña para las canales que tienen la madurez máxima permitida para su elección o clasificación, en el grado Commercial el mínimo. El marmoleo y otras características de la carne magra especificadas para los distintos grados se basan en su apariencia en el músculo de ribeye de canales adecuadamente enfriadas que tienen las nervaduras entre las costillas 12 y 13. Para los programas de evaluación de canales y otros propósitos, en los grados Prime y Commercial, Las referencias al color de la carne magra en los estándares para novillos, novillas y vacunos implican solo los colores asociados con los cambios en la madurez. No se pretende que se apliquen a los colores magros asociados con la llamada "carne de vacuno de corte oscuro". Se cree que la "carne de vacuno de corte oscuro" es el resultado de un contenido reducido de azúcar del magro en el momento de la matanza. Como resultado, esta condición no tiene el mismo significado en la calificación que los tonos de rojo más oscuros asociados con el avance de la madurez. USDA, (2016)

El color oscuro de la carne magra es asociado con la "carne de vacuno de corte oscuro" está presente en diversos grados, desde el que es apenas evidente hasta los llamados "cortes oscuros" en los que la carne magra es en realidad casi negro en color y generalmente tiene una textura de "Gomita". Aunque hay poca o ninguna evidencia que indique que la condición de "corte oscuro" tenga algún efecto adverso sobre la palatabilidad, se considera en la calificación debido a su efecto sobre la aceptabilidad y el valor. Dependiendo del grado en que se desarrolle esta característica, la calificación final de las canales que tengan esta característica para las calificaciones Prime, Choice o Select puede reducirse tanto como una calificación completa. En el caso de la carne de res que sea elegible para la calificación Standard o Commercial, la calificación final se puede reducir hasta la mitad de una calificación. En los grados de Utility, Cutter y Canner, esta condición no se considera. USDA, (2016)

Clasificación de canales grado de rendimiento

El grado de rendimiento de una canal de carne de res se determina considerando cuatro características:

1. La cantidad de grasa externa
2. La cantidad de grasa renal, pélvica y cardíaca
3. El área del músculo del ribeye
4. El peso de la canal

La cantidad de grasa externa en una canal se evalúa en términos del grosor de esta grasa sobre el músculo ribeye, medido perpendicular a la superficie exterior en un punto tres cuartos de la longitud del ribeye desde su extremo del hueso del lomo. Esta medida se puede ajustar, según sea necesario, para reflejar cantidades inusuales de grasa en otras partes de la canal. Al determinar la cantidad de este ajuste, si lo hubiera, se presta especial atención a la cantidad de grasa en áreas como la falda, la pelvis, el flanco, el riñón o la ubre, la parte interna, la grupa y las caderas en relación con el grosor real de la grasa sobre el chuletón. Por lo tanto, en una canal que es más gruesa en otras áreas que lo indicado por la medición de la grasa sobre el chuletón, la medición se ajusta hacia arriba. A la inversa, en una canal que tiene menos grasa sobre las otras áreas que lo indicado por la medición de grasa sobre el ribeye, la medición se ajusta hacia abajo. En muchas canales no es necesario tal ajuste; sin embargo, un ajuste en el grosor de la medición de la grasa de una décima o dos décimas de pulgada no es infrecuente. En algunas canales puede ser necesario un ajuste mayor. A medida que aumenta la cantidad de grasa externa, el porcentaje de cortes minoristas disminuye: cada cambio de una décima de pulgada en el grosor de grasa ajustado sobre el chuletón cambia el grado de rendimiento en un 25 por ciento de un grado de rendimiento. USDA, (2016)

La cantidad de grasa renal, pélvica y cardíaca considerada para determinar el grado de rendimiento incluye el botón de riñón (grasa renal y circundante), la grasa lumbar y pélvica en el lomo y la cobertura, y la grasa cardíaca en el área de chaleco y pecho, que son eliminado al hacer los cortes de venta al por menor. La cantidad de estas grasas se evalúa subjetivamente y se expresa como un porcentaje del peso de la canal. A medida que aumenta la cantidad de grasa en los riñones, la pelvis y el corazón, el porcentaje de cortes minoristas disminuye: un cambio del 1% del peso de la carcasa en estas grasas cambia el grado de rendimiento en un 20% de un grado de rendimiento. USDA, (2016)

El área del chuletón se determina en el músculo que está expuesto por el corte longitudinal mismo que usa para la determinación de calificación de calidad. Esta área generalmente se estima subjetivamente; sin embargo, puede ser medido. Un aumento en el área de chuletón aumenta el porcentaje de cortes minoristas: un cambio de 1 pulgada cuadrada en el área de chuletón cambia el grado de rendimiento en aproximadamente el 30 por ciento de un grado de rendimiento. USDA, (2016)

El peso en canal caliente (o el peso en canal refrigerado x 102 por ciento) se utiliza para determinar el grado de rendimiento. A medida que aumenta el peso de la canal, el porcentaje de cortes minoristas disminuye: un cambio de 100 libras en el peso de la canal caliente cambia el grado de rendimiento en aproximadamente el 40 por ciento de un grado de rendimiento. USDA, (2016)

Los estándares incluyen una ecuación matemática para determinar el grado de rendimiento. Esta calificación se expresa como un número entero. Por ejemplo, si el cálculo da como resultado una designación de 3.9, la calificación final es 3; no se redondea a 4. Si la calificación de rendimiento se determina a través de medios objetivos (por ejemplo, instrumentación), la designación resultante puede incluir una parte fraccionaria. Independientemente de los medios de determinación, el agregado se elimina para consideración de la solicitud de calificación. USDA, (2016)

Los estándares de grado de rendimiento para cada uno de los primeros cuatro grados de rendimiento enumeran las características de dos canales de dos pesos

diferentes junto con las descripciones del patrón de deposición de grasa habitual en varias áreas de la canal. Estas descripciones no son requisitos específicos, se incluyen solo como ilustraciones de canales que están cerca de los límites entre los grupos. Por ejemplo, las características enumeradas para el grado de rendimiento 1 representan las canales que están cerca del límite de los grados de rendimiento 1 y 2. Estas descripciones facilitan la determinación subjetiva del grado de rendimiento sin realizar mediciones y cálculos detallados. El grado de rendimiento para la mayoría de las canales de res puede determinarse con precisión sobre la base de una evaluación visual. Las medidas objetivas detalladas extienden la precisión a las partes fraccionarias. USDA, (2016)

El grado de rendimiento de una canal de carne de res se determina sobre la base de la siguiente ecuación: grado de rendimiento: $2.50 + (2.50 \times \text{grosor de grasa ajustado, pulgadas}) + (0.20 \times \text{por ciento de grasa renal, pélvica y cardíaca}) + (0.0038 \times \text{caliente Peso de la carcasa, libras}) - (0,32 \times \text{área ribeye, pulgadas cuadradas})$. USDA, (2016)

Los grados de rendimiento se clasifican de 1 a 5 siendo 1 el grado más alto y 5 el grado más bajo:

Rendimiento de grado 1.

Una canal en el grado de rendimiento 1 generalmente tiene solo una capa delgada de grasa externa sobre las costillas, lomos, nalgas y fada, y depósitos leves de grasa en los flancos y cod (grasa acumulada de la castración) o la ubre. Por lo general, hay una capa muy delgada de grasa en el exterior de las piernas y en la parte superior de los hombros y cuellos. Los músculos generalmente son visibles a través de la grasa en muchas áreas de la canal.

Una canal de 700 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 1 y 2, podría tener dos décimas de pulgada de

grasa sobre el ribeye, 12.5 pulgadas cuadradas de ribeye y 1.5 por ciento de su peso en el riñón, la pelvis y la grasa del corazón.

Una canal de 1,100 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 1 y 2, podría tener cuatro décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 19.1 pulgadas cuadradas de ribeye y el 2.0 por ciento de su peso en el riñón, la pelvis y la grasa del corazón. USDA, (2016)

Rendimiento de grado 2.

1. Una canal en el rendimiento de grado 2 generalmente está casi completamente cubierta de grasa, pero el magro de la carne es claramente visible a través de la grasa sobre el exterior del cuello, la parte superior de los hombros y los cuellos. Por lo general, hay una capa ligeramente delgada de grasa sobre los lomos, las costillas y las piernas internas y la grasa sobre las nalgas, las caderas y las faldas generalmente es un poco gruesa. Por lo general, hay pequeños depósitos de grasa en los flancos y el cod o la ubre.
2. Una canal de 700 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 2 y 3, podría tener cinco décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 12.3 pulgadas cuadradas de ribeye y 2.5 por ciento de su peso en el riñón, la pelvis y la grasa del corazón.
3. Una canal de 1,100 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 2 y 3, podría tener seis décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 18.1 pulgadas cuadradas de ribeye y 3.0 por ciento de su peso en riñón, pélvica y la grasa del corazón. USDA, (2016)

Grado de rendimiento 3.

Una canal en el grado de rendimiento 3 generalmente está completamente cubierta de grasa y el magro generalmente es visible a través de la grasa solo en los cuellos y en la parte inferior del exterior de las piernas. Por lo general, hay una capa ligeramente gruesa de grasa sobre los lomos, costillas y piernas internas, y la grasa sobre las nalgas, las caderas y los terrones generalmente es moderadamente gruesa. Generalmente hay depósitos de grasa ligeramente grandes en los flancos y lonja o la ubre.

Una canal de 700 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 3 y 4, podría tener siete décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 11.0 pulgadas cuadradas de ribeye y 3.0 por ciento de su peso en el riñón, la pelvis y la grasa del corazón.

Una canal de 1,100 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 3 y 4, podría tener ocho décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 16.9 pulgadas cuadradas de ribeye, 3.5 por ciento de su peso en el riñón, la pelvis y la grasa del corazón. USDA, (2016)

Rendimiento de grado 4.

Una canal en el grado de rendimiento 4 generalmente está completamente cubierta de grasa. Los únicos músculos generalmente visibles son los de las patas y el exterior de las planas y los flancos. Por lo general, hay una capa de grasa moderadamente gruesa sobre los lomos, las costillas y las piernas internas, y la grasa sobre las nalgas, las caderas y los terrones generalmente es gruesa. Por lo general, hay grandes depósitos de grasa en los flancos y el cod o la ubre.

Una canal de 700 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 4 y 5, podría tener nueve décimas de pulgada de grasa sobre el ribeye, 9.8 pulgadas cuadradas de ribeye y 3.5 por ciento de su peso de la carcasa en el riñón, Pélvica, y grasa del corazón.

Una canal de 1,100 libras de este grado de rendimiento, que está cerca del límite de los grados de rendimiento 4 y 5, podría tener una pulgada de grasa sobre el ribeye, 15.6 pulgadas cuadradas de ribeye y 4.0 por ciento de su peso en la grasa del riñón, pelvis y corazón. USDA, (2016)

Rendimiento de grado 5.

Una canal en rendimiento de grado 5 generalmente tiene más grasa en todas las distintas partes, un área más pequeña de chuletón y más grasa de riñón, pélvica y corazón que una canal en rendimiento de grado 4. USDA, (2016)

Capítulo 2

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La zona del estudio tuvo lugar en Mexicali, Baja California, México. Con dirección en la carretera Mexicali a Tijuana kilómetro 13.5. Poblado la Rosita.

Las coordenadas geográficas obtenidas del (mapa 2018 google, INEGI, México) con 32°36'05.4" latitud Norte y 115°36'37.0" longitud Oeste donde tenemos una explotación de 85,000 cabezas de ganado bovino destinado para producción de carne.

Materiales usados

1. Vaquillas menores a 20 meses de edad
2. Prensa de manejo para aseguramiento del ganado
3. Basculas
4. Computadoras con programa de registro SIAP (Sistema integral de abasto y producción) y hojas de calculo
5. Lectores de código de barras (identificación de arete individual)
6. Aretes tipo arpón de color de identificación de corral y tratamiento
7. Pistola aretadora
8. 4 corrales con capacidad de 72 cabezas
9. Pistola de embolo retráctil (noqueo de animales en rastro)
10. BeefCam (herramienta para clasificación de canales)

Diseño de experimento

Composición racial: Se seleccionó un corral de producción de hembras menores de 24 meses de edad y cercanas al reimplante para segregaras por tipo racial donde solo se seleccionó animales con características: tipo Europeo (Hereford, Simmental, Limousine, Beefmaster, Charoláis, Angus Rojo y Brangus).

Una vez seleccionados los corrales que tienen ganado con las características deseadas, se programó la fecha de reimplante y la formación de corrales demostrativos para llevar a cabo el manejo de los corrales para inicio de la demostración:

Registro de identificación individual

Se Registró los códigos de arete manual y en sistema por individuo con lector de código de barras y hojas de trabajo en campo para asegurar la información y generar a base de datos en el área de manejo de ganado reimplante

Registro de Peso

Se Registró el peso en el momento de pasar cada animal por la prensa de aseguramiento de ganado en el momento de la formación de los corrales demostrativos esta información la registre en el sistema SIAP y las hojas de trabajo de campo y se generó una base de datos con esta información

Identificación de Ganado

Se Identificó el ganado con un arete de color para cada corral donde se aplicó las siglas del tratamiento y numero de corral también se identificó el corral con un letrero de los días de tratamiento con Zilpaterol (Fig. 13)



Figura 13 descripción de arete tipo arpón con de identificación de tratamiento y numero de corral (elaboración propia. 2018)

Formación de corrales

Se formaron los corrales por medio del sistema de parejas dependiendo del tipo de ganado, mediante el cual se formarán simultáneamente dos corrales del mismo rango de peso para controlar peso al reimplante e indirectamente el peso de origen, origen del ganado, merma por tránsito y tiempo de formación de los corrales. Se controló fuentes de variación como ser espacio de bebedero, de comedero, de sombra y densidad en corral, los corrales se formaron con la misma capacidad de animales, ya que los corrales donde se hizo la demostración tienen las mismas medidas y estructura de corral para brindar las mismas oportunidades en espacio de comedero, bebedero y metros cuadrados por cabeza. En la formación simultanea de los corrales se llevó a cabo la aplicación de tratamientos según la clase, el tratamiento y el corral a donde van dirigidos.

Reimplante con 120 mg Acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina.

Reimplante con 200 mg Propionato testosterona y 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina.

Definición de tratamientos

El ensayo se llevó a cabo con 2 tratamientos con el mismo agonistas β -adrenérgico. Estos llevan el mismo periodo de engorda con la diferencia que uno llevo 20 días de alimentación con clorhidrato de zilpaterol contra 30 días de alimentación con clorhidrato de zilpaterol y un periodo de retiro de 5 días.

Asignación de tratamientos

Tratamientos: Se designaron los siguientes tratamientos para medir el efecto de la utilización en el proceso de producción y las diferentes opciones de implantes y agonistas β -adrenérgicos.

Tratamiento 1

Se Utilizó 1 corral con hembras europeas, donde se pesaron los animales un día antes de su programa de cambio de alimentación. En ese momento se dio destino al 50 % de los animales a otro corral con mismas características y uno de los corrales recibió alimento con clorhidrato de zilpaterol al día siguiente de haberse pesado hasta completar 30 días de tratamiento y el otro corral lo programe 10 días después para iniciar su alimentación con Clorhidrato de zilpaterol para cumplir con el tratamiento de 20 días alimentado con clorhidrato de zilpaterol, esto se hizo con el fin de hacer coincidir sus fechas de retiro de 5 días y su sacrificio

1. Vaquillas europeas con implante con 120 mg acetato de trembolona, 24 mg estradiol 29 mg tartrato de tilosina y 30 días de clorhidrato de zilpaterol, 50% de corral **GT1-30**
2. Vaquillas europeas con implante con 120 mg acetato de trembolona, 24 mg estradiol 29 mg tartrato de tilosina y 20 días de clorhidrato de zilpaterol, 50% de corral **GT1-20**

Tratamiento 2

Se Utilizó 1 corral con hembras europeas, donde se pesaron los animales un día antes de su programa de cambio de alimentación. En ese momento se dio destino al 50 % de los animales a otro corral con mismas características y uno de los corrales recibe alimento con clorhidrato de zilpaterol al día siguiente de haberse pesado hasta completar 30 días de tratamiento y el otro corral lo programe 10 días después para iniciar su alimentación con Clorhidrato de zilpaterol para cumplir con el tratamiento de 20 días alimentado con clorhidrato de zilpaterol esto se hizo con el fin de hacer coincidir sus fechas de retiro de 5 días y su sacrificio

1. Vaquillas europeas con implante 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina y 30 días de clorhidrato de zilpaterol, 50% de corral **GT2-30**
2. Vaquillas europeas con implante 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina y 20 días de clorhidrato de zilpaterol, 50% de corral **GT2-20**

Alimentación

El procedimiento de alimentación se realizó de forma homogénea para los corrales demostrativos donde se ofreció la misma fórmula de alimento hasta antes cambiar la alimentación al ganado con la fórmula de clorhidrato de zilpaterol. En los últimos 35 días antes del sacrificio se describe a continuación el programa de alimentación de los grupos experimentales:

GT1-30 Se ofreció 30 días de alimento con clorhidrato de zilpaterol y 5 días con alimentación libre de clorhidrato de zilpaterol

GT1-20 se ofreció 10 días con formula de producción, 20 días de alimentación con clorhidrato de zilpaterol y 5 días con alimentación libre de clorhidrato de zilpaterol

GT2-30 Se ofreció 30 días de alimento con clorhidrato de zilpaterol y 5 días con alimentación libre de clorhidrato de zilpaterol

GT2-20 se ofreció 10 días con formula de producción, 20 días de alimentación con clorhidrato de zilpaterol y 5 días con alimentación libre de clorhidrato de zilpaterol

El ofrecimiento y ajustes de alimentación se hicieron por parte del personal asignado a esta tarea siguiendo el programa de alimentación de cada grupo demostrativo. En el caso de la administración de las formulas con los agonistas β -adrenérgicos:

1. La alimentación con clorhidrato de zilpaterol no tuvo cambios estructurales en el ofrecimiento de la formula ya que es de aplicación rutinaria dentro proceso de finalización de la empresa donde se realizó el ensayo solo se hará el ajuste en los días de aplicación de la formula con este aditivo.

Días de finalización del ganado

Los corrales que pertenecieron a la misma pareja, se ofreció el mismo tiempo y duración de engorda que sus compañeros para que estos animales iniciaran juntos y finalicen en iguales condiciones para asegurar los efectos del tratamiento sobre la generación de canales tipo Choice y Prime.

Sanidad

Los corrales que fueron sometidos a esta prueba tuvieron el mismo manejo sanitario que tiene la operación normal de la ganadera. Se realizó una revisión diaria del ganado donde se identificó los signos de enfermedad, se retiraron los animales del corral y se trasladaron al área de enfermería más cercana para aplicación de

tratamiento, se identificaron con arete clínico y regresaron al corral de donde son originarios ya que no fueron problemas graves de enfermedad

Variables analizadas

Porcentaje de clasificación de canales Standard, Select, Choice y Prime en sus diferentes niveles.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con un análisis de varianza (ANOVA)

Capítulo 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de los implantes y agonistas β -adrenérgicos se ha demostrado que tienen un beneficio en el crecimiento de las canales y ayudan a mejorar la productividad de los animales pero se ha descrito que tienen efectos negativos en la infiltración de grasa muscular por ende hay una afectación directa en la clasificación de canales por calidad pero tiene un beneficio en la clasificación de canales por rendimiento, en la (Fig. 14) podemos observar que los resultados obtenidos en la clasificación de canales en el tratamiento GT1-20 tiene un comportamiento en la incidencia de clasificación de canales; Standard 25.58% y Select 58.14%, seguido por Choice 16.28%, y por último Prime 0% en comparación con el tratamiento GT1-30 que tuvo en su calificación Standard 46.81%, Select 44.68%, Choice 8.51% y Prime 0%. Este comparativo entre el tratamiento de GT1-20 y GT1-30 demuestra que el uso de 30 días de clorhidrato de zilpaterol en combinación con los implantes con acetato de trembolona afecta significativamente el marmoleo de la carne.

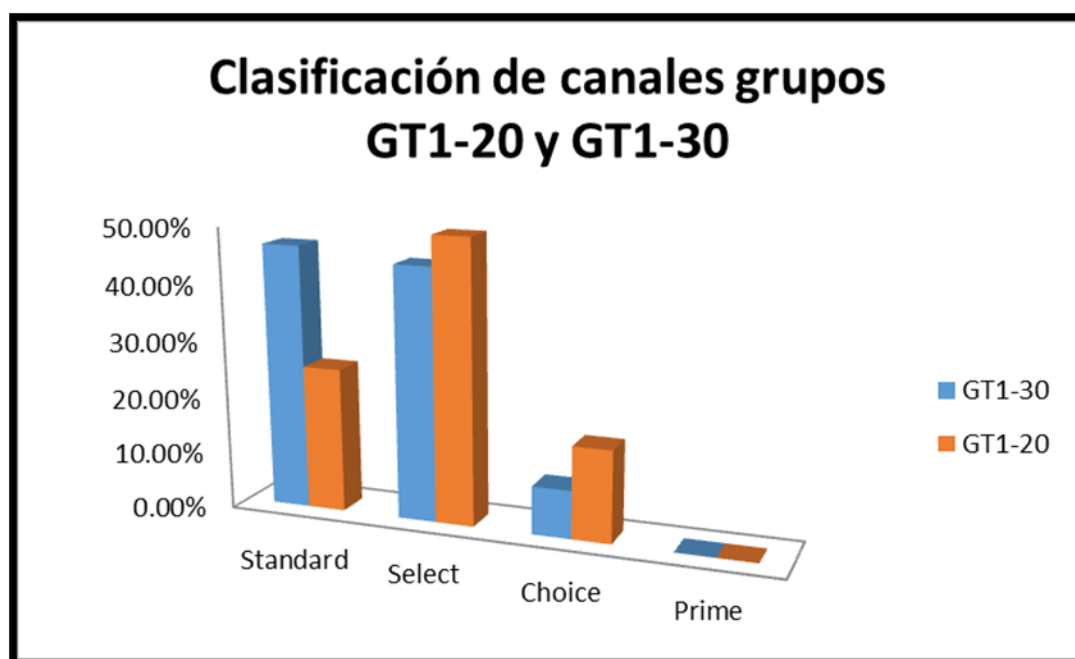


Figura 14. Comparativo de la calidad de la canal entre los grupos implantados con 120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina alimentados con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol

En el grupo 2 de la demostración podemos observar en la (Fig.15) se muestra un comportamiento similar con el uso de 30 días con clorhidrato de zilpaterol donde se observa que hay más incidencia de canales en las calificaciones de menor puntuación para el tratamiento GT2-30; Standard 24.32%, Select 48.65%, Choice 21.62% y Prime 5.41% comparado con GT2-20; Standard 16.22%, Select 51.35%, Choice 32.43% y Prime 0%. El ensayo nos demuestra en este comparativo que el uso de clorhidrato de zilpaterol en combinación con implantes de tartrato de testosterona tienen un efecto menos agresivo en el marmoleo

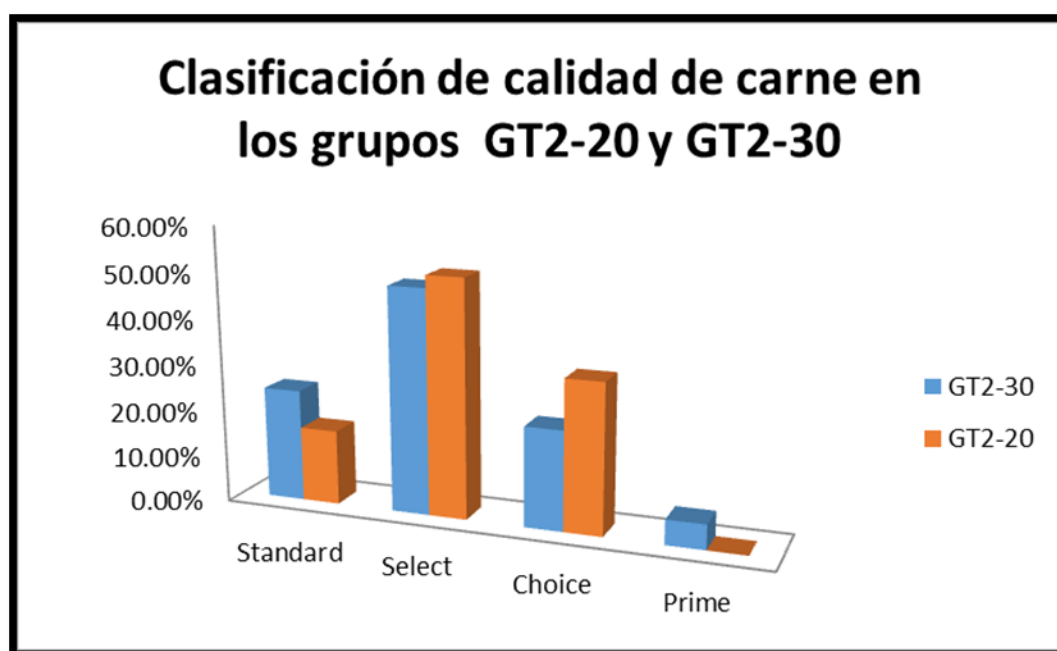


Figura 15. Comparativo de la calidad de canal entre los grupos implantados con 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosinal, alimentados con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol

El comparativo entre los grupos GT1 y GT2 alimentados con 30 días de clorhidrato de zilpaterol nos indica que el implante con 200 mg de testosterona, 20 mg benzoato estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina tiene un afecto androgénico menor que el implante con 120 mg de acetato de trembolona, 24 mg de benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina como nos muestra la (Fig. 16) donde el resultado nos muestra que el tratamiento GT1-30 tiene las canales con mayor incidencia de clasificación de canales en las calificaciones Standard con 46.81% y Select 44.68%, seguido de Choice con 8.51%, y Prime 0%, el tratamiento GT2-30 tiene un comportamiento menor en la calificación Standard 24.32%, un comportamiento muy parecido en Select 48.65% y una notable mejora en Choice 21.62% y Prime 5.41%.

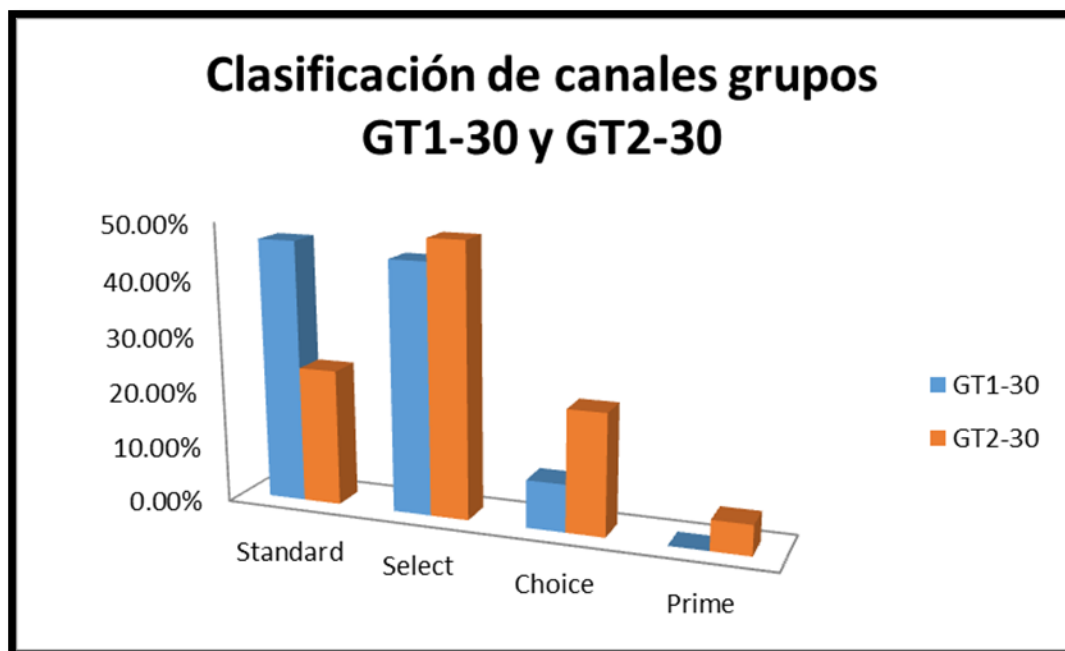


Figura 16. Comparativo de la calidad de canal entre el GT1-30 (120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina) y GT2-30 (200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina) alimentados con 30 días de clorhidrato de zilpaterol

La (Fig. 17) nos muestra el comparativo de los tratamientos GT1 y GT2 tratados con 20 días de alimentación con clorhidrato de zilpaterol este nos confirma que el tratamiento GT2-20 con implante de 200 mg de testosterona, 20 mg benzoato estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina tiene un mejor comportamiento en la clasificación de canales ya que se incrementa de manera significativa el porcentaje de la calificación Choice en un 32.43% de incidencia de clasificación y el grupo GT1-20 con el implante 120 mg acetato de trembolona, 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina presenta una incidencia en la calificación Choice de 16.28% y en las calificaciones Standard 25.58%, Select 58.14%, y Prime 0%, para el tratamiento GT1-20 y Standard 16.22%, Select 51.35% Prime 0% para y GT2-20

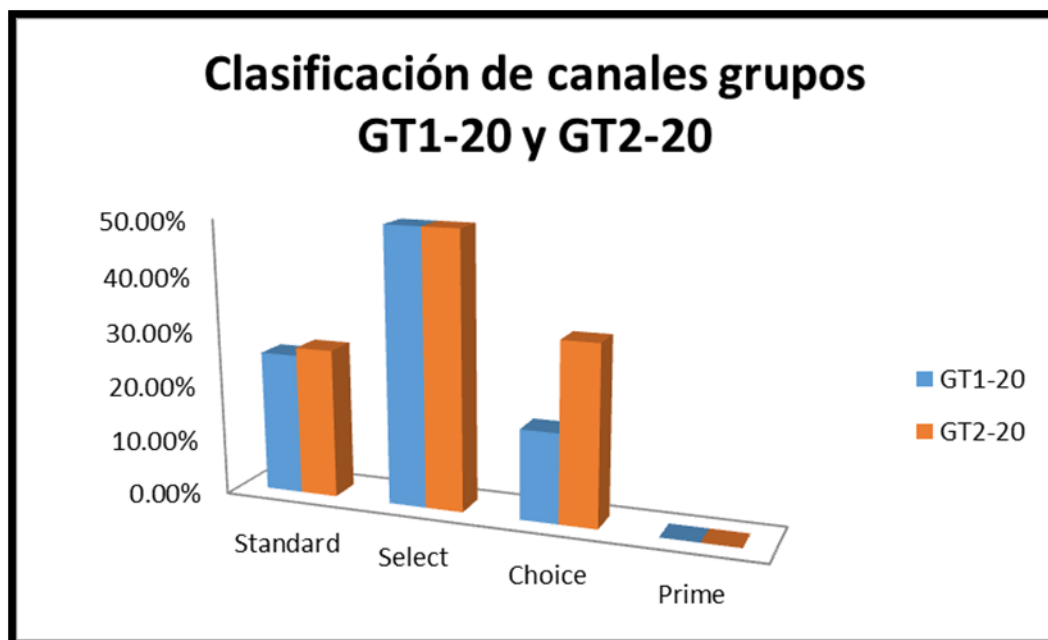


Figura 17. Comparativo de la calidad de canal entre el GT1-30 (120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina) y GT2-30 (200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina) alimentados con 20 días de clorhidrato de zilpaterol

En el comparativo de todos grupos de tratamiento del ensayo confirmamos que la combinación de un implante con 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg de benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina en combinación con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol es la mejor opción para producir carne de res con resultados mayores en las calificaciones más altas de clasificación de canales de res con los estándares regulados por la USDA. Como nos muestra la (Fig. 18) en donde se puede observar que el GT2-20 tiene mejor comportamiento en la clasificación de canales Choice seguido por el GT2-30, GT1-20 y GT1-30 respectivamente.

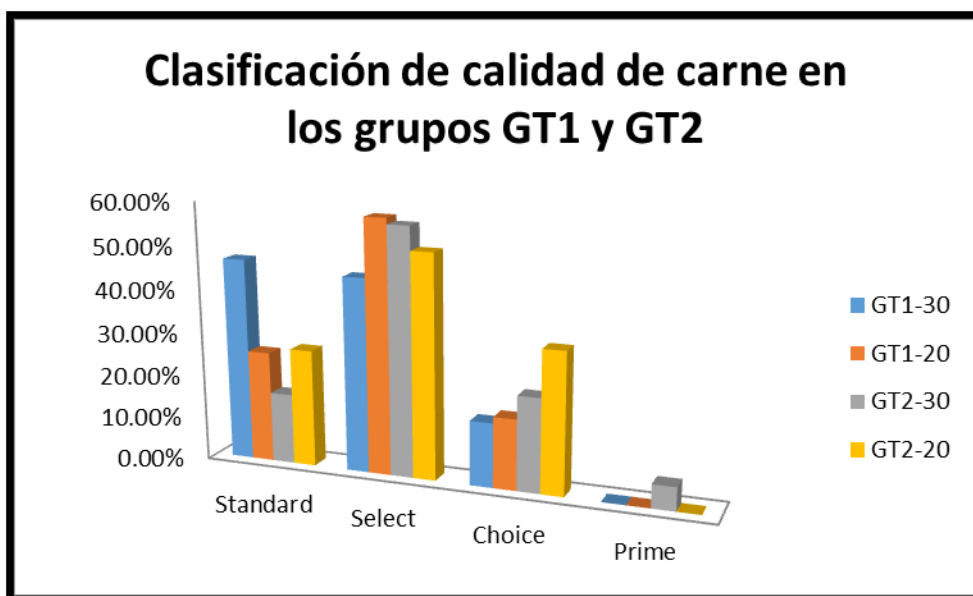


Figura 18. Comparativo de la calidad de canal entre el GT1 (120 mg acetato de trembolona y 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina) y GT2 (200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina) alimentados con 20 y 30 días de clorhidrato de zilpaterol

El manual de sistemas de producción de carne bovina, (2013) menciona que los sistemas de producción bovina se caracterizan en primer lugar por el propósito que persiguen, es decir si busca la producción de leche, carne, pie de cría, becerros de engorda para el mercado nacional o extranjero, o producción de doble propósito. Este propósito hace que el ganadero se incline por un tipo especial de ganado, el cual le vaya a ser más productivo para sus metas. Los principales tipos de ganado son: ganado cebuino (*Bos indicus*), ganado europeo (*Bos taurus*) y sus innumerables cruces. Un tercer factor que influye de manera significativa en un sistema de producción es la alimentación y los diferentes compuestos hormonales o promotores de crecimiento usados.

El sexo y la edad de los animales son también factores fundamentales a tener en cuenta cuando se planea un sistema productivo según su objetivo de mercado. Para producir carne magra para el mercado nacional, se requieren animales que depositen poca grasa y que sean jóvenes, pues hasta ahora es lo que los consumidores mexicanos principalmente demandan.

La calidad de la carne, no es resultado de la región donde se producen los animales, sino de las técnicas y recursos empleados en su producción.

Los estudios de Delgado *et al.*, publicados en el 2005 citados en el manual de sistemas de producción de carne bovina, (2013), mostraron que la carne de bovino que se comercializa en el mercado formal mexicano es de muy diversa calidad y se subdivide en cuatro categorías:

1. Carne mexicana de la zona norte, con bajo contenido de grasa, suave y con buena aceptación por los consumidores.
2. Carne mexicana de las zonas centro y sur, con bajo contenido de grasa y buena aceptación por parte de los consumidores, pero más dura.
3. Carne importada USDA-Choice, con calidad y nivel de aceptación entre los consumidores semejantes a los de la carne mexicana de la zona norte, pero

con altos niveles de grasa. Sin embargo, cada kilogramo de esta carne cuesta en promedio 80% más que la carne nacional.

4. Carne importada sin sello, de composición química e indicadores de calidad comparables a los de la carne mexicana de las zonas centro y sur, pero con menor aceptación entre los consumidores mexicanos. La carne producida nacionalmente con éstos estándares de calidad es 25% más barata que la importada.

Además concluye, que la carne de bovino de producción nacional tiene composición química que satisface a los consumidores mexicanos, sobre todo por su bajo contenido de grasa; no obstante existen grandes puntos de oportunidad para mejorar su calidad.

Rosero, A., y Gómez, C. mencionan que la ganancia diaria de peso al utilizar un implante con 140 mg de trembolona y 20 mg 17 β -estradiol no difiere en novillos enteros ($P=0.554$) aunque la medida de ganancia de animales enteros y castrados fue de 1100 g y 1070 g respectivamente no hubo diferencia significativa ($P>0.05$).

Goic, Siebald & Matzcer (1985) evaluaron el uso de Acetato de Trembolona en la ganancia de peso y características de la canal en vacas de descarte. El ensayo se desarrolló en la estación Experimental Remehue (INIA), Osorno, Chile. Las unidades experimentales utilizadas fueron 20 vacas holando-europeas, se manejaron en corrales semitechados durante (08) ocho semanas y posteriormente permanecieron (10) diez semanas más manejadas a pastoreo. Las vacas fueron divididas en los dos grupos según edad, peso, y número de partos. Los tratamientos fueron: T1= testigo sin implante; T2= con implantación de Finaplix (acetato de trembolona), el implante (300 mg) se colocó en la base de la oreja, en forma subcutánea según las indicaciones del fabricante. Durante el periodo de estabulación, las vacas recibieron ensilaje a libre apetito más 1 kg de afrecho de raps por vaca, el consumo fue controlado diariamente. El análisis del afrecho de raps fue: 88,8 % de MS, 38,3 % de proteína total y 12,04 % de fibra cruda. En el periodo de pastoreo las vacas se manejaron juntas, sobre una pradera mejorada, formada fundamentalmente por

ballica (*Lolium perenne*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), pasto miel (*Paspalum dilatatum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). La carga usada estimada fue de 2 a 2,5 vacas/ha. Los controles de peso fue cada 14 días y las ganancias de peso fueron calculadas por regresión. Los periodos de estabulación y pastoreo fueron analizados separadamente en un diseño de bloques al azar. El análisis de la canal consistió en obtener datos de rendimiento, relación de cuartos, porcentaje del cuarto posterior y cobertura de grasa.

Los resultados reflejaron que durante el periodo de estabulación el consumo de ensilaje fue similar para ambos grupos y la suplementación con afrecho de raps fue consumida en su totalidad. Durante el periodo de estabulación invernal la ganancia de peso vivo (P.V) fue un 20 % mayor en las vacas implantadas, 0.82 vs 0.68 kg/día ($P \leq 0.05$), en el periodo de pastoreo esta diferencia disminuyó (1.58 vs 1.45 kg/día/vaca), sin embargo, el tratamiento implantado tuvo un 9 % de mayor ganancia de P.V. Esta menor diferencia pudo deberse a lo prolongado del periodo de engorda (18 semanas) y es posible que un reimplante habría aumentado esta diferencia, (Roche & Davis, 1979). En el periodo de semiestabulación (invernal) se logró una mejor conversión en el tratamiento implantado con Finaplix (16.3 kg vs 13.5 kg m.s/kg P.V). Frente a las características de la canal, se tomaron apreciaciones visuales de la grasa de cobertura, no observándose diferencias entre los tratamientos. Los rendimientos en frío fueron buenos para este tipo de animal y tampoco hubo diferencia. Hubo un mayor peso de la canal en frío en el tratamiento implantado, diferencia que se debe fundamentalmente a la mayor ganancia de peso de las vacas, durante las dos etapas del ensayo. No hubo diferencia entre relación cuarto posterior/cuarto anterior, en un corte entre el octavo y noveno (8° y 9°) espacio intercostal. El porcentaje del peso total correspondiente al cuarto de pierna, fue similar en ambos tratamientos. En conclusión no hubo diferencias en las características de la canal, relaciones de cuartos, rendimientos y grasa de cobertura (Goic et al., 1985). Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran que los pesos resultantes de las canales son muy parecidos en el tratamiento del GT1-30 y GT1-20 donde obtuvimos 303 vs 299 kg. De canal caliente y con un rendimientos de 62.92% y 63.09% respectivamente. Hubo mayor incidencia de calidad Choice en el tratamiento GT1-20 con un porcentaje de 16.28% vs 14.81% para el tratamiento

GT1-30. Esta diferencia que se detecto es por la razón de los días de tratamiento con clorhidrato de zilpaterol.

Orellana (2005) desarrollo una investigación donde evaluó el implante de propionato de testosterona más benzoato de estradiol, sobre la ganancia de peso en novillas de la raza brown swiss. Se llevó a cabo en la finca Santo Tomás Perdido, localizado en el municipio de San Lucas Tolimán, Departamento de Sololá, Guatemala. Las características meteorológicas destacas fueron: altitud superior a 2,400 msnm, precipitación pluvial anual promedio de 2,475.8 mm y los meses lluviosos van de mayo a octubre, la temperatura mínimas oscila entre 12.9 - 15.9 °C y las máximas oscilan entre 25.6 – 29.6 °C. Para el ensayo se seleccionaron un total de 36 novillas, 70 con un peso inicial promedio de 175 kilos, manejadas a pastoreo más administración de sales minerales a voluntad, antes de iniciar el periodo de evaluación se desparasitaron. Se conformaron 2 grupos (A y B), con 18 animales a cada uno, al grupo A, se les aplicó el implante anabólico a base de propionato de testosterona y benzoato de estradiol, una sola vez; al grupo B, que fue el grupo testigo o control, sin ninguna aplicación de implantes anabólicos. Se realizaron pesajes mensualmente de todas las novillas y el experimento tuvo una duración de 120 días.

El análisis de los resultados demostraron, dentro de la evaluación para la variable ganancia de peso, que el grupo testigo (B) adquirió un peso promedio de 136.98 lb (62.26 kg), que resultó en 1.14 lb/día (517.56 gr/día), y a las novillas (A) que se les aplicó el implante anabólico obtuvieron una ganancia promedio de 167.02 lb (75.92 kg), obteniendo una ganancia de peso de 1.39 lb/día (631.06 gr/día); lo que significó un 30.04 lb (13.65 kg) que representan el 22 % más que las novillas no implantadas durante 120 días. Se concluyó que existió una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en la ganancia de peso entre las novillas implantadas y el grupo control, reflejado en que el implante de propionato de testosterona más benzoato de estradiol mejoró la ganancia de peso en novillas bajo pastoreo en un 22 % (Orellana, 2005).

Hojas (2004) evaluó dos compuestos hormonales en la engorda de vaquillas. La investigación se realizó en San Gabriel, comuna y provincia de Osorno, Chile. Se

utilizaron 60 vaquillas, con un peso inicial promedio de 221 kg, 30 correspondían al biotipo híbrido (Angus x Hereford) y 30 del biotipo frisón, de las cuales, veinte fueron implantadas con Component EH (200 mg propionato de testosterona + 20 mg de benzoato de estradiol) y veinte con Ralone (140 mg de Acetato de Trembolona y 36 de Zeranol), dejándose veinte vaquillas sin implantar como grupo testigo, de las 20 vaquillas utilizadas en cada grupo 10 eran de biotipo Frisón y 10 del biotipo híbrido. Los tratamientos creados fueron: T1: híbrido (Ralone); T2: híbrido (Componen EH); T3: híbrido (Testigo); T4: Frisón (Ralone); T5: Frisón (Componen EH) y T6: Frisón (Testigo). Las vaquillas fueron previamente al periodo de evaluación, vacunadas, desparasitadas, identificadas y pesadas. La alimentación para el grupo en general fue a base de pastoreo (franjas diarias mediante el uso de cercas eléctricas), disposición a voluntad de sal mineralizada y agua. Se realizaron pesajes individuales de los animales cada 28 días aproximadamente, para determinar las ganancias diarias de peso, con una balanza eléctrica con precisión de 100 g. Con la investigación se midió si existían diferencias en las ganancias diarias de peso por animal entre los dos compuestos hormonales, productos diseñados por el fabricante para la engorda de hembras, y también se midió si existían diferencias en las ganancias diarias de peso entre los dos biotipos utilizados. La duración del ensayo fue de 143 días.

El resultado obtenido para la variable peso final (kg) fue 407, 406.7, 387.7, 336.8, 334.2, 321.7; para la variable ganancia de peso total (kg) 163.6, 161.3, 143.3, 138.5, 134.6, 124; y para la variable ganancia diaria de peso (kg) 1.14, 1.13, 1.0, 0.97, 0.94, 0.87, valores respectivos para los tratamientos T1, T2 y T3, T4, T5 y T6. Con el análisis de los resultados se comprobó la existencia de diferencias estadísticas significativas ($P < 0.001$) en las ganancias diarias de peso entre los compuestos hormonales utilizados al ser compararlos con el grupo testigo, también que no existieron diferencias estadísticas entre los implantes aplicados, y se comprobó que existieron diferencias significativas ($P < 0.001$) en las ganancias diarias de peso entre los 2 biotipos utilizados (Hojas, 2004). De igual manera los resultados obtenidos en nuestro estudio indica que efectivamente los implantes que contienen trembolona en combinación con estradiol tienen un mejor efecto anabólico que los implantes con testosterona combinados con estradiol ya que encontramos en las variables de peso final (kg) 496, 488, 480, 457; para las variables de ganancia

de peso total fue de (kg) 238, 222, 219, 194; y para la variable de ganancia diaria de peso fue de (kg) 1.40, 1.31, 1.14, 1.02; en los tratamientos GT1-30, GT1-20, GT2-30 y GT2-20

McEwen P. y Mandell I. evaluaron tres compuestos hormonales que incrementan significativamente el peso de las canales, debido a que tienen mayores tasas de ganancia de peso versus el tratamiento no implantado. Los porcentajes de incremento fueron similares en todos los tratamientos con un promedio de 56%. Los días en alimentación también fueron similares entre los grupos control y los implantados. Con la excepción del grupo implantado con Revalor®. Siendo comercializado en aproximadamente 15 días antes. El uso de implantes también altera el reparto de la grasa. La mayor alteración de los porcentajes de grasa fue en el grupo implantado con Revalor® que los que fueron implantados con Ralgro® y Synovex®. El efecto de los implantes sobre la calidad de la carne han sido una preocupación por la industria cárnica. Mientras que en estudios pasados han encontrado mayor incidencia de oscuridad en los cortes que utilizan implantes específicos, esto no fue un problema en el presente estudio. Ya que fue sutil la diferencia encontradas en las medidas colorimétricas para el enrojecimiento y amarillez en color de la carne magra. Encontrando entre los grupos de tratamiento de implantes tanto a las 24 horas y 7 días posteriores al sacrificio que estas diferencias no serían fácilmente detectadas por el ojo humano. Se observaron diferencias en la calidad de la carne entre los tratamientos con implantes. Los porcentajes de grasa se redujeron en los tres tratamientos comparados con el grupo no implantado Implante significativo. Se observaron diferencias de resistencia al corte donde las puntuaciones más altas fueron para el implante Ralgro® cuando se compararon con Synovex-S®.

CONCLUSIONES

El efecto anabólico que tiene el implante con 120 mg acetato de trembolona, 24 mg benzoato de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina tiene un efecto androgénico más agresivo que el implante con 200 mg de propionato de testosterona, 20 mg benzoato de estradiol y 29 mg tartrato de tilosina.

El uso de clorhidrato de zilpaterol promueve efectivamente el crecimiento de la musculatura en el animal y reduce el marmoleo significativamente

La reducción de los días de consumo de clorhidrato de zilpaterol mejora el comportamiento en la clasificación de canales de bovinos.

RECOMENDACIONES

Evaluar el comportamiento de la clasificación de la carne con 30 días de clorhidrato de zilpaterol con más días de engorda

Evaluar el comportamiento de la clasificación de carne con diferentes concentraciones de acetato de trembolona disponibles en el mercado

Evaluar la efectividad del uso de implantes combinados con diferentes agonistas β -adrenérgicos en la clasificación de canales

LITERATURA CITADA

- Abney, C. S., Vasconcelos, J. T., Macmeniman, J. P., Keyser, S. A., Wilson, K. R., Vogel, G. J. y Galyean, M. L., (2007) "Effects of ractopamine hydrochloride on performance, rate and variation in feed intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *J Anim. Sci*, 85, 3090-8.
- Abarca, A. (2010). Implantes anabólicos en bovinos, situación actual y perspectivas. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán.
- Abraham, G., Kneuer, C., Ehrhardt, C., Honscha, W. y Ungemach, F. R. (2004). Expression of functional beta2-adrenergic receptor in the lung epithelial cell line 16HBE14o (-), Calu-3 and A549. *Biochim Biophys Acta*, 1691, 169-79.
- Almeida, V. V., Nunez, A. J., Schinkel, A. P., Andrade, C., Balieriro, J. C., Sbardella, M. y Miyada, V. S. (2013) Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. *J Anim. Sci*, 91, 811-8
- Álvarez, A. s.f. "Fisiología del crecimiento". Recuperado de: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%2020/Fisiologia%20crecimiento.pdf>
- Arias, R. (2013). Uso correcto de implantes promotores del crecimiento en bovinos productores de carne. Recuperado de http://www.academia.edu/5439882/Uso_correcto_de_implantes_anabolicos_en_el_ganado_de_carne_2013.
- Avaroma J. y Roca R. 2012. Evaluación de dos implantes anabólicos combinados con dos bioestimulantes en el engorde de Novillo en la Finca Santa Elisa, El paraíso de Honduras. Departamento de ciencias y producción agropecuaria.

[En línea] Recuperado de:
<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1036/1/T3261.pdf>

Bolaños, T. e Inga, R. 2010. Evaluación de ganancia de peso en toretes charoláis mediante la aplicación de dos (Revalor G y Boldenona) frente a animales castrados de la provincia de Mora Santiago. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador. Recuperado de:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1089>

Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H. & Petryna, A. (2002). Promotores de crecimiento y modificadores del metabolismo. Recuperado de:
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/promotores-crecimiento-modificadores-metabolismo-t40597.htm>

Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H. & Petryna, A. (2005). Crecimiento y desarrollo compensatorio. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/11crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf

Borja M. 2012. Engorde novillos Brahman mestizos bajo sistema de pastoreo y suplementación mineral, con la adición de dos anabólicos comerciales. Tesis de Grado. Recuperado de:
<http://space.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/17T1143.pdf>

Botana, M. Landoni, F. Jiménez, T. 2002. Farmacología y terapéutica veterinaria. España, McGraw-Hill Interamericana. Recuperado:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OBbB7Qc9vagJ:redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603-002739_D.pdf+&cd=4&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx

Caceido, R. R. E., Torres, B. A., Bustamante T. Y., Calderón, N. P., Ramírez, P. M. P., Hernández Z. S. y Reséndiz, M. R. (2011) Efecto de los beta-agonistas (clembuterol), en las actividades fisiohepáticas y reproductivas en Rumiantes. 6.

- Catrilleo, A. (2006) La alternativa de los sistemas mixtos. [En línea] Recuperado: http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,115/sid,781/
- Chorley, B. N., Li, Y., Fang, S., Park, J. A. y Adler K. B. (2006) (R)-albuterol elicits antiinflammatory effects in human airway epithelial cells via iNOS. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 34, 119-27.
- Cook R. (2000). Implant strategies for feedlot cattle, adding value to implant strategies through zero defect implanting and application of innovation technologies to modern cattle feeding programs. *Minnesota Cattle Feeder Report*. B-469. Recuperado de: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mnbeef.umn.edu%2Fcattle-feeder%2F2000%2FB-469.pdf&ei=6z2HVMeSNluayASU4YCQCw&usg=AFQJCNHOdpqLb2LfNt4tX1JKtcKUNIK_ng
- Correal H. (2009). Uso de Anabólicos en Bovinos. Promotores de Crecimiento. Recuperado el 2014, Marzo 8 de: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/27-anabolicos.pdf
- Dayton, W. y White M 2013. Mechanisms of anabolic steroid action in bovine skeletal muscle. *Evaluating Veterinary Pharmaceutical Behavior in the Environment*. G. P. a. S. Cobb, P.N. Washington DC, American Chemical Society. 1126: 12 Recuperado de: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2013-1126.ch001>
- DeJamette M., Nebel R. s.f. "Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina". *Select Sires*. Recuperado de: http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf
- Detaci E., Sinha S., y Vitto V. 2009 Evaluación del efecto del implante Synovex-H sobre la preñez de novillas Brahman con un modelo de regresión logística

- exacto. San Cristobal, Venezuela. Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2009). [En línea] Recuperado: 2014, Noviembre 18 <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p15.pdf>.
- Dickson, L. C., Macneil, J. D., Lee, S. y Fesser, A. C. (2005) Determination of beta-agonist residues in bovine urine using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J, AOAC Int*, 88, 46-56.
- Doyle E. 2000. "Human Safety of Hormone Implant Used to Promote Growth in Cattle". Food Research Institute, University of Wisconsin. Recuperado de: https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/hormone.pdf
- Echeverría, J. (2009). Efecto de un desparasitante, un corrector nutricional y un anabólico en el crecimiento corporal en novillos ceba Holstein Friesian criollos. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/208/5/03%20AGP%2086%20TESIS%20FINAL.pdf>
- Errecalde, C., Prieto, G., Lüders, C., García, O. H. (2003) Fármacos β -Adrenérgicos en producción animal. Seguridad alimentaria y calidad cárnica. Primer Congreso Argentino y Primer Congreso Mercosur de BPM-POES-HACCP Río Cuarto, 27 y 28 de noviembre 2003.
- Fajardo, A., Méndez, F. & Molina, L. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Universitas Scientiarum*, 16 (1), 77-91.
- Fritz M. y Speroff L. 2012 *Clinical Gynecologic Endocrinology and infertility* [Libro en línea] Lippincott Williams & Wilkins, 2012. Capítulo: History.
- Gonzales, H., Valenzuela, N., Valenzuela M. & Torrescano, G. 2012. Efecto de la estrategia de implante con zeranol y maduración post-mortem sobre la fuerza de corte de la carne de corderos mestizos de pelo corto. *Revista*

Científica FCV-LUZ, XXII (3), 238-244.
<http://www.redlyc.org/pdf/959/95922219007.pdf>

Gaikis, L., Stewart, D., Johnson, R. y Pyle, W.G. (2013) Identifying a role of the actin capping protein CapZ in beta-adrenergic receptor signalling. *Acta Physiol (Oxf)*, 207, 173-82.

Gimeno, E. 2000. Anabólicos, su interpretación técnica y económica. Sitio argentino de producción animal. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/invernada_promotores_crecimiento/62-anabolicos_interpretacion.pdf

Goodman, G. A., Goodman S. L. y Gilman, A. (1996) Las bases farmacológicas de la terapéutica. McGraw-Hill Interamericana, 1, 211-264

Goic; Siebald & Matzcer (1985). Uso de acetato de trembolona en engorda de vacas de desecho y características de las canales. *Agricultura Técnica (Chile)*, 45 (4), 315 – 318.

Guiroy P, Tedeschi L., Fox D. y Hutchenson J. 2002. The effect of implant strategy on finished body weight of beef cattle. *Journal Animal Science*. Vol. 80 no. 71791-1800 [En línea] Recuperado de: <http://www.journalofanimalscience.org/content/80/7/1791.long>

Hale, D. S., Goodson, K., López A. y Savell, J. W (2010) La calidad de carne bovina y grados de rendimiento. Depto. Ciencia Animal. [En Línea] Recuperado de: <https://meat.tamu.edu/la-calidad-de-la-carne/>

Herrera, D. (2010). Anabólicos en el desarrollo y crecimiento de toretes cruzados en el engorde en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. (Tesis inédita de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Hojas, G. (2004). *Evaluación de dos compuestos hormonales en la engorda de vaquillas*. (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Hui H., Nip W Rogers W., Young A. 2001 "Meat Science and Applications" Marcel Dekker, Inc. Recuperado de: https://books.google.com.mx/books?id=mvqwz8MI8PEC&dq=androgens+anabolic+steroids+beef&source=gbs_navlinks_s

Hunter R., Davies B., y Sergeant E. 2011 Hormone growth promotants and beef production A best practice guide. 2014, Noviembre 18, de Meat and Livestock Australia Sitio web: <http://www.mla.com.au/News-and-resources/Publication-details?pubid=5351>

Intervet/Schering Ploug Animal Health. s.f. Estrategias de implantación. Recuperado de: <http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.corraldeengorda.com.mx%2Fdownload%2FWEB-Trip-Estrategia-implantacion.pdf&ei=XID7VMDtl8mXyAT9iLQBg&usg=AFQjCNHiL7qlzmtFhCzunSYzbHHhRoJcA>

Jerez, N. y Rodas, A (2005) Castración de implantes en la producción de carnes de calidad. Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Veterinarias, Núcleo Agropecuario Ciudad universitaria. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela. Recuperado de: http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion9/articulos2-s9.pdf

Ledezma B. 2014. Utilización de los Implantes Anabolizantes en Producción de Carne Bovina. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente. Programa de Zootecnia. Sitio web: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2713/1/10697554.pdf>

Lozano R. s.f. Efecto de los promotores del crecimiento del ganado y en la carne. Recuperado www.fmvz.uat.edu.mx/%20investigaci%F3n/

- Marcos, E. (2004). Manejo del ganado bovino de engorda en su etapa de finalización (Revisión bibliográfica). (Tesis inédita de pregrado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Martínez, M. (1993). Repercusiones del implante de anabolizantes androgénicos sobre los perfiles hormonales de ganado vacuno. (Tesis inédita doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España.
- McEwen P. y Mandell I. s.f. Implant effects on carcass composition and meat quality as affected by diet. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph. Recuperado en 2015, Marzo 8 de: http://www.ridgetownc.uoguelph.ca/research/documents/mcewen_implantc1.pdf
- Mersmann, H. J. (1998). "Beta-Adrenergic Receptor Modulation of Adipocyte Metabolism and Growth", Journal Animal Science. 80: (E. Suppl. 1): E24-E29.
- Mersmann, H. J. (2002). "Overview of the Effects of β -Adrenergic Receptor Agonists on Animal Growth Including Mechanisms of Action", Journal Animal Science. 76.
- Morante M. 1989 La primera presidencia de comunitaria de España en la Prensa (1989). (Tesis Doctoral) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias de la Información. Departamento de Periodismo III. Madrid [En línea] <http://eprints.umc.es/tesis/19972000/S/3/S3034601.pdf>
- Moreno B. (2003) "Higiene e Inspección de Carnes, Volumen 2" Ed. Díaz de Santos. Recuperado de: http://books.google.com.mx/books?id=xgWf4gUXRwEC&dq=RESIDUOS+DE+ACETATO+DE+TREMBOLONA+EN+LA+CARNE&source=gbs_navlinks_s

- Muñiz R. (2008) “Desarrollo de Métodos Cromatográficos Para la Determinación de Esteroides (Corticoides y Anabolizantes) En Piensos y Aguas de Consumo Animal” (Tesis Doctoral) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. Departamento de Química Analítica. [En línea] Madrid. <http://eprints.ucm.es/8280/>
- Orellana J. (2005) “Evaluación de implante Propionato de Testosterona más Benzoato de Estradiol, Sobre la Ganancia de Peso en Novillas de la Raza Brown Swiss” (Tesis de grado inédita) Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria. Guatemala. [En Línea] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0957.pdf
- Páez, J. 2006 Evaluación de un implante anabólico con antibiótico en corrales de engorda de la zona centro del estado de Veracruz. Tesis de grado. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/handle/12345678/117>
- Paul M. 2009. “Medicinal natural products: a biosynthetic approach”. New York: Wiley. Recuperado de: <http://www.amazon.com/Medicinal-Natural-Products-Biosynthetic-approach/dp/0470741678>
- Passantino A. 2012. Steroid Hormones in Food Producing Animals: A Bird’s-Eye View of Veterinary Medicine, Dr. Carlos C. Perez-Marin (Ed.), ISBN: 978-953-51-0031-7 InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/title-steroid-hormones-in-foodproducing-animals-regulatory-situation-in-europe>
- Pérez, C. (2014). Evaluación de dos estimulantes inyectables hormonales para el engorde de toretes Brahmán mestizo, bajo pastoreo más bloques multinutricionales proteico – energéticos mineralizados y vitaminados. San miguel de los bancos, Pichincha. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Pérez, J. y Merino M. (2016) Publicado: 2016. Actualizado: 2018.
Definición de: Definición de catabolismo (<https://definicion.de/catabolismo/>)

Rajkumar, M., Li, Y. S. y Chen. S. M. (2013) Electrochemical detection of toxic ractopamine and salbutamol in pig meat and human urine samples by using poly taurine/zirconia nanoparticles modified electrodes. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 110, 242-7.

Real Academia Española. (2001) Calidad. En *Diccionario de la lengua española* (22.^a ed.). Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=6nVpk8P|6nXVL1Z>

Regal P., Cepeda A. & Fuente C. 2012. Natural Hormones in Food-Producing Animals: Legal Measurements and Analytical Implications, Food Production – Approaches Challenges and Tasks, Prof. Anna Aladjadjiyan (Ed.), ISBN: 978-953-307-887-8, InTech, Sitio Web: <http://www.intechopen.com/download/pdf/26524>

Río I. 2010. Anabolismo. Biología 2da edición. Recuperado de: http://www.edu.xunta.es/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_204_Anabolismo.pdf

Rosero, A. D. y Gómez, C. A. Efecto de implante anabólico Revalor® en el engorde de novillos enteros y castrados por elastración en la hacienda Guapinolapa, comunidad Puerto Díaz, Departamento Chontales, Nicaragua. Recuperado de: <https://buzonvirtual.zamorano.edu/vufind/Record/RepoBWP-3488>

Samber, J. A., Tatum, J. D., Wray, M. I., Nichols, W. T., Morgan J. B. and Smith G. C. Implant program effects on performance and carcass quality of steer calves finished for 212 days, *J ANIM SCI* 1996, 74:1470-1476. Recuperado de: file:///C:/Users/usuario/Downloads/Implant_Program_Effects_on_Performance_a.pdf

- Salem, M., Levesque, H., Moon T. W., Rexroad, C. E. y Yao, J. (2006) Anabolic effects of feeding beta2-adrenergic agonists on rainbow trout muscle proteases and proteins. *Comp Biochem Physiol a Mol Interg Physiol*, 144, 145-54
- Sánchez J. 2013. *Zootecnia de Bovinos Productores de Carne. Unidad 2.* UNAM. Recuperado: 2014, Noviembre 13. [En línea] http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_2_bovinosc arne.pdf.
- Scarth, J., Akre C., Ginkel L., Le Bizec B., Brabander H., Korth W., Points J., Teale P., Kay J. (2009). "Presence and Metabolism of endogenous androgenic-anabolic steroids hormones in meat-producing animals: a review" Vol. 26. Recuperado de [http://www.hdb.ugent.be/HDB/publications_files/P2009-05%20\(James\).pdf](http://www.hdb.ugent.be/HDB/publications_files/P2009-05%20(James).pdf)
- Schiavone, A., Tarantola. M., Perona, G., Pagliasso, S., Badino, P., Odore, R., Cuniberti, B. y Lussiana, C. (2004) Effect of dietary clenbuterol and cimaterol on muscle composition, beta-adrenergic and androgen receptor concentration in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 88, 94-100.
- Smith, D. J. (1998) The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock. *J. Anim Sci*, 76, 173-94.
- Stewart, L. 2013 *Implanting Beef Cattle.* University of Georgia. Cooperative Extension. College of Agricultural and Environmental Sciencies. College of Family and Consumer Services. Recuperado 2013, Noviembre 13. [En línea] <http://extension.uga.edu/publications/dentail.cfm?number=B1302>
- Sumano, L. H. S. y Ocampo, C. L. (2006) *FARMACOLOGIA VETERINARIA.* McGraw-Hill Interamericana, tercera edición, 1082.

- Sumano, L. H. S., Ocampo, C. L. y Gutiérrez, O. L. (2002) Clembuterol y otros β -agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? Vet.Méx., 33 (2) 2002.
- Soto, S. 2008 Implantes estrogénicos y androgénicos, estado actual y potencial de bovinos productores de carne. Nutriciero, Recuperado de <http://www.nxtbook.com/dtxt/EdicionesPecuarias/Nutriciero/index.php?startid=32>
- Torrano, C. (2002). Moduladores del crecimiento y control parasitario para incrementar la ganancia diaria de peso. Memorias XI congreso venezolano de producción e industria animal.
- Ulmer A. 2009. Nutrition and Management: Growth Implant for Beef Cattle. Alberta Feedlot Management Guide, 2, 130. 2014, Noviembre 3, De Alberta Agriculture an Rural Development Base de datos.
- Unión Ganadera Regional de Jalisco. s.f. Utilización de anabólicos en bovinos productores de carne. Autorizado por INIFAP. Recuperado de: http://www.urgj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=307&Itemid=140
- Valera 20 al 26 de octubre. ULA-Trujillo. Recuperado en http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/cesartorranosa.PDF.
- Valladares, M. 2005. Efecto de los implantes anabólicos sobre la ganancia diario de peso, la composición de la canal y el análisis financiero de los toretes en pastoreo de la zona centro del estado de Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis de Grado. [En línea] Recuperado: 2014, Noviembre 19.
- Varela, F. (2010). Aspectos básicos en el manejo de anabólicos en ganado bovino. Recuperado de

http://www.ganaderia.com.mx/ganadera/home/articulos_int.asp?vdr=1&cve_art=554

Vargas, N. (2005). Evaluación de calidad de carne de novillos mestizos terminados en pasturas cultivadas, suplementados con El nutriente CEM, KLEM y TOM. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

Virbac s.f. Manual Técnico. Virbac. Salud Animal. Zeramec. Recuperado de: <http://www.virbac.mx/zeramec/>

Vulic, A., Pleadin, J., Persi, N., Stojkovic, R. y Ivankovic, S. (2011) Accumulation of beta-agonists clenbuterol and salbutamol in black and white mouse hair. J, Anal, Toxicol, 35, 566-70.

Woehling H., Wilson G. Grumer R., Bray R. & Casida L. 1951. Effects of Stilbestrol and Testosterone Pellets Implanted into Growing-Fattening Pigs. Journal of Animal Science, 1, 5. 2014, Noviembre 12, De American Society of animal Science Base de datos [En línea] <http://www.journalofanimalscience.org/content/10/4/889.full.pdf+html?sid=c2f0f3d5-7721-4f2a-b3f5-a6e9a61f3fea>

Yaeger, M. J., Mullin, K., Ensley, S. M. Ware, W. A. And Slavin, R. (2012) Myocardial toxicity in group of greyhounds administered ractopamine. Vet Pathol, 49, 569-73.

Yamasaki, R., WU, Y. Mcnabb, M., Greaser, M., Labeit, S. y Granzier, H. (2002) Protein Kinase A phosphorylates titin's cardiac-specific N2B domain and reduces passive tensión in rat cardiac myocytes. Circ Res, 90, 1181-8.