

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



**COMPORTAMIENTO CONDUCTUAL EN MACHOS HOLSTEIN TRATADOS
CON UN ANTI-GNRH DURANTE EL PERIODO DE ENGORDA**

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

PRESENTA
ÁNGEL ADRIÁN GODINA GÓMEZ

DIRECTOR(A) DE TESIS
Ph.D. CRISTINA PÉREZ LINARES

CO-DIRECTOR
Ph.D. FERNANDO FIGUEROA SAAVEDRA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

AGOSTO 2015.

HOJA CONTROL

Comportamiento conductual en machos *Holstein* tratados un anti-GnRH en periodo de engorda. Tesis presentada por Angel Adrián Godina Gómez 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
Director de Tesis

Ph.D. Fernando Figueroa Saavedra
Co-Director

Dr. Alberto Barreras Serrano
Sinodal

Ph. D. Alma Rossana Tamayo Sosa
Sinodal

Dr. Eduardo Sánchez López
Sinodal

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

AGOSTO 2015.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Eje Hipotalámico-Hipofisario-Testicular.....	3
Análogos de GnRH.....	4
Agonistas de GnRH.....	4
Antagonistas de GnRH.....	4
Testosterona.....	5
Comportamiento conductual.....	6
Comportamiento agonista.....	6
Relación dominante-subordinado.....	7
Comportamiento agresivo animal-humano.....	8
Comportamiento sexual.....	10
Síndrome del buller.....	11
Castración.....	12
Métodos físicos.....	13

Cirugía.....	13
Anillos o bandas de goma.....	14
Pinzas de burdizzo.....	14
Métodos químicos.....	16
Inmunocastración.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Localización del área de estudio.....	19
Metodología.....	19
Evaluación del comportamiento conductual.....	20
Medición de testosterona.....	20
Análisis estadístico.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES	34
LITERATURA CITADA	35

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Comportamiento de montas durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	25
2	Comportamiento de signo de flehmen durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	25
3	Comportamiento de emisión de topetazos durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	26
4	Comportamiento de amenazas durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	26
5	Comportamiento de olfateos durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	28
6	Comportamiento de Acicalamiento durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	28
7	Comportamiento cabeza baja durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	30
8	Comportamiento de Vocalizaciones durante el tiempo de engorda en machos <i>Holstein</i>	30
9	Concentraciones de testosterona sérica por tratamiento durante las aplicaciones de la vacuna contra GnRH.....	31

AGRADECIMIENTOS

A dios por concederme la dicha de seguir viviendo para concretar un proyecto más en mi vida.

A mi familia que siempre ha estado pendiente de mí para apoyarme incondicionalmente en cada decisión de mi vida.

Al instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, por ofrecerme el programa de estudios de posgrado.

Al laboratorio Zoetis por el apoyo de las vacunas que fueron fundamentales para la realización de este proyecto.

A la Ganadera Mexicali por poner sus instalaciones y animales a nuestra disposición, siendo una parte primordial para la realización y ejecución de este estudio.

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, que han tenido la cordialidad de brindarme sus conocimientos, orientarme y al mismo tiempo representar un ejemplo a seguir.

A mi tutora por su tolerancia, dedicación y estimulación para seguir superándome, muchas gracias Ph. D. Cristina Pérez Linares.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico de la beca tan imprescindible durante estos dos años.

DEDICATORIA

A mi abuela Pascuala que aunque ya no esté físicamente conmigo me acompaña en cada decisión que tomo, y que gracias a sus sabios y oportunos consejos me han orientado a ser la persona que soy.

A mis padres Silvino y Norma por darme la oportunidad de crecer con salud y haberme forjado como la persona que ahora soy. Muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis metas y seguir superándome en la vida.

INTRODUCCIÓN

El manejo del ganado es una actividad peligrosa, aunque pocas personas involucradas con el ganado lo consideran como una fuente de peligro (Dogan y Demirci, 2012). Los ataques de los toros es considerada la causa número uno de muertes que se producen durante la manipulación del ganado (Grandin, 2006).

El comportamiento sexual excesivo puede ser un problema entre los novillos (Brower y Kiracofe, 1978) y representa un importante motivo de preocupación en la crianza de toros. El comportamiento agresivo puede resultar en lesiones tanto en humanos como en los animales y está involucrado en el aumento de las frecuencias de cortes de carne oscura resultante de la mezcla de grupos sociales de toros antes del sacrificio (Price y Tennessen, 1981).

Los toros son notorios por su agresión impredecible, generalmente a consecuencia del miedo, experiencias negativas y estado hormonal. Las mismas hormonas que motivan a los toros a montar a las vacas también inducen al ataque de toros contra sus propietarios. La situación para los toros que son mantenidos en grupos puede tornarse peligrosa y provocar lesiones ya que ocurren montas y topetazos entre ellos. Las montas en este caso son probablemente por la dominancia y no por motivo sexual (Haupt, 2011).

La castración es una herramienta de manejo para producir docilidad en el ganado bajo condiciones de confinamiento (Morón-Fuenmayor et al., 2010). Existen diversos métodos de castración y la aplicación de estos depende del

manejo, facilidad y costo del producto. La inmunización contra la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), comúnmente llamada inmunocastración, ha sido propuesta como una alternativa para la castración del ganado debido a que logra disminuir los niveles de testosterona además de no comprometer el bienestar de los animales en comparación a otros métodos (Robertson et al., 1979; Price et al., 2003).

Por lo anterior el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento conductual en machos Holstein tratados con un anti-GNRH durante el periodo de engorda.

REVISIÓN DE LITERATURA

Eje Hipotalámico-Hipofisario-Testicular

Se sabe que la información visual, auditiva, táctil y olfatoria registrada por el sistema nervioso central converge hacia el hipotálamo y allí es procesada, amplificada y transducida a señales hormonales que se transmiten a la adenohipófisis donde nuevamente es amplificada y retransmitida a través de las gonadotropinas hacia las gónadas (Bustos y Torres, 2012).

El hipotálamo sintetiza y secreta de forma pulsátil el decapeptido gonadoliberina (GnRH), que actúa sobre las células gonadotropicas de la adenohipófisis. Estas estimuladas por la GnRH, sintetizan y secretan dos gonadotropinas: FSH y LH. Ambas son unas glucoproteínas heterodímeras formadas por dos péptidos unidos mediante enlaces no covalentes. La liberación de estas hormonas depende de los patrones pulsátiles de secreción de GnRH. Pulsos irregulares y de pequeña amplitud resultan en la liberación de FSH mientras que pulsos de alta frecuencia inducen la liberación de LH. Dentro de los testículos la LH se une a los receptores de membrana de las células de Leydig y estimula en ellos la conversión de colesterol en testosterona. Una vez sintetizados, los andrógenos se difunden a sangre y a linfa. La testosterona, la dihidrotestosterona y los estrógenos, regulan la síntesis y liberación de LH a

través de una retroalimentación negativa ejercida a nivel del hipotálamo o del lóbulo anterior de la hipófisis (Cunningham, 2003).

La GnRH es la clave del hipotálamo para controlar el factor sexual y la función reproductiva además del desarrollo en los animales (Robertson et al., 1979).

La hormona liberadora de Gonadotropina (GnRH) regula la función testicular en los toros controlando la secreción de LH, la cual es necesaria para la producción de andrógenos y FSH, requerida para la espermatogénesis (Bustos y Torres, 2012).

Análogos de GnRH

Los análogos de la GnRH tienen la capacidad de unirse con mayor afinidad a los receptores de GnRH originando una supresión de la hipófisis tras un aumento en la liberación de gonadotropinas (Blasco et al., 2011).

Agonistas de GnRH: Los agonistas de la GnRH estimulan la producción y liberación de gonadotropinas por medio de la hipófisis, con una potencia mayor al GnRH endógeno aunque este efecto puede variar según la naturaleza del compuesto. Los agonistas pueden ser efectivos pero cuando son administrados en forma prolongada producen una acción farmacológica anti reproductiva o de esterilización química. Esto se debe a una desensibilización de los receptores de GnRH, lo cual resulta en una regulación negativa (Vickery et al., 1989).

Antagonistas de GnRH: Los antagonistas actúan por mecanismos diferentes al de los agonistas. Estas moléculas se unen a receptores gonadotropos y compiten con las moléculas endógenas de GnRH por ocupar el receptor específico de membrana (Vickery, 1985). Este bloqueo del receptor produce una fuerte supresión de gonadotropinas (Blasco et al., 2011) y no se produce el indeseable efecto de estimulación inicial del eje Hipotálamo-Hipófisis (Herbst, 2003).

Testosterona: La testosterona es la principal hormona masculina y es necesaria para el comportamiento sexual normal, la función testicular y el desarrollo muscular. Un incremento en la secreción de testosterona desde los testículos ocurre antes de la pubertad después de esta las características sexuales típicas de las especies son expresados (Bustos y Torres, 2012).

La testosterona es producida principalmente por los testículos, aunque las hembras también la producen pero en menor cantidad, y es regulada a través de la retroalimentación hormonal que requiere señales del hipotálamo y de la glándula pituitaria. Es una hormona esteroidea que se sintetiza a partir del colesterol, en los testículos y las glándulas adrenales (Justel et al., 2010).

Las hormonas esteroides gonadales influyen en el comportamiento sexual a través de dos formas. Durante el desarrollo estas afectan la diferenciación del cerebro (primariamente en machos), y después en la pubertad, en circulación las concentraciones de esteroides influyen en la expresión la conducta sexual (Ford y D'Occhio, 1989).

El comportamiento sexual de los machos en especies mamíferas está asociado con cantidades adecuadas de andrógenos testicular circulante (Davidson 1977). La inmunización activa contra GnRH causa una reducción temporal en la secreción de LH, FSH y una reducida producción de testosterona (Jeffcoate et al., 1982; Robertson et al., 1984).

Comportamiento conductual

Comportamiento agonista: Este tipo de comportamiento incluye peleas, exaltación y cualquier otra reacción relacionada asociada con conflicto. Las peleas son un importante problema práctico en el manejo de los animales. Las peleas son más pronunciadas en los machos, y son asociadas con competencias por apareamiento. Por un largo tiempo los productores han recurrido a la castración para producir machos más dóciles, ya que pueden ser peligrosos para el ser humano. En el bovino, las peleas son una parte regular del comportamiento social, regulando el espacio entre individuos y determinando cuales machos realizan los apareamientos en el año. Cada especie tiene patrones característicos, en el caso de los bovinos manotean el suelo y mugen durante las peleas. Los combates son usualmente individuales y muy raramente se dan los ataques combinados sobre otro animal (Petryna y Bavera, 2002).

Los bovinos pueden reconocer entre 70 y 120 miembros de su especie. Y por ello cualquier agrupamiento mayor genera problemas cotidianos de jerarquía, que aumentan con la territorialidad y agresividad de la raza y del

género, así como de la densidad (Gimenez, 1999). Se sabe que la organización social en grupos de mismo sexo formados artificialmente en los sistemas de producción intensiva incrementa los niveles de agresión en comparación con los rumiantes mantenidos en sistemas semi intensivos y extensivos (Miranda de la Lama, 2008).

El espacio individual de los miembros de la especie es de suma importancia ya que esto le permite delimitar el contacto social con otro miembro. Este espacio puede variar en ciertas circunstancias con peleas producidas entre machos dominantes por la defensa de su territorio (García, 2000). Dentro de la manada, los miembros pueden definir su posición y espacio sin necesidad de llegar a enfrentamiento. El orden se establece por amenazas sutiles mediante señales corporales, en una suerte de lucha simbólica, tras la cual los animales dominados ceden ante el dominante (Gimenez, 1999).

Otro patrón de comportamiento que se ve afectado con el confinamiento, es la facilitación social. La ruptura en la sincronización social conductual provocada por la falta de espacio y por el incremento en la agresión, aumenta el rango de variación individual en los patrones de conductas de mantenimiento (comer, desplazarse, descansar y acicalarse) (Miranda de la Lama, 2008).

Relación dominancia-subordinado: Cuando dos animales adultos extraños se encuentran por primera vez es probable que estos respondan con una pelea suave o severa. Como resultado un solo animal resulta ganador. Este comportamiento es rápidamente reducido a un hábito, con el resultado de que

un animal en el caso del dominante, siempre atacara o amenazará a la vez que el subordinado se someterá o tratará de evitar el contacto. Esta relación es una solución para el problema de conflicto o competencia, y generalmente resulta en un comportamiento tranquilo. Sin embargo, algunas parejas pueden formar el hábito de atacarse cada vez que se encuentran. Cuando los animales jóvenes son criados juntos, existe una tendencia a formar hábitos de comportamiento pacífico, y la dominancia puede que nunca se manifieste. Si esta aparece entre animales jóvenes, es probable que se desarrolle sin peleas severas. En el manejo de los animales de granja, el colocar animales adultos del mismo sexo, frecuentemente resulta en peleas severas debido a que las relaciones de dominancia aún no han sido establecidas (Petryna y Bavera, 2002).

Se ha calculado que en sistemas intensivos que los rumiantes subordinados tienen una tendencia a perder del 8 al 10 % del peso total corporal, producto de la competencia y desplazamiento por los de alta dominancia. El aislamiento de individuos del grupo social, aun los machos puede traer consecuencias graves e incluso fatales, debido a la negación de consumir alimento (Miranda de la Lama, 2008).

Comportamiento agresivo animal-humano: En tiempos pasados cuando el ganado salvaje era depredado por lobos, la reacción del ganado era alejarse y dar patadas si los lobos se arcaaban o se giraban para pelear, embistiendo y dando cornadas. El ganado doméstico conserva aún estas características y es capaz de defenderse mediante el uso de su cabeza con

cuernos y sus extremidades. El ganado considera a las personas como sus depredadores (Stafford, 2005).

Todos los toros se vuelven más peligrosos a medida que envejecen. El temperamento de un toro cambia a medida que madura, de la agresión juguetona a la agresión defensiva (Dogan y Demirci, 2012). Se ha observado que toros lácteos criados para carne tienden a luchar y en ocasiones montarse entre sí. Sin embargo, son usualmente sacrificados antes de que sean agresivos hacia los humanos. La lucha entre ellos es de un modo juguetón, aunque puede causar lesiones graves entre sí y con las personas que interponen en el camino (Stafford, 2005).

La conducta sexual y agresiva de los toros puede estar mediada por diversos factores como la raza, sexo, edad, etc. Es bien sabido que las razas *Bos Taurus* presentan mayores niveles de testosterona en comparación a las razas *Bos indicus* (Chase et al., 1997) y que los toros de razas lecheras, suelen ser más peligrosos durante el manejo ya que estos, son significativamente más sensibles al sonido ($P=0.02$) y al contacto ($P<0.01$) que los bovinos de razas productoras de carne (Lanier et al., 2000; Grandin, 2006).

Con respecto a la edad se ha reportado que el carácter agresivo de los toros es más notorio durante la edad de 8 a 16 meses (Price y Wallach, 1991) y esto es probable que se deba al aumento de secreción de testosterona que es evidente durante esta etapa de desarrollo (Staigmiller et al., 1985).

Por otra parte hay estudios que muestran el efecto de la testosterona en la conducta agresiva, donde el comportamiento agresivo de novillos que recibieron testosterona exógena, se multiplico por ocho, en relación con novillos control (Dykeman et al., 1982).

Es importante controlar la conducta agresiva del ganado ya que puede ayudar a aumentar el rendimiento económico del productor mediante la reducción de la incidencia de lesiones en los animales y el personal en contacto con ellos, disminuir la presencia de hematomas y cortes de carne oscura al momento del sacrificio (Romans et al., 1994; Jones, 1995), además de reducir también los daños a cercas y equipos además de conservar la energía de los animales necesaria para su crecimiento (Seideman et al., 1982). Algunas técnicas como la inmunización contra GnRH no solo reducen la concentración sérica de testosterona, sino también disminuye la magnitud de la conducta agresiva en toros (Huxsoll et al., 1998).

Comportamiento sexual: El comportamiento sexual es una parte muy importante de la vida de los animales y las hormonas sexuales como la testosterona en los machos, regulan la conducta de la mayoría de los mamíferos (Justel et al., 2010).

El comportamiento sexual es uno de los desórdenes más comunes en los animales domésticos. Comportamientos de homosexualidad, masturbación, reacciones de apareamiento inespecíficos, y otras formas parcialmente

adaptivas de comportamiento sexual son comunes en un sistema de producción (Petryna y Bavera, 2002).

Las montas homosexuales son más comunes en los machos que han sido mantenidos en grupos del mismo sexo en condiciones estresantes, particularmente en edades tempranas. En tales casos los animales subordinados podrían ser montados excesivamente por los machos dominantes. Esto sugiere que la motivación para este comportamiento es menos relacionado a una razón sexual y más a dominancia. La monta puede considerarse un evento apaciguado si el buller acepta al rider voluntariamente, pero si el buller es forzado a aceptar la monta, la motivación probablemente se de dominancia por parte del rider. En el caso de la monta forzada, el bienestar del buller es comprometida seriamente (Phillips, 2002).

Síndrome del Buller

Es una conducta sexual observada entre bovinos machos cuando son alimentados en corrales de estabulación. Este síndrome se caracteriza por repetidas montas a un novillo (Buller) por sus otros compañeros de corral a los cuales se les denomina riders o jinetes de manera que, en esta conducta sexual de los bovinos, el buller se comporta como hembra y los riders o jinetes como machos. Como mecanismo de defensa el buller se queda echado hasta que los riders lo dejan tranquilo, pero al levantarse para comer o beber agua de nuevo es acechado con olfateos y montas. (Ramirez, 2005).

Castración

La práctica de la castración en los machos es realizada comúnmente en diversos lugares del mundo (Currah et al., 2009). Es un procedimiento antiguo para la cría, usado para producir ganado dócil, reducir la reproducción no deseada y modificar la calidad de las canales (Stafford y Mellor, 2005).

Sin embargo la castración puede infligir dolor en el animal, una tasa lenta de crecimiento y resultar en una baja eficiencia alimenticia, los beneficios de la castración son vistos por la industria de Norteamérica como mayores con respecto a los aspectos negativos (Currah et al., 2009). En Italia, la carne de ganado vacuno por lo general está basada en machos enteros, ya que éstos muestran mejor tasa de crecimiento y más alto rendimiento de canales magras. A pesar de que los consumidores prefieren carne magra, los productores han sido inducidos a considerar el efecto positivo de la castración especialmente en las características organolépticas de la carne (Segato et al., 2005).

Un estudio realizado por Seideman (1982) reveló que los becerros intactos crecen más rápido, utilizan el alimento más eficientemente y producen una canal de mayor rendimiento con menos grasa y más producto comestible comparado con los novillos. Sin embargo, las desventajas de la cría de becerros intactos incluyen el comportamiento agresivo, grado de calidad más bajo, menos ternera y un color indeseable en la carne. Es por ello que la castración es considerada de gran importancia y necesaria para reducir la

agresión, prevenir lesiones en operaciones de confinamiento y mejorar la calidad de la carne (Coetzee, 2011).

La castración de becerros se realiza usando una variedad de métodos, estos pueden ser físicos (cirugía, aplicación de anillos de goma o emasculación mediante el método Burdizzo) y métodos químicos (inyección de sustancias tóxicas e inmunocastrador). Los métodos físicos son comúnmente usados sin la aplicación de anestesia y dependiendo del método y edad del becerro pueden inducir dolor (Thüer et al., 2007).

Métodos físicos de castración

Cirugía: El método quirúrgico conocido como orquidectomía consiste en la extracción completa de los testículos y conductos espermáticos aplicando anestesia y analgesia de larga duración. Puede realizarse a cualquier edad, tiene un 100% de efectividad, reduce el comportamiento sexual y agresivo de los toros, además de mejorar la calidad de la canal y de la carne. Sin embargo, puede complicarse con hemorragias, edemas, que provocan dolor crónico en el animal, o infecciones posteriores (Mach et al., 2010). La castración quirúrgica de bovinos machos reduce comportamientos agresivos en relación con los toros intactos, pero la intervención quirúrgica asociada puede poner en peligro el bienestar de los animales (Price et al., 2003).

Anillos o bandas de goma: Este método consiste en colocar anillos o bandas de goma en la parte proximal del escroto, los cuales producirán una compresión de las arterias y venas, lo que ocasionará una isquemia crónica que

inducirá a una necrosis coagulativa y una lesión celular irreversible esta metodología es muy simple, de poco costo, efectiva y el dolor agudo que provoca se puede aliviar con el uso de anestésicos en los testículos y escroto, además de la aplicación de analgésico vía intramuscular previamente a la colocación del anillo, pero genera más dolor crónico que otros métodos. No se aconseja utilizar este método en animales jóvenes (Mach et al., 2010).

Pinzas de Burdizzo: La castración por emasculación mediante la pinza de Burdizzo consiste en obstruir completamente la parte proximal del escroto, el conducto espermático, los nervios y los vasos sanguíneos, con el propósito de producir isquemia y una atrofia testicular en un periodo menor de 30 días. Este método se puede realizar a cualquier edad, la eficiencia disminuye conforme esta aumenta, debido al gran desarrollo testicular y la dificultad de obstruir por completo los tejidos. Aunque no hay riesgo de una hemorragia, trauma o infección, produce edema y reacción inflamatoria tisular, dolor agudo en el momento de la aplicación y dolor crónico durante las dos semanas después de haber sido realizada la castración (Mach et al., 2010). Previamente es indispensable la aplicación de un anestésico local en los cordones espermáticos y un analgésico por vía intramuscular para reducir el dolor (Thüer et al., 2007).

Todos los métodos físicos usados para la castración del ganado tienen efectos secundarios y causan dolor (Stafford y Mellor, 2005). Además del método y la edad a la que se realiza la castración se consideran condiciones de estrés. Hay estudios que demuestran que la respuesta al estrés en el ganado castrado quirúrgicamente y con bandas de goma en una edad menor a 6 meses

tiende a ser menor ($P=0.1$) que los bovinos castrados a una edad mayor de 6 meses (Bretschneider, 2005).

Se ha demostrado que la aplicación de anestesia local reduce los niveles agudos del dolor después de la castración con la técnica de Burdizzo y anillo de goma sin embargo el dolor no se reduce totalmente. Además se ha evidenciado que el dolor producido por la castración con la técnica de anillo de goma perdura por varias semanas lo que hace preferible la técnica de Burdizzo (Thüer et al., 2007).

La anestesia local elimina la respuesta del cortisol, y por lo tanto el dolor agudo causado por la castración con anillo de hule o con banda de látex, pero se necesita ser combinada con analgésicos sistémicos como el ketoprofeno el cual es un antiinflamatorio no esterooidal para eliminar la respuesta del cortisol a la castración quirúrgica o por pinzas Burdizzo. Cuando se usa solo ketoprofeno, a veces reduce la respuesta del cortisol por la castración quirúrgica o por Burdizzo pero podría necesitar ser acompañada por un anestésico local para eliminar el comportamiento inducido por el dolor visto durante el proceso de la castración. Ambos métodos farmacológicos están disponibles para eliminar virtualmente la experiencia del dolor agudo en becerros durante las 12 h después de la castración. El uso de estos métodos es un costo adicional para los ganaderos y pudiera estar limitado por la disponibilidad de los fármacos para los ganaderos a utilizar y la escasez de los veterinarios en la práctica de animales de granja (Stafford y Mellor, 2005).

Métodos químicos de castración

La castración química, la cual no es permitida en la unión europea, puede realizarse mediante la inyección de agentes tóxicos esclerosantes en el parénquima testicular o mediante la inmunocastración. La inyección de sustancias tóxicas intratesticulares como 88% de ácido láctico que produce una lesión irreversible, pérdida de funcionalidad y dolor agudo importante debido a la naturaleza ácida y a la densidad del producto. La efectividad va desde el 50 al 100% (Mach et al., 2010).

Inmunocastración: es otra opción recientemente descubierta la cual es un método de castración que 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).

La inmunización activa contra GnRH es uno de varios métodos por los cuales la magnitud de entrada de endógenos de GnRH puede ser atenuada (Huxsoll et al., 1998). Inmunizar toros jóvenes contra GnRH suprimen las concentraciones de testosterona sérica, desarrollo testicular y la espermatogénesis (Cook et al., 2000). Este método de castración ha mostrado mediante estudios experimentales ser una técnica muy eficaz que proporciona una buena respuesta inmune en la prevención de la conducta agresiva y sexual

en toros, el comportamiento del celo en novillas y olor sexual en cerdos machos. La inmunización contra la GnRH parece ser un enfoque muy atractivo para la castración de los animales de granja (Bonneau y Enright, 1995).

Al utilizar la inmunocastración, se ha observado una reducción de la conducta agresiva aumentando la economía de los productores de ganado mediante la reducción de la incidencia de lesiones en los animales y en sus cuidadores, además de la reducción de la carne con hematomas y cortes de carne oscuros. La inmunización de toros contra GnRH proporciona una alternativa a la castración quirúrgica y ofrece muchas de las mismas ventajas para la producción de carne de novillos y toros intactos (Price et al., 2003).

Jago y colaboradores (1997) han observado que no hay diferencias en becerros al ser inmunocastrados, a diferentes edades en etapa de pubertad en cuanto al comportamiento sexual y agonista ($P < 0.05$). Sin embargo los toros presentan mayor comportamiento que los novillos inmunocastrados y castrados quirúrgicamente ($P < 0.05$).

Por otra parte Cronin et al. (2003) observaron que el comportamiento social fue mayor ($P < 0.01$) en machos enteros e inmunocastrados que los castrados quirúrgicamente. Los machos enteros pasaron menos tiempo en los comederos ($P < 0.05$) que los machos castrados quirúrgicamente e inmunocastrados. Ambas castraciones redujeron el comportamiento social e incrementaron el consumo de alimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El estudio se desarrolló en los corrales de la Ganadera Mexicali ubicada en 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).

La empresa cuenta con corrales de tierra cercados con tubos de fierro. Estos tienen una dimensión aproximada de 30.50 m x 26 m con capacidad para 100 animales por corral. Los corrales cuentan con un comedero de cemento de 30.50m x 80cm. que se sitúa en todo lo largo del corral. El alimento es proporcionado en 2 servidas, una en la mañana y otra por la tarde. Los techos de los corrales cubren en un 25% la superficie de estos y están cubiertos por ramas de la planta cachanilla (*Pluchea seríce*a).

Metodología

Se utilizaron machos enteros de la raza *Holstein* con un peso aproximado de 250 kg, se lotificaron y se realizaron los manejos propios de la engorda hasta su peso promedio al sacrificio de 540-580kg. Se utilizaron 4 corrales con 90 animales por cada tratamiento. El tratamiento 1 (placebo) consistió en la aplicación de solución salina (1ml) y el tratamiento dos consistió en la aplicación

del inmunocastrador BOPRIVA® (1ml). Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente a los corrales. Una vez lotificados y después de 24-48 horas de llegada de los animales a la engorda, se realizó el procedimiento propio de la engorda (vacunación, desparasitación) y se realizó la primera aplicación de BOPRIVA®. Se aplicó una segunda dosis, a los 21 días de haber aplicado la primera dosis de BOPRIVA®. Una tercera dosis del tratamiento se aplicó 80 días posterior a la segunda (día 101 de engorda) y La cuarta aplicación se administró 80 días transcurridos a partir de la tercera aplicación (día 181 de engorda).

Evaluación del comportamiento conductual

La evaluación del comportamiento conductual se hizo en cada corral perteneciente a cada tratamiento, dos días aleatorios en la semana (1h en la mañana el primer día y 1h en la tarde el segundo día). Las evaluaciones se hicieron a partir de la segunda vacunación hasta el día 181 de engorda, donde se registró el número de eventos para cada variable de comportamiento en estudio: montas, manifestación del signo de flehmen, topetazos, amenazas a oponentes, olfateos, acicalamiento, cabeza baja y vocalizaciones.

Medición de testosterona

Para la medición de testosterona se seleccionaron sistemáticamente 10 animales por cada corral dentro de cada tratamiento. Los animales destinados para muestreo fueron identificados mediante un arete adicional al del lote, para incluirlos en cada fecha de extracción de sangre, resultando 4 muestras por

animal. La primera extracción de sangre se realizó a la llegada de los animales en el momento del primer manejo propio de la engorda; la segunda toma de muestra se obtuvo al día 21 de engorda; la tercer muestra se extrajo 80 días transcurridos la segunda toma y la cuarta extracción se realizó 80 días posterior a la tercera.

Se extrajo aproximadamente 5 ml de sangre de la vena coccígea o vena yugular. Una vez obtenidas las muestras se centrifugaron para la obtención del suero. Este último fue congelado a -20°C hasta la medición de concentración de testosterona. Las concentraciones de testosterona sérica fueron determinadas usando una prueba Testosterone Elisa Kit (ADI-900-065) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Análisis estadístico

El estudio se realizó según un diseño completamente al azar con el corral como unidad experimental. Los datos fueron analizados usando el programa SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

Debido a que los datos de naturaleza categórica (montas, signo de flehmen, emisión de topetazos, amenazas a oponentes, olfateos, acicalamiento, cabeza baja, vocalizaciones) registrados por animal dentro de corral no fueron independientes, las pruebas estadísticas se realizaron considerando al corral como unidad experimental. Las variables de comportamiento se refirieron como el número de eventos presentes por corral el día de registro (cada quince días, hasta el final de la prueba) y se describen utilizando análisis de frecuencias.

Dado que las variables de comportamiento no presentaron una distribución normal, confirmado a través de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, y además resultaron heterocedásticas, de aplicar la prueba de Bartlett, la hipótesis de igualdad de efectos entre tratamientos se resolvió aplicando un modelo lineal generalizado haciendo uso de una función de enlace logit y definiendo una distribución de probabilidad gama para uso en el modelo. Los efectos fijos fueron los tratamientos (Bopriva y grupo control), el día de registro (cada quince días, hasta el final de la prueba) y la interacción tratamiento por día de registro, mientras el componente aleatorio fue el corral dentro de tratamiento y el residual. Se utilizó el procedimiento GENMOD del SAS. El estadístico de prueba fue una Chi-cuadrada y la significancia se definió cuando el valor de P fue menor a 0.05.

Los datos sobre testosterona fueron analizados entre tratamientos dentro de cada día de aplicación con un modelo lineal general que incluyó como efectos fijos al tratamiento y como componentes aleatorios al animal dentro de tratamiento y el residual, utilizando el procedimiento GLM. El estadístico de prueba fue la F de Snedecor. Se estimaron las medias mínimo cuadráticas e intervalos de confianza al 95% para cada tratamiento en cada día de aplicación. Las medias fueron contrastadas de aplicar la prueba t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico no se observaron efectos de interacción tratamiento por tiempo ($P>0.05$) en cada una de las variables en estudio, por lo que se discute solo los efectos importantes.

Montas

Se registró un total 1394 montas en animales tratados con anti-GnRH durante el tiempo de engorda mientras que en los animales enteros se registraron 2430 (Figura 1), observándose diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos. Estos resultados de este estudio concuerdan con los de Jago et al. (1997), donde reportaron que las proporciones de animales con montas fueron más altas ($P<0.05$) en los machos enteros que en toros inmunizados aproximadamente del día 200 al 250 ya que se registró hasta 100% de los machos enteros con signos de montas mientras que en los inmunocastrados menos del 20% con un ascenso gradual hasta el término del estudio. Sin embargo un estudio realizado por Vantuil et al. (2015) no registraron diferencias ($P>0.05$) en las frecuencias de montas entre machos inmunocastrados y machos enteros. En otras especies se ha observado que las frecuencias de montas después de la primera vacuna fueron similares en cerdos enteros (12.0) y cerdos inmunocastrados (7.6) ($P>0.05$). Sin embargo después de la segunda vacunación las frecuencias de montas fueron mayores ($P<0.05$) en cerdos enteros (9.5) que los vacunados con anti-GnRH (0.3) (Rydhmer et al., 2010).

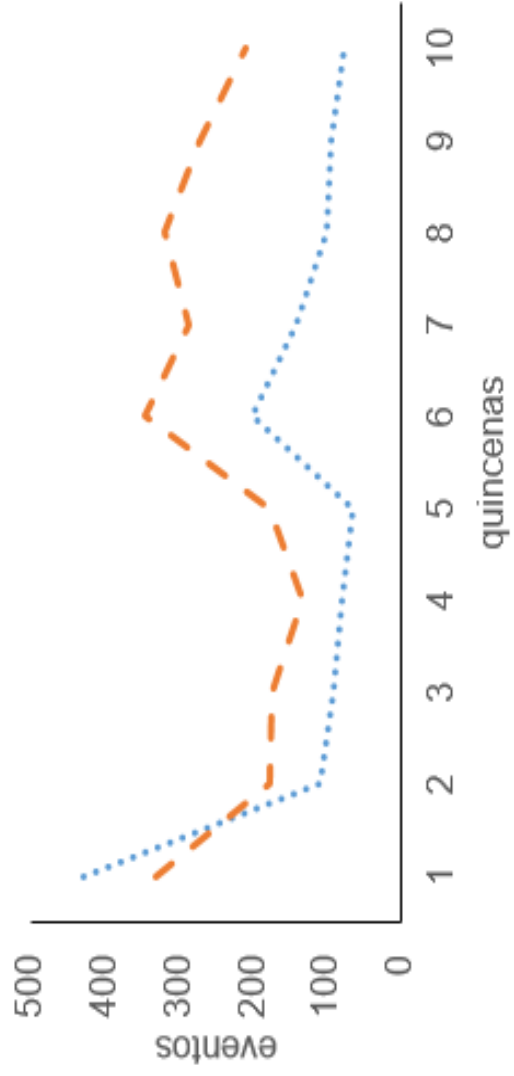


Figura 1. Comportamiento de montas durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*

Las montas entre machos en ganado de carne facilitan el aprendizaje apropiado para la orientación de la monta (Silver y Price, 1986) y pudiera representar de otra manera ya sea una salida alternativa para el comportamiento sexual en ausencia de hembras (Price et al., 1988) o una muestra de dominancia social.

Manifestación de signo de Flehmen

El comportamiento de la variable “signo de flehmen” durante el periodo de engorda, se presentaron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, registrándose un total de 1457 eventos en los animales tratados con anti-GnRH y 2004 en los animales enteros (Figura 2). Este resultado puede deberse a que los machos enteros presentan mayores niveles de testosterona y se ha reportado que el signo de flehmen esta correlacionada con la secreción de testosterona (Lunstra et al., 1989).

Topetazos

El comportamiento agresivo de los toros fue menor en machos inmunizados contra GnRH que los machos enteros. La variable “topetazos” que se observa en la Figura 3, se registró un total 602 eventos en animales tratados con anti-GnRH y 959 en machos enteros. Se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos y por efecto del tiempo. Tanto Moore et al. (1989) como Teague et al. (1992) reportaron que las frecuencias de topetazos en animales inmunizados contra LHRH no fueron diferentes con respecto a los toros que no fueron inmunizados. En otras especies como en cerdos se ha observado que después de la primera vacuna las frecuencias de

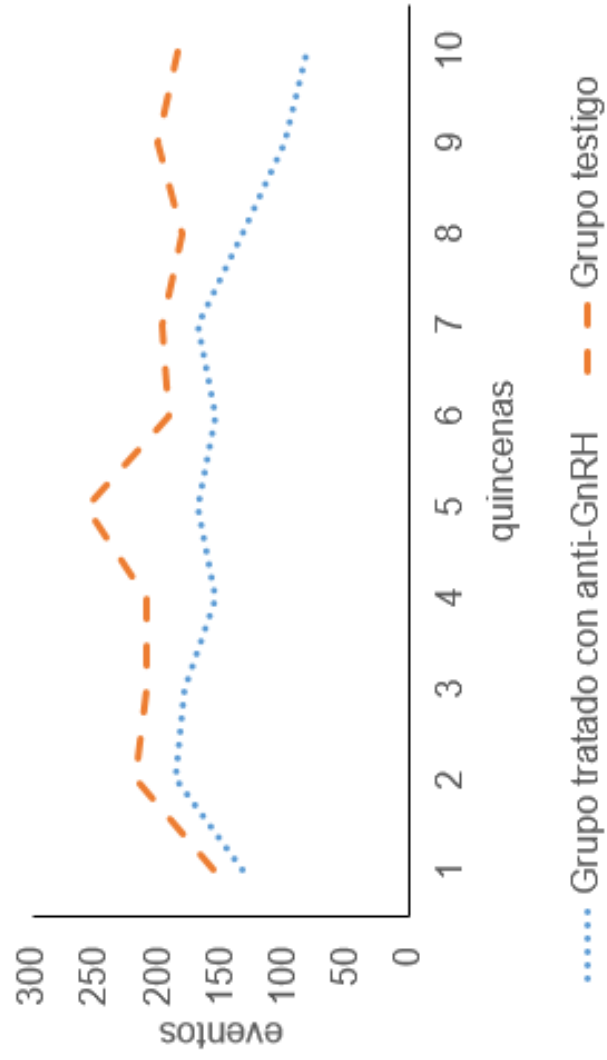


Figura 2. Comportamiento de signo de flehmen durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

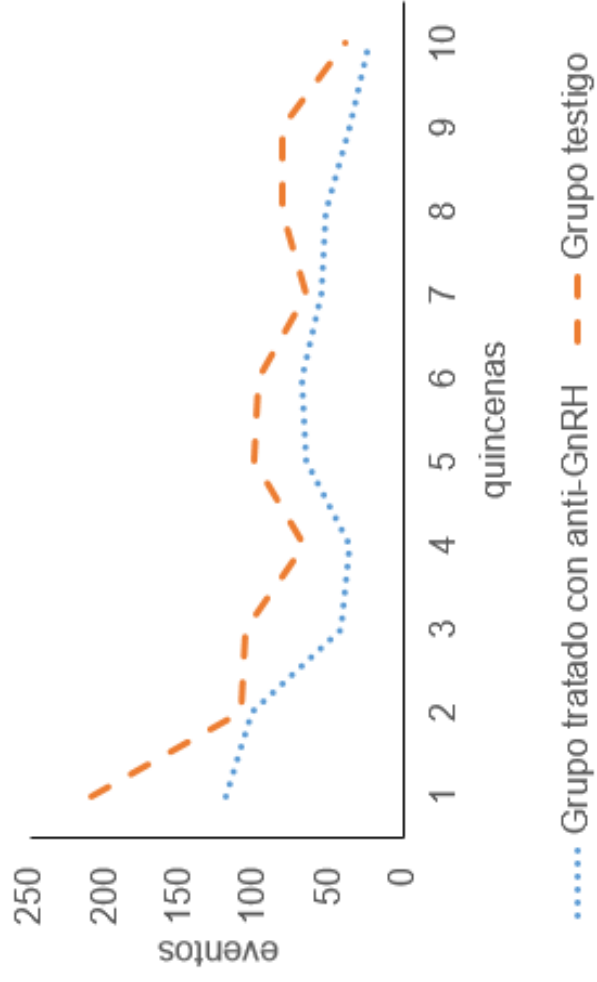


Figura 3. Comportamiento de emisión de topetazos durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

comportamiento agresivo (topetazos y mordiscos) para cerdos enteros (34.6) y cerdos inmunocastrados con un anti-GnRH (40.8) no fueron diferentes ($P>0.05$). Sin embargo después de la segunda vacunación las frecuencias de conductas agresivas fueron mayores ($P<0.05$) en cerdos enteros (23.8) que los vacunados con anti-GnRH (9.0) (Rydhmer et al., 2010).

Amenazas a oponentes

Con respecto a la variable “amenazas a oponentes” se registraron 1760 eventos en el grupo tratado con el anti GnRH, con respecto al grupo de machos enteros el número de eventos fue de 2466 (Figura 4), se observaron diferencias ($P<0.05$) en ambos tratamientos. Huxsoll et al. (1998) y Finnerty et al. (1996) reportaron que las características agresivas de los toros se redujeron significativamente por inmunización contra GnRH y la frecuencia de topetazos y amenazas fue menor que en machos enteros ($P<0.05$).

Vantuil et al. (2015) reportaron una diferencia significativa ($P<0.05$) en la dominancia ya que los machos enteros mostraron mayores frecuencias de peleas que los machos inmunocastrados.

Olfateos

El total de eventos registrados para el comportamiento de la variable “olfateos” se observa en la Figura 5, donde los machos con anti-GnRH presentaron un total de 2216 eventos y 3283 los machos enteros. Se observaron diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos pero no al efecto del tiempo ($P>.05$). En cerdos se ha observado que después de la primera vacuna contra

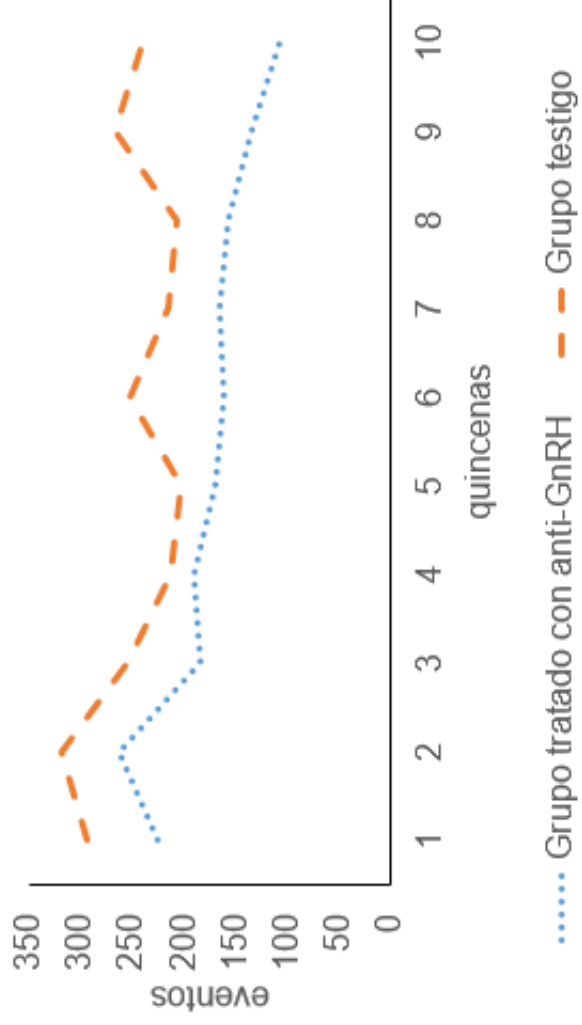


Figura 4. Comportamiento de amenazas a oponentes durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

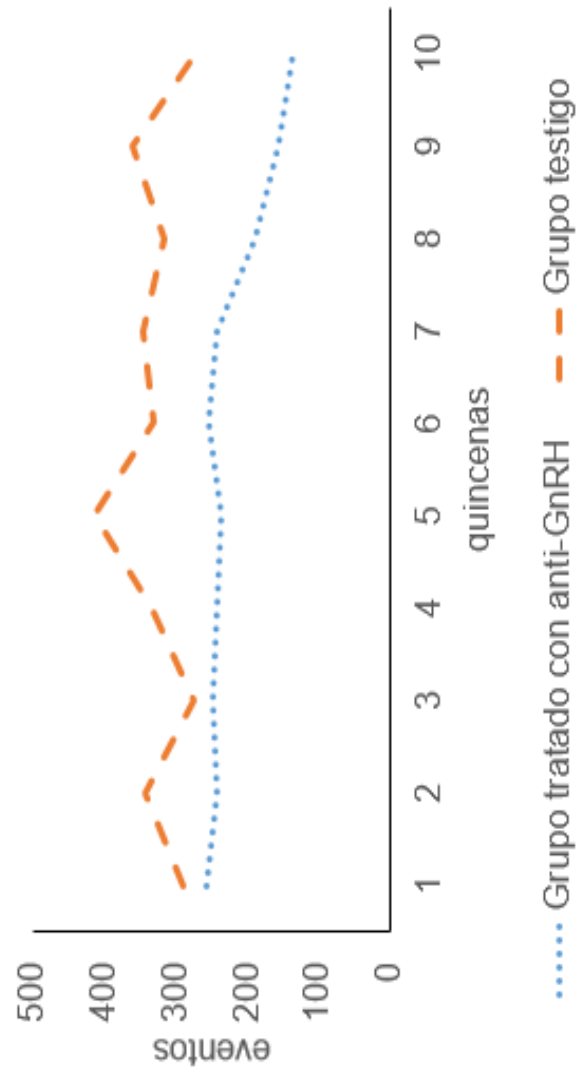


Figura 5. Comportamiento de olfateos durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

GnRH las frecuencias de olfateos no fueron diferentes ($P>0.05$) para cerdos enteros (81.6) y cerdos inmunocastrados (88.2). Sin embargo después de la segunda vacunación las frecuencias de olfateos fueron mayores ($P<0.05$) en cerdos enteros (83.1) que los vacunados con anti-GnRH (47.0) (Rydhmer et al., 2010).

Acicalamiento

En relación a la variable “acicalamiento” durante la fase de engorda evaluada se registró un total de 1953 eventos en machos tratados con anti-GnRH y 1918 en los machos enteros, (Figura 6) solo observó diferencia ($P<0.05$) debido al efecto del tiempo.

Cabeza baja

En la variable “cabeza baja”, el total de eventos registrados para los animales tratados con anti-GnRH fue de 707 y 726 para los animales enteros (Figura 7), no se observaron diferencias ($P>0.05$) debido al efecto por tratamiento ni tiempo.

Vocalizaciones

Se registró un total de 177 vocalizaciones durante el periodo de engorda en animales tratados con anti-GnRH mientras que en machos enteros se registraron 256 (Figura8). No se observaron diferencias ($P>0.05$) debido al efecto por tratamiento ni tiempo.

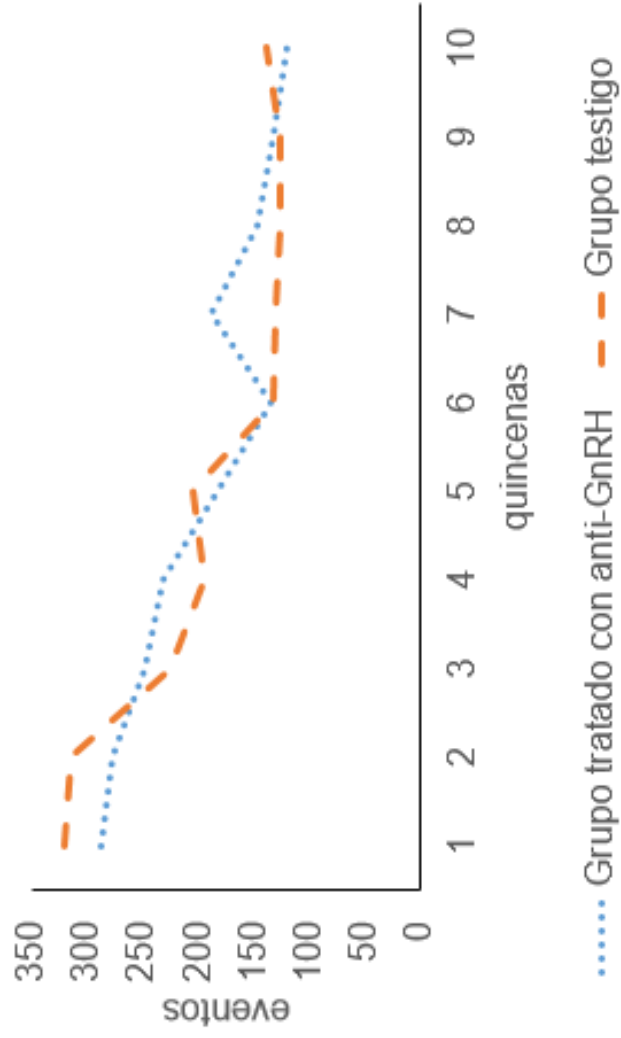


Figura 6. Comportamiento de Acicalamiento durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*

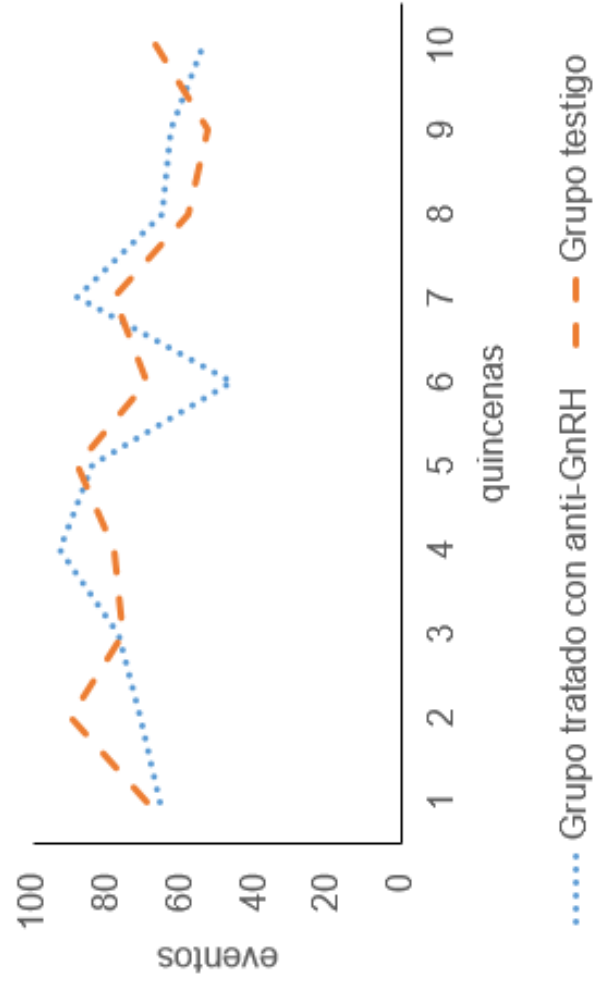


Figura 7. Comportamiento cabeza baja durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

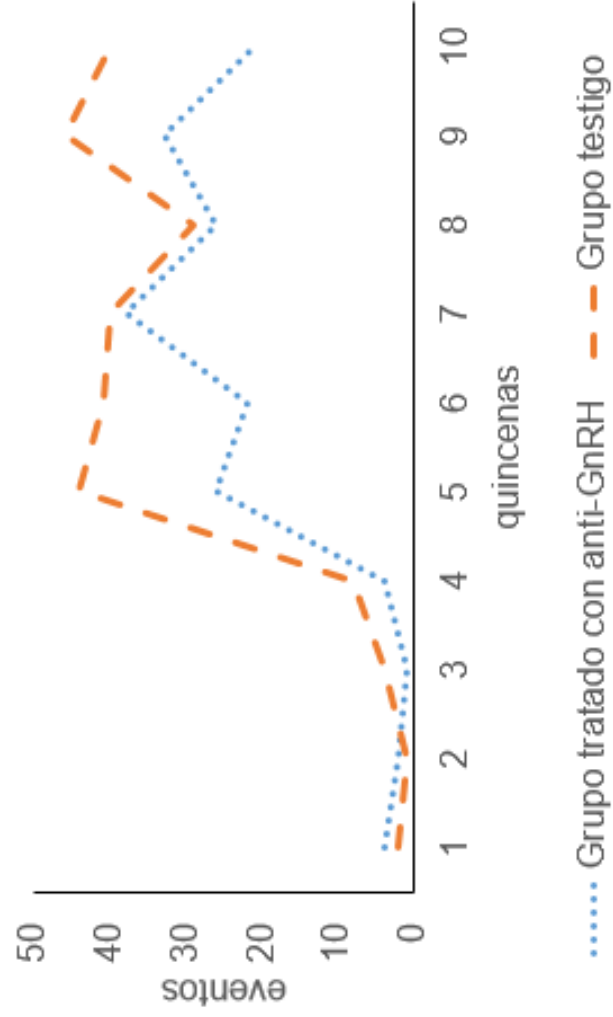


Figura 8. Comportamiento de Vocalizaciones durante el tiempo de engorda en machos *Holstein*.

Testosterona

Los niveles medios de testosterona hasta el día 21 fueron muy similares ($P>0.05$) entre machos con anti-GnRH (0.28ng/mL) y machos del grupo testigo (0.26ng/mL). Los niveles de testosterona se incrementaron gradualmente hasta el día 101 en machos con anti-GnRH (0.37ng/mL) y en machos enteros (0.47ng/mL). A partir de este punto, los niveles de testosterona para los machos enteros se mantuvieron estables (0.47ng/mL) hasta el final del estudio; mientras que en el grupo de machos con anti-GnRH fueron presentando un descenso gradual hasta llegar a niveles de 0.22ng/mL al día 181, observando diferencias ($P<0.05$) entre ambos tratamientos (Figura 9).

Huxsoll et al. (1998) reportaron que al inicio del experimento, los toros inmunizados contra GnRH (0.13ng/ml) no mostraron diferencias ($P>0.05$) en las concentraciones de testosterona con respecto a toros intactos (0.18ng/ml). Sin embargo al final del experimento presentaron diferencias ($P<0.05$) mostraron valores de testosterona más altos los machos enteros que los animales inmunizados (2.47ng/ml vs. 0.59ng/ml). Por su parte, Cook et al. (2000) reportaron en toretes de 9 meses de edad a los vacunados contra GnRH al día 0, 56 y 112, no se observaron diferencias ($P>0.05$) hasta el día 70 entre machos inmunizados y machos enteros. 42 días después de la segunda vacunación los machos inmunizados contra GnRH mostraron valores más bajos (2.7ng/mL) que los machos enteros (7.7ng/mL) ($P<0.05$) posterior a este día los valores de testosterona se fueron incrementando en machos enteros hasta

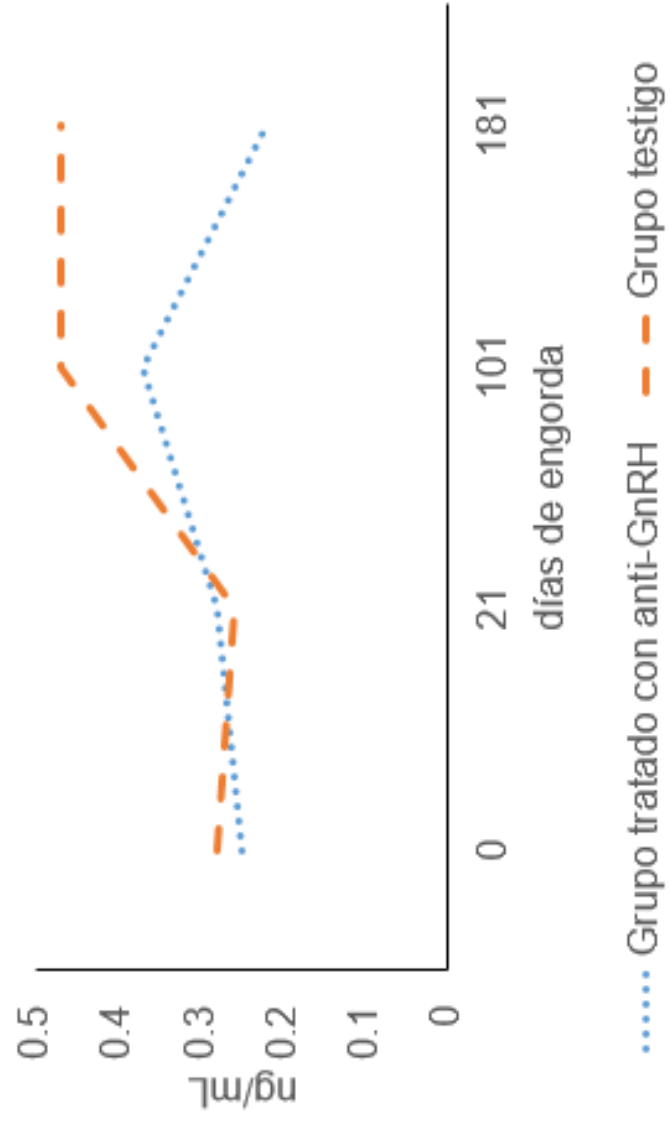


Figura 9. Concentraciones de testosterona sérica por tratamiento durante las aplicaciones de la vacuna contra GnRH.

registrar valores de 10ng/mL mientras que los animales inmunizados se mantuvieron bajos.

Jeffcoate et al., (1982) también han reportado que los becerros de 4 semanas de edad, inmunizados contra LH-RH a la semana 0, 6, 12 y 18 presentaron menores niveles de testosterona sérica que los animales enteros.

Janett et al. (2012a) reportaron que en becerros Holstein de 3 a 6 semanas de edad vacunados a la semana 0 y 3 contra el factor liberador de gonadotropinas (GnRF), los valores de testosterona fueron siempre menores a 0.5ng/ml desde la semana 0 a la 24, después de esta fueron aumentando gradualmente hasta la semana 30. Las concentraciones de testosterona en los animales controles fueron mayores a 5 ng/ml, excepto en las semanas 0 a 4 y 15. Se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los grupos para la semana 5- 2, 14-17, 21 y 25.

En otro estudio realizado por Janett et al. (2012b) observaron que en machos tratados con un anti-GnRH (Bopriva) presentaron valores más bajos ($P<0.05$) de testosterona con respecto a los controles dos semanas después de la segunda vacunación donde los machos enteros mantuvieron valores de 14 ng/mL hasta el final del estudio mientras que los machos inmunizados se mantuvieron en niveles de 0 ng/mL hasta la doceava semana, ya que a partir de esta los niveles de testosterona ascendieron gradualmente hasta llegar a 7 ng/mL.

En un estudio realizado por Amatayakul-Chantler et al. (2012) reportaron que toros de 13 a 14 meses de edad que recibieron la vacuna de GnRH

(Bopriva) al día 0 y 42 de engorda, disminuyeron ligeramente las concentraciones de testosterona 42 días después de la primera vacuna comparado con los toros enteros ($P < 0.001$). Después de la segunda vacunación los animales inmunocastrados tuvieron una marcada disminución en las concentraciones de testosterona ($P < 0.001$) dentro de los 14 días de la inmunización y se mantuvieron disminuidas por el resto del estudio, desde el día 56 al 147 de engorda.

Vantuil et al. (2015) reportaron en toros de aproximadamente 20 meses de edad inmunizados contra GnRF presentaron valores menores ($P < 0.05$) de testosterona (0.48ng/ml) que en machos enteros (3.71ng/mL) al inicio del estudio sin embargo al día del sacrificio (85 días después) no se observaron diferencias ($P > 0.05$) (7.34ng/mL vs.6.96ng/mL).

CONCLUSIONES

El uso de un anti-GnRH como método de castración, disminuye las concentraciones de testosterona, lo que conlleva a una disminución del comportamiento sexual y agresivo en machos *Holstein* lo que pudiera facilitar el manejo de los animales por parte del personal que está en contacto con ellos durante el periodo de engorda.

La inmunocastración puede ser una alternativa para mejorar el bienestar de los animales creando un ambiente menos hostil.

LITERATURA CITADA

Amatayakul-Chantler S., J. A. Jackson, J. Stenger, V. King, L. M. S. Rubio, R. Howard, E. López and J. Walker. 2012. Immunocastration of *Bos indicus* x Brown Swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *J. Anim. Sci.* 90:3718-3728.

Blasco G. L., Armijo S., B. Castro M., S. Lobo M., C. González V., J. Montejo G., M.C.

Cuadrado M. y B. Fernández M. 2011. Protocolo largo con análogos de GnRH versus corto antagonistas. *Rev Chil. Obstet Ginecol.* 76(5):290-293

Bretschneider G. 2005. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. *Livestock Production Science* 97(issues 2-3):89-100.

Brower, G. R. and G. H. Kiracofe. 1978. Factors associated with the buller-steer syndrome. *J. Anim. Sci.* 46:26.

Bonneau M. and W. J. Enright. 1995. Immunocastration in cattle and pigs. *Livestock Production Science* 42 (issues 2-3):193-200.

Bustos O.E. y L. Torres D. 2012. Reproducción estacional en el macho. *Int. J. Morphol.* 30(4):1266-1279.

Chase C.C, P.J. Chenoweth, R.E. Larsen, T.A. Olson, A.C. Hammond, M.A. Menchaca and R.D. Randel. 1997. Growth and reproductive development from weaning

- through 20 months of age among breeds of Bulls in subtropical Florida. *Theriogenology* 47 (3):723-745.
- Coetzee J. F. 2011. A review of pain assessment techniques and pharmacological approaches to pain relief after bovine castration: Practical implications for cattle production within the United States. *Applied Animal Behaviour Science* 135(issue 3): 192-213.
- Cook R. B., J. D. Popp, J. P. Kastelic, S. 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.
- Cronin G. M., F. R. Dunshea, K. L. Butler, I. Mc Cauley, J. L. Barnett and P. H. Hemsworth. 2003. The effects of immuno-castration and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81:111-126.
- Cunningham J. G. 2003. *Fisiologia Veterinaria*. Elsevier. 3ra ed. Madrid, España.
- 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 flunixin meglumine and caudal lidocaine epidural anesthesia with epinephrine. *Can Vet J.* 50 (4):375-382.

- Davidson, J. M. 1977. The neurohormonal bases of male sexual behavior. In: R. O. Greep Ed. Reproductive Physiology U. University Park Press, Baltimore, MD. p. 225-254.
- Dogan K. H. and S. Demirci. 2012. Livestock-Handling Related Injuries and Deaths, Livestock Production, Dr. Khalid Javed Ed. ISBN: 978-953-51-0814-6, InTech, DOI: 10.5772/50834. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/livestock-production/livestock-handling-related-injuries-and-deaths>.
- Dykeman D.A., L.S. Katz and R.H. Foote.1982. Behavioral characteristics of beef steers administered estradiol, testosterone, or dihydrotestosterone. J. Anim. Sci. 55:1303-1309.
- Finnerty, M., Enright, W.J., Prendiville, D.J., Spicer, L.J. and Roche, J.F. 1996. The effect of different levels of gonadotropin-releasing hormone antibody titers on plasma hormone concentrations, sexual and aggressive behavior, testes size and performance of bulls. Animal Science, 63: 51-63.
- Ford J. J. and J. M. D'Occhio.1989.Differentiation of sexual behavior in cattle, sheep and swine. J. Anim. Sci.67(7):1816-1823.
- García A. 2000. Manejo y Etología del Bovino. Ediciones UDCA. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Medellín-Colombia. P.28-33.
- Giménez Z. M. 1999. La etología aplicada a la ganadería. Márgenes agropecuarios. 14(163):30-31.

Grandin T. 2006. Preventing Bull Accidents. Colorado State University.

<http://www.grandin.com/behaviour/principles/preventing.bull.accidents.html>

Fecha de acceso: 04 de Octubre de 2012.

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.

Herbst K.L. 2003. Gonadotropin-releasing hormone antagonists. *Curr. Opin. Pharmacol.* 3:1-7.

Houpt K.A. 2011. Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists. Ed. Blackwell Publishing. 5ta ed. Iowa, USA.

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. *J Anim Sci* 76:1760-1766.

Janett(b) F., T. Gerig, A.C. Tschuor, S. Amatayakul-Chantler, 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. *Theriogenology* 78:182-188.

Janett(a) F., T. Gerig, A.C. Tschuor, S. Amatayakul-Chantler, J. Walker, R. Howard, M. Piechotta, H. Bollwein, S. Hartnack and R. Thun. 2012. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf. *Animal Reproduction Science* 131:72-80.

- Jago J. G., N. R. Cox, J. J. Bass and L. R. Matthews. 1997. The effect of prepubertal immunization against gonadotropin-releasing hormone on the development of sexual and social behavior of bulls. *J Anim Sci* 75:2609-2619. Inc.
- Jeffcoate, I.A., J.M.S. Lucas, and D.B. Crichton. 1982. Effects of active immunization of ram lambs and bull calves against synthetic luteinizing hormone releasing hormone. *Theriogenology* 18(1):65-77.
- Jones, S. D. M. 1995. *Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*. CRC Press Inc. Florida, USA.
- Justel N., M. Bentosela, E. Ruetti. 2010. Testosterona, emoción y cognición: estudios en animales castrados. *Interdisciplinaria* 27:2-191-208.
- Lanier J. L., T. Grandin, R. D. Green, D. Avery y K. McGee. 2000. La relación entre temperament del animal y su reacción a estímulos súbitos de intermitentes. *J. Anim. Sci.* 78: 1467-1474.
- Lunstra, D. D., G. W. Boyd and L. R. Cod. 1989. Effects of natural mating stimuli on serum luteinizing hormone, testosterone and estradiol-17 β in yearling beef bulls. *J. Anim. Sci.* 67:3277.
- Mach N., A. Bach, C. Realini, M. Font-Furnols, A. Velarde y M. Devant. 2010. Efecto de la castración en terneros. Sitio argentino de Producción Animal. Citado 5/11/2014. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/cria/128 efectos_castracion.pdf.

- Martins L. T., M. C. Gonçalves, K.C.S. Tavares, S. Gaudêncio, P.C. Santos Neto, A.L.G. Dias, A. Gava, M.E. Saito, C.A. Oliveira, A. Mezzalira and A.D. Vieira. 2011. Castration methods do not affect weight gain and have diverse impacts on the welfare of water buffalo males. *Livestock Science* 140 (1-3):171-176.
- Miranda de la Lama G. C. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: hacia una interpretación integral. *Revista electrónica Veterinaria* 4. 10B p: 1-8.
- Moore, C. A., W. McLauchlan, M. J. Doherty, W. J. McCaughey, and B. W. Moss. 1989. Performance and behavior of four sex conditions in male suckled calves. Page 241 in *New Techniques in Cattle Production*. C. J. C. Phillips, ed. Butterworths, London.
- Morón-Fuenmayor O., O. Araujo-Febres, S. Pietrosevoli, N. Gallardo, B. Sulbaran y J. Peña S. 2010. Efecto de la castración sobre la composición físico-química y características sensoriales en carne de bovinos mestizos comerciales. *Rev. Fac. Agron.* 27:594-606.
- Petryna A. y G.A. Bavera. 2002. *Etología: cursos de Producción Bovina de Carne*. FAV UNRC. Citado 25 de febrero del 2015. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_en_general/07-etologia.pdf
- Phillips C. 2002. *Cattle Behavior and Welfare*. Blackwell Science Ltd. Second edition. Iowa USA p.154.
- Price, M. A. and T. Tennessen. 1981. Preslaughter management and dark-cutting in the carcasses of young bulls. *Can. J. Anim. Sci.* 61:205.

- Price, E. O., and S.J.R. Wallach. 1991. Development of sexual and aggressive behaviors in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 69:1019–1027.
- Price E. O., L. S. Katz, S.J.R. Wallach and J. J. Zenchak. 1988. The relationship of male-male mounting to the sexual preferences of young rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2197.
- 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.
- Ramirez I.L.N. 2005. The Buller. *Mundo Pecuario.* 1(3):62-63.
- Robertson, I. S., J. C. Wilson and H. M. Fraser. 1979. Immunological castration in male cattle. *Vet. Rec.* 105:556–557.
- Robertson, I. S., J. C. Wilson, H. M. Fraser, G. M. Innes, and A. S. Jones. 1984. Immunological castration of young bulls for beef production. In: J. F. Roche and O. O’Callaghan Ed. *Manipulation of Growth in Farm Animals.* p137–146.
- Romans, J. R., W. J. Costello, C. W. Carlson, M. L. Greaser, and K. W. Jones. 1994. *The Meat We Eat.* Interstate Publishers, Inc., Danville, IL.
- Rydhmer L., K. Lundström and K. Andersson. 2010. Immunocatratriation reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *The Animal Consortium* 4(6):965-972.

- Segato S., C. Elia, C. Mazzini, C. Bianchi and I. Andrighetto. 2005. Effect of castration age on carcass traits and meat quality of Simmental bulls. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (suppl. 2): 263-265.
- Seideman S. C., H. R. Cross, R. R. Oltejen and B. D. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production: a review. *J Anim Sci* 55:826-840.
- Silver G. V. and E. O. Price. 1986. Effects of individual vs. group rearing on the sexual behavior of prepuberal beef bulls. Mount orientation and sexual responsiveness. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15:287.
- Stafford K.J. and D.J. Mellor. 2005. The welfare significance of the castration of cattle: A review. *New Zeland Veterinary Journal.* 53 (5): 271-278.
- Staigmiller, R. B., R. M. Brownson, R. J. Kartchner, and J. H. Williams. 1985. Sexual development in beef bulls following zeranol implants. *J. Anim. Sci.* 60:342–351.
- Teague, G. L., G. W. Boyd, G. C. Smith, M. Finnerty, B. E. Rollin, T. G. Field, T. Grandin, D. M. Kniffen, R. E. Taylor, and W. J. Enright. 1992. A comparison of carcass characteristics and overall lean meat production efficiency between bovine immunocastrates, steers and intact males. *Proc. West. Sect. Amer. Soc. Anim. Sci.* 43:147–150.
- Thüer S., S. Mellema, M. G. Doherr, B. Wechsler, K. Nuss and A. Steiner. 2007. Effect of local anesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods in calves. *The Veterinary Journal* 173(2): 333-342.

- Vantuil M. de F., K. Martins, Ribeiro de Araujo F., T. Campos, R. Moraes, L. L. Franco, E. Barbosa de Oliveira. 2015. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behavior of feedlot-finished crossbred bulls. *Ciências Agrárias, Londrina* 36(3):1725-1734.
- Vickery B.H. 1985. Comparisons of the potential utility of LHRH agonists and antagonists for fertility control. *J. Steroid. Biochem.* 23(5B):779-791.
- Vickery B.H., G.I. McRae, J.C. Goodpasture and L.M. Sanders. 1989. Use of potent LHRH analogues for chronic contraception and pregnancy termination. *J. Reprod. Fertil.* 39:175-187.