

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**EFFECTO DEL ANTI-GNRH SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE
LA CANAL Y CARNE EN MACHOS HOLSTEIN EN ENGORDA**

TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA
MABEL YANIRYS RODRIGUEZ POCHÉ

DIRECTORA DE TESIS
Ph.D. CRISTINA PÉREZ LINARES

CO-DIRECTOR
Ph.D. FERNANDO FIGUEROA SAAVEDRA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

ENERO 2017.

Efecto del anti-GnRH sobre las características físico-químicas de la canal y carne en machos Holstein en engorda. Tesis presentada por Mabel Yanirys Rodríguez Poché como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobado por el comité particular indicado:

Ph.D. Cristina Pérez Linares
Directora de Tesis

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra
Co-Director de Tesis

Dr. Alberto Barreras Serrano
Sinodal

Dr. Eduardo Sánchez López
Sinodal

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Castración.....	4
Tipos de castración.....	5
Emasculador.....	6
Banda elástica o elastrador.....	5
Quirúrgica.....	5
Inmunocastración.....	6
Efecto de la inmunocastración sobre la calidad de la canal y carne.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Localización del área de estudio.....	13
Metodología.....	13
Procedimiento experimental.....	14
Variables evaluadas en la canal.....	15
Variables evaluadas en la carne.....	15
Análisis Estadístico.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18

Evaluación de la canal.....	18
Evaluación físico-química de la carne.....	22
CONCLUSIONES.....	29
LITERATURA CITADA.....	30

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Valores medios \pm E.E. de las variables de la canal por tratamiento.....	20
2	Clasificación del marmoleo en las canales según el tratamiento.....	25
3	Valores promedios de las variables físico-químicas en la carne por tratamiento.....	26

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque tengo la certeza que sin su presencia en mi vida no hubieras logrado esta meta, una vez más gracias mi Señor por concederme el privilegio de subir un escalón más hacia el éxito.

A mi tutora Ph.D. Cristina Pérez Linares, por más que mi asesora ha sido mi amiga, me has ayudado a levantarme en los momentos más difíciles, sobre todo es un pilar importante en el ámbito profesional en mi vida, gracias por sus motivaciones y todas sus correcciones cuando fueron necesarias.

Al instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, por abrirme sus puertas para el programa de estudios de posgrado.

A mis asesores de tesis Ph. D. Cristina Pérez Linares. Ph. D. Fernando Figueroa Saavedra. Dr. Eduardo Sánchez López y al Dr. Alberto Barreras Serrano, por facilitarme sus conocimientos de forma eficiente y a la vez representar un ejemplo a seguir en toda la trayectoria de este programa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico de la beca durante estos dos años, la cual sin la misma me fuera imposible poder lograr esta maestría.

Al laboratorio Zoetis por facilitarnos las vacunas para ejecución de este proyecto, las cuales fueron fundamentales para la realización de este proyecto.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), y al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), por brindarme esta importante oportunidad, creer en mi potencial profesional y facilitarme sus apoyos económicos para realizar esta maestría.

DEDICATORIA

A mi Señor Jehová, quien después de casi tres años orando para que me supliera este anhelo, abrió esta puerta y fue de sobreabundante bendición en todos los ámbitos de mi vida. Por ser mi roca, mi paño de lágrimas y mi sustento en cada situación, gracias Dios porque nunca me soltaste ni me dejaste sola durante estos dos años lejos de mi área de confort.

A mi única hija Marcel Victoria, quien con apenas dos añitos superó mi ausencia de estos dos años y me demostró lo fuerte y valiente que es, por amarme incondicionalmente aún en medio de la distancia, este logro es todo tuyo y si nunca retrocedí fue porque cada día me levantabas pensando en ti mi princesa, te amo bebé de mami.

A mi madre, que aunque no estás físicamente, inculcaste valores y principios en mi vida que gracias a ellos hoy soy una mujer determinada y con sus convicciones firme.

A toda mi familia, especialmente mis abuelos por apoyarme en cada una de mis decisiones y sobre todo por siempre estar en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi ángel especial que Dios envió a mi vida en el momento exacto, gracias por sus motivaciones y palabras de aliento cuando en momento quería soltar la toalla.

INTRODUCCIÓN

La castración de los machos en el ganado es una práctica común en muchas partes del mundo. Aunque la castración hace infligir dolor en el animal, presenta una tasa baja de crecimiento y resulta en una menor eficiencia alimenticia, las ventajas de la castración son vistos por la industria de América del norte como mayores con respecto a los aspectos negativos (Currah et al., 2009).

Otra opción recientemente descubierta es la inmunocastración que es un método de castración el cual es aplicado como vacuna que contiene péptidos sintéticos de GnRH y es capaz de estimular la producción de anticuerpos contra GnRH propios del organismo. Produce respuestas autoinmunes como las que afectan directamente a la estructura y la función de las gónadas masculinas, interfiriendo con su capacidad de producir gametos y los esteroides sexuales (Hardy y Braid, 2007).

Al utilizar la inmunocastración se ha observado una reducción en la conducta agresiva y un aumento en la economía a los productores de ganado mediante la reducción de la frecuencia de lesiones en los animales, así como en sus cuidadores y la reducción de la carne con hematomas y cortes de carne oscuros. Bopriva es una vacuna que contiene un conjugado proteico que

estimula la producción de anticuerpos que inhibe la producción de GnRH, diseñado para machos enteros post-púberes que no están destinados para la reproducción, además de controlar el comportamiento sexual agresivo, proporcionando canales finalizadas con mayor porcentaje de marmoleo y mayor grosor de grasa dorsal que el deseado por la industria cárnica (Freitas et al., 2008).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del uso de un anti-GnRH sobre las características de la canal y carne en machos Holstein en engorda.

REVISIÓN DE LITERATURA

La producción de carne a menudo utiliza la castración como una herramienta de gestión para proporcionar ventajas, entre ellas mejor calidad de la carne a través de una mayor deposición de grasa, reducción agresiva y las conductas sexuales que resultan en la facilidad y seguridad en el manejo, menos daño de la canal, y la mejora en el bienestar de los animales (Amatayakul et al., 2013).

La castración consiste en la eliminación de las gónadas con el objeto de anular las facultades de la reproducción y la acción de las hormonas sexuales, sus principales propósitos son: evitar que un toro de bajo valor genético se aparee con una hembra de alto valor genético, de igual forma, se busca que los machos sean menos agresivos y peligrosos con los humanos durante su crianza, y cumplir con las demandas del mercado en lo que concierne a la calidad y ventas del ganado, en realidad la castración (o neutralización) de toros se lleva a cabo solamente para la producción de carne de res (Alberta, 2008).

La inmunocastración consiste en administrar inmunocontraceptivos inductores de la producción de anticuerpos contra la GnRH a los terneros de 4 meses de edad aproximadamente, coincidiendo con el inicio del desarrollo testicular y producción de andrógenos, el factor liberador de gonadotropinas o GnRH es liberado por neuronas especializadas del hipotálamo. El GnRH viaja por el sistema porta-hipotálamo hacia la glándula pituitaria (hipófisis) anterior

donde se une a los receptores de GnRH (Price et al., 2003). Aunque la reducción de testosterona es efectiva aproximadamente 6 meses después de la primera dosis, su efecto es reversible, por lo que es necesaria una revacunación a los 12 meses para inhibir la síntesis de testosterona, reducir los comportamientos sexual y agresivo, y mejorar la calidad de la canal y la carne (Adams et al., 1996).

Castración

La castración de terneros de engorda mejora la calidad de la canal y la carne y adicionalmente, reduce el comportamiento agresivo y sexual de los animales, lo que facilita su manejo. No obstante, la castración requiere un trabajo adicional ya que puede provocar dolor prolongado e inducir estrés en el animal, además reduce la concentración plasmática de hormonas anabólicas asociadas al crecimiento muscular y, en consecuencia, reduce los rendimientos productivos (Mach, 2011).

Desde un punto de vista legal el uso de la castración como un método habitual de manejo no está bien definido, como en el caso de porcino, pero queda claro que si se realiza es necesario aplicar anestesia y analgesia y debe existir una justificación que indique que beneficia al animal y/o que es importante para la protección del personal que trabaja con ellos (Mach, 2011).

Tipos de castración

Emasculador: es una pinza conformada por dos palancas cuya función es seccionar, mediante compresión, el cordón espermático a través de la piel del escroto sin incidirla. Para castrar con esta pinza se localiza el cordón espermático, se ubica el cordón entre la pinza y se comprime durante 1 ó 2 minutos. Luego de este tiempo se libera la pinza y se comprueba que el cordón haya perdido su continuidad. Para obtener resultados más confiables se recomienda repetir este procedimiento 1 ó 2 centímetros debajo de la primera compresión (Pang et al., 2006).

Banda elástica o elastrador: es una pinza cuya función es abrir o dilatar un anillo de goma. El escroto se pasa a través del anillo y éste se libera quedando sujeto al cuello del escroto. La presión ejercida por el anillo impide el flujo sanguíneo haciendo que el tejido se seque y se caiga. Este método de castración es muy utilizado en animales jóvenes de 0 a 3 meses y se puede realizar de dos formas igualmente eficientes: a) se llevan los testículos hacia la cavidad abdominal y se libera el anillo. Los testículos quedarán pero la temperatura del cuerpo hará que sean inviables. b) éstos se llevan hacia abajo y se pone el anillo sobre ellos. En cualquiera de los dos casos el resultado será un macho estéril (Thüer et al., 2007).

Quirúrgica: La castración quirúrgica consiste en extraer los testículos por medio de una incisión. Es un procedimiento muy sencillo y lo puede realizar

cualquier persona con un mínimo de entrenamiento. Este procedimiento casi nunca trae consecuencias adversas siempre y cuando se tengan presentes unas recomendaciones básicas (Bavera et al., 2006).

Inmunocastración: se refiere a la vacunación contra la GnRH, provocando la formación de anticuerpos específicos que se unen y neutralizan GnRH y por lo tanto suprimen el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal. Se ha demostrado que la vacunación contra ésta hormona detiene el crecimiento de los testículos y la síntesis de esteroides testiculares en los cerdos machos, IMPROVAC (conocido como IMPROVEST en los Estados Unidos) es el único producto disponible comercialmente para la inmunocastración de cerdos. Fue autorizado para uso comercial en cerdos en 1998 en Australia y Nueva Zelanda y en Mayo 2009 en la Unión Europea; por lo que la inmunocastración ofrece una solución para el problema del olor sexual y evita el dolor infligido por la castración quirúrgica y el comportamiento agresivo observado en machos enteros (Skrlepet al., 2012).

Desde 2007, una nueva vacuna (Bopriva Pfizer, Sanidad Animal Australia) diseñado específicamente para el ganado, ha sido registrado en Nueva Zelanda y Australia para la reducción de los niveles sanguíneos de testosterona en toros púberes. Actualmente Bopriva es la única vacuna anti-GnRH disponible para el ganado en el mercado y ha demostrado buena eficacia

y la seguridad en un proyecto piloto con novillos. Este último y varios otros estudios han demostrado que las vacunas basadas en anti-GnRH son eficaces en la supresión de testosterona reduciendo el comportamiento sexual y agresivo (Janett et al., 2012).

Según Atamayakul et al.(2013) indican que ésta se utiliza a menudo como una herramienta de manejo clave para suministrar ventajas importantes que incluyen una mejor calidad de la canal y reducción del comportamiento sexual agresivo. Las vacunas de GnRH estimulan anticuerpos neutralizantes lo cual se traduce en inmunocastración, lo que da como resultado una supresión en la producción de testosterona, significando un método de castración enfocado al bienestar animal.

Efecto de la inmunocastración sobre la calidad de la canal y la carne

En general, la castración reduce la agresividad del animal y mejora la calidad de la carne. Como consecuencia, los novillos usualmente tienen mayor valor comercial que los toros (Morón et al., 2010), las categorías de castración de acuerdo a la edad y peso del animal son las siguientes: castración temprana: menos de 4 meses de edad o menos de 100 kg de peso vivo; castración ligeramente tardía: entre 4 y 7 meses de edad o entre 100 a 250 kg de peso vivo; castración moderadamente tardía: entre 8 y 11 meses de edad o entre 251 a 350 kg de peso vivo; castración muy tardía: entre 13 y 15 meses de

edad entre 351 a 450 kg de peso vivo; castración extremadamente tardía: después de 15 meses de edad o después de 450 de peso vivo. entre 351 a 450 kg de peso vivo; castración extremadamente tardía: después de 15 meses de edad o después de 450 de peso vivo. Inmediatamente después de la castración, los terneros comienzan a perder peso y las ganancias de peso diarias decaen por un cierto tiempo.

La severidad de este período de estrés está relacionada con la edad de castración, ésta a temprana edad produce menos estrés y los terneros se recuperan más rápidamente que aquellos castrados al destete. Bretschneider (2005), reportó que la castración temprana redujo las pérdidas de peso asociadas con el estrés del animal durante el período de recuperación. Sin embargo, la castración tardía puede mejorar el peso final del animal, pero disminuye la blandura de la carne al compararse con castración temprana, ya que la castración tardía retarda la acumulación de tejido adiposo comparado con la castración temprana, lo cual resulta en canales con menos grasa.

Por otra parte, Janett et al. (2012) mencionan que la testosterona tiene un efecto anabólico, el aumento de peso de los toros vacunados que tenían niveles más bajos de testosterona no se diferencian de los animales enteros (control). Esto puede explicarse por la actividad física reducida en los animales vacunados, mejorando su condición corporal. Además los toros vacunados contra GnRH presentaron características de la canal similares a los toros

enteros y una mejor eficiencia alimenticia que los toros enteros, lo que aumenta el sistema de producción económico al productor vacuno de carne.

En un estudio realizado por Amatayakul-Chantler et al. (2012) reportaron que las concentraciones de testosterona habían disminuido ligeramente a partir de la segunda dosis de la vacuna y durante el estudio mantuvieron los niveles de testosterona suprimida, independientemente del uso de implantes en ganado de razas cebús con razas europeas engordados en un sistema de producción de 150 días y vacunados con dos dosis de la vacuna, la primera al día 1 del tratamiento y la otra al día 42. Las tasas de crecimiento fueron similares tanto en el grupo toros quirúrgicamente castrados (QC) como en el grupo toros Inmunocastrados (IC) durante el periodo de aplicación de la primera dosis de la vacuna de GnRH, los toros IC no mostraron efecto negativo sobre la tasa de crecimiento. Esto se debe a los datos que muestran que en d 91, no hubo diferencias entre los grupos en los niveles medios de testosterona, solamente niveles muy bajos de anticuerpos a la GnRH en el grupo de los toros inmunocastrados.

Otra investigación realizada por Amatayakul-Chantler et al. (2013) en toros inmunocastrados tuvieron una ganancia diaria de peso de 0.79 kg más altos que los toros del grupo castrado quirúrgicamente, el cual fue de 0.75 kg. La ganancia diaria de peso fue calculado para el período de d 91 al d 280, tiempo en el cual se había de esperar un efecto significativo en ambos grupos.

Después del sacrificio y evisceración de los animales el grupo de los toros inmunocastrados obtuvieron una media mayor de peso de 8.4 Kg en comparación con los castrados quirúrgicamente. Además, los toros inmunocastrados tuvieron un rendimiento en canal de 272.8 kg en comparación con los castrados quirúrgicamente, el cual fue de 264.40 kg.

La mejora de calidad de la canal y la carne asociada a la castración se relaciona con una reducción de los microorganismos en la canal, un aumento de la cobertura de grasa y un aumento de la pigmentación cromática y de la blandura de la carne, el color de la carne es determinante en la decisión de compra por parte del consumidor. En general, la carne con más pigmentación cromática (color rojo brillante) es más atractiva y es considerada como más fresca por parte del comprador que la carne más oscura (Viljoen et al., 2002).

La blandura de la carne es el atributo sensorial que más afecta la satisfacción del consumidor, ésta depende de factores externos relacionados con el período pre sacrificio (alimentación, ganancia diaria de peso, edad de sacrificio) y el periodo post mortem (la maduración de la carne produce un aumento de la blandura debido a un aumento de la proteólisis muscular), de la cocción y de factores intrínsecos del músculo (cantidad de tejido conectivo y grasa intramuscular, pH, tipo de fibras musculares (Purchas et al., 2002). Así por ejemplo, Mach et al. (2010) demostraron que la blandura en los animales castrados fue superior que en los animales enteros, debido a un mayor índice

de proteólisis durante los primeros 7 días post mórtem, mientras que Purchas et al. (2002) describieron que la carne de los animales castrados presentó mayor blandura que la de los enteros debido a ambos efectos, mayor proteólisis muscular y mayor contenido de grasa intramuscular.

En cuanto a calidad de la canal se reporta que la utilización de un inmunocastrador incrementó apreciablemente la proporción de canales que recibieron la clasificación Choice (USDA), aumentó la cobertura de grasa en el lomo y tendió a mejorar la blandura de la carne. Los animales clasificados como menos agresivos y más tranquilos, por efecto de la inmunocastración, presentaron mayores tasas de crecimiento; mientras que la reducción de los niveles de estrés del ganado en engorda ha sido asociada con una mejoría de la calidad de la carne. Por lo que, el uso de un inmunocastrador en machos enteros de cruce de cebú en engorda proporcionó mejoras notables en la calidad de la carne, de acuerdo a la clasificación USDA y la profundidad de la grasa en el área del ojo de la costilla; mientras que la combinación del inmunocastrador con implantes anabólicos mejoró el peso corporal, el peso de la canal caliente y la ganancia diaria de peso y mantuvo las mejoras marcadas en términos de los parámetros de la calidad de la carne (Amatayakul et al., 2012).

En investigaciones realizadas se reporta que la castración aumentó la blandura de la carne y con valores más bajo de pH. Además, la carne de

animales castrados tenían mayores valores de luminosidad, enrojecimiento y amarillez que la carne de los toros enteros (Katz, 2007; Mach et al., 2009). De acuerdo a resultados presentados por (Purchas et al., 2002; Martí et al., 2011), observaron que la carne de animales castrados en edades prepuberales o en edades postpúberes tienen menos valores de esfuerzo al corte y en consecuencia menor dureza en comparación con la carne de los toros. Estos autores asocian el aumento de la blandura con un pH final ligeramente más bajo, mayor índice de fragmentación, mayor contenido de grasa, y posiblemente una menor contribución de tejido conectivo.

Ribeiro et al. (2004) no encontraron diferencias significativas entre los animales enteros e inmunocastrados para el área de ojo de costilla y la grasa subcutánea. Sin embargo, D'Occhio et al. (2001), encontraron un mayor espesor de grasa ($P < 0,05$) para los animales inmunizados contra la GnRH en relación con enteros, los animales inmunocastrados tuvieron una menor profundidad del músculo, área del ojo del lomo y porcentaje muscular. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la conformación de la canal, la tasa de vetas de grasa y el porcentaje de hueso. En otro estudio Amatayakul-Chantler et al. (2012), utilizando anti-GnRH (Bopriva®) en animales inmunocastrados tuvo mayor espesor de la grasa y el área de costilla más pequeño en comparación con el grupo de control (enteros).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en la engorda Ganadera Mexicali ubicada en el kilómetro 3.5 carretera a San Luis S/N, Ejido Pólvora, la cual se encuentra a 32° 32'00 latitud Norte y a 115° 12'41 longitud Oeste a 20 msnm, la zona se caracteriza por tener el clima seco continental con una temperatura media de 34.7°C (-5°C invierno y 50°C verano), con una precipitación anual de 37 mm y una humedad relativa superior al 50 % (García, 1981). Todos los animales fueron sacrificados en la planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) #511 Carnes selectas de México, S.A. de C.V. en el Valle de Mexicali.

Metodología

Para este estudio se consideraron machos de la raza Holstein con un peso aproximado de 200 kg a la llegada a la engorda. Los animales fueron engordados por un período de 239 días aproximadamente hasta alcanzar un peso promedio de 550 a 580 kg al sacrificio. Se formaron 4 corrales con 90 animales por corral para cada tratamiento (anti-GnRH vs enteros). La lotificación se realizó 24 horas después la recepción de los animales en el sistema de producción.

Procedimiento Experimental

Los animales tratados con anti-GnRH, al momento de lotificar el ganado, se les aplicó la primera dosis de anti-GnRH (Bopriva, Laboratorio Zoetis, Salud Animal, México). A los 21 días se realizó la segunda aplicación. A los 101 días se realizó la tercera aplicación y la última se aplicó a los 181 días de engorda. A los animales enteros se les aplicó 1 ml de solución salina como placebo en los mismos días de vacunación.

Del total de los animales en estudio, durante el periodo de engorda fueron eliminados animales de los corrales por muerte o por enfermedad, al término del periodo de engorda se sacrificaron 275 machos tratados con anti GnRH y 235 machos enteros. Para la evaluación de las canales, se consideraron 226 canales de machos tratados con anti-GnRH y 208 canales de machos enteros. De cada tratamiento se tomaron una muestra de 40 canales aleatorias por tratamiento (10 por cada corral) para los análisis de la calidad físico-química de la carne.

Una vez finalizado el tiempo de engorda los animales fueron arreados a la planta de sacrificio con la ayuda de vaqueros a caballo hasta instalarlos en corrales de reposo hasta el sacrificio bajo los lineamientos requeridos por la (NOM-008-ZOO-1994).

Variables evaluadas de la canal

Una vez realizado todo el proceso propio de la planta de sacrificio, después del eviscerado se procedió a pesar la canal obteniendo el peso de la canal caliente. A las 24 horas postmortem, antes de pasar a la sala de despieces, se tomó el registro del peso de la canal fría, grasa pélvica renal y del corazón, espesor de grasa dorsal, marmoleo, área del ojo de la costilla en las canales de ambos tratamientos. La cantidad estimada de grasa pélvica renal y del corazón (por sus siglas en inglés, KPH%) se evaluó subjetivamente y se expresó como un porcentaje del peso de la canal caliente, y tras el corte entre la 12va y 13va costilla en la canal, el espesor de grasa dorsal se midió utilizando una regla métrica siguiendo la metodología descrita por Hale et al. (2013). La escala del marmoleo se evaluó identificando de menor a mayor proporción de grasa (Trazas, ligero, pequeño, modesto, moderado, ligeramente abundante, y moderadamente abundante), el área del ojo de la costilla se evaluó utilizando la plantilla sugerida por Iowa State University, ambas siguiendo la metodología descrita por AMSA (2001).

Variables evaluadas en la carne

Al momento que se realizó el deshuese pasando 48 horas de almacenamiento de las canales, se tomaron 10 muestras al azar de cada corral de entre las canales evaluadas, el trozo de carne consistió en un trozo del músculo *Longissimus lumborum* de aproximadamente 1000 g, se empacó al

vacío y refrigerados se transportaron al Laboratorio de Calidad Físico-Química de Productos de Origen Animal del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California para realizar los análisis de pH, color, esfuerzo al corte y capacidad de retención de agua. El pH se determinó empleando el potenciómetro de punción DELTATRAK ISFET pH 101. Los valores de color (L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) fueron medidos en la superficie del corte utilizando un espectrofotómetro MINOLTA CM-2002 (Minolta camera, Co., Ltd., Japón) utilizando un componente especular incluido (SCI), un iluminante D_{65} y un observador de 10° , donde L^* es el índice de luminosidad, a^* es la intensidad del color rojo, b^* es la intensidad del color amarillo, el croma (C^*) fue calculado como $C=(a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ (Young et al., 2003). La capacidad de retención de agua (CRA) se realizó por medio de centrifugación de acuerdo a la técnica de Sutton et al., (1997). El esfuerzo al corte (EC) se evaluó con muestras previamente cocidas a través de un sacabocados de 1cm^2 obteniendo la muestra en forma perpendicular a la orientación de las fibras musculares, su medición se determinó utilizando un texturómetro (Lloyd Instruments, England). Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

Análisis Estadístico

El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar donde la unidad experimental fueron las canales y la carne. El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = el efecto medio

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento,

ε_{ij} = el efecto de la j -ésima unidad experimental asociado al i -ésimo tratamiento (error experimental), tal que $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

En los análisis estadísticos se utilizaron los procedimientos FREQ y GLM del paquete SAS versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la canal

Las variables de calidad de la canal se observan en el Cuadro 1. Referente al peso de la canal caliente y canal fría, se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos. Las canales de los animales tratados con anti-GnRH obtuvieron un peso con 11kg más en promedio que las canales de machos enteros y 10kg en promedio más en el peso de la canal fría respectivamente. Según Janett et al. (2012), esto se le puede atribuir a la disminución de actividad en los animales vacunados con anti-GnRH, ya que tienden a gastar menos energía durante el tiempo de engorda que los machos enteros.

Al respecto, en un estudio realizado por Amatayakul-Chantler et al. (2012) reportaron en toros con 147 días de engorda, los tratados con la vacuna anti-GnRH obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos grupos (tratados con anti-GnRH vs machos enteros) reportando un peso en canal caliente de 275.4 ± 3.7 kg, mientras que el grupo enteros de 261.7 ± 3.7 kg, con una diferencia de 13.76kg entre ambos grupos. En un estudio realizado por Guiliana et al. (2013) no reportaron diferencias ($P > 0.05$) en peso de canal caliente entre inmunocastrados y enteros en razas Nellore y animales cruzados,

pero si en el peso de la canal fría con 311.73kg en inmunocastrados y 333.55kg en machos enteros, argumentaron que las diferencias no encontradas en peso de la canal caliente en ambos tratamientos pueden atribuirse a las variaciones en la tasa de deposición de hueso, músculo y tejido graso en los animales durante el período de confinamiento. Por otro lado Huxsoll et al. (1998) en estudio realizado utilizando anti-GnRH en toros de 6 a 12 meses de edad reportaron en peso de canal caliente valores de 302.4kg en animales tratados con anti-GnRH. En un estudio realizado probando el efecto del anti-GnRH en toros de cruza de carne con 9 meses de edad, Cook et al. (2000) reporta diferencias significativas ($P<0.005$), en canal caliente con pesos más altos en grupo de machos enteros que en el grupo tratados con anti-GnRH (352.4 vs 328.0 kg respectivamente).

Con respecto a la grasa dorsal, las canales de los animales tratados con anti-GnRH presentaron valores más altos ($P<0.05$) en comparación de las canales de machos enteros. Esto resultados son similares al estudio realizado por De Freitas et al. (2015) en cruza de bovinos donde observaron diferencias significativas ($P<0.05$) con valores de grasa dorsal de 3.61 ± 0.41 mm en canales de machos enteros y 4.90 ± 0.84 mm en canales de machos inmunocastrados. Por su parte Huxsoll et al. (1998) en un estudio con Hereford y cruce de Hereford con Angus, evaluando las canales de toros enteros vs canales de machos con anti-GnRH, reportaron diferencias ($P<0.05$), registrando valores de 6.9mm (toros enteros) y 10.1mm (toros inmunizados). Sin embargo Cook et al.

(2000) no reportaron diferencias significativas ($P>0.05$) en toros de cruza de carne, las canales de los animales tratados con anti-GnRH tuvieron 6.9mm y 7.5mm en grupos enteros.

Cuadro 1. Valores medios \pm E.E. de las variables de la calidad de canal por tratamiento

Variable	Tratamiento	
	Anti-GnRH	Enteros
Canal caliente (kg)	360 \pm 3.24 ^a	349 \pm 3.46 ^b
Canal fría (kg)	357.68 \pm 3.13 ^a	347.84 \pm 2.50 ^b
Grasa Dorsal (mm)	6.77 \pm 0.02 ^a	4.48 \pm 0.02 ^b
Área del ojo de la costilla (cm ²)	81.6 \pm 0.60 ^a	81.34 \pm 2.71 ^a
Grasa pélvica renal y del corazón (KPH%)	1.97 \pm 0.05 ^a	1.68 \pm 0.05 ^b

Medias \pm error estándar; letras distintas en el mismo renglón son diferentes ($P<0.05$); n=434 canales evaluadas.

Para la variable área del ojo de la costilla (AOC), los valores medios fueron similares ($P>0.05$) entre las canales de ambos tratamientos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por De Freitas et al. (2015) en un estudio utilizando bovinos cruzados (Holstein-Zebú), donde no hallaron diferencias significativas ($P>0.05$), reportando $70.27\pm 8.56\text{cm}^2$ en las canales de machos enteros y $69.32\pm 9.56\text{cm}^2$ en las canales de machos inmunocastrados. Sin embargo, Huxsoll et al. (1998) en razas de Hereford y cruce de Hereford con Angus reportan que el AOC fue similar ($P>0.05$) en canales de toros tratados con anti-GnRH y en canales de machos enteros (86.1cm^2 vs 79.6cm^2). Por otro lado Cook et al. (2000) reportan diferencias ($P<0.05$) en las canales de animales tratados con anti-GnRH, señalando valores de 92.2cm^2 para tratamiento anti-GnRH y 95.1cm^2 para toros enteros.

La grasa pélvica renal y del corazón (KPH) en las canales de los machos inmunocastrados fue mayor que en las canales de machos enteros ($P<0.05$). Las diferencias observadas entre el peso de la canal caliente y el peso de la canal fría entre las canales de machos enteros y canales de machos tratados con anti-GnRH en este estudio podría atribuírsele a la cantidad de grasa depositada en las canales. En México, el porcentaje de KPH está incluido en el peso de la canal caliente y el peso de la canal fría. Coutinho et al. (2006) sugieren que estas diferencias en la densidad de grasa y marmoleo pueden ser atribuidas al hecho de que tarda más tiempo en ser depositada en machos

enteros que en machos tratados con anti-GnRH, debido al efecto anabólico de la testosterona, sugiriendo que la testosterona tiene un efecto inhibitorio lipogénico sobre la actividad enzimática sobre el tejido adiposo, el cual incrementa los niveles basales de la actividad lipolítica (Andreo et al., 2016; De Freitas et al., 2015).

En el Cuadro 2, se evaluaron los valores de marmoleo por tratamiento. En relación a la frecuencia de marmoleo, para la categoría Trazas se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, presentando el mayor número de canales en esta categoría los machos enteros. Para la categoría Ligero se observan la de mayor frecuencia en ambos tratamientos, siendo similares ($P > 0.05$) entre ambos. La frecuencia de marmoleo Pequeño fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos presentando la mayor proporción bajo el anti-GnRH. Al igual que Huxsoll et al. (1998) quienes encontraron valores diferentes ($P < 0.05$) en la frecuencia de marmoleo pequeño, donde los toros con anti-GnRH presentaron mayor número en comparación con los machos enteros (en este estudio se utilizó una escala donde 7, 8 y 9=Pequeño y las mayorías de las canales de inmunocastrados ocuparon la categoría 8.4, mientras que las canales de los enteros fue de 5.8).

Evaluación físico-química de la carne

En el Cuadro 3, se muestran las características físico-químicas de la carne, el pH fue similar ($P>0.05$) en la carne de ambos tratamientos, sin embargo los valores registrados en este estudio corresponden a los de una carne normal, Warriss (2003) indica que un rango de 5.3-5.7 de pH se considera a una carne normal. En este estudio como parte del proceso de sacrificio se estimulan las canales eléctricamente después de la etapa de desangrado, Mota et al. (2015) sugieren que el uso de la estimulación eléctrica que se aplica a las canales posterior al desangrado acelera la glucólisis anaerobia, provocando una caída inmediata del pH. Por su parte Andreo et al. (2013), reporta valores normales de pH en bovinos tratados con anti-GnRH con valores de pH de 5.52 ± 0.10 y 5.68 ± 0.14 en la carne de machos enteros.

Giulianna et al. (2014), en estudio realizado con razas Nerolle y cruce de Nerolle y Aberdeen angus tratados con un anti-GnRH, reportaron valores de pH mayores en carne de animales enteros (5.95) en comparación a los inmunocastrados (5.71), a su vez argumentaron que el estrés ante mortem puede conducir al agotamiento del glucógeno muscular, lo que resulta en una baja caída en el pH en los músculos post mortem, por lo que el alto pH observado en carnes de animales enteros podría ser debido al posible agotamiento del glucógeno muscular en el animal vivo durante el manejo previo al sacrificio.

El color de la carne evaluada bajo los parámetros (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) resultó en valores similares ($P>0.05$) entre machos enteros y castrados con

anti-GnRH, la cual la nombramos como una carne oscura, dichos resultados se les pueden atribuir al manejo presacrificio que recibieron los animales (arreo, tiempo de espera, uso de la picana, entre otros (Brazal et al.,1977).Siendo estos valores diferentes a los reportados por Mohan Raj et al. (1991), quienes no observaron diferencias ($P>0.05$) entre las carnes de bovinos inmunocastrados (39.49 ± 0.54) y enteros (39.60 ± 0.54) para la luminosidad (L^*) y tonalidad (C^*) con valores de 22.12 ± 0.31 en inmunocastrados y 21.51 ± 0.31 en machos enteros, considerándola de igual forma como una carne oscura. Sin embargo Andreo et al. (2013), en estudio realizado sobre la influencia de la inmunocastración (Bopriva) en ganado de engorda, encontraron diferencias ($P<0.005$) entre bovinos enteros e inmunocastrados para los valores de a^* , b^* y C^* , reportando valores para a^* de 12.55 en machos enteros y 15.02 para inmunocastrados, para b^* 8.20 en enteros y 9.58 en inmunocastrados y para C^* de 15 en enteros y 17.82 en inmunocastrados.

Por su parte Giulianna et al. (2013), reportan diferencias significativas ($P<0.05$) para el valor L^* indicando 36.77 en inmunocastrados y 34.12 para machos enteros, clasificando como carne oscura a la de machos enteros respecto a inmunocastrados, a su vez argumentan que dicho color oscuro puede atribuírsele al alto valor del pH que tuvieron los cortes procedentes de los animales enteros (5.95). Ellos reportan para el valor a^* como carne menos rojas para machos enteros (17.12 ± 0.44) comparados con inmunocastrados (19.27 ± 0.44), de igual forma encontraron valores más bajo de b^* en cortes de machos enteros (4.04 ± 0.17) comparados con inmunocastrados (5.89 ± 0.17). Sin

embargo Amatayakul-Chantler et al. (2012) no observaron diferencias ($P>0.05$) para valor de b^* en carne de animales enteros (8.3) e inmunocastrados (8.4).

Cuadro 2. Frecuencia de marmoleo en las canales según el tratamiento

Clasificación	Tratamiento	
	Anti-GnRH n=226	Enteros n=208
Trazas	10 ^a	41 ^b
Ligero	137 ^a	143 ^a
Pequeño	75 ^a	14 ^b
Modesto	2	
Moderadamente abundante	2	

Letras distintas en el mismo renglón son diferentes ($P<0.05$), por Chi-cuadrada.

Cuadro 3. Valores promedios de las variables físico-químicas en la carne

Variable	Tratamientos	
	Anti-GnRH	Enteros
pH	5.64±0.08 ^a	5.62±0.01 ^a
L*	27.18±0.307 ^a	26.30±0.325 ^a
a*	21.38±0.298 ^a	20.32±0.316 ^a
b*	17.81±0.274 ^a	17.71±0.290 ^a
C*	27.91±0.380 ^a	25.88±0.402 ^a
H*	41.13±0.354 ^a	41.13±0.375 ^a
CRA %	86.81±0.791 ^a	88.04±0.791 ^a
Esfuerzo al corte (kgf)	5.56±0.200 ^a	5.56±0.200 ^a

Medias ± error estándar, letras diferentes indican diferencias estadísticas (P<0.05); CRA: capacidad de retención de agua.

La capacidad de retención de agua (CRA) en la carne fue similar ($P>0.05$) en machos enteros y tratados con anti-GnRH, este resultado coincide con Andreo et al. (2013), donde no reportan diferencias ($P>0.05$) utilizando la técnica de presión en carne entre animales enteros (28.32 ± 3.39) e inmunocastrados (28.24 ± 3.43) y de igual forma por Ribeiro et al. (2004) comparando inmunocastrados (51.2 ± 0.3) y enteros (50.8 ± 0.4) no encontraron diferencias entre estos tratamientos. Un menor contenido de humedad puede estar relacionado con el mayor contenido de grasa (Lawrie, 2005).

Los valores de esfuerzo al corte (EC) fueron similares ($P>0.05$) entre ambos tratamientos, de acuerdo a Miler et al. (2001) un rango de 5.42-7.42kgf se clasifica como una carne de blandura intermedia, los resultados en ambos tratamientos corresponden a esta categoría. Por su parte, Giulianna et al. (2014) no reportaron diferencias ($P>0.05$) en los valores de esfuerzo al corte debido a la condición sexual (inmunocastrados: 5.44 ± 0.035 kgf vs machos enteros: 4.98 ± 0.647 kgf). En el presente estudio los resultados observados en esfuerzo al corte pueden ser atribuidos a la edad de los animales que fueron sacrificados entre los 15 y 17 meses de edad. Amatayakul-Chantler et al. (2012) reportan diferencias ($P=0.107$) en los valores de esfuerzo al corte entre inmunocastrados (7.68 kgf) y en machos enteros (8.19kgf) en animales sacrificados a los 20 meses de edad; resultados similares fueron reportados por Andreo et al. (2013) quienes reportaron diferencias ($P<0.02$) entre machos enteros (7.95kgf) e inmunocastrados (6.41kgf) sacrificados a los 24 meses.

Mientras que Cook et al. (2000) no obtuvieron diferencias ($P>0.05$) entre ambos tratamientos, inmunocastrados (5.27) vs machos enteros (6.27).

CONCLUSIONES

Las canales de los machos Holstein tratados con un anti-GnRH fueron más pesadas, con mayor grasa dorsal y mayor frecuencia de marmoleo clasificado como pequeño, modesto y moderadamente abundante; todas estas características le confiere un valor más alto en el mercado de exportación que las canales de animales enteros.

El uso de un anti-GnRH no tuvo efecto en las características físico-químicas de calidad de la carne en comparación con la carne de machos enteros.

LITERATURA CITADA

- Adams, T. E., C. A. Daley, B. M. Adams and H. Sakurai. 1996. Testes function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone: effect of age at immunization. *J. Anim. Sci.* 74(5): 950-954.
- Alberta Agriculture. 2008. *The Beef Cow-Calf Manual, Section 4: Calf Management From Birth to Weaning.* Agdex 420/10. pp. 85-87
- Amatayakul-Chantler, S, J.A. Jackson, J. Stegner, V. King, S. Rubio, R. Howard, E. Lopez and J. Walker. 2012. Immunocastration of Bosindicus × Brown Swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *J. Anim. Sci.* 90:3718–3728.
- Amatayakul-Chantler, S, F. Hoe, J.A. Jackson, R. Roca, J. Stegner, V.King, S. Rubio, R. Howard, E. Lopez and J. Walker. 2013. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of Bus indicus bulls raised on pasture in Brazil. *Meat. Sci* 95:78-84.
- Andreo, N, A. M. Bridi; M. Avena, L. Manha, A.P. da Costa, E. Lopes and P.E. Fernandes. 2013. Influence of immunocastration (Bopriva®) in weight gain, carcass characteristics and meat quality of Nellore. *Ciencias Agrarias, Londrina*, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4121-4132.

- Bavera, G. A. y C. Peñafort. 2006. Castración de machos y hembras. Cursos de Producción Bovina de Carne. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 10:3-8.
- Bretschneider, G. 2005. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. *Livest. Prod. Sci.* 97:89–100.
- Cook, R., B.Popp, J. D. Kastelic, J. P. Robbins and R. Harland. 2000. The effects of active immunization against GnRH on testicular development, feedlot performance, and carcass characteristics of beef bulls. *J. Anim. Sci.* 78: 2778–2783.
- Coutinho, J.L, M. Peres y C.L. Justo. 2006. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados emconfinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 35, n. 5, p. 20432049,
- Currah J., M, S. H. Hendrick and J. M. Stookey. 2009. The behavioral assessment and alleviation of pain associated with castration in beef calves treated with flunixinmeoglumine and caudal lidocaine epidural anesthesia with epinephrine. *Can. Vet J.* 50 (4):375-382.
- D'occhio, M. J, W. Aspden and T.Trigg. 2001. Sustained testicular atrophy in bulls actively immunized against GnRH: potential to control carcasse characteristics. *Anim. Reprod. Sci. Amsterdam*, v. 66, n. 1, p. 47-58.
- De freitas, V.M, K. Martins, F. Ribeiro, T. Campos, R. Moraes, L. Franco and E. Barbosa. 2015. Effects of surgical castration, imunocastration and homeopathy

on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. *Ciencias Agrarias, Londrina*, v.36, n.3, p.1725-1734.

Devant, M., S. Marti, and A. Bach. 2012. Effects of castration on eating pattern and physical activity of Holstein bulls fed high concentrate rations under commercial conditions. *J. Anim. Sci.* 90:4505-4513.

Freitas, A., K. Restle., J.Pacheco, P. Padua, T. Lage, M. Miyagi y S. Silva. 2008. Características de carcasas de bovinos neloresinteros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia, Vicosá*. V.37, n.6, p.1055-1102.

García, M.E.1981.Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM. México, DF.

Giulianna Z., M. Marcelo, H. Faria, O. Roberto, C. Roc,a, T. Santos, P. Surendranath, P. Suman, A. Faitarone, L.C Nara. L. Delbem, V.C. Girao, J M. Homem, E.K. Barbosa, LS. Su, F.D. Resende, G.R. Siqueira, A.D. Moreira and T.V. Savian. 2013. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore x Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat. Sci.*S0309-1740(13)00515-9.

Hale, D.S., K. Goodson and J.W Savell. 2013. USDA beef quality and yield grades. URL [http:// meat.tamu.edu/beefgrading/](http://meat.tamu.edu/beefgrading/)

- Hamm R.1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. En: Bechtel PJ editor. Muscle as food.Orlando, Florida, USA: Academic Press; 135.
- Hardy C. M and A. L. Braid. 2007.Vaccines for immunological control of fertility in animals. Rev. Sci. tech. Off. Int. Epiz. 26(2):461-470.
- Huxsoll, C. C., E. O. Price, and T. E. Adams. 1998. Testis function, carcass traits, and aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. Journal of Animal Science 76(7): 1760-1766.
- Janett, F., T. Gerig, A.C. Tschuor, C. Amatayakul, J.Walker, R.Howard, H. Bollwein and R. Thun.2012.Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. Anim. Reprod. Sci. 78(1):72-80.
- Katz, L. S. 2007. Sexual behavior of domesticated ruminants.Hormonal Behavior. J. Anim. Sci. 52(1): 56-63.
- Knight, T. W., G. P. Cosgrove, A. F. Death, and C. B. Anderson.1999.Effect of interval from castration of bulls to slaughter on carcass characteristics and meat quality.N. Z. J. Agric. Res. 42:269–277.
- Lawrie, R. A. 2005. Ciencia da carne. Traducción de Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre: Artmed,. 384 p
- Mach .N, C. E. Bach, M. Realinic, M. Font-Furnolsc, A.Velardec y M. Devant.2011.La castración en terneros de engorde se plantea como alternativa para reducir las

presentes devaluaciones de la calidad de la canal y la carne, y conseguir, de esta forma, un valor añadido en el precio final de la misma. Grupo de nutrición, manejo y bienestar animal, IRTA-Torre Marimón (Instituto de Recerca Tecnologia Agroalimentarias).

Mach, N.A, C. E. Bach, M. Realini, M. Font-Furnols, A. Velardec and M. Devant. 2009. Burdizzo pre-pubertal castration effects on performance, behavior, carcass characteristics, and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Meat Sci.* 81:329–334.

Marti, S., C.E. Realini, A. Bach, M.Pérez and M. Devant, 2013. Effect of castration and slaughter age on performance, carcass, and meat quality traits of Holstein calves fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 91(3): 1129-1140.

Miller, M. F., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Crockett, K. L. y Hoover, L. C. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim Sci.* 79(12): 3062-3068.

Mohan Raj, A. B.; V. Moss, W. J .McCaughey, W. Mclachlan, S. J. Mcgaughey and S. Kennedy. 1991. Effects of surgical and immunocastration of beef cattle on meat colour, post-mortem glycolytic metabolites and fibre type distribution. *J. Sci .F. Agric. United Kingdom*, v. 54, n. 1, p. 111-126.

Morón, O. O.Araujo, S. Pietrosevoli, N. Gallardo, B. Sulbarán, y J. Peña. 2010. Efecto de la castración sobre la composición físicoquímica y características sensoriales en carne de bovinos mestizos comerciales. *Laboratorio Calidad de la Carne y Productos Cárnicos. Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 27: 594-606.

- Pang W. Y., B. Earley, T. Sweeney, and M. A. Crowe. 2006. Effect of carprofen administration during banding or burdizzo castration of bulls on plasma cortisol, in vitro interferon-gamma production, acute-phase proteins, feed intake, and growth. *J. Anim. Sci.* 84: 351-359
- Price, E. O., T. E. Adams, C. C. Huxsoll, and R. E. Borgwardt. 2003. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 81: 411-415.
- Purchas, R. W., D. L. Burnham, and S. T. Morris. 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 80: 3211-3221.
- Ribeiro, E. L. de A., Hernandez, J. A., Zanella, E. L., Shimokomaki, M., Prudêncio-Ferreira, S. H., Youssef, E., Ribeiro, H. J. Bogden and J.Reeves. 2004. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *Meat Sci.* 68: 285–290.
- Skrlep, M., Batorek, N. Prunier, A. Louveau, I. Noblet, J. Bonneau and M. Candek-Potokar , 2012.Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. *J. Anim. Sci.* pp.6: 290–299.
- Sutton, D.S., M., Ellis Y.,Lan F.K., Mc Keith , E.R., Wilson 1997. Influence of slaughter weight and stress. Gene genotype on the water-holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles. *Meat Sci.* 46(2):173-180.

- Thüer, S., M. G. Doherr, B. Wechsler, S. Mellema, k. Nuss, M. Kirchhofer, and A. Steiner. 2007. Influence of local anesthesia on short-and long-term pain induced by three bloodless castration methods in calves. *Schweitzer Arch. Tierheik.* 149 (5): 201-211.
- Ting, S.T. L., B. Earley, and M. A. Crowe. 2003. Effect of repeated ketoprofen administration during surgical castration of bulls on cortisol, immunological function, feed intake, growth, and behavior. *J. Anim. Sci.* 81:1253–1264.
- Viljoen H. and HL. Kock, 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* 61: 181-185.
- Warriss, PD.2003. *Meat Science.An Introductory Tex.* School of Veterinary Sciencie University of Bristol. Ed. Acribia.p.35.
- Yong, S.K., K.Y. Seok, H.S. Young and K.L. Sung. 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* 63:509-513.