



PRÁCTICAS ZOOTÉCNICAS DOLOROSAS

EVALUACIÓN Y ALTERNATIVAS PARA EL BIENESTAR ANIMAL

Agustín Orihuela y Rodolfo Ungerfeld

bba

PRÁCTICAS ZOOTÉCNICAS DOLOROSAS

EVALUACIÓN Y ALTERNATIVAS PARA EL BIENESTAR ANIMAL

Agustín Orihuela y Rodolfo Ungerfeld

TÍTULO DE LA OBRA:

PRÁCTICAS ZOOTÉCNICAS DOLOROSAS

Evaluación y alternativas para el bienestar animal

© Primera edición, 2019

EDICIÓN ORIGINAL POR:

Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Editorial del Colegio de Postgraduados
Colegio de Postgraduados

AUTORES:

Agustín Orihuela
Rodolfo Ungerfeld

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Carretera México-Texcoco Km. 36,5
56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Av. Universidad No. 1001, Col Chamilpa,
Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62209

Publicación financiada con recursos PFCE 2019

Esta publicación fue dictaminada por pares académicos bajo la modalidad doble ciego

ISBN 978-607-715-393-1 Colegio de Postgraduados

ISBN 978-607-8639-53-3 Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción, total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

PRÁCTICAS ZOTÉCNICAS DOLOROSAS

EVALUACIÓN Y ALTERNATIVAS PARA EL BIENESTAR ANIMAL

Agustín Orihuela y Rodolfo Ungerfeld



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Editorial del Colegio
de Postgraduados



COLEGIO DE
POSTGRUADOS



Fundación
COLPOS

bba

*Agradecemos a las personas que colaboraron en la ilustración del trabajo:
Lorenzo Álvarez, Paula Soza, Cristian Lorrondo, Alberto Cruz y Virginio Aguirre.*

*Un especial agradecimiento a la Dra. Carmen B. Gallo por haber brindado al
Dr. Agustín Orihuela la oportunidad de concretar esta idea. Su entusiasmo y
pasión por el bienestar animal fueron sin duda un gran estímulo.*

Muchas gracias a todos ellos.

CONTENIDO

PRÓLOGO	IX
INTRODUCCIÓN	XI
01 DESCORNADO	15
Introducción	15
Fundamentación del descornado	15
Problemas generados por el descornado	18
Métodos	19
Pasta cáustica	20
Cauterización	21
Quirúrgico	22
Control del dolor del descornado	23
Amputación total del cuerno	26
La remoción de la punta (despunte)	29
Visión social y aplicación del descornado	29
Alternativas al descornado	31
Conclusiones	32
02 CASTRACIÓN	35
Introducción	35
Efectos y cambios ocasionados por la castración	38
Conductuales	38
Fisiológicas	39
Productivas	40
Métodos	40
Intervención quirúrgica	41
Anillos de goma	47
Compresión, ligadura o corte del cordón espermático	50
Químicos	52
Inmunológicos	53
Orificio de aguja	56
Reducción del escroto o resección	56
Alternativas a la castración	57
Comparación entre métodos	59
Percepción de los productores	60
Tratamientos antiálgicos	61
Bovinos	61
Ovinos	64
Caprinos	66
Porcinos	66
El factor edad	71
Conclusiones	77

03 RECORTE DE COLAS	79
Bovinos	79
Introducción	79
Métodos	80
Ovinos	81
Introducción	81
Métodos	81
Porcinos	85
Introducción.....	85
Métodos	87
Equinos	89
Introducción	89
Métodos	89
Conclusiones	89
04 IDENTIFICACIÓN	91
Introducción	91
Métodos	91
Conclusiones	97
05 ANILLADO	99
Introducción	99
Métodos	99
Conclusiones	100
06 ELECTRO-EYACULACIÓN	101
Introducción	101
Métodos	101
Conclusiones	103
07 RECORTE DE PIEL PERIANAL	105
Introducción	105
Métodos	106
Conclusiones	108
08 REDUCCIÓN DE PIEZAS DENTARIAS	109
Introducción	109
Métodos	109
Conclusiones	111
09 VARIAS PRÁCTICAS, UN SOLO MANEJO	113
Introducción	113
Metodos.....	113
Conclusiones.....	115
10 RECORTE DE PICO	117
Introducción	117
Métodos.....	119
La edad.....	121
La severidad del corte	123
La analgesia	123
Alternativas	125
Conclusiones.....	128
11 OTRAS AMPUTACIONES	131
12 CONCLUSIONES GENERALES	135
13 LITERATURA CITADA	139
14 RELACIÓN DE FIGURAS	177

PRÓLOGO

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) ha publicado entre los años 2005 a 2016, doce estándares de bienestar animal (BA), los que en su gran mayoría contienen recomendaciones para el bienestar de los animales de producción en sus diversas fases: en la granja, durante el transporte y comercialización, y en las plantas faenadoras de carne. Este hecho responde a una preocupación de parte de los consumidores de alimentos de origen animal por consumir productos con calidad ética, es decir provenientes de animales que han sido producidos considerando su bienestar. En Latinoamérica, el BA es un tema emergente que ha cobrado rápidamente interés, pero que en la práctica se ha ido incorporando lentamente debido a la gran cantidad de pequeños productores muy dispersos geográficamente que, por sus condiciones socioeconómicas y culturales, aún están más preocupados de la seguridad alimentaria y de obtener precios justos, que de integrar estándares de BA en sus sistemas de producción. A pesar de ello, la mayoría de los países miembros de la OIE en América (29) ya tienen legislación sobre protección de los animales durante la producción, transporte y sacrificio para consumo, en su mayoría producida como respuesta al compromiso contraído con la OIE por adoptarlos, y a la existencia de una Estrategia Regional de América para el Bienestar Animal. Sin embargo, no es fácil encontrar información en español o portugués que ayude a poner en práctica lo que señala la ley, ya que la mayoría de los textos y publicaciones científicas relacionadas con BA se encuentran solamente en inglés. *Prácticas Zootécnicas Dolorosas (Evaluación y alternativas para el bienestar animal)*, es un libro que sin duda viene a llenar un vacío importante en cuanto a literatura en español sobre esta temática.

Desde los inicios de la domesticación de animales con fines productivos los humanos hemos venido realizando en ellos prácticas tales como el descornado, castración, recorte de colas, identificación, anillado, electro-eyaculación, recortes de piel perianal, dientes, pico y otras amputaciones. Muchas de estas prácticas, aunque se consideraban necesarias desde un punto de vista zootécnico, resultan muy dolorosas e incómodas para los animales. No obstante, varias de ellas hoy se saben científicamente innecesarias, y por tanto no tiene sentido seguirlas haciendo. Para otras se han encontrado opciones menos dolorosas o técnicas alternativas menos invasivas y que afectan en menor grado el bienestar de los animales. En este libro se ha realizado una revisión exhaustiva y muy bien fundamentada científicamente, contrastando diversos estudios recientes que demuestran por qué hay prácticas, como la amputación de cola en vacas, por ejemplo, que hoy ya se consideran innecesarias. En tanto para otras como la castración, prohibida en algunos países, pero

aún considerada una práctica necesaria en muchos otros, ya sea por razones de comportamiento animal o calidad de carne, se han encontrado opciones no quirúrgicas como la inmunocastración, se ha demostrado que algunas técnicas son menos dolorosas que otras para los animales y que en cualquier caso existen alternativas que permiten reducir el dolor y sufrimiento innecesarios, y que deberían ser preferidas. Por lo anterior, este libro debería convertirse en un texto de referencia para los estudiantes de las carreras del área agropecuaria en Latinoamérica. Ellos son quienes deberán trabajar en el futuro por aumentar la producción de alimentos de origen animal en nuestra región, pero a la vez deberán ser capaces de lograrlo avanzando hacia sistemas de producción con mayor bienestar animal y mayor sostenibilidad.

Carmen Gallo

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo nace con la inquietud de ofrecer a los posibles lectores una herramienta práctica que incluye una serie de opciones científicamente fundamentadas para determinar la necesidad o no de llevar a cabo determinadas prácticas dolorosas en los animales. Además, se sintetiza información para conocer cuándo y cómo llevarlas a cabo en el caso de considerar indispensable su aplicación, con el fin de obtener los mejores resultados desde el punto de vista productivo, reduciendo o eliminando el sufrimiento innecesario en las principales especies de interés zootécnico. Este tipo de animales recibe el nombre genérico de “productivos” ya que se domesticaron, y actualmente se crían fundamentalmente para satisfacer la demanda de alimentos y otras necesidades de los seres humanos, por lo que es nuestra responsabilidad hacerlo sin infringir en ellos dolor, lesiones, o provocarles otras enfermedades o estrés innecesario (Guatteo *et al.*, 2012; Prunier *et al.*, 2013).

El bienestar en los animales de granja, particularmente de aquellos mantenidos en sistemas de producción intensivos, se fundamenta en cinco derechos o libertades básicas establecidos por expertos en el Comité de Brambell desde 1965. Uno de estos derechos específicamente menciona la ausencia de dolor, lesiones y enfermedades, lo que podría lograrse mediante cuidados veterinarios preventivos, diagnóstico expedito y tratamientos adecuados (Levionnois y Morméde, 2014).

En la actualidad existen directrices consensuadas internacionalmente orientadas a procurar el bienestar animal como las que señala la Organización Mundial de Salud Animal (OIE, 2014a, b). Éstas contemplan recomendaciones contenidas dentro de un plan estratégico, sugiriendo a los países miembros una serie de criterios enfocados a los diferentes sistemas de producción animal del siglo XXI, donde ya no es sólo imprescindible producir de manera eficiente, sino que además la producción debe realizarse de manera respetuosa con el medio ambiente, y asegurando el bienestar de los animales.

En la producción pecuaria existen varios procedimientos dolorosos que se aplican a los animales y que, además, en muchas ocasiones se realizan de forma rutinaria suponiendo que son beneficiosos productivamente. Muchas de estas prácticas pueden realizarse de diferentes formas, persiguiendo un mismo objetivo. Como ejemplo, entre ellas se encuentran el uso de hierros candentes sobre la piel, muescas en las orejas, tatuajes en el pabellón auricular o labios, o el uso de microchips para identificación de los animales. La correcta elección de las técnicas y de su aplicación es un factor muy importante para reducir el sufrimiento de los animales mientras se les somete a tales procesos, ya que estas varían en la intensidad de dolor que pueden provocar, así como en la facilidad de aplicación, velocidad de realización y efectividad.

En ocasiones existen alternativas indoloras, o en otras el dolor causado puede reducirse escogiendo aquellos procedimientos que disminuyan, minimicen o incluso eliminen el dolor. Además, debe conocerse qué opciones y métodos son más adecuados para cada especie y sistema de producción; considerando la edad, sexo y características del individuo a tratar, etc. Por otra parte, es muy importante manejar fármacos para controlar el dolor, pero es necesario conocer cuáles, cuándo y cómo. Todas estas consideraciones pueden evitar o disminuir el dolor ejercido muchas veces en forma innecesaria a los animales.

En la presente obra se evalúan las ventajas de la aplicación de estas prácticas; se comparan las diferentes opciones disponibles, y se proponen las mejores opciones para favorecer el bienestar y la producción animal con base en evaluaciones conductuales y fisiológicas. Prácticas como el destete artificial, la trasquila (esquila), el transporte, o algunos otros manejos o procedimientos estresantes, pero no necesariamente dolorosos, no fueron considerados para el contenido de este manuscrito.

Para facilitar la comprensión y unificar criterios, es necesario precisar algunas definiciones sobre los términos que se utilizarán en adelante. Primeramente, es necesario definir qué es dolor, sus tipos y características. La Sociedad Internacional para el Estudio del Dolor (International Association for the Study of Pain; IASP) define el dolor como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular real o potencial” (Treede, 2018). En este sentido, el dolor implica una percepción subjetiva, intransferible entre individuos, cuya percepción genera una respuesta adaptativa que indica la presencia de lesiones y eventos que atentan contra la vida (Diatchenko *et al.*, 2007). Entre otras respuestas, el dolor genera una respuesta de estrés, aunque es necesario diferenciar ambos fenómenos ya que, si bien el dolor genera estrés, muchas respuestas de estrés se desencadenan sin que exista dolor. El hecho de que el dolor sea una percepción subjetiva genera una dificultad importante para poder valorarlo, y sin duda se torna imposible cuantificarlo objetivamente. Las respuestas no son específicas, y por tanto hay que ser muy cauteloso al suponer que una respuesta fisiológica o comportamental refleja dolor (Boselli *et al.*, 2016; De Grauw y Van Loon, 2016; Mansour *et al.*, 2017), aunado a que una ausencia de respuesta tampoco significa ausencia de dolor.

De acuerdo a la duración, básicamente se consideran dos tipos de dolor:

- » **Dolor agudo:** es el resultado de una causa específica, como traumatismos, cirugías, lesiones o infecciones (Turk y Okifuji, 2001). Se entiende el dolor agudo como la sensación punzante y localizada en una zona precisa, reversible, de corta duración y que puede empeorar si no se le brinda atención. De acuerdo con la definición de Molony y Kent (1997) el dolor agudo consiste en una “experiencia sensorial aversiva que provoca acciones motoras de protección, resultantes en su evasión a futuro, que puede modificar conductas específicas, incluyendo las sociales”.
- » **Dolor crónico:** se presenta cuando hay daño tisular severo, lo que determina que el mismo se mantenga en el tiempo. Es una sensación tipo quemadura, de localización imprecisa y de duración prolongada para la que no existe adaptación (Sneddon *et al.*, 2014).

Por otro lado, es importante conocer las herramientas farmacológicas con las que se cuenta para mitigar el dolor. El tratamiento contra el dolor en el campo veterinario basa su terapia en fármacos sistémicos, locales, o regionales, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs), opioides, anestésicos locales, alfa-2 agonistas y no convencionales como la ketamina. Por otro lado la anestesia es un acto médico controlado en el que se usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un individuo, sea en el todo (anestesia general) o parte (anestesia local) de su cuerpo. Los más comúnmente utilizados son la procaína, lidocaína o xilocaína y bupivacaína. La procaína tiene un tiempo de acción corto, de 30 a 60 min, mientras que el efecto de bloqueo de la lidocaína es intermedio, entre 90 y 240 min (Anderson y Muir, 2005). La bupivacaína tiene una acción más prolongada, de entre 180 a 600 min. La procaína y lidocaína tienen un efecto similar en el bloqueo sensorial. Sin embargo, en el bloqueo motor, la procaína tiende a ser menos eficiente (Hodgson *et al.*, 2000), mientras que la bupivacaína, que también se ha usado como alternativa a la lidocaína, tiene un efecto anestésico más sostenido, pero demora más en comenzar su efecto.

Entre los analgésicos, la xilacina es un sedante y analgésico muy importante en la medicina veterinaria, mientras que el carprofeno, flunixin y meloxicam son AINEs con propiedades analgésicas similares a los opioides después de una cirugía (Nolan, 2005). En ganado son una excelente opción analgésica postoperatoria (Stilwell *et al.*, 2008a, b). La vida media de estos fármacos depende de la especie y edad de los animales, pero es de entre 8 y 72 h (Hardee *et al.*, 1985; Delatour *et al.*, 1996; Lees *et al.*, 1996; Fitzpatrick *et al.*, 2013).

Finalmente, para poder evaluar la existencia de dolor deben utilizarse una serie de estrategias complementarias, que evalúen diversos tipos de respuestas que en su conjunto permitan asumir la existencia de éste. Es importante reiterar que es necesario ser cautelosos en adjudicar algunos tipos de respuestas en forma aislada a la percepción de dolor por parte del animal. Para ésto, en general existen diferentes mediciones, que involucran, entre otras, respuestas:

- » **Neurovegetativas:** como por ejemplo el incremento de la frecuencia cardiaca y respiratoria.
- » **Neuronales:** medidas a través de la actividad de los nervios aferentes (Cottrell y Molony, 1995) y actividad de los nervios del sistema simpático (Peers *et al.*, 2002).
- » **Conductuales:** entre otras se consideran el incremento de la actividad locomotriz, inmovilidad, vocalizaciones (Taylor y Weary, 2000; Taylor *et al.*, 2001), así como cambios posturales (Mellor y Murray, 1989a; Molony *et al.*, 1993; Wood *et al.*, 1991). Para estos últimos es necesario conocer las conductas propias de la especie estudiada, así como aquellas características de un tipo de dolor en particular. Por ejemplo, los lechones emiten vocalizaciones de alta frecuencia que son emitidas de forma característica durante la castración quirúrgica (Taylor y Weary, 2000); en cambio, los ovinos raramente vocalizan durante este proceso. De manera similar, existen diferentes respuestas conductuales a diferentes tipos de dolor. Los becerros (terneros) responden al dolor agudo de la aplicación de un hierro candente durante el descornado, mediante conductas vigorosas de escape, como queriendo avanzar con las patas delanteras y traseras, pero la respuesta al dolor crónico inducido por la aplicación de esta misma

práctica es más sutil y generalmente muestran comportamientos diferentes como el movimiento continuo de las orejas y sacudidas de cabeza (Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999).

- » **Hematológicas:** medibles a través de cambios en las concentraciones del hematocrito, la glucemia y algunas proteínas sanguíneas (Chen *et al.*, 2003; Prunier *et al.*, 2005).
- » **Hormonales:** manifestadas principalmente a través de la activación del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal, lo que culmina en un aumento en la secreción de cortisol. Esto puede ser medido en sangre, saliva, heces o incluso pelos (Mellor y Murray, 1989a, b; Shutt *et al.*, 1988).
- » **Inmunológicas:** detectables a través de una disminución en la capacidad de respuesta inmune del animal, tanto celular como humoral.

Si bien todo lo anterior es indicador de dolor, nuevamente es importante destacar que cualquiera de estas respuestas puede manifestarse en situaciones en que se altere el estado del animal sin que necesariamente exista dolor, lo que dificulta la medición científica del mismo. La medición combinada de varias de estas respuestas permite un abordaje más integral, y por tanto más ajustado a lo que realmente le sucede al animal. Ésto además resulta particularmente útil en especies de presa como el ganado, el que rara vez muestra respuestas conductuales claras de dolor si las lesiones no están muy avanzadas (Weary *et al.*, 2006).

La presente obra va dirigida a estudiantes, profesionales, productores y público en general relacionado con el quehacer de la producción pecuaria, con el objetivo de crear conciencia de la responsabilidad de evitar o al menos minimizar el dolor y maltrato a los animales, ofreciendo un panorama fundamentado desde el punto de vista científico. Aunado a lo anterior, se pretende demostrar que muchas prácticas realizadas frecuentemente se realizan por tradición y desconocimiento y no por necesidad real. Además, se busca actualizar el conocimiento de métodos y técnicas existentes dentro de los procedimientos dolorosos más comunes en la producción pecuaria.

Es fundamental la aplicación de una zootecnia moderna, fundamentada en la ciencia, y con un profundo sentido humanitario para así poder lograr una producción pecuaria próspera, sustentable y responsable.

DESCORNADO

INTRODUCCIÓN

Tanto las hembras como los machos de las principales especies de rumiantes de interés zootécnico –bovinos, ovinos y caprinos– pueden presentar cuernos (Porter, 2007). El cuerno está constituido por queratina densa que inicia su crecimiento durante los primeros dos meses de vida del animal. A medida que el animal crece, el cuerno se fija sólidamente al cráneo. Alrededor de los 6 a 8 meses se forman las cavidades que se acoplan con los senos frontales de la cabeza. Además, el cuerno se conecta con el cráneo mediante vasos sanguíneos y nervios, lo que permite que el mismo continúe creciendo durante toda la vida del animal (Habel y Budras, 2003; Parsons y Jensen, 2006).

En los rumiantes silvestres los cuernos se utilizan como armas contra los predadores o en combates entre machos, quienes desde antes de la temporada reproductiva compiten por el acceso a los grupos de hembras (Preston *et al.*, 2003; Bro-Jørgensen, 2007). Lo mismo se aplica a los animales domésticos, aunque al estar bajo condiciones de domesticación y ambiente controlado, particularmente en los sistemas intensivos de producción, algunas consecuencias difieren de lo que se observa en los rumiantes silvestres. Los animales domésticos están protegidos de predadores, y la reproducción se realiza al menos parcialmente de forma controlada por los humanos, por lo que los machos no tienen que competir entre ellos disputando las hembras sexualmente receptivas, salvo en condiciones extensivas con poco manejo. Los cuernos también juegan un papel muy importante en el establecimiento de la jerarquía dentro de los grupos. Los animales con cuernos generalmente ocupan lugares altos en la estructura social, lo que les permite ganar acceso a recursos limitados como lugares de descanso, comida, o sombra, siendo en algunas condiciones un factor más importante incluso que el tamaño y peso del animal (Menke *et al.*, 2015).

Además de las funciones de combate, protección y sociales, los cuernos se usan para el auto-acicalamiento de áreas del cuerpo que de otra forma resultan inaccesibles al animal (Taschke, 1995). Al mismo tiempo los cuernos pueden ser utilizados como herramientas táctiles (Knierim *et al.*, 2015) y parecen tener funciones importantes en la termorregulación (Kiltie, 1985; Bro-Jørgensen, 2007).

FUNDAMENTACIÓN DEL DESCORNADO

El descornado es una práctica que se desarrolló hace unos 60 años, inicialmente en ganado lechero mantenido bajo estabulación libre. Hoy en día, se descorna a una gran proporción del ganado, frecuentemente de forma rutinaria, y en la mayoría de los casos sin el apropiado control de dolor

(Fulwider *et al.*, 2008; Vasseur *et al.*, 2010; De Boyer des Roches *et al.*, 2014; Cozzi *et al.*, 2015). En Europa se estima que se descorna al 80 % de las vacas lecheras y alrededor del 60 % de las vacas de razas especializadas en la producción de carne (Cozzi *et al.*, 2015), mientras que en los Estados Unidos de América (EUA) se descornan aproximadamente 4 millones de animales por año (National Agricultural Statistics Service, 2009). Anteriormente, casi todo el ganado se mantenía con sus cuernos intactos, aunque aparentemente de manera natural siempre ha existido una pequeña proporción de ganado acorne (Schafberg y Swalve, 2015). Sin embargo, algunos productores no descornan su ganado porque lo usan para labores de trabajo, y los cuernos son utilizados para sujetar los arneses (FOTOGRAFÍA 1) (Rosenberger y Robeis, 2005). En otros casos los animales son amarrados de los cuernos al pesebre, comedero u otras estructuras (Wikman *et al.*, 2013). En ganado criado bajo sistemas extensivos, el descornado es menos frecuente (Waiblinger y Menke, 2009), ya que los cuernos son una herramienta útil contra los predadores y el abigeato. En los sistemas de producción orgánica tampoco se realiza el descornado (Waiblinger *et al.*, 2001).

A diferencia de lo que ocurre con los bovinos productores de leche, muchos dueños de cabras prefieren animales con cuernos y consideran su presencia importante en la apariencia del animal, por lo que la presencia de los mismos es más frecuente (Loretz *et al.*, 2004). En México las cabras en estabulación total suelen descornarse, mientras que en los rebaños mixtos o con manejos extensivos el descornado es menos frecuente. En otros casos la misma normativa aplicable a los sistemas de producción orgánica exige que los cuernos no se remuevan. Además, el descornado de cabritos (desbotone) es más difícil y riesgoso que en becerros (Mobini, 1991).

En condiciones productivas es común que a los animales con cuernos se les considere más peligrosos, ya que tienden a destruir con mayor facilidad cercas y otras instalaciones, además de que pueden quedarse atrapados en las mallas y alambrados. Éstos son más difíciles de manejar que los descornados, y es más probable que se generen heridas como consecuencia de las interacciones agresivas en animales con cuernos (Cardoso *et al.*, 2016).

La presencia de cuernos es la causa de mayor desperdicio en las canales, debido a hematomas (American Veterinary Medical Association, 2006; Strappini *et al.*, 2009): la cantidad de carne que se desperdicia debido a canales con hematomas se duplica cuando en los corrales de engorda se mantienen animales con cuernos que cuando no (Meischke *et al.*, 1974; Shaw *et al.*, 1976; Grandin, 1980, 2000). La carne con hematomas no es apta para el consumo humano y debe recortarse y retirarse de la canal. La canal con hematomas puede degradarse en calidad o incluso decomisarse por ser inaceptable por el consumidor. Aunado a lo anterior, una canal con hematomas se descompone más rápidamente debido a que la carne ensangrentada se convierte en un medio ideal para el crecimiento bacteriano (FAO, 2001), lo que disminuye su vida de anaquel. Por ejemplo, en la industria cárnica canadiense se estima este costo en más de 10 millones de dólares anuales (Van Donkersgoed *et al.*, 1997). Meischke *et al.* (1974) encontraron que el hematoma promedio que se recorta en una canal pesa 1.6 kg en ganado con cuernos, pero solamente 0.8 kg en ganado sin cuernos. Además, desde el punto de vista de bienestar animal los hematomas son una indiscutible fuente de dolor (Gregory, 2004, 2007).

Todo lo anterior lleva a que en países como Arabia Saudita la presencia de cuernos reduzca significativamente el valor de una cabra, así como la de su piel, debido a las lesiones que pueden producirse por la presencia de estos al mezclarse con otros animales desconocidos (Al-Sobayil, 2007). Aunado a lo anterior, la presencia de cuernos es un riesgo para el personal que trabaja con los animales (Al-Sobayil, 2007), todo lo que causa que en muchas granjas el descornado sea un procedimiento de rutina, para seguridad tanto en la propia granja como durante el transporte (Harjinder *et al.*, 1980).

Además, en algunos casos particulares los animales se descornan por otras causas, como el caso de las cabras que no pueden registrarse o exhibirse en ferias en EE. UU. si tienen cuernos (Al-Sobayil, 2007).

Algunos de los fundamentos para realizar el descornado pueden ser relativos. Con frecuencia se considera que los animales sin cuernos son menos agresivos que aquellos que los tienen (Sambraus, 1978; Loretz *et al.*, 2004) o que, en todo caso, un animal sin cuernos tiene un temperamento más tranquilo comparativamente con aquel que los tiene (Goonewardene y Hand, 1991). Sin embargo, las interacciones agresivas pueden ser menos frecuentes entre animales con cuernos que en los descornados (Graf, 1974; Menke, 1996) debido a que la agresión de un animal con cuernos puede resultar más aversiva para quien la recibe, y de esta manera estos últimos evitan más frecuentemente los enfrentamientos. La presencia de cuernos también disminuye los encuentros agresivos entre animales y humanos, probablemente debido a que las señales de amenaza son menos claras para el animal sin cuernos (Knierim *et al.*, 2015), disminuyendo los riesgos porque la amenaza no se percibe de la misma forma (Ballou *et al.*, 2013). Lo anterior parece confirmarse por el hecho de que en las granjas la incidencia de lesiones por cuernos es mínima y de menor impacto en comparación con patadas, aplastamientos y pisotones (Criddle, 2001; Ríos-Pacheco *et al.*, 2003; Hackl, 2004). Aunado a lo anterior, existe información científica que sugiere que no hay diferencia en el temperamento de animales con cuernos, descornados o acornes (Tulloh, 1961; Goonewardene *et al.*, 1999a).

También es importante considerar que las lesiones entre los animales sin cuernos son de menor intensidad que las que producen los animales con ellos (Menke *et al.*, 1999). En el caso de animales con cuernos, algunas heridas pueden resultar especialmente problemáticas o dolorosas, particularmente aquellas que involucran la ubre o genitales, la ruptura de la cavidad abdominal, la fractura de alguna estructura ósea o del mismo cuerno (FOTOGRAFÍA 2; Menke *et al.*, 1999; Waiblinger *et al.*, 2001; Schneider, 2010; Castro *et al.*, 2012). Sin embargo, en muchas ocasiones los problemas de combates o golpes se deben más a un mal manejo del grupo, como altas densidades de población en movimiento o mezcla de los animales, que a factores inherentes a la presencia o no del cuerno.

Algunos productores también argumentan que los animales con cuernos muy grandes requieren consideraciones especiales en su manejo, y el diseño de infraestructura en función de ello, ya que difícilmente caben a través de prensas, salas de ordeño o básculas y es complicado tratarlos o realizar prácticas que requieran sujeción (Waiblinger *et al.*, 2001; European Food Safety Authority, 2009; Schneider, 2010). Por ejemplo, los animales con cuernos requieren de mayor espacio en el comedero (Loretz *et al.*, 2004) y menor densidad dentro del grupo, lo que limita el acceso al alimento de

aquellos individuos con menor jerarquía (Loretz *et al.*, 2004; Hillmann *et al.*, 2014). Sin embargo, Aschwanden *et al.* (2008) demostraron que si los animales crecen juntos, los miembros de un grupo crean vínculos sociales que incluyen menores distancias individuales, no habiendo un efecto de la presencia de cuernos o del rango jerárquico. De esta manera no se desperdician espacios a lo largo del comedero y se mantienen grupos más compactos. Otra forma de solucionar este problema, particularmente cuando se manejan animales que no han sido criados juntos, es la modificación de los comederos incluyendo cornadizas o “trampas” que controlan la actividad del animal durante la alimentación (Hillmann *et al.*, 2014), lo que resulta particularmente útil en los sistemas donde el alimento no está disponible todo el tiempo, sino que se suministra a una hora determinada, lo que fomenta una mayor competencia entre los individuos. Por el contrario, los espacios necesarios para echarse son similares en cabras con o sin cuernos (Loretz *et al.*, 2004). Estas y otras recomendaciones detalladas respecto al manejo y modificaciones al alojamiento del ganado lechero con cuernos pueden encontrarse en diversos artículos especializados (Menke *et al.*, 1999; Rist, 2002; Fürschuss *et al.*, 2004; Eilers *et al.*, 2005; Schneider, 2008; Waiblinger y Menke, 2009).

Otro problema de los cuernos, que necesariamente requiere una acción directa, es que en algunos animales crecen dando vuelta sobre sí mismos, y por tanto finalmente presionan el cráneo, los ojos u otra parte sensible de la cabeza del animal. En estos casos es necesario despuntarlos periódicamente.

PROBLEMAS GENERADOS POR EL DESCORNADO

Independientemente del procedimiento utilizado, el descornado provoca dolor que puede perdurar durante 2 (Petrie *et al.*, 1996a), 24 o hasta 44 h postintervención (Faulkner y Weary, 2000; Heinrich, 2007). Además, genera una muy alta sensibilidad de los tejidos aledaños a la herida hasta por 75 h luego de finalizado el procedimiento (Mintline *et al.*, 2013).

Existen muchos estudios sobre el dolor que causa el descornado (Canozzi *et al.*, 2018), evaluando manifestaciones conductuales tales como movimientos de orejas, colas, frotar la cabeza, cambios posturales (Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999; Faulkner y Weary, 2000), disminución de los intervalos de echarse/levantarse (Vickers *et al.*, 2005), de los niveles de juego (Mintline *et al.*, 2013), de la velocidad de movimientos (Rushen y de Passillé, 2012), del incremento en la frecuencia e intensidad de los intentos de escape, vocalizaciones, jalneos (Morisse *et al.*, 1995) e incrementos del tiempo echado inerte (Stilwell *et al.*, 2009, 2012; Huber *et al.*, 2013). La magnitud y duración de respuestas fisiológicas tales como la concentración plasmática de ACTH y vasopresina en plasma (Graf y Senn, 1999), de cortisol (Morisse *et al.*, 1995; Petrie *et al.*, 1996a; McMeekan *et al.*, 1998a, b; Graf y Senn, 1999; Sylvester *et al.*, 2004; Heinrich, 2007; Stewart *et al.*, 2008), haptoglobina plasmática (Allen *et al.*, 2013; Ballou *et al.*, 2013), y los análisis de electroencefalogramas (Gibson *et al.*, 2007), así como el descenso en la temperatura del ojo y variaciones en la frecuencia cardíaca (Stewart *et al.*, 2008) y respiratoria (Weary *et al.*, 2006) son otras aproximaciones utilizadas en la medición del dolor y la incomodidad generada por el procedimiento. Además, también se han utilizado indicadores

productivos como el consumo de alimento y la ganancia de peso (Stafford y Mellor, 2005a; Stock *et al.*, 2013). Por ello, es necesario difundir la información objetiva sobre la percepción de los animales de estas prácticas, y del dolor que implican, para poder diseñar y utilizar métodos de analgesia que en caso necesario puedan aplicarse de manera práctica (Mota-Rojas *et al.*, 2016).

MÉTODOS

En la actualidad existen varios métodos para realizar el descornado, pero fundamentalmente pueden clasificarse en dos tipos (Heinrich *et al.*, 2010):

- » aquellos realizados como una medida de prevención, evitando el desarrollo del cuerno (desbotone);
- » los que se llevan a cabo recortando el cuerno en cualquier estado o magnitud, después de que éste crece.

Cuando el descornado es indispensable la opción más recomendable es la primera, evitando el crecimiento de los cuernos en los animales durante sus primeras semanas de vida. La destrucción del brote del cuerno provoca una respuesta significativamente menor, lo que incluye un menor aumento en la concentración de cortisol, menos comportamientos negativos y otras medidas relacionadas con dolor que cualquier otro método que implique recorte del cuerno una vez que éste ya se desarrolló (Stafford y Mellor, 2005a), a menos que sea un despunte menor. Además, la técnica para el desbotone suele requerir menos tiempo, el manejo del animal requiere menor esfuerzo y equipamiento, el riesgo de complicaciones (infecciones) es menor, y los periodos necesarios para la recuperación completa del animal también son más cortos.

Los métodos más frecuentes para realizar el desbotone son (Hemsworth *et al.*, 1995; Graf y Senn, 1999; Stafford y Mellor, 2005a):

- » la aplicación de una pasta química cáustica, por lo general conteniendo hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o colodión;
- » la cauterización térmica, destinada a quemar el botón germinal del cuerno;
- » la ablación de éste con algún instrumento cortante, al que en general se le conoce como método quirúrgico.

A medida que el animal crece, el cuerno también crece, por lo que al aumentar la edad del animal, independientemente del método de descornado, aumenta el dolor que genera. Claramente, lo anterior se relaciona con el tamaño de la lesión que se genera al eliminar el botón cornual o el cuerno. Cuanto mayor sea el animal y más grande sea el cuerno, más doloroso y complicado es el procedimiento, además de requerir más tiempo para su ejecución (OIE, 2014a). A esto se suma la posibilidad de una mayor respuesta fisiológica vinculada directamente con la edad del animal (Duffield, 2008). La edad del animal y su capacidad física inherente para responder al procedimiento (forcejeos, patadas, entre otros) también influyen en que se recomiende realizar la práctica en las primeras semanas de edad.

Cuando el desarrollo del cuerno ya se inició, los métodos de descornado implican:

- » remover todo el cuerno cortándolo o serrándolo justo en la base del mismo cerca del cráneo, o
- » despuntarlos, cortando una pequeña porción del cuerno cerca de la punta distal.

Con cualquiera de los métodos es necesario sujetar firmemente la cabeza del animal para evitar cualquier movimiento durante el proceso. En caso de no realizar correctamente el procedimiento se corre el riesgo de provocar lesiones serias en los animales, facilitar la aparición de infecciones, o que el cuerno crezca de manera anormal.

Luego del descornado los animales manifiestan claramente signos de fuerte dolor agudo, crónico y estrés (Stafford y Mellor, 2005a; AVMA, 2006; Bristow y Holmes, 2007). Por ello, en general pueden implementarse sistemas basados en la combinación de sedantes, anestésicos locales y AINEs que eviten el dolor durante y después de la operación. La inclusión de sedantes es particularmente útil en aquellos animales poco habituados al manejo (Mirabito *et al.*, 2009; Stock *et al.*, 2013) y también puede ser determinante en la eficiencia de las otras sustancias (Vickers *et al.*, 2005). El dolor puede reducirse dramáticamente con el uso de tranquilizantes, anestesia local (McMeekan *et al.*, 1998a; Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999; Stafford y Mellor, 2005b) y la administración de AINEs (Milligan *et al.*, 2004; Baldrige *et al.*, 2011; Coetzee *et al.*, 2011a; Fraccaro *et al.*, 2013), y aunque en mucho menor grado, con anestesia tópica (Espinoza y Windsor, 2013). Pese a estas posibilidades, la aplicación de tratamientos antiálgicos no es común durante la realización del descornado (Fulwider *et al.*, 2008) debido a numerosos factores como el costo de los fármacos, el tiempo necesario de manejo extra y su costo en personal, la disponibilidad de veterinarios y sus honorarios, el tiempo de aplicación, y en ocasiones; el tiempo de espera para su reacción, tradición, falta de conocimiento, dificultades legales tanto de aplicación como de disposición y venta de medicamentos, temor a residuos de fármacos en la carne, falta de concienciación respecto del dolor que produce el procedimiento, así como ideas erróneas arraigadas de que no es necesario controlar el dolor en los animales (Stafford *et al.*, 2006; Hewson *et al.*, 2007; Misch *et al.*, 2007; Gottardo *et al.*, 2011; Hötzel y Sneddon, 2013).

A continuación se describen algunos elementos importantes a considerar en cada uno de los procedimientos:

PASTA CÁUSTICA

Para la aplicación de pasta cáustica se recomienda recortar el pelo alrededor del brote del cuerno y proteger esta zona con vaselina antes de aplicar el producto para evitar el contacto de la pasta con la piel. El operador debe usar guantes y aplicar la pasta sobre el botón del cuerno mediante una astilla de madera o plástico, o algún otro instrumento, cuidando de no entrar en contacto directo con el producto. Una vez terminada la aplicación de la pasta sobre el brote del cuerno, los animales tratados deben mantenerse aislados, en lo posible, de otros individuos para evitar el contacto con el material cáustico. De no hacerse lo anterior, otros animales pueden lamer la pasta utilizada, con lo que puede

llegar accidentalmente a la ubre de la madre durante el amamantamiento, o a otros individuos con los que se tenga contacto físico. También es necesario considerar la protección del animal tratado contra la lluvia, ya que el agua puede escurrir el producto hacia los ojos. El contacto accidental en piel, mucosas u ojos es muy grave tanto en animales como en personas (Vickers *et al.*, 2005).

La destrucción de las células germinales que dan origen a los cuernos se induce mediante quemadura química del tejido que provoca el ingrediente activo usado en la pasta. Este ingrediente causa necrosis, como resultado de la saponificación de las grasas y desnaturalización de las proteínas, lo que a su vez permite la penetración profunda del químico. Con las quemaduras cáusticas el daño tisular continúa aumentando mientras el álcali esté en contacto con el tejido (FOTOGRAFÍA 3) (Yano *et al.*, 1993), penetrando más profundamente y causando peores quemaduras incluso que los ácidos (Hettiaratchy y Dziewulski, 2004). Es frecuente que los productores prefieran aplicar pasta cáustica porque es sencillo de realizar y aparentemente es menos doloroso, ya que los animales no se resisten vigorosamente durante su aplicación (Stilwell *et al.*, 2009), como sucede con otros métodos como el del hierro candente.

En el Reino Unido sólo se autoriza el uso de químicos para el descornado en becerros menores de 7 días de edad (Animal Welfare Act, 2006), ya que de acuerdo con Morisse *et al.* (1995) y el reporte de la “European Food Safety Authority” sobre el bienestar de los becerros (2009), el descornado con pasta cáustica es más doloroso incluso que el procedimiento que utiliza hierro candente, por lo que se estima que en animales muy jóvenes, su corta edad podría aminorar el dolor.

Vickers *et al.* (2005) observaron que las conductas asociadas con el dolor e incomodidad que produce la pasta cáustica durante el descornado se reducen mediante la aplicación de una inyección de xilacina, aunque esto no es garantía de que los animales sientan menos dolor, sino quizá simplemente de que no puedan moverse y manifestarlo. Por otra parte, Stilwell *et al.* (2008a) encontraron que el descornado con pasta cáustica provoca alteraciones en los animales durante al menos 3 h, pero el uso de anestesia local es eficiente para controlar el dolor tan solo durante una hora luego de la aplicación de la pasta cáustica; por tanto, el dolor regresa una vez que el bloqueo de los nervios finaliza. Estos investigadores concluyeron que sólo mediante la aplicación combinada de anestesia local y AINEs se reduce efectivamente el dolor, tanto el agudo como el crónico (Stilwell *et al.*, 2009). Además, demostraron que el uso de AINEs sin la aplicación de anestesia local no controla el dolor provocado por la aplicación de pasta cáustica, incluso aun si el analgésico se administre 1 h antes de realizar el procedimiento (Stilwell *et al.*, 2007).

CAUTERIZACIÓN

La cauterización del brote o botón del cuerno requiere la utilización de un hierro candente o de descornadores eléctricos o de gas que se calientan hasta llegar a una temperatura aproximada de 600 °C (por ejemplo: el “Safety-First” A-Super-Vario, Lister, Luedenscheid, Alemania). Es necesario revisar que el dispositivo esté lo suficientemente caliente y que la presión se aplique sobre los brotes del cuerno durante periodos que van desde los 3 s en cabritos hasta varios minutos en becerros,

dependiendo del tamaño del cuerno, la edad del animal y el tipo de aparato, de forma que destruya todo el tejido germinal (Laden *et al.*, 1985; Graf y Senn, 1999) y permita su remoción. Este procedimiento destruye las capas de la dermis y epidermis llegando hasta el tejido subcutáneo, produciendo además edema y daño que se extiende más allá del sitio quemado, lo que incrementa la sensibilidad del área aledaña a la lesión (Junger *et al.*, 2002).

La aplicación de calor directamente sobre el cráneo del animal debe hacerse asegurando que no se lesionará el tejido nervioso. Si se mantiene el contacto prolongado con el hierro, la temperatura puede rebasar el tejido óseo y alcanzar membranas cerebrales, provocando lesiones irreversibles.

Este método se recomienda cuando las yemas de los cuernos son evidentes a la palpación, lo que en los bovinos ocurre entre las 4 y 8 semanas de edad. La aplicación de calor causa un dolor severo que se demuestra a través de un incremento significativo en los cambios conductuales (Faulkner y Weary, 2000; Vickers *et al.*, 2005; Doherty *et al.*, 2007) y concentraciones plasmáticas de cortisol (Boandl *et al.*, 1989; Morisse *et al.*, 1995; Graf y Senn, 1999).

La anestesia local utilizando una combinación de xilacina y lidocaína bloquea los nervios cornales, y por tanto retrasa las respuestas de dolor durante al menos 2 h (Caray *et al.*, 2015). La aplicación de lidocaína para bloquear el nervio cornal integrada, junto con infiltraciones en el área adyacente al botón del cuerno 20 min antes de iniciar el procedimiento alivia el dolor por un periodo similar (Graf y Senn, 1999). Por el contrario, Boandl *et al.* (1989) no encontraron efecto cuando la aplicación se limitó al nervio cornal.

El grado de lucha que se observa en los becerros durante la aplicación de este tratamiento se vincula directamente con el dolor agudo provocado. En la (FIGURA 1) puede apreciarse cómo los animales tratados exclusivamente con xilacina luchan intensamente. Sin embargo, la intensidad de lucha que se observa en los becerros tratados con una combinación de xilacina y lidocaína es similar a la manifestada por los animales en los grupos bajo un descornado simulado (Stilwell *et al.*, 2010).

El dolor que produce el descornado con esta técnica es similar tanto en becerros de una como de 4 semanas (Caray *et al.*, 2015).

QUIRÚRGICO

El brote del cuerno también puede removerse de manera quirúrgica. En este procedimiento es necesario asegurarse de retirar también parte de la piel que rodea los márgenes del brote del cuerno, que contienen también tejido generativo. En muchos establos lecheros ésto se realiza mediante cuchillas semicirculares que sierran alrededor del cuerno en crecimiento, y al serrar recortan el cuerno junto con piel adyacente y algo de tejido óseo (Fraser, 2008). En algunos países se considera que esta práctica sólo debe realizarse por un médico veterinario y bajo anestesia local. Sin embargo, en la mayor parte del mundo la realiza el personal de la granja sin aplicar medicación alguna contra el dolor intenso que provoca.

Para eliminar el dolor que provoca la aplicación de esta técnica se recomienda aplicar un bloqueo anestésico local del nervio cornal o un bloqueo en forma de anillo alrededor de la base de

cada brote de cuerno, amén de algún AINE, particularmente flunixinina-meglumina. El uso solamente de anestésicos locales controla únicamente el dolor por un tiempo corto, mientras dura su efecto dependiendo del fármaco utilizado en cada caso (McMeekan *et al.*, 1998a; Stilwell *et al.*, 2009). Los resultados de Sylvester *et al.* (2004) muestran que este tipo de procedimientos pueden generar dolor durante al menos 6 h.

Los becerros a los que no se les bloquea el nervio cornal luchan intensamente, patean y pisotean fuertemente el suelo durante el procedimiento con mucha más frecuencia que aquellos tratados (Doherty *et al.*, 2007; Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2005). A juzgar por la conducta de lucha de los animales, tratando de escapar del procedimiento y por los niveles de cortisol generados, tanto la cauterización como la remoción quirúrgica del brote del cuerno provocan reacciones de dolor en el animal, las que pueden continuar por varias horas (Stilwell *et al.*, 2009). Sin embargo, de acuerdo con algunos investigadores, la cauterización provoca menos dolor que la remoción quirúrgica o la destrucción cáustica (Morisse *et al.*, 1995; Petrie *et al.*, 1996a). Sin embargo, otra comparación entre los diferentes procedimientos sugiere que el descornado a través del descornador de Barnes (procedimiento que fue descrito como quirúrgico) es el método que provoca mayor dolor en los animales durante las primeras 6 h posteriores a su aplicación, mientras que el descornado con hierro candente es el que provoca más lucha de escape en reacción de los animales durante su aplicación, lo que sugiere mayor intensidad de dolor agudo a pesar de que no existen diferencias entre la respuesta de cortisol que provocan los procedimientos de pasta cáustica y cauterización (Stilwell *et al.*, 2007).

Toda la información disponible sobre el descornado en cualquiera de sus métodos y las respuestas que genera en el animal permite plantear que se provoca una experiencia dolorosa que debe atenderse.

CONTROL DEL DOLOR DEL DESCORNADO

Como regla general, de no existir otra posibilidad el descornado por cauterización es preferible a los métodos químico o quirúrgico, siempre utilizando al menos anestesia local, pero es mejor combinar el tratamiento local con la administración de AINEs para minimizar el dolor causado por cualquiera de los procedimientos (Stafford y Mellor, 2011), y realizarlo a la menor edad posible.

Los fármacos más comunmente utilizados para el bloqueo cornal son la lidocaína y la bupivacaína. Es necesario recordar que el bloqueo del nervio cornal reduce únicamente el dolor inmediato, pero una vez que el anestésico local pierde su efecto finaliza la reducción del mismo. Por tanto, es muy importante incorporar el uso de AINEs. Los movimientos de orejas y cola se reducen, se afecta menos la rumia y disminuye la respuesta de cortisol cuando se administra anestésico local en cada cuerno, asociado a ketoprofeno o meloxicam intramuscular 10 min antes del descornado (McMeekan *et al.*, 1998b; McMeekan *et al.*, 1999; Sutherland *et al.*, 2002a; Duffield *et al.*, 2010). El efecto positivo de estos analgésicos se observa hasta 44 h luego del descornado, con el beneficio adicional de que los animales comen de manera habitual por lo que no pierden peso (Faulkner y Weary, 2000). La administración

de meloxicam aunado a un bloqueo corneal también disminuye los cambios conductuales asociados al dolor y provoca menor sensibilidad en el área de la herida, respuestas sugerentes de una reducción efectiva del dolor postquirúrgico asociado al descornado (Heinrich *et al.*, 2009, 2010).

Petrie *et al.* (1996a) compararon las respuestas de becerros que se descornaron por cauterización o por el método quirúrgico sin la aplicación de fármaco alguno, que recibieron anestesia local para desensibilizar el área previo a la intervención, o no descornados, aunque manejados de forma similar. Cuando el procedimiento se realizó sin anestesia, la concentración de cortisol se elevó rápidamente en un 600 % aunado a un incremento de proteínas de fase aguda y reducción del consumo de alimento luego del descornado, lo que coincide con los valores encontrados en estudios más recientes (Fidan *et al.*, 2010; Ballou *et al.*, 2013). Por el contrario, en aquellos becerros que recibieron anestésico local, el cortisol se mantuvo en niveles basales. Sin embargo, estos y otros investigadores (Stafford y Mellor, 2005a) también encontraron que cuando el efecto del anestésico termina, unas horas después del descornado, los becerros que solamente fueron tratados con anestesia local mostraron un nuevo incremento en los niveles de cortisol que se mantuvo alto aún 2 o 3 h luego del descornado. Más aún, la producción total de cortisol durante el experimento fue mayor que la de los becerros que recibieron anestesia (FIGURA 2; Stafford y Mellor, 2005a). Aparentemente, una vez que el efecto de la anestesia desaparece los animales empiezan a experimentar dolor proveniente del área lastimada e inflamada, posiblemente activada por la respuesta adrenal. En aquellos becerros que no recibieron anestesia local, la secreción inicial de cortisol pudo haber ayudado a evitar la inflamación, además de que la secreción de algunos agentes naturales supresores del dolor que generalmente acompañan la respuesta adrenal pudieron mitigar parte de la sensación. Por tanto, 2 h después del procedimiento estos animales pudieron estar experimentando menos dolor que aquellos tratados con anestesia local. Este experimento demuestra que un manejo efectivo del dolor para descornado quirúrgico requiere del uso de analgésicos de larga duración y medicamentos antiinflamatorios, una vez que los efectos del anestésico local desaparecen (Stafford y Mellor, 2005a).

Los resultados de las investigaciones sobre la efectividad de los fármacos en relación al sitio de aplicación son variables. Por ejemplo, la administración intravenosa de flunixin suprime la síntesis de prostaglandina E₂ en bovinos descornados (Fraccaro *et al.*, 2013), con lo que disminuye el dolor postintervención.

De la misma manera, la combinación de anestesia local con la administración intravenosa de carprofeno, reduce todas las señales de dolor, pero tan sólo durante 24 h (Stilwell *et al.*, 2012). El uso de analgésicos como el tramadol administrado por vía rectal no reduce los signos conductuales asociados al dolor luego de la aplicación de pasta cáustica en los becerros, pero cuando se aplica por vía intravenosa puede ayudar a reducir el dolor postoperatorio (Braz *et al.*, 2012). Espinoza y Windsor (2013) demostraron que la aplicación postoperatoria de un anestésico tópico reduce la sensibilidad hasta 1.5 h después de su aplicación a terneros.

El tratamiento de los becerros con anestésicos locales antes de realizar el descornado, reduce conductas como la agitación de la cola y sacudidas de la cabeza, las que típicamente ocurren durante

la realización de este procedimiento. El uso de anestésico local reduce también conductas como resregar la cabeza, sacudidas de la misma y movimientos de las orejas que ocurren durante la primera hora posterior al descornado (Morisse *et al.*, 1995; Sylvester *et al.*, 1998; Graf y Senn, 1999; McMeekan *et al.*, 1999). Como ya se mencionó, los anestésicos locales son efectivos solamente durante un periodo corto de tiempo luego de su administración (McMeekan *et al.*, 1998a, b).

Weary *et al.* (2006) aplicaron un bloqueo con lidocaína en becerros agregando un sedante antes de la intervención, con el fin de reducir la respuesta a la inyección del anestésico local y eliminar la necesidad de la restricción física durante el procedimiento (Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999). Los animales se repartieron en dos grupos experimentales, uno en que fueron descornados y otro en el que se llevó a cabo todo el manejo, pero sin realizar el descornado. Dentro de ambos grupos hubo becerros a los que se les aplicó ketoprofeno y sus controles. Como era de esperar, aquellos becerros que no fueron descornados con o sin aplicación de ketoprofeno, al igual que los becerros descornados que recibieron ketoprofeno casi no mostraron movimiento de orejas durante las 24 h posteriores al procedimiento (FIGURA 3; Faulkner y Weary, 2000). Sin embargo, los becerros descornados sin aplicación de ketoprofeno mostraron altas frecuencias de este comportamiento durante las 24 h siguientes al descornado.

Como se ha demostrado, existen varios tratamientos con el fin de reducir el dolor del descornado. Sin embargo, a la fecha una aproximación multimodal utilizando anestésicos locales, AINEs y en lo posible sedantes con propiedades analgésicas, ofrecen las mejores opciones (Stock *et al.*, 2013).

Por lo general, el descornado de las cabras se realiza durante el primer mes de vida, antes de que el cuerno crezca, cuando aparentemente la práctica es menos traumática y peligrosa (Hull, 1995; Valdmanis *et al.*, 2007). Comúnmente se utiliza el hierro candente (Valdmanis *et al.*, 2007; Álvarez *et al.*, 2009), aunque el tejido germinal también puede removerse de modo quirúrgico utilizando un escalpelo, cuchillo o tijeras similares a las usados en el ganado bovino. Además, existe la posibilidad de usar agentes químicos corrosivos o genéticos.

La cauterización del botón del cuerno mediante un hierro candente es una práctica generalizada en caprinos lecheros en Nueva Zelanda (Thompson *et al.*, 2005). Sin embargo, su aplicación puede resultar en la muerte o en daño cerebral de un 10 % de los cabritos entre los 4 y 10 d de edad (Sanford, 1989) debido a la transferencia de calor a través del cráneo, ya que este es mucho más delgado que el de los terneros (Thompson *et al.*, 2005). Aunado a lo anterior, Álvarez *et al.* (2009) demostraron que este método provoca un aumento brusco del cortisol sanguíneo y aumenta las conductas relacionadas con dolor y estrés en los cabritos (FOTOGRAFÍA 4), respuestas que no desaparecen mediante la infiltración de lidocaína alrededor de cada cuerno, ni mediante el bloqueo de los nervios cornales (Álvarez *et al.*, 2015). Por tanto, el tratamiento para realmente disminuir los signos de dolor durante y luego de la intervención debe incluir el uso de anestésicos y AINEs como una combinación de lidocaína-adrenalina para bloquear el nervio, aunado a meloxicam por vía intramuscular (Chandahas *et al.*, 2013).

La herramienta más común para descornar es un cautín comercial que se calienta a través de electricidad, y tiene una punta de entre 2 y 2.5 cm (FOTOGRAFÍA 5), o la alternativa más rústica de

un hierro calentado al fuego (FOTOGRAFÍA 6). El problema que tiene este último instrumento es que realmente no se puede controlar la temperatura, lo que puede llevar a la formación de cicatrices si la temperatura no es suficiente, o causar meningitis si la temperatura es muy elevada (Williams, 1990; White, 2004).

En 2007, Al-Sobayil, propuso un método más sencillo y práctico aplicable a cabritos menores de dos semanas de edad, utilizando un encendedor de automóvil. El autor recomienda recortar el pelo sobre el botón del cuerno y aplicar tintura de yodo sobre la superficie, administrar lidocaína subcutánea, infiltrada en una circunferencia alrededor del botón del cuerno, y posteriormente, una o dos aplicaciones del encendedor durante 3 o 4 s cada una, con un intervalo de tiempo pequeño entre ellas. Finalmente, recomienda rociar el área tratada con antibiótico en polvo. Este es un método práctico que puede usarse en campo llevando tan sólo un acumulador como fuente de energía, siendo además más barato, seguro y rápido que el hierro candente.

Al igual que en los bovinos, los métodos que cauterizan la herida y el botón del cuerno emergente son menos peligrosos que los químicos, ya que estos últimos pueden dañar los ojos o piel del animal tratado o de sus compañeros, además de que el dolor que producen se mantiene durante más tiempo (Smith y Sherman, 1994), y es más difícil de controlar. El tratamiento del dolor es de particular importancia en las cabras, ya que esta especie no tolera el dolor asociado con los procedimientos quirúrgicos, por lo que los animales pueden morir si no se les provee de suficiente analgesia (Turner y McIlwraith, 2013). Aunque se desconoce la razón, se cree que ésto podría deberse a una intensa reacción de miedo por la combinación de la sujeción y el dolor (Bowen, 1977).

AMPUTACIÓN TOTAL DEL CUERNO

Este procedimiento es muy doloroso y, al igual que los anteriores, no debería realizarse sin el uso de anestésicos y analgésicos posoperatorios. En general, cualquiera de los procedimientos usados para amputar el cuerno cuando éste ya creció, provoca concentraciones altas y prolongadas de cortisol y signos conductuales que sugieren que todos estos métodos son muy dolorosos (Sylvester *et al.*, 1998). Los procedimientos convencionales de amputación de los cuernos en animales adultos predisponen a problemas de sinusitis (Mobini, 1991) y los cuidados posoperatorios pueden extenderse por meses. En machos cabríos, la abertura provocada por el corte del cuerno puede demorar más de 6 meses en cerrar (Bailey, 1984) y representa una de las infecciones locales que más atención requiere para reducir otros riesgos.

Para este procedimiento suelen utilizarse sierras manuales o eléctricas (Neely *et al.*, 2014), cable para embriotomía conocido como fetótomo de hilo metálico cortante o sierra de Liess, así como diferentes tipos de tijeras, incluyendo guillotinas y tenazas. También han llegado a utilizarse ligas elásticas que colocadas en la base del cuerno joven cuando tiene diámetros de 5 a 8 cm y longitudes de 10 a 20 cm aproximadamente, pueden provocar su necrosis y desprendimiento. Sin embargo, este último procedimiento no se recomienda porque provoca heridas que tardan mucho tiempo en sanar (Neely *et al.*, 2014). Tampoco se recomienda extirpar por medios físicos cuernos con utensilios

como el descornador de Barnes, ya que este procedimiento genera comportamientos indicativos de dolor intenso (Sylvester *et al.*, 2004) y niveles de cortisol altos por hasta 9 h después del procedimiento (Sylvester *et al.*, 1998), además de heridas que tardan mucho tiempo en sanar. Durante el proceso de amputación del cuerno se remueve también una pequeña área de piel que rodea la base del mismo, y al recortar el cuerno en animales adultos se expone el seno frontal, lo que genera además posibilidades de complicaciones severas.

Para reducir el dolor que causa la amputación total del cuerno, se puede cauterizar la herida y aplicar lidocaína antes del procedimiento, con lo que efectivamente se reduce la respuesta de cortisol por al menos 24 h (Sutherland *et al.*, 2002b). En este caso los anestésicos pueden usarse de dos formas:

- » mediante bloqueo del nervio cornal,
- » bloqueo en forma de anillo alrededor de la base del cuerno, o
- » ambas.

Sin embargo, los productores consideran este procedimiento como poco práctico, porque requiere doble manejo o un periodo de espera hasta que el fármaco haga efecto antes de proceder al corte.

El uso del fetótomo para recortar el cuerno requiere mayor trabajo físico y tiempo, pero produce una hemorragia menor que el recorte con sierra o tijeras. Además, con el uso del mismo se tiene un mejor control del tamaño de la herida, particularmente si el animal mueve la cabeza, mientras que con la sierra, la herida puede ser mayor de lo requerido e incluso llegar a fracturar el hueso frontal. El sangrado se controla cauterizando o ligando las arterias dañadas. Los cojinetes o polvos hemostáticos también son de utilidad para ésto.

Después del descornado se aplican cicatrizantes en polvo, repelentes de insectos, antibióticos, y se cubre la herida con gasa para prevenir infecciones y cuidar las heridas por varias semanas. Particularmente en aquellos casos en que se expone el seno frontal; el polvo y otros agentes pueden provocar una sinusitis que llega a generar descargas purulentas de la herida, a la que entonces habría que drenar. En estos casos se tendría la necesidad de tapar el divertículo o seno cornal con parches elaborados a base de cera, gasas impregnadas con antisépticos como yodo, o cicatrizantes como azul de metileno (Neely, 2013), algodón o algún tipo de resina. También pueden presentarse moscas y gusaneras (bicheras), por lo que hay que mantener una vigilancia continua de la herida, particularmente cuando el descornado se lleva a cabo durante el verano y en regiones húmedas o tropicales. En los animales descornados sin el uso de anestésicos o analgésicos se observan cambios conductuales asociados a dolor intenso, como pisoteo fuerte, sacudidas de cabeza y cola, movimientos de orejas, vocalizaciones (Morisse *et al.*, 1995; Taschke y Fölsch, 1997), reducción del tiempo de pastoreo y de rumia, así como del tiempo de descanso (McMeekan *et al.*, 1999). Además, la concentración de cortisol aumenta rápidamente, provocando un pico antes de 2 h después del procedimiento, bajando luego, pero manteniendo una meseta por casi 8 h, para de ahí bajar nuevamente a los niveles observados antes del tratamiento (McMeekan *et al.*, 1998a). El tamaño de la herida no modifica

la magnitud de la respuesta (McMeekan *et al.*, 1997), probablemente porque se desencadenó la máxima respuesta fisiológica. Los altos niveles de cortisol además de la alteración de las conductas, sugieren que los animales sufren dolor durante todo este periodo. Además, la disminución de la alimentación, que se ha observado durante al menos 2 o 3 días luego de la aplicación del procedimiento, provoca pérdidas de peso significativas, particularmente con becerros en corrales de engorda (Goonewardene y Hand, 1991). La práctica rutinaria de remover los cuernos de los animales a su ingreso al corral de engorda ocasiona pérdidas de peso de alrededor de 23 % en las dos semanas posteriores, y de 4.3 % a lo largo de un periodo de 106 días (Goonewardene y Hand, 1991). Por ello, cada vez son menos los corrales de engorda en que se realiza esta práctica de manera generalizada.

El bloqueo del nervio cornal elimina el pico de cortisol, manteniéndolo en niveles similares a los anteriores al tratamiento durante las primeras 2 h (McMeekan *et al.*, 1998a). El uso de anestesia local en combinación con AINEs, elimina la respuesta de cortisol durante al menos 12 h (McMeekan *et al.*, 1998b; Stafford *et al.*, 2003; Milligan *et al.*, 2004; Stewart *et al.*, 2009), funcionando mejor que la aplicación sólo de anestesia local (Mintline *et al.*, 2013). Los analgésicos sistémicos de larga duración tienen la ventaja de aliviar el dolor hasta por 3 días. McMeekan *et al.* (1999) encontraron que cuando se aplican anestésicos locales además de AINEs el comportamiento de los becerros descornados no difiere del de aquellos que no lo son. Sin embargo, en becerros a los que únicamente se les aplica anestesia local o analgesia sistémica antes del descornado, los efectos son similares a los observados en becerros descornados sin el uso de ningún tratamiento contra el dolor.

La aplicación de xilacina incrementa la intensidad de lucha de los becerros sometidos al descornado (FIGURA 1; Stilwell *et al.*, 2010), mientras que en otros estudios se encontraron resultados opuestos, donde estos mismos forcejeos se reducen (FIGURA 4; Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999). Asimismo, existen trabajos donde se muestra su coadyuvancia con otros fármacos como la lidocaína (FIGURA 4; Grondahl-Nielsen *et al.*, 1999), mientras que, en otros, no se aprecia esta condición (FIGURA 1; Stilwell *et al.*, 2010). Más aún, para otros investigadores este producto, aplicado de forma aislada, no ejerce ningún efecto en el control del dolor, y la aseveración de que con el uso de este sedante los animales no responderán conductualmente durante el proceso de descornado podría deberse a que los animales están sedados, y no porque no estén percibiendo dolor. Esto último lo respaldan estudios en los que se observa una respuesta conductual atenuada, pero la secreción de cortisol es tan intensa como en aquellos animales sin medicación alguna. Sin embargo, pese a las contradicciones sobre las propiedades analgésicas de la xilacina, la sedación que produce facilita el manejo, la precisión en la ejecución de la práctica y la velocidad con que esta se realiza, particularmente en animales con poco manejo. Con base en lo anterior se sugiere aplicar por lo menos xilacina durante el descornado, aunque preferentemente debe utilizarse junto con lidocaína y aún mejor si además se usan AINEs, con lo que se reduce tanto el estrés como el dolor (Sutherland *et al.*, 2002a; Stafford *et al.*, 2003; Stilwell *et al.*, 2010; Caray *et al.*, 2015). Aparentemente el uso de xilacina en asociación con carprofeno (Stilwell *et al.*, 2012) o ketoprofeno (Faulkner y Weary, 2000) también asegura buenos resultados en el bienestar del becerro por al menos 24 h después del descornado,

reduciendo tanto el estrés como el dolor durante la práctica (Sutherland *et al.*, 2002a; Stafford *et al.*, 2003; Stilwell *et al.*, 2010; Caray *et al.*, 2015). Los resultados controversiales en la aplicación de xilacina pueden deberse a las diferentes dosis, vías de aplicación y tiempos de espera utilizados en los distintos procedimientos de descornado, por lo que hace falta mucha investigación para poder llegar a recomendaciones claras sobre la utilización de este fármaco, particularmente en forma aislada.

La cauterización de la herida para controlar la hemorragia también reduce la respuesta de cortisol por al menos 24 h (Sutherland *et al.*, 2002b). Sin embargo, el dolor provocado por el descornado en animales adultos puede ser tan alto que ni siquiera los tratamientos analgésicos conocidos pueden evitarlo (Stafford y Mellor, 2011; Stock *et al.*, 2013). Por ello, la amputación del cuerno debe considerarse una intervención mayor, y evitarse, a menos que sea estrictamente necesaria y pueda llevarla a cabo un médico veterinario, preferentemente utilizando anestesia general y realizando todos los cuidados posoperatorios y de control del dolor requeridos.

LA REMOCIÓN DE LA PUNTA (DESPUNTE)

En este procedimiento debe tenerse cuidado de recortar sólo una pequeña parte de la porción distal del cuerno, ya que recortar más abajo genera el riesgo de alcanzar la región irrigada, inervada y sensible al dolor (FOTOGRAFÍA 7). Este procedimiento puede realizarse varias veces en un mismo animal con crecimiento de los cuernos anómalo, cuando los mismos tienden a enterrarse en el cráneo. También en ocasiones el despunte se realiza antes del transporte, o en animales de temperamento nervioso. El despunte es estresante, aunque aparentemente no es doloroso. Sin embargo, dado que el ganado intenta escapar durante la realización del mismo, se recomienda un sistema de sujeción efectivo asociado con la aplicación de tranquilizantes. Es necesario considerar que el despunte no disminuye la incidencia de hematomas en las canales, y éstas presentan daños similares a los que se encuentran en el ganado con sus cuernos intactos (Wythes *et al.*, 1985).

VISIÓN SOCIAL Y APLICACIÓN DEL DESCORNADO

La opinión pública ante el descornado varía de acuerdo a muchos parámetros. En Finlandia, (Wikman *et al.* 2013), la preferencia es hacia mantener ganado bovino con cuernos en aquellos sistemas en que se atan los animales al pesebre o, por supuesto, en animales que se ubican en granjas orgánicas. Algunas personas consideran que los cuernos son importantes en el aspecto del animal, y otras consideran que el trabajo invertido en el descornado y el sufrimiento provocado durante y luego de su realización son innecesarios.

La opinión de los productores juega un papel importante en la práctica del descornado y el método elegido para realizarlo. Coignard *et al.* (2013) llevaron a cabo un estudio aplicando el protocolo de Welfare Quality® para ganado en Francia, donde su interés principal era evaluar la incidencia del descornado. La utilización de este protocolo permite la evaluación del bienestar del ganado, de acuerdo con la opinión de un grupo selecto de 13 expertos en ciencia animal, donde uno de los

principios a considerar dentro de las mediciones en las granjas es la “ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo”. El resultado fue que tan sólo 2.3 % de los hatos (rebaños) calificaron como “buenos” bajo el criterio del método usado para descornar, y al uso o no de anestésicos y analgésicos durante el proceso. Los autores explican este bajo resultado al menos en parte por el hecho de que en Francia las regulaciones no permiten el uso de anestésicos a los granjeros, pese a que ellos son los que descornan (Kling-Eveillard *et al.*, 2009). Sin embargo, el uso de analgésicos no está prohibido, por lo que al menos la implementación del uso de AINEs debería promoverse entre los productores.

En un estudio reciente realizado en la Unión Europea, Cozzi *et al.* (2015) encontraron que el descornado se aplica en 81 % del ganado lechero, el 47 % del que está en engorda, y el 68 % del ganado de recría. El objetivo es evitar que los cuernos surjan, siendo el vaquero el encargado de descornar y medicar para mitigar el dolor, lo que ocurre en menos del 30 % de las granjas. El descornado quirúrgico en animales mayores se realiza preferentemente con sierra de Liess. A diferencia de Francia, en el Reino Unido el descornado lo realiza preferentemente un médico veterinario y las granjas en que se aplica medicamento pre y posoperatorio llegan al 44 %.

Los resultados de otros estudios muestran que la mayoría de los productores europeos de ganado, considera que el descornado es una práctica dolorosa, independientemente del método aplicado (Kling-Eveillard *et al.*, 2015), por lo que se sienten incómodos de ver que sus animales experimentan dolor y estrés, y están dispuestos a mejorar esta práctica para reducirlos (Windig *et al.*, 2015a). Sin embargo, en los Estados Unidos de América, de 113 granjas lecheras evaluadas, tan sólo 12 % usaban anestésicos y únicamente 2 % usaban analgésicos durante el descornado (Fulwider *et al.*, 2008).

El método más común para el descornado de becerros en los Estados Unidos de América, antes de que el cuerno surja, es el hierro candente, ya sea eléctrico o de gas (67 %), seguido de pasta cáustica (10 %) (Fulwider *et al.*, 2008). La edad más común de descornado de becerros lecheros en Canadá es de entre 4 y 8 semanas, y el método más común, es también el hierro candente. Los productores de ese país realizan ellos mismos el 78 % de los procedimientos y el resto lo llevan a cabo los médicos veterinarios (Misch *et al.*, 2007). De estos productores, el 23 % usan lidocaína para bloquear el nervio cornal y reducir el dolor agudo durante el descornado. De los veterinarios encuestados, 92 % usan anestésicos locales. Uniendo ambos escenarios, tan sólo un 35 a 40 % de los becerros reciben tratamientos anestésicos locales durante el descornado. El caso de los becerros dedicados a la industria cárnica es aún más grave, ya que la misma encuesta revela que un número menor de veterinarios provee de analgesia a los becerros de razas cárnica (Hewson *et al.*, 2007).

El 44 % de los veterinarios de Canadá aplica sedación, generalmente mediante xilacina, porque consideran que facilita el manejo de los animales (Hewson *et al.*, 2007). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, debe hacerse notar que los resultados de la utilización de este fármaco no son concluyentes.

ALTERNATIVAS AL DESCORNADO

En el ganado *Bos taurus* destinado a la producción de carne, se cuenta con la alternativa de razas que carecen de cuernos (FOTOGRAFÍA 8) evitándose así esta práctica dolorosa (Petherick, 2005; Phillips et al., 2009, Stafford y Mellor, 2005a, 2011; Fraser et al., 2013; Windig et al., 2015a, b). Su utilización en sistemas de producción es una alternativa (Prayaga, 2007) que permite mejorar el bienestar de los animales, disminuir los costos y el trabajo invertido.

La condición de “acorne” en el ganado es una característica genética que se presenta tanto en bovinos como en caprinos y ovinos; condición en la que no se forman los cuernos. Está regulada por las leyes de la herencia Mendeliana, siendo en general dominante sobre la presencia de cuernos (Prayaga, 2007). La mayor parte de los productores coincide en que el uso de líneas acornes eliminaría el sufrimiento en los animales, al no someterlos al descornado, así como una consecuente reducción en accidentes y lesiones. Sin embargo, el uso de este tipo de animales en la producción bovina no es común. Hasta hace pocos años, la prevalencia de ganado sin cuernos en la ganadería en general era menor al 5 %, y menor al 1 % en establos lecheros (Cozzi et al., 2015). Aparentemente esto era debido a la escasa disponibilidad de toros acornes para inseminación artificial, y al menos dentro de la industria lechera, sus registros de producción de leche son con frecuencia menores que los de animales con cuernos, aunque esta brecha está decreciendo rápidamente (Windig et al., 2015b). Como ya sucedió en algunas razas, si efectivamente esta diferencia desaparece se esperaría un incremento en la utilización de toros acornes lecheros (Götz et al., 2015). De hecho, cabría esperar que en un futuro próximo hubiera un número significativo de toros acornes de un alto valor lechero que permitiera su utilización de manera generalizada (Gaspa et al., 2014; Spurlock et al., 2014). Por el contrario, Goonewardene et al. (1999b) no encontraron diferencias en variables productivas —incluyendo las características de la carne, rendimiento de los animales en canal y salud— ni reproductivas en función de la presencia de cuernos en ganado productor de carne (Lange, 1989; Stookey y Goonewardene, 1996; Goonewardene et al., 1999c).

La diseminación de este tipo de genes, particularmente en las razas comunes productoras de leche como Holstein y Jersey, es un trabajo en proceso. Una historia de éxito es la documentada por Götz et al. (2015) en Alemania, con ganado Simmental. En 1974 se compró la primera vaca sin cuernos con propósitos reproductivos, y se calcula que en 2013 y 2014 nacieron entre 22 000 y 32 000 becerros acornes a través de técnicas como trasplante de embriones e inseminación artificial. Si el crecimiento sigue siendo lineal, la proporción de vacas acornes de esta raza será de 10.5 % en 2021, aunque se especula que esto pudiera acelerarse.

En el ganado caprino sucede algo similar: el uso de ganado sin cuernos en el mundo no es generalizado. Aunque existen razas de cabras genéticamente acornes, mantener rebaños sin cuernos implica un poco más de trabajo, aunado a que hace 50 años se creía que las cabras sin cuernos tenían fertilidad menor (Ricordeau y Lauvergne, 1967). Esto no solamente no es cierto, sino que incluso los mejores representantes de razas como la Saanen, altamente especializada en la producción de leche, son acornes.

Otras alternativas temporales consisten en pegar pelotas en las puntas de los cuernos. Esta práctica se realiza en granjas orgánicas, manteniendo así la integridad de los animales y el papel de los cuernos en la expresión de la conducta social, conservando inalterada la jerarquía en el grupo (Bouissou, 1980; Bouissou *et al.*, 2001), pero reduciendo las lesiones al eliminar la punta del cuerno. De manera similar, en los toros de lidia se utilizan vendas con yeso o fibra de vidrio para proteger la punta de los cuernos, procedimiento conocido como “enfundado”, que reduce el daño que pueden hacerse entre los toros (Sánchez, 2012).

CONCLUSIONES

Independientemente del método, el descornado es una práctica que genera dolor intenso en los animales jóvenes, y extremadamente dolorosa para los adultos (Stafford y Mellor, 2005b). El recorte de la punta del cuerno ofrece ventajas casi exclusivamente en aquellos animales con crecimiento anormal del mismo, cuando éste tiende a encajarse en el cráneo. Aunque este recorte es indoloro, requiere repetirse con cierta periodicidad y se recomienda aplicar tranquilizantes.

Si el manejo lo permite, se recomienda evitar la aplicación rutinaria del descornado, y cuando sea viable para los sistemas de producción, seleccionar ganado acorne.

Cuando es necesario descornar al ganado se debe contar con asesoramiento para aplicar el método más adecuado y saber cuál es el mejor momento para cada tipo de ganado y sistema de producción. En lo posible, el ganado deberá descornarse cuando el desarrollo del cuerno todavía esté en su fase inicial o en la primera oportunidad de manipulación en el caso de que el animal haya superado esta etapa. De este modo, la intervención implica menor traumatismo de los tejidos porque el desarrollo de los cuernos está todavía en su etapa de formación inicial y no existe una inserción del cuerno al cráneo del animal. Los operarios encargados deben recibir formación y demostrar su competencia en el procedimiento utilizado, así como reconocer signos de complicación (OIE, 2014a; Mota-Rojas *et al.*, 2016).

El método que aparentemente provoca menos dolor en los becerros es evitar el crecimiento de los cuernos en animales de menos de 4 semanas de edad cauterizando el brote del cuerno. Se recomienda incluir el uso de anestesia y analgesia (Guatteo *et al.*, 2012) y para obtener resultados óptimos es necesaria la sedación mediante xilacina, un bloqueo mediante anestésico local y la administración de AINEs (Stafford y Mellor 2005b).

Las opciones temporales, como bolas de goma, vendas con yeso o fibra de vidrio, funcionan en animales muy específicos; en individuos temperamentales, en toros de lidia o animales bajo ganadería orgánica. En caso de ser indispensable un recorte mayor, la mejor opción hasta ahora consiste en administrar xilacina antes de hacer el recorte, utilizando un fetótomo, herramienta que cauteriza al cortar, evitando así el sangrado, y aplicar anestésicos locales además de un tratamiento de analgésicos sistémicos de larga duración combinados con AINEs (Stafford y Mellor, 2005a). La amputación total del cuerno en animales adultos es un procedimiento que debe evitarse siempre que sea posible, salvo en casos de accidentes como la fractura del cuerno, cuando el procedimiento debe ser realizarse por un médico veterinario.

Mientras no se cuente con alternativas como ganado acorne con igual resultado productivo, es necesario trabajar en el desarrollo de productos y técnicas que disminuyan el dolor provocado por esta práctica en aquellos casos en que su aplicación sea la única opción. Una fórmula que ha resultado útil en algunos lugares es el establecimiento de una ruta de servicio de descornado con la participación de un técnico entrenado, con el uso de un protocolo de anestesia y analgesia supervisado por un médico veterinario. Además, con este tipo de servicios se logra estandarizar la técnica y aplicarla de la manera más conveniente (Misch *et al.*, 2007).

Finalmente, es necesario uniformar las legislaciones, criterios y normas a nivel internacional con base en la evidencia científica, fomentando una producción sustentable y humanitaria.

CASTRACIÓN

INTRODUCCIÓN

La castración es una práctica común dentro de los sistemas de producción pecuaria. El objetivo es evitar la reproducción no deseada, principalmente de machos de baja calidad, o evitar preñeces de hembras muy jóvenes que accidentalmente pudieran copular. Los machos destinados al engorde alcanzan la pubertad antes de ser faenados, por lo que normalmente se les castra en los primeros días o semanas, luego del parto (Archer *et al.*, 2004; Baird y Wolfe, 1998). Además, la castración eleva la calidad de la carne, ya que se logra un mejor marmoleado (Purchas *et al.*, 2002), reducción de la incidencia de cortes oscuros en la canal, se incrementa la suavidad y la cantidad de grasa dorsal (Knight *et al.*, 1999), al tiempo que se reduce el pH de la carne (Morgan *et al.*, 1993) en comparación con bovinos enteros (Tarrant, 1981). Sin embargo, la tendencia actual en los mercados es hacia la producción de carnes más magras debido a un interés de los consumidores por ingerir cantidades menores de grasas de origen animal. Por ello, al menos en algunos sistemas, la demanda de los consumidores, el interés social en aspectos de salud, así como temas éticos referentes al trato hacia los animales, presionan hacia la disminución en la frecuencia de la castración (Rollin, 2004; Heid y Hamm, 2013).

Además de las características anteriores, la castración reduce la agresividad y la conducta sexual (Prunier *et al.*, 2006), generando animales más dóciles y fáciles de manejar (Hinch y Lynch, 1980), situación que también permite utilizar a los animales castrados como animales de trabajo, principalmente en los países en desarrollo. Sin embargo, la mayor importancia productiva es la reducción de lesiones como consecuencia de combates y montas en los corrales de engorda, con lo que disminuye la cantidad de hematomas presentes en la canal (Jago *et al.*, 1997; Katz, 2007; Price *et al.*, 2003).

Kenny y Tarrant (1987) encontraron que la incidencia de hematomas presentes luego de reagrupar toros se relaciona positivamente con el número de montas que un animal realiza o recibe. También se ha propuesto el uso de razas poco agresivas, y estrategias etológicas que permitan reducir las agresiones entre los animales y hacia los humanos mediante técnicas sencillas de manejo (Price y Orihuela, 2010), lo que, aunado al menor costo de producción que tiene la crianza de machos enteros, son factores que tienden a reducir el uso de la castración.

El peligro generado por los toros intactos hacia sus compañeros y hacia los humanos disminuye con densidades de población menores, corrales e infraestructura más seguros y avances en las

técnicas de manejo de los animales (Boesch *et al.*, 2008). Sin embargo, tan sólo en los Estados Unidos de América se calcula que se castran alrededor de 7 millones de bovinos por año (USDA, 2010).

Además, probablemente los animales castrados aumentan sus reacciones de miedo por la falta de andrógenos. Por ejemplo, en general las ovejas son más temerosas que los carneros y las ovejas androgenizadas (Vandenhede y Bouissou, 1996). En las cabras se ha descrito que la castración incrementa en un 300 % la actividad de acicalamiento oral (Mooring *et al.*, 1998), probablemente también a causa de la disminución en la concentración de testosterona. En cerdos, hoy sabemos que la castración quirúrgica tiene un impacto negativo en la producción durante la fase de amamantamiento, ya que genera un incremento en el porcentaje de mortalidad predestete en lechones ligeros, así como disminución del peso al destete en lechones pesados (Morales *et al.*, 2017).

Por otro lado, la crianza de animales castrados tiene otras desventajas, como menores tasas de crecimiento (Purchas *et al.*, 2002), menor eficiencia en la utilización del alimento (Seiderman *et al.*, 1982) y un aumento del contenido de grasa de la carne (Jeong *et al.*, 2013). Realizando un exhaustivo análisis de la literatura, Sales (2014) encontró que carneros enteros presentan mayores ganancias de peso diarias, canales más limpias, mayor área de músculo del lomo, mejores tasas de conversión alimenticia, canales con menos grasa y mejores rendimientos de la canal, aunque menor marmoleo y carne menos suave que en los animales castrados. En algunos países se engordan toros de lechería intactos y se sacrifican antes de cumplir dos años de edad para aprovechar estas ventajas.

En el caso de los ovinos sucede algo similar. Los corderos que se sacrifican antes de los 5 o 6 meses de edad no necesitan ser castrados, porque aún no alcanzan la pubertad, pero algunos productores consideran que ciertas razas tienen los testículos muy grandes y cubiertos de lana, por lo que se contaminan con materia fecal. Eliminar los testículos puede resultar paradójico en sistemas donde los animales castrados se destinan a la engorda y se les aplican estimulantes del crecimiento para acelerar su terminación (Adams *et al.*, 1990). Algunos de estos tratamientos consisten en la administración de hormonas sexuales, aunque en la mayoría de los casos se usan agentes no esteroideos.

En los animales criados en condiciones extensivas no existe evidencia clara de que existan diferencias en las ganancias de peso entre animales castrados e intactos (Knight *et al.*, 2000). En este tipo de sistemas, si se opta por eliminar los testículos, se recomienda realizar la castración junto con el destete, para aprovechar la aplicación de otras prácticas dolorosas como la identificación en un solo manejo (Lambertz *et al.*, 2014). Sin embargo, no es raro retardar la castración a edades mayores, con el fin de aprovechar las mejores ganancias de peso de los animales intactos (Mach *et al.*, 2009), aunque luego el dolor vinculado al procedimiento también produce pérdidas de peso, asociado con inmovilidad y disminución del apetito (Bretschneider, 2005). Aunque también existen algunos resultados contradictorios. Micol *et al.* (2009), encuentran que retrasar la castración no parece tener ventajas. Estos autores encontraron ganancias de peso similares al castrar bovinos a los 2 meses o a los 10 meses, por lo que retardar la práctica sólo provoca mayor dolor y pérdidas debido a la mayor edad de los animales. Además, tampoco encontraron diferencias en la calidad de la carne entre los

individuos castrados a estas dos edades. Por tanto, la decisión depende del tipo de manejo de cada explotación pecuaria, teniendo como alternativas: castrar animales pequeños, induciendo en ellos menos dolor (McGlone y Hellman, 1988), con la posibilidad de obtener menores ganancias de peso o hacerlo aprovechando el manejo del destete, o castrar animales aún mayores, reconociendo que el procedimiento es más complicado a medida que los animales tienen más edad, aunque existe la posibilidad de mayores ganancias de peso.

La aplicación combinada de anestésicos locales y analgésicos sistémicos atenúa o previene las respuestas fisiológicas y leucocitarias en cualquiera de estos procedimientos, tanto al realizarlos independientemente como junto con otras prácticas como destete o identificación, por lo que la alternativa de aprovechar un mismo manejo parece razonable. De todas formas, es necesario considerar la administración de anestésicos y analgésicos antes de realizar los procedimientos, y siempre considerar realizarlos a la edad más temprana posible.

Una complicación adicional al dolor que existe en las regiones tropicales es el alto riesgo de infestación de la herida con larvas de la mosca del gusano barrenador (*Cochiliomyia hominivorax*), por lo que se requiere de tratamientos preventivos y terapéuticos (Muniz *et al.*, 1995). La miasis, así como otras infecciones y la inflamación, pueden predisponer a los animales a sufrir artritis y muerte septicémica (Bretschneider, 2005). En cualquiera de los sistemas, ya sea intensivo o extensivo, siempre se recomienda que el piso donde se realiza esta práctica esté limpio y seco. Si la práctica se lleva a cabo en campo es necesario realizarlo en días soleados, ya que el lodo (barro) aumenta el riesgo de infecciones.

En el caso del cerdo la castración es una práctica común que en muchas partes del mundo se realiza de manera rutinaria (Pérez-Pedraza *et al.*, 2018a, b). Además, se busca evitar el sabor y olor desagradables que adquiere la carne en los machos adultos (Sutherland *et al.*, 2012) por la secreción de androsterona y escatol, compuestos presentes en los animales intactos después de la pubertad (Lundstrom *et al.*, 2009). El rango de prevalencia de este olor y sabor desagradables es de entre el 1 y el 30 %, dependiendo de la raza del cerdo y de diferencias individuales (Zamaratskaia y Squires, 2009). En diferentes pruebas subjetivas sensoriales se demostró que no todas las personas son capaces de detectar el olor y sabor característicos en la carne del cerdo adulto entero (Xue y Dial, 1997). La castración en las hembras es mucho menos frecuente, aunque suele llevarse a cabo por la misma razón: disminuir un supuesto olor y sabor característicos en la carne de los animales adultos. Aunque éstos no resultan desagradables y son mucho menos perceptibles que en los machos, existen informes de granjas en España y Portugal (Fredriksen *et al.*, 2009) donde incluso suelen castrar a todas las hembras de la granja de manera rutinaria.

La castración también se asocia a la disminución de problemas de extremidades y pezuñas provocados por el alto índice de agresividad (Cronin *et al.*, 2003; Rydhmer *et al.*, 2010) y la actividad sexual que trae consigo la crianza de machos enteros (Cronin *et al.*, 2003; Rydhmer *et al.*, 2006).

La castración es una práctica común en las granjas porcinas: en Estados Unidos de América se castran alrededor de 100 millones de lechones por año, siendo el 84 % para evitar el mal sabor en la

carne de machos adultos (Leidig *et al.*, 2009). En la Unión Europea se castraron más de 100 millones de animales en 2006, lo que correspondió al 79.3 % de la población de cerdos estimada en los 29 países europeos miembros en ese momento (Fredriksen *et al.*, 2009). Más aún, en 19 de éstos se castró entre el 90 y el 100 % de sus animales. La mayor parte de las castraciones se realiza mediante intervención quirúrgica, sin anestesia y durante la primera semana de vida del lechón (Prunier *et al.*, 2006). En Portugal se castra casi el 100 % de los cerdos, mientras en Irlanda se calcula que solamente se castra el 1 % (Fredriksen *et al.*, 2009). La castración quirúrgica sin medidas para controlar el dolor está prohibida en la producción orgánica desde principios de 2012 (Heid y Hamm, 2013).

En los equinos la castración es uno de los procedimientos quirúrgicos rutinarios más comunes (Schumacher y Trotter, 1999; Olson *et al.*, 2015), realizado también para reducir la agresividad entre los machos y esterilizarlos, y con menor frecuencia para solucionar problemas clínicos como neoplasias, traumatismos, hernias inguinales, criptorquidia o torsión del cordón espermático (Schoemaker *et al.*, 2004).

Independientemente de la especie, la castración provoca dolor agudo y crónico (Lomax y Windsor, 2013) cuya severidad depende fundamentalmente del método utilizado (Robertson *et al.*, 1994; Molony *et al.*, 1995; Thüer *et al.*, 2007).

EFFECTOS Y CAMBIOS OCASIONADOS POR LA CASTRACIÓN

Todos los métodos mencionados producen cambios conductuales, fisiológicos, productivos y neuroendocrinos indicativos de dolor (Robertson *et al.*, 1994; Pang *et al.*, 2008; Mota-Rojas *et al.*, 2016).

CONDUCTUALES

La aplicación de bandas de goma, emasculación o castración quirúrgica provoca cambios conductuales significativos que inducen dolor durante las primeras 3 h posteriores al procedimiento (Robertson *et al.*, 1994). Latencia para iniciar movimientos (Lonardi *et al.*, 2015), los intentos de escape (Mellor *et al.*, 2000), los pasos más cortos (Currah *et al.*, 2009; González *et al.*, 2010), la cantidad de pasos (Currah *et al.*, 2009), la frecuencia e intensidad de las vocalizaciones (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2005), el tiempo necesario para recorrer una distancia determinada (Bilborrow *et al.*, 2016), (alteraciones de la postura y forma de caminar (Lonardi *et al.*, 2015), lucha y patadas realizados por los animales durante estos procedimientos también son indicativos de dolor agudo intenso. También, los becerros castrados quirúrgicamente son menos activos que los animales testigo o aquellos castrados mediante compresión (Macaulay *et al.*, 1986). Fisher *et al.* (2001) encontraron que animales de 14 meses de edad castrados quirúrgicamente golpean el piso fuertemente con sus patas traseras, agitan sus colas y pastan menos después de la castración que los testigos o los castrados con bandas de goma. También se han identificado otras conductas indicativas de dolor, como voltear la cabeza hacia los cuartos traseros, alternar el apoyo entre los miembros del tren posterior, posturas anormales, movimientos lentos de la cola, comportamientos que pueden observarse incluso durante semanas después de la castración mediante anillos de

goma (Fisher *et al.*, 1997). Algunos ejemplos de conductas utilizadas como respuesta al dolor de castración se presentan en el CUADRO 1. Además, en general, los animales castrados dejan de comer (Keane, 1999; Moya *et al.*, 2014), lo que sumado a sus menores ganancias de peso en comparación con animales intactos, afecta su desarrollo (Bretschneider, 2005). Además, los animales pasan mayor cantidad de tiempo parados (White *et al.*, 2008), aunque sólo 14 % de los becerros vocalizan durante la castración quirúrgica (White *et al.*, 2008).

Es importante reconocer que las respuestas a estímulos dolorosos reflejan experiencias negativas tanto físicas como emocionales, y que las diferentes prácticas dolorosas pueden desatar respuestas conductuales particulares por involucrar diferentes tejidos, pero también por dañarlos de distintas formas (Mellor y Stafford, 2000; Hemsworth *et al.*, 2009). Por ejemplo, la castración quirúrgica provoca una reducción de la actividad o inmovilidad en los corderos, mientras que la aplicación de anillos de goma genera un marcado incremento de la actividad física (Mellor y Stafford, 2000). Sin embargo, en ambos casos aumenta la concentración de cortisol y se producen otros cambios en el comportamiento, como la adopción de posturas anormales, cojeras e hipersensibilidad a la palpación de la zona afectada, todas ellas consideradas como indicativas del dolor a procedimientos quirúrgicos (Molony *et al.*, 1997; Benson, 2004; Hemsworth *et al.*, 2009). Ésto permite especular que las diferentes prácticas mencionadas generan diferente tipo de dolor con distintas intensidades y características, lo que parece estar basado en la cantidad de tejido involucrado y el grado de inervación del sitio afectado. Por ejemplo, el uso de bandas de goma está ligado a un dolor isquémico y a un incremento en las conductas anormales y posturas, y una disminución del tiempo de descanso, incluyendo frecuentes cambios de posición (echarse y pararse), pataleos, e incluso rodadas sobre el piso durante los primeros 30 a 45 min, seguidos de periodos donde los animales se observan recostados lateralmente, permaneciendo inmóviles hasta aproximadamente una hora después del tratamiento (Lester *et al.*, 1996). En cambio, luego de los tratamientos quirúrgicos aumentan las posturas anormales y se reduce la actividad (Shutt *et al.*, 1988; Molony *et al.*, 1993; Lester *et al.*, 1996). Sin embargo, dada la gran diversidad de condiciones en que se realizan los diferentes experimentos resulta muy difícil comparar los resultados. Esto hace muy difícil considerar patrones específicos de comportamiento para comparar las prácticas zootécnicas dolorosas, aunque sí es posible asumir que los cambios conductuales están asociados a dolor.

Es necesario recordar también las diferencias entre especies. Por ejemplo, las vocalizaciones son una señal muy útil para reconocer el dolor y el estrés en los lechones, pero un cordero raramente vocaliza. La intensidad de las manifestaciones de dolor es muy baja particularmente en los rumiantes que, siendo animales de presa, inherentemente ocultan el dolor (Underwood, 2002). Esto implica que, cuando se despliegan conductas asociadas al proceso, probablemente reflejen un dolor muy intenso.

FISIOLÓGICAS

Luego de la castración se observan aumentos de las concentraciones de cortisol en sangre (Molony y Kent, 1997; Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2005; Pang *et al.*, 2006), cambios en la concentración

de las proteínas de fase aguda (Pang *et al.*, 2006), respuestas fisiológicas alteradas (Pérez-Pedraza *et al.*, 2018a, b), cambios en la temperatura del ojo (Lonardi *et al.*, 2015), así como cambios en la frecuencia cardíaca y temperatura escrotal (Moya *et al.*, 2014). Stafford y Mellor (2005b) observaron que la castración quirúrgica y la utilización de la banda de goma producen una mayor elevación de las concentraciones de cortisol en plasma, especialmente en animales mayores. Se observa un pico en la concentración de cortisol a los 30 min del procedimiento, el que es bastante mayor luego de la castración quirúrgica, que de la aplicación de las ligas de goma. Además, el aumento de cortisol puede mantenerse por 60 u 80 min, luego de la castración con compresión o quirúrgica.

En un estudio reciente no se encontró diferencia en los niveles de cortisol plasmático entre animales castrados e intactos, pero la concentración de la sustancia "P" en sangre fue significativamente mayor en los becerros castrados en comparación con los controles (Coetzee *et al.*, 2008). La disminución de la temperatura del ojo luego de la castración sin anestesia en becerros, y los cambios en la frecuencia cardíaca se asocian a la actividad parasimpática, lo que puede estar relacionado con un dolor profundo (Stewart *et al.*, 2010).

PRODUCTIVAS

Las mediciones productivas abarcan fundamentalmente el consumo de alimento y las ganancias diarias de peso, siendo, por tanto, las más importantes para los productores. Stafford y Mellor (2005b) no encontraron efecto de la castración con pinzas de Burdizzo o cirugía en la ganancia de peso luego de tres meses. Sin embargo, la ganancia de peso de becerros de 7 semanas de edad, durante las 5 semanas luego de la castración, utilizando anillos de goma, compresión o cirugía fue menor que en los becerros intactos, aunque similar entre los diferentes tratamientos (King *et al.*, 1991). Por otra parte, Pang *et al.* (2008) concluyeron que la castración con anillos de goma y la emasculación, disminuyeron las ganancias diarias de peso, principalmente durante las primeras 2 semanas, lo que no pudo ser compensado durante las subsecuentes 16 semanas. La castración con pinzas de Burdizzo mostró ventajas sobre el uso de gomas elásticas en el crecimiento durante los 15 a 28 días siguientes a la castración.

Los anillos de goma y el método quirúrgico provocaron decrementos de 50 y 70 % en las ganancias de peso en ganado castrado entre los 8 y 9 meses de edad. Cuando se castraron individuos de 14 meses de edad las tasas de crecimiento fueron más bajas. Además, el ganado castrado con bandas de goma también tuvo ganancias menores que los castrados por vía quirúrgica durante las 4 a 8 semanas posteriores a la intervención (Knight *et al.*, 1999; Fisher *et al.*, 2001). Por otra parte, los toros castrados al destete ganan menos peso que los castrados a los 2 o 3 meses de edad (Lents *et al.*, 2001).

MÉTODOS

Los métodos de castración más comunes utilizados en rumiantes incluyen:

- » **Intervención quirúrgica para la ablación de los testículos:** es el método más utilizado en rumiantes de mayor edad y por lo general criados bajo condiciones extensivas (Stafford y Mellor, 2005b; Coetzee *et al.*, 2010a) y también en cerdos (Barticcio *et al.*, 2016).
- » **Uso de anillos de goma o métodos isquémicos:** son los métodos más populares en ovinos y caprinos jóvenes.
- » **Compresión mediante pinzas de Burdizzo** (Kent *et al.*, 1996), **ligadura o corte del cordón espermiático (emasculador):** es un método común en bovinos y equinos.
- » **Químicos:** con cierta popularidad en bovinos.
- » **Inmunológicos:** más utilizados en rumiantes y cerdos (Homeyr, 1987).
- » **Orificio de aguja:** específico para rumiantes.
- » **Reducción del escroto:** con el fin de acercar los testículos a la cavidad abdominal y provocar esterilidad debido a la muerte de espermatogonias y espermatozoides al elevarse la temperatura testicular, también específico de rumiantes (Pieler *et al.*, 2013).

Aunque estos son los métodos principales, en la práctica muchas veces se aplican combinaciones de éstos con diferentes variables y estrategias. En el CUADRO 2 se presentan algunos ejemplos de estas combinaciones, así como algunos tratamientos experimentales y comerciales aplicables en carneros.

A diferencia de los rumiantes, el escroto de los cerdos no es penduloso, lo que limita el uso de técnicas como los anillos de goma (Allan y Holst, 1989; Abdullah y Musallam, 2007) y el uso de pinzas de Burdizzo (Bayarktaroglu *et al.*, 1988). Sin embargo, pese a que existen alternativas al uso de la castración quirúrgica sin anestésicos, ésta es la práctica más común en la producción porcina.

La castración puede realizarse utilizando anestésicos o analgésicos con diferentes opciones de sedación para los lechones (Prunier *et al.*, 2006; Pérez-Pedraza *et al.*, 2018a, b) y distintas estrategias de corte del cordón espermiático. También pueden utilizarse otras técnicas menos dolorosas, como la castración química y mejor aún, la inmunocastración, o incluso criarse machos enteros, técnica que se puede usar en cualquier especie pero que en los cerdos puede emplearse en combinación con medidas para reducir el olor y sabor en la carne del verraco (Giersing *et al.*, 2006).

INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

Es el método más común (Coetzee *et al.*, 2010a), en el que se remueven los testículos con ayuda del bisturí. Es necesario realizar un corte en la parte distal del escroto o un corte longitudinal a lo largo del escroto sobre cada testículo, extrayendo ambos o cada testículo, respectivamente, exponiendo los cordones espermiáticos. De acuerdo a la técnica, los conductos se desfibrilan con la parte roma del bisturí, o se cortan, ligan o presionan con emasculador. Es recomendable ligar arriba del corte con el fin de evitar sangrados, particularmente en animales grandes. Las heridas de la castración quirúrgica tardan de 10 días a 9 semanas en sanar (Molony *et al.*, 1995; Fisher *et al.*, 2001; Stafford *et al.*, 2002), sin que la administración de los AINEs tenga efecto en el tiempo requerido (Mintline *et al.*, 2014).

La castración quirúrgica provoca un aumento rápido de la secreción de cortisol, lo que sugiere la generación de un dolor agudo intenso. Además, Bretschneider (2005) demostró que estos niveles se mantienen altos aún a las 3 h de finalizado el procedimiento, e incluso pueden mantenerse 24 h después de la castración, proporcionando evidencia para sustentar la presencia de un dolor crónico (Johnston y Buckland, 1976; Carragher *et al.*, 1997). Por otra parte, la castración quirúrgica puede asociarse con complicaciones como infecciones y hemorragias (Turner y McIlwraith, 2013) las que, aunque por lo general no son graves, en algunos lugares se suman al riesgo del tétanos, incrementando las tasas de morbilidad y mortalidad de los animales (Fisher *et al.*, 1996; Ting *et al.*, 2003a).

La castración quirúrgica de los becerros es también uno de los métodos preferidos por muchos veterinarios; pero si se quiere aliviar el dolor que causa durante las 8 h siguientes a su realización debe utilizarse anestesia local y analgesia sistémica o epidural. La cirugía causa más dolor durante este periodo que las pinzas de Burdizzo, pero la certeza y la simplicidad del procedimiento la hacen atractiva. Comparativamente, el uso de ligas de goma es un método barato y efectivo para becerros jóvenes, pero debe considerarse el dolor crónico que ocasiona. Pieler *et al.* (2013) compararon los resultados de la castración quirúrgica, el uso de pinzas de Burdizzo y la resección parcial del escroto, encontrando que, si hay una medicación apropiada contra el dolor, no existe diferencia entre el dolor provocado por ellas.

En muchos casos, bajo condiciones extensivas, también se ovariectomizan algunas hembras para evitar preñeces no deseadas. En algunos trabajos se encontró un aumento en la ganancia de peso al castrar hembras jóvenes, y una mejora en el rendimiento de canal con menor infiltración de grasa (Ashworth *et al.*, 2007). Para ésto, en las vacas adultas se extirpan los ovarios a través de la vagina mediante un proceso que requiere anestesia epidural, o en el caso de vaquillas, a través de una incisión en los flancos (Ohme y Prier, 1974). Las incisiones en los flancos son dolorosas y requieren del uso de anestesia local y analgésicos. El uso de laparoscopios disminuye el tamaño de las incisiones y el efecto traumático, favoreciendo la pronta recuperación de los animales.

La castración quirúrgica de ovinos y caprinos se realiza de manera muy similar a la de los bovinos (Molony *et al.*, 1997; Madruga *et al.*, 2000). Al igual que en los becerros, la mayor respuesta al dolor se genera mediante este método de castración, cuya respuesta conductual puede mantenerse hasta por 8 h en los carneros, en comparación con 3.5 horas o menos cuando se aplican otras técnicas (Lester *et al.*, 1991). La aplicación de TriSolfen directamente sobre la herida reduce significativamente el pico de concentración plasmática y la respuesta integral de cortisol durante las primeras 6 h (Paull *et al.*, 2009).

El Farm Animal Welfare Council (FAWC, 2008) sugiere que la castración quirúrgica no debería permitirse si no es realizada por un médico veterinario, utilizando técnicas para aliviar el dolor. La castración quirúrgica aumenta la concentración de cortisol (Thornton y Waterman-Pearson, 1999; Bonelli *et al.*, 2008; Paull *et al.*, 2009), las proteínas de la fase aguda (Paull *et al.*, 2009), generan hiperalgesia (Thornton y Waterman-Pearson, 1999; Lomax *et al.*, 2010) e incrementan las conductas asociadas al dolor (Molony *et al.*, 1993; Lester *et al.*, 1996; Thornton y Waterman-Pearson, 1999). Se

estima que por hora se pueden castrar en forma quirúrgica 100 corderos, contra 32 usando pinzas de Burdizzo, o se pueden aplicar bandas de goma en 150 corderos (Hosie *et al.*, 1996).

Un par de variantes del método quirúrgico son la vasectomía y la caudoepidectomía. En estos métodos se reduce el grado de la intervención al no retirarse los testículos, lográndose la esterilización sin eliminar los efectos de la testosterona en el animal. En ambos métodos se impide el paso del semen mediante ligadura o corte; en el primero a nivel del cordón espermático, y en el segundo a nivel de la cola del epidídimo. Desgraciadamente no fue posible encontrar evaluaciones del dolor que estas técnicas producen en los animales, aunque resultaría lógico pensar que sean menos dolorosas que retirar el testículo por completo.

En los cerdos, la castración quirúrgica contempla también la extracción de los testículos. En este caso las incisiones se hacen en el escroto, en forma horizontal para sacar ambos testículos, o vertical, realizando un corte sobre cada testículo, o incluso dos cortes a nivel inguinal, por donde pueden extraerse los mismos, particularmente en animales jóvenes (Rault *et al.*, 2011). Al igual que en las otras especies, la castración quirúrgica en esta especie es un procedimiento doloroso, evidenciado tanto por respuestas fisiológicas como conductuales (Taylor y Weary, 2000; Prunier *et al.*, 2005; Rault *et al.*, 2011).

Recientemente se demostró que la castración quirúrgica provoca una disminución en las tasas de crecimiento e incrementa la mortalidad en los lechones evaluados al destete con 27 días de edad, incluso usando medicamentos para reducir el dolor que provoca (FIGURA 5; Wuyts, 2016). Este incremento en la mortalidad encontrado con la castración quirúrgica no se tiene en lechones cuando son sometidos a otros procedimientos de castración como la inmunológica (CUADRO 3). Las variables fisiológicas que más se utilizan en cerdos como indicadores de dolor y estrés, son la activación del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal, así como la del sistema nervioso simpático (White *et al.*, 1995; Prunier *et al.*, 2005), el incremento de catecolaminas, de la frecuencia cardíaca (von Borell *et al.*, 2007; Stubbsjoen *et al.*, 2009), y la disminución de la función inmunológica (Lessard *et al.*, 2002; Moya *et al.*, 2008). Los experimentos llevados a cabo en lechones indican claramente que la castración quirúrgica induce respuestas endocrinas (McGlone y Hellman, 1988; Prunier *et al.*, 2005). Fisiológicamente se observan incrementos en los niveles de lactato sanguíneo (Sutherland *et al.*, 2012) entre los 5 y 30 min posteriores a la castración quirúrgica (Prunier *et al.*, 2005). La concentración de ACTH aumenta 40 veces, con un pico máximo 5 min después de la intervención, manteniendo niveles elevados durante 1 h (Prunier *et al.*, 2005). Aunado a lo anterior, se observa un incremento en la concentración de cortisol del 300 % entre los 15 y 30 min posteriores a la cirugía (Jäggin *et al.*, 2006), donde las concentraciones altas de esta hormona pueden mantenerse hasta por más de 6 h (Prunier *et al.*, 2005; Carroll *et al.*, 2006). Carroll *et al.* (2006) encontraron reacciones similares comparando los perfiles de cortisol e índice de cortisol libre en lechones de 3 o 12 días de edad.

Los testículos y la piel del escroto están enervados con nociceptores que se ven estimulados al realizar la incisión con un bisturí (Rault *et al.*, 2011), generando un dolor agudo durante la intervención. Entre las respuestas conductuales a la castración que indican dolor producto de la castración

quirúrgica (Marchant-Forde *et al.*, 2009) se observa la disminución de la actividad locomotriz, temblor, espasmos, rascado de la grupa (Llamas-Moya *et al.*, 2008a), locomoción de manera anormal, volteo de la cabeza hacia los cuartos traseros, levantamiento alternado de los miembros posteriores, posturas anormales y movimientos lentos de la cola (Wemelsfelder y van Putten, 1985; McGlone y Hellman, 1988; McGlone *et al.*, 1993), conductas que son más frecuentemente observadas durante las primeras horas posteriores a la intervención. Por otro lado, se observa una falta de sincronización de las actividades con respecto a sus compañeros de camada (Hay *et al.*, 2003), así como la reducción en el consumo de alimento y en la realización de conductas de mantenimiento, mayor aislamiento, menor despliegue de interacciones sociales, sentado de perro y un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de las vocalizaciones (Weary *et al.*, 1998; Taylor y Weary, 2000; Taylor *et al.*, 2001) hasta 3 días después de la cirugía (McGlone y Hellman, 1988). De no acompañarse el procedimiento con un tratamiento farmacológico para evitarlo, se observa una disminución del tiempo dedicado a jugar, al masaje de las tetas (Puppe *et al.*, 2005) y al amamantamiento (McGlone y Hellman, 1988; McGlone *et al.*, 1993; Hay *et al.*, 2003) hasta por 5 días (McGlone y Hellman, 1988; Hay *et al.*, 2003). Los lechones permanecen inactivos por más tiempo durante su vigilia y muestran postración, temblor, rigidez (Prunier *et al.*, 2006), movimientos de cola y rascado del tren posterior (Hay *et al.*, 2003).

Las vocalizaciones en el cerdo han recibido particular atención por ser uno de los signos conductuales de dolor más evidentes en la especie. Puppe *et al.* (2005) encontraron alteraciones en la magnitud de las vocalizaciones de alta frecuencia emitidas por lechones de dos semanas de edad durante la castración quirúrgica, las que se cree están bajo el control de centros cerebrales que reciben información de áreas sensoriales y emocionales más altas (Manteuffel *et al.*, 2004), por lo que se las considera como indicadores de un dolor agudo (von Borell *et al.*, 2009a). La incisión en el escroto provoca vocalizaciones intensas de frecuencias mayores a 1 KHz (Taylor y Weary, 2000; Taylor *et al.*, 2001; Marx *et al.*, 2003; Puppe *et al.*, 2005), acompañadas de movimientos de resistencia e incrementos de la frecuencia cardíaca (White *et al.*, 1995). Lo anterior, parece ser una respuesta específica al dolor cutáneo (Kitchell, 1987), ya que la extracción del testículo y el corte del cordón espermático inducen un incremento posterior en las vocalizaciones de alta frecuencia por sobre las generadas por la incisión inicial (Taylor y Weary, 2000), seguramente en respuesta a un dolor visceral adicional (Schmidt, 1986). De manera similar, von Borell *et al.* (2009b) encontraron diferencias en el tipo de vocalizaciones emitidas por lechones castrados con y sin anestesia, donde los últimos emitieron más vocalizaciones de alta frecuencia.

El trabajo de Llamas-Moya *et al.* (2008b) muestra que la castración quirúrgica de los lechones provoca altos índices de dolor agudo y crónico, pero además afecta los mecanismos disponibles para enfrentar situaciones de estrés en el largo plazo. Por ejemplo, De Kruijf y Welling (1988) encontraron una mayor incidencia de inflamaciones crónicas al sacrificio en animales castrados, al compararlos con hembras de su mismo grupo. Van Erp-van der Kooij *et al.* (2000) encontraron diferencias en la conducta de escape luego de presionar la espalda de machos castrados y hembras. De la misma

manera, Lessard *et al.* (2002) demostraron que la castración en lechones de 10 días de edad o mayores deprime la respuesta contra anticuerpos y modifica las reacciones mitogénicas linfocitarias 21 días después de la castración. En apoyo a lo anterior, Frank *et al.* (2005) encontraron mortalidades más elevadas en machos castrados que en hembras luego de un desafío a una endotoxina llevado a cabo a las 8 semanas de edad. De Kruijff y Welling (1988) encontraron que existe una mayor prevalencia de neumonía, incidencia de inflamación crónica debida a pericarditis e inflamación de la cola o de las patas en cerdos castrados. Aunado a todas estas desventajas, la falta de higiene durante la castración podría ser un coadyuvante en la presentación de artritis, lo que puede también llegar a ocasionar la muerte de los lechones (Strom, 1996).

No se debe olvidar que, además de la intervención quirúrgica *per se*, la castración requiere de la sujeción previa de los animales, lo que es particularmente estresante para los lechones. La sujeción en los lechones se puede realizar por suspensión de sus cuerpos tomándolos de sus extremidades posteriores, manteniendo colgando sus cabezas mientras son sujetados por el mismo operador con una mano o entre sus piernas, o con la ayuda de otra persona. También suelen utilizarse dispositivos diseñados *exprofeso*, sujetándolos en decúbito dorsal sobre una cama en forma de “V” (Fredriksen *et al.*, 2009), ofreciendo una mejor sujeción y menos estrés. La manera como se sujeta a los lechones afecta el número de vocalizaciones (Weary *et al.*, 1998). Sin embargo, estos investigadores no encontraron interacción estadística entre la castración y el método de sujeción en la frecuencia e intensidad de las vocalizaciones. Lo anterior sugiere que la forma en que el lechón se sujeta no afecta el dolor provocado por la castración, o que el dolor durante la castración es tan intenso que no se evidencian los efectos acumulativos de la forma de sujeción.

Una vez sujetos, en la mayoría de los casos se corta el escroto con una hoja de bisturí realizando un corte vertical sobre cada testículo (78 %) o una sola incisión horizontal (22 %) de aproximadamente 2 cm de largo entre ambos testículos. Se retiran las capas que cubren cada testículo, se exteriorizan y remueven rompiendo los cordones espermáticos, ya sea cortando, jalando o desgarrándolos (Fredriksen *et al.*, 2009). Se piensa que al desgarrarlos se reduce el sangrado y la inflamación que puede generar el corte, pero también resulta en una ruptura menos uniforme del cordón, por lo que puede llevar más tiempo en sanar (Hay *et al.*, 2003). Este procedimiento está prohibido en Europa (European Community, 2001).

La ruptura del cordón espermático es el componente más doloroso de la castración (Taylor y Weary, 2000; Marx *et al.*, 2003; Puppe *et al.*, 2005), particularmente cuando se realiza cortando, sin emascular previamente los nervios (Taylor y Weary, 2000). Esta es una variación a la técnica quirúrgica que ofrece ventajas en la reducción del dolor, aunque desechada comúnmente por los operadores ya que enlentece el procedimiento. Otras técnicas empleadas en esta fase son torcer los cordones hasta su separación, cortarlos con tijeras o cortarlos mediante un emasculador que prensa los cordones por varios segundos para evitar el sangrado (Fredriksen *et al.*, 2009). Con ésto se logra dañar los nervios y disminuir su capacidad de transmitir el dolor. Debe cuidarse que la parte cortante del instrumento esté dirigida hacia el testículo y la superficie hemostática hacia el abdomen.

Sutherland *et al.* (2010) compararon la efectividad de la aplicación de diversos anestésicos locales y su combinación por vía local aplicados directamente sobre los cordones espermáticos antes del corte, con animales usados como controles, y encontraron que los lechones tratados pasaban menos tiempo echados lejos de sus compañeros de camada, aunque no hubo mejora en los niveles de cortisol, leucocitos o el tiempo que se llevaba la herida en sanar. Sin embargo, consideraron ésta como una alternativa atractiva de uso práctico. Por lo general, al finalizar la castración quirúrgica, se aplica algún antiséptico como el yodo sobre la herida abierta, y en países tropicales suele rociarse algún mosquicida o cicatrizante en polvo o aerosol para evitar el desarrollo de larvas de mosca en la herida.

En los equinos la castración quirúrgica es una cirugía invasiva mayor que provoca considerable dolor asociado a la técnica; y potencialmente numerosos problemas posteriores. Entre el 5 y 10 % de los equinos castrados de esta manera sufren complicaciones tales como hemorragias severas y evisceración (Schoemaker *et al.*, 2004; Kilcoyne *et al.*, 2013). En la mayoría de los casos estos problemas disminuyen al usar métodos de castración que no impliquen abrir el escroto (Barber, 1985; Saifzadeh *et al.*, 2008) u optando por una aproximación inguinal y no escrotal (Kummer *et al.*, 2010), procedimiento que suele reforzarse con el uso de grapas para prevenir la ocurrencia de hernias inguinales (Salciccia *et al.*, 2014) o infecciones (Riemersma, 2014). Al igual que en las otras especies, la castración quirúrgica de los equinos implica el corte en el escroto y la separación y remoción de los testículos, o una combinación de corte del escroto y emasculación sobre cada cordón espermático con el fin de lograr la hemostasis. El dolor de la cirugía se controla usando una combinación de sedantes y anestésicos locales. En el Reino Unido, el 76 % de los veterinarios que llevan a cabo esta práctica usan agonistas alfa-2 y ketamina, mientras que el 32 % la ejecutan bajo anestesia general (Price *et al.*, 2005). Sin embargo, en este último caso, Robson *et al.* (2003) encontraron un incremento en la susceptibilidad a infecciones bacterianas y virales del tracto respiratorio debido a la supresión del sistema inmunológico en caballos de carreras. Por lo anterior, los médicos veterinarios deben tener en cuenta que la anestesia y la cirugía pueden afectar el sistema inmunológico del caballo, especialmente en animales con riesgo inmunológico (Strasser *et al.*, 2012). De todas formas, la castración quirúrgica es el método más común en esta especie, y para su aplicación, las asociaciones de médicos veterinarios de los Estados Unidos de América (2014) y Canadá (2015) recomiendan la administración de analgésicos para caballos, mulas y asnos. Lo más recomendable al utilizar la castración quirúrgica es utilizar AINEs y narcóticos para controlar el dolor postintervención (Green, 2001; Muir, 2005; Price *et al.*, 2005). Al mismo tiempo, se ha demostrado que la aplicación de anestesia local adicional, directamente en el cordón espermático, reduce el dolor postquirúrgico, efecto que no se logra con aplicaciones subsecuentes de flunixin (Stucke *et al.*, 2014). Otra alternativa es administrar lidocaína con epinefrina infiltrada en y alrededor de cada uno de los cordones espermáticos, además de subcutáneamente en la base del escroto (Olson *et al.*, 2015).

Recientemente se desarrolló una suspensión oral de meloxicam para tratar el dolor postquirúrgico y la inflamación en bovinos y equinos (Alerta Veterinay Laboratory, Calgary, Alberta, Canadá), producto

que hasta hace poco tiempo sólo se recomendaba para el control del dolor e inflamación posteriores a la castración quirúrgica o con bandas elásticas en los bovinos. La administración de este producto durante 3 días reduce significativamente el dolor postquirúrgico y la inflamación en los caballos durante al menos 4 días luego de la castración (Olson *et al.*, 2015). De la misma manera, Prugner *et al.* (1991) encontraron una reducción significativa de las conductas asociadas con dolor postoperatorio en caballos que recibieron AINEs durante al menos 5 días luego de una castración quirúrgica.

ANILLOS DE GOMA

Un método común para castrar al ganado bovino criado bajo condiciones intensivas a una edad temprana es el uso de anillos de goma (Stafford *et al.*, 2000; Boesch *et al.*, 2006). Es una práctica simple, barata y efectiva de castración en los becerros (Kent *et al.*, 2001) que consiste en aplicar un anillo de goma alrededor del cuello del escroto utilizando un aplicador que expande el anillo de goma (elastrador) y permite su colocación en el sitio adecuado (FOTOGRAFÍA 9). En animales mayores se utilizan bandas elásticas más grandes que deben apretarse fuertemente para evitar la inflamación. Es necesario vigilar que no se produzca una inflamación durante al menos 12 a 24 h. La técnica provoca considerable dolor agudo y crónico, que de acuerdo con Molony *et al.* (1995) puede llegar hasta los 42 días postratamiento. Los becerros de dos meses de edad castrados de esta manera requieren en promedio 58 días para sanar (Stafford *et al.*, 2002). Backer *et al.* (2012) estudiaron una serie de combinaciones relacionadas con el uso de anillos de goma para la castración de becerros y encontraron que los animales sanaron más rápidamente y tuvieron el menor tiempo de dolor crónico cuando el anillo de goma se retiraba 9 días después de su aplicación.

De acuerdo con Repenning *et al.* (2013a) el uso de anillos de goma es el mejor método para castrar animales jóvenes cuando no se cuenta con analgesia, ya que provoca aumentos menores de la temperatura corporal, y los animales se alimentan durante periodos mayores durante la primera semana después de la castración que los que fueron castrados con el método quirúrgico. Hay que considerar que las heridas que provocan los anillos están presentes por varias semanas antes de que el escroto se desprenda, por lo que pueden invadir la pared abdominal si estos se colocan muy arriba. Existe también el riesgo de desarrollar tétanos si el escroto no está limpio al momento de poner los anillos (Baird y Wolfe, 1998; Capucille *et al.*, 2002). De cualquier forma, al aplicar este método es crítico el uso de anestésicos y analgésicos con el fin de controlar el dolor agudo y crónico que genera el procedimiento.

La anestesia local puede reducir el dolor agudo al momento de colocar los anillos de goma, efecto que se prolonga si el agente anestésico queda atrapado entre el anillo de goma y el tejido distal a éste (Stafford y Mellor, 2005a). Marti *et al.* (2010) observaron que algunas conductas indicadoras de dolor presentes durante los 14 días posteriores a la castración disminuyen cuando se combina el uso de anestesia local (lidocaína en cada testículo y en el escroto) y analgesia (flunixin) en becerros Holstein de 3 meses de edad castrados con anillos de goma, aunque esto no evita la disminución en la ganancia de peso. El consumo, la concentración de cortisol y de haptoglobina en suero, la

temperatura rectal y la inmunidad humoral fueron similares a los de un grupo control, lo que refleja cierto alivio al malestar de los animales, aunque los signos de dolor no desaparecen en su totalidad. Ésto demuestra la efectividad del tratamiento y las ventajas que se obtienen al manejar diferentes variables de respuesta dentro de un mismo experimento, ya que si se juzgara por una sola variable se podría llegar a conclusiones equivocadas.

En los corderos, la aplicación de anillos de goma es el método predominante de castración en muchas partes del mundo, como Australia (70 - 75 %) y el Reino Unido (más del 85 %) (Molony *et al.*, 2012; Paull *et al.*, 2012). Al igual que en bovinos, se coloca un anillo de goma constrictivo alrededor del cuello del escroto asegurándose de que ambos testículos queden distales al anillo. Este anillo obstruye el flujo sanguíneo hacia los testículos y el tejido escrotal distal, los que se atrofian y caen a las 4 o 6 semanas. Existen varios modelos que generan diferencias en la presión y tamaño de los anillos de goma, así como algunos modelos que ya se encuentran impregnados con anestésicos. La colocación mediante un elastrador es sencilla, siendo un método barato y efectivo que puede ir acompañado de varias formas de aplicación de anestésicos (Kent *et al.*, 2001). De no utilizarse tratamientos efectivos contra el dolor (i. e. anestesia local) el uso de anillos de goma puede provocar dolor localizado por un periodo considerable independientemente de la edad del animal, produciendo aumentos importantes de cortisol, de conductas de escape e hiperextensión de los miembros posteriores durante más de una hora (Mellor y Murray 1989 a, b; Lester *et al.*, 1991; Kent *et al.*, 1993; Molony *et al.*, 1993). El procedimiento generalmente se usa en animales jóvenes, aunque si son demasiado jóvenes puede ser complicado, ya que en ocasiones no han descendido ambos testículos al escroto, por lo que hay que cerciorarse de que el anillo quede en el cuello del escroto, y que debajo se encuentren ambos testículos dentro del saco escrotal.

Una forma de reducir el dolor prolongado que produce el uso de anillos de goma es combinar este procedimiento con el uso de pinzas de Burdizzo (Kent *et al.*, 1993, 1995 y 1998; Graham *et al.*, 1997; Thornton y Waterman-Pearson, 1999), donde además el animal sana más rápidamente (Kent *et al.*, 2000; Sutherland *et al.*, 2000; Kent *et al.*, 2001). El procedimiento implica primero la colocación del anillo de goma, seguido de una sola presión con las pinzas a todo lo ancho del cuello del escroto a la altura del anillo, con el propósito de denervar todos los tejidos, quedando así interrumpida o reducida la transmisión de impulsos nerviosos por esa vía desde la parte proximal en posición al anillo. La aplicación de compresión proximal, con relación a la posición de la liga en el cuello del escroto, reduce más el dolor causado por la castración en relación con una aplicación distal de la presión sobre los nervios (Kent *et al.*, 2001). Sin embargo, si se opta por la aplicación proximal, debe tenerse cuidado de evitar aplicar presión sobre la uretra.

La presión debe mantenerse entre 1 y 10 s (Mellor y Stafford, 2000) lo que daña a los cordones espermáticos y el escroto, afectando a los nociceptores y disminuyendo el proceso neuronal mediante el que se codifican, procesan y transmiten los estímulos potencialmente dolorosos procedentes de testículos y escroto a los que se ha disminuido la circulación de sangre provocando un estado de sufrimiento celular por falta de oxígeno y materias nutritivas (Kent *et al.*, 1998).

Molony *et al.* (2012) propusieron usar anillos de goma con un diámetro interno más reducido para generar mayor compresión del nervio, para así bloquearlo más rápidamente y obtener un mejor efecto anestésico, aunque intentos de este tipo no han sido exitosos (Kent *et al.*, 1995; Molony *et al.*, 2012). De manera similar, considerando la efectividad de la inyección de lidocaína antes de la aplicación de los anillos de goma para aliviar el dolor de la castración (Mellor y Stafford, 2000), se probó el uso de anillos impregnados con lidocaína para evitar la necesidad de inyectar los corderos antes del uso del elastrador. Sin embargo, la reducción del dolor con los anillos tratados es parcial, apreciándose solamente una ligera disminución en la concentración de cortisol y manifestación de conductas anormales. Aparentemente, lo limitado del efecto es porque la difusión del fármaco a través de la piel es demasiado lenta y no suficientemente efectiva para aliviar el dolor (FIGURA 6; Stewart *et al.*, 2014).

Para que el tratamiento sea atractivo para los productores no solo debe considerarse el alivio del dolor, sino también el costo, facilidad de aplicación y velocidad de uso. Por ejemplo, si bien la aplicación de inyecciones de lidocaína 20 min antes del procedimiento de castración es efectiva (Wood *et al.*, 1991), las dificultades prácticas de manejar a los animales en dos ocasiones limitan su utilización. Los tiempos pueden reducirse mediante la aplicación del anestésico tan solo 2 min antes de colocar el anillo de goma (Wood *et al.*, 1991; Graham *et al.*, 1997) o inyectando lidocaína solamente en el cuello del escroto (Kent *et al.*, 1998), lo que es más efectivo y menos doloroso que inyectarla directamente en los testículos. Por el contrario, Dinniss *et al.* (1997) consideran que las inyecciones intratesticulares son igual de efectivas, pero mucho más prácticas y fáciles de aplicar. De cualquier forma, Mellema *et al.* (2006) encontraron que tanto los anillos de goma como la emasculación son procedimientos aceptables para la castración de corderos de menos de una semana de edad solamente si se combinan con anestesia local. La combinación del anillo de goma con el prensado de los cordones espermáticos es uno de los métodos menos dolorosos, pero sólo cuando se aplica en corderos menores a una semana de edad y cuando la prensa se aplica a todo lo ancho del escroto durante 10 s y en la parte distal a donde fue colocado el anillo (Mellor y Stafford, 2000).

Numerosos estudios confirman que los corderos muestran menos signos de dolor después de la aplicación de anestesia local (Sutherland *et al.*, 1999; Thornton y Waterman-Pearson, 1999; Mellema *et al.*, 2006), siendo la lidocaína uno de los más utilizados (FIGURA 7; Mellema *et al.*, 2006). La analgesia con bupivacaína también da buenos resultados en corderos (Graham *et al.*, 1997; Molony *et al.*, 1997; Miller, 2000). La lidocaína es efectiva durante 60 a 90 min, pero dado que la bupivacaína se metaboliza más lentamente que la lidocaína, tiene un periodo efectivo de 3 a 4 h. Sin embargo, la utilización de los diferentes fármacos en muchas situaciones está limitada por su disponibilidad en el mercado. En la Comunidad Europea la procaína es el único anestésico local permitido para uso en animales destinados al consumo humano, pero tiene una vida media muy corta, de menos de 5 min. De todas formas, si bien la aplicación de la anestesia o la analgesia disminuyen considerablemente los niveles de cortisol sanguíneo después de la castración, no se elimina totalmente el dolor.

El uso de anillos de goma en animales muy jóvenes es el método que genera menor respuesta de cortisol (Mellor y Stafford, 2000), aunque la herida quirúrgica tarda menos en sanar que la provocada

por el anillo de goma. Más aún, el anillo de goma causa considerable dolor agudo por hasta 3 h (Kent *et al.*, 1995); los corderos castrados con anillo de goma todavía voltean a ver su área escrotal 42 días después de la castración (Molony *et al.*, 1995), además de que manifiestan conductas anormales en respuesta al dolor (Archer *et al.*, 2004), lo que puede indicar molestias, y genera desacuerdo en cuanto a la técnica a elegir.

COMPRESIÓN, LIGADURA O CORTE DEL CORDÓN ESPERMÁTICO

Otra forma de lograr la esterilización es prensar el cordón espermático utilizando pinzas de Burdizzo, o lograr la estrangulación o constricción del conducto mediante una ligadura, para lo que es necesario realizar una incisión escrotal o inguinal (Kent *et al.*, 1996). La compresión o ligadura de los cordones espermáticos es una castración menos efectiva que el uso de anillos de goma o la quirúrgica (Stafford *et al.*, 2002), ya que algunos machos pueden mantener su fertilidad o permanecer subfértiles (Stoffel *et al.*, 2009). Ésto ocurre por una mala aplicación de la pinza cuando uno, o los dos cordones espermáticos, no son presionados correctamente o durante el tiempo suficiente, lo que ocurre más frecuentemente cuando los animales ya son muy grandes. De todas formas, el aumento de cortisol es menor que en bovinos castrados quirúrgicamente (Stafford *et al.*, 2006). Sin embargo, está demostrado que la castración con pinzas de Burdizzo genera aumentos en la concentración de cortisol, de hormona del crecimiento y de haptoglobina, además de suprimir la producción de linfocitos (Ting *et al.*, 2004).

El método de compresión consiste en presionar para seccionar, a través de la piel del escroto, cada cordón espermático con la pinza de Burdizzo. La pinza se fija apretada y se mantiene la compresión por al menos un minuto. Para aumentar la eficiencia, muchas veces se repite el procedimiento un centímetro más abajo de donde se realizó la compresión inicial, repitiéndose el procedimiento en el otro cordón. El área de la piel del escroto entre ambos cordones suele dejarse intacta, aunque hay quienes no lo hacen.

La anestesia local consiste en la aplicación de lidocaína o bupivacaína en ambos cordones espermáticos y subcutáneamente en el cuello del escroto 20 min antes de la castración. Con ésto se reduce la respuesta inminente de dolor durante la intervención, la que se evidencia a través de una disminución de los intentos de escape y un aumento menor de cortisol en el plasma de los terneros tratados, sin que aparentemente exista diferencia en el efecto de ambos fármacos (Boesch *et al.*, 2008).

La compresión puede utilizarse como medio de castración, con o sin la aplicación de anillos de goma. Los cordones espermáticos se prensan a través del escroto: en este caso sin la colocación de anillos de goma. Las pinzas pueden aplicarse sobre cada cordón espermático en una o dos ocasiones, evitando aplicar presión sobre la parte media del escroto. Al presionar de esta forma los cordones, se evita el paso del flujo sanguíneo, lo que provoca atrofia testicular en un plazo de 4 a 6 semanas después del tratamiento. El uso de pinzas de Burdizzo muestra ventajas sobre la castración con anillos de goma (Dinniss *et al.*, 1999; Kent *et al.*, 2004) ya que los corderos manifiestan menos

conductas asociadas al dolor, o que cuando se usan en combinación emasculación y anillos de goma (Molony *et al.*, 1997; Dinniss *et al.*, 1999). Otros autores concluyeron que la respuesta de cortisol y las conductas asociadas al dolor se reducen al usar estos dos métodos combinados, comparado con el uso exclusivo de la compresión (Molony *et al.*, 1993; Kent *et al.*, 1995, 1998). En los corderos castrados mediante emasculación, pueden cometerse diferentes errores durante el proceso: Hosie *et al.* (1996) encontraron que en campo se utilizan instrumentos de diferentes tamaños y diseños, que seguramente aplican distinto grado de presión a los nervios y sobre un área mayor o menor del escroto de los corderos; que los métodos de sujeción con frecuencia son ineficientes; los tiempos en que los operadores mantienen la presión son muy variables y que hay fallas en la efectividad de la castración, lesiones e incluso muertes, producto de esta práctica.

Al comparar el uso de este procedimiento, acompañado de la colocación de anillos de goma contra el uso exclusivo de anillos de goma, la combinación de ambos métodos nuevamente disminuye las conductas asociadas al dolor (Kent *et al.*, 1995) y la respuesta de cortisol (Sutherland *et al.*, 2000) independientemente del tipo de pinzas utilizadas. Además, los periodos de cicatrización son más cortos que los que se logran con la aplicación de los anillos de goma (Sutherland *et al.*, 2000).

En los animales jóvenes el método de castración más común es la aplicación de anillos de goma, pero a medida que crecen, y en ocasiones en corderos de hasta 10 semanas de edad, la técnica más utilizada es la compresión de los conductos espermáticos (Gilbert y Fubini, 2004). Con esta última se destruyen segmentos angostos de cada uno de los cordones espermáticos, los nervios, vasos sanguíneos y parte del tejido escrotal, lo que conduce a una restricción del afluyente sanguíneo a los tejidos, y atrofia testicular, manteniendo el escroto casi intacto (Dinniss *et al.*, 1997; Lester *et al.*, 1996). Al igual que en otras técnicas, la anestesia intratesticular administrada 2 min antes de realizar el procedimiento de castración, o la inyección intramuscular de AINEs como el diclofenac 20 min antes de aplicar compresión a los cordones espermáticos, reduce de manera significativa el aumento del cortisol sanguíneo en corderos de 3 semanas de edad, además de disminuir considerablemente el tiempo que el animal permanece en posturas anormales después de la castración (Molony *et al.*, 1997).

En los equinos también existen algunas técnicas de castración basadas en provocar la necrosis del tejido testicular mediante ligadura, torsión o compresión del cordón espermático utilizando una pequeña incisión escrotal o inguinal, o incluso métodos laparoscópicos (Turner y Brown, 1993; Wiemer, 1998; Pepe *et al.*, 2005). La ligadura del cordón espermático es una técnica poco invasiva. Abou-Ahmed *et al.* (2012) realizaron una comparación entre tres de estos métodos, ligando el cordón espermático en dos partes luego de una pequeña incisión en la piel y túnica vaginal del cuello del escroto; cortando el cordón entre ambas ligaduras (Saifzadeh *et al.*, 2008), y ligando el cordón espermático sin cortar la piel del escroto; insertando una aguja a través del cuello del escroto y haciendo un nudo de gasa simple, el que al apretarse restringe el flujo sanguíneo a los testículos, sin aumentar la herida externa más que el orificio de entrada de la aguja. Pese a que este último tratamiento mostró resultados prometedores en carneros y toros (método llamado orificio

de aguja que se revisará más adelante en esta misma sección), en los equinos fue menos efectivo que las dos anteriores para inducir necrosis en los testículos. Sin embargo, las dos primeras técnicas pueden considerarse alternativas menos dolorosas que los métodos convencionales (quirúrgicos) de esterilización en equinos.

QUÍMICOS

Son alternativas no quirúrgicas basadas en inyectar sustancias tóxicas o agentes químicos corrosivos directamente en los testículos (Fordyce *et al.*, 1989; Cohen *et al.*, 1990) causando necrosis o un daño al tejido testicular suficiente para provocar infertilidad. La aplicación de diferentes sustancias directamente a los testículos, incluyendo andrógenos (Matsumoto, 1988), progestágenos (Swerdloff *et al.*, 1992), antiandrógenos (Dhar y Setty, 1990), esteroides anabólicos como el acetato de ciproterona (Wu, 1988), o andrógenos y progestágenos juntos (Wu y Aitken, 1989). Entre algunos de los agentes químicos pioneros en la esterilización química se encuentra el uso de cloruro de cadmio en ratas y monos (Parizek, 1960; Kar, 1965), cloruro férrico y sulfato ferroso en monos (Kar *et al.*, 1965), glicerol en monos (Wiebe *et al.*, 1989) y ácido láctico en becerros (Fordyce *et al.*, 1989). La aplicación de todas estas sustancias causa esclerosis y atrofia testicular (Fordyce *et al.*, 1989), pero también dolor, fiebre e inflamación testicular severa.

Productos como el cloruro de cadmio, el glicerol, y el ácido láctico causan daño reversible al tejido testicular (Heath y Arowolo, 1987), donde en algunos casos la porción intersticial se regenera después de una fase inicial de atrofia testicular (Gunn y Gould, 1970), lo que restablece la conducta sexual del macho, con lo que se mantiene parte de los problemas que querían eliminarse (Fordyce *et al.*, 1989). Aunque el cloruro de calcio parece ser una sustancia prometedora (Mitra y Samanta, 2000), actualmente no hay un producto químico que produzca esterilización confiable en el 100 % de los animales. El método químico más conocido en la actualidad es el basado en el ácido α -hidroxipropiónico, del que existe un producto comercial denominado “Chem-cast” (Boehringer Ingelheim; Canadá). Esta sustancia se inyecta directamente en cada testículo y produce menor respuesta de cortisol plasmático que la generada luego de una castración quirúrgica (Cohen *et al.*, 1990). La secreción de testosterona no se elimina, lo que sugiere pérdida incompleta de las células de Leydig. Lo anterior explica, al menos en parte, las mayores ganancias de peso registradas en toros castrados con este tipo de sustancias químicas directamente en los testículos o de los inmunocastrados. Se han utilizado también otros productos como el etanol y el gluconato de zinc que, aunque efectivos, son tóxicos y además también causan dolor, fiebre e inflamación (Ting *et al.*, 2013a, b). Sin embargo, el uso de una solución hipertónica de cloruro de sodio parece ofrecer mejores posibilidades ya que no es tóxica, no tiene restricciones, y además es de bajo costo. Además, Andrade *et al.* (2014) demostraron que si esta sustancia se aplica a becerros de menos de 20 días de edad, provoca esterilidad y supresión completa de la secreción de testosterona.

Aunque a la fecha existen pocos trabajos que evalúen el grado de dolor que genera la aplicación de una solución hipertónica de cloruro de sodio, Macaulay *et al.* (1986) concluyeron que dos días

después de la cirugía o castración mediante pinzas de Burdizzo, los becerros se mueven menos que aquellos que permanecen intactos o fueron castrados de esta forma. El uso de una inyección intratesticular de cloruro de calcio en machos cabríos no provocó agitación, fiebre, inflamación testicular marcada, ni cambios en los niveles de cortisol, proteínas o glucemia diferente de los controles (Jana *et al.*, 2005). A los 30 días se produce necrosis testicular total y fibrosis de los túbulos seminíferos y espacios intersticiales. Otra sustancia mencionada en la literatura para la castración química es el ácido tanino (Zedan y Al-Badrany, 2012), producto aparentemente menos doloroso que la aplicación de compresión, pero que tampoco es 100 % efectivo en provocar infertilidad.

Los agentes químicos más comúnmente utilizados en carneros incluyen ácido α -hidroxipropiónico, ácido láctico y formaldehído en etanol (Mercy *et al.*, 1985; Cohen *et al.*, 1990). La aplicación de formaldehído en la cola del epidídimo reduce la cantidad de espermatozoides y el porcentaje de espermatozoides vivos, y termina por generar machos infértiles (Plant *et al.*, 1979; Mercy *et al.*, 1985). Como consecuencia se produce una inflamación y endurecimiento de la cola del epidídimo (Plant *et al.*, 1979) y muestras de cierta incomodidad en los corderos durante los primeros 3 min luego de su aplicación (Mercy *et al.*, 1985). Un posible problema de estas técnicas es el escurrimiento de las sustancias químicas hasta el escroto, lo que produce edema u otros daños (Fordyce *et al.*, 1989). Aunque la respuesta del cortisol plasmático es menor que con la técnica quirúrgica (Cohen *et al.*, 1990), el tratamiento puede no ser 100 % efectivo (Hill *et al.*, 1985), lo que limita su aplicación (Coventry *et al.*, 1989).

En cerdos se ha evaluado el uso de ácido acético (Giri *et al.*, 2002) y sales de plata o zinc para la castración química (Fahim, 1994). Son sustancias fáciles de administrar, seguras para los animales y los operarios, de bajo costo, no producen hemorragias y ocasionan muy pocos efectos secundarios. Aunque hay poca información al respecto, es posible especular que la inyección directa en el testículo, aunado al daño del tejido testicular, genera dolor, además de que causa inflamación de los testículos, epidídimo o escroto (Giri *et al.*, 2002). Probablemente sea menos doloroso que la castración quirúrgica, ya que no incluye cortes en piel ni en los cordones espermáticos, además de minimizar el riesgo de infecciones.

INMUNOLÓGICOS

La inmunización contra la hormona GnRH (hormona liberadora de las gonadotropinas; Jeffcoate *et al.*, 1982; Adams y Adams, 1992; Cook *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2005) se ha utilizado con éxito para la inmunocastración de bovinos, ya que reduce el tamaño testicular y su funcionamiento (Robertson *et al.*, 1979; Hoskinson *et al.*, 1990). Incluso se puede utilizar en toros, en forma tardía, con la idea de aprovechar el mejor desarrollo productivo de los animales enteros, evitando los comportamientos sexuales y agresivos indeseados (Price *et al.*, 2003). Es una técnica sencilla que promueve el bienestar animal evitando los procedimientos quirúrgicos (Bonneau y Enright, 1995; Jago *et al.*, 1997). Existen varios productos comerciales, particularmente para bovinos y porcinos, para los que habrá que valorar su aceptación por productores y consumidores (Stafford y Mellor, 2010; Needham *et al.*,

2017), habiéndose demostrado las ventajas de algunas sobre la castración quirúrgica. La concentración de testosterona a los 105 días de edad es similar en toros que recibieron la vacuna los días 0 y 91 o toros castrados quirúrgicamente a los 90 días (Amatayakul-Chantler *et al.*, 2012), aunque los inmunocastrados tuvieron mayor peso vivo, peso de carcasa y ganancias diarias de peso; sin diferencias en la calidad de la canal o carne, concluyendo que las vacunas ofrecen un método seguro y efectivo que genera ganancias productivas y mejora el bienestar animal sin afectar la calidad de la carne o canal.

En ovinos y caprinos, aún no se cuenta con vacunas comerciales específicas (Needham *et al.*, 2017; 2019). Sin embargo, diferentes métodos se encuentran en desarrollo (Parthasarathy *et al.*, 2002; Needham *et al.*, 2016). Incluso, vacunas desarrolladas para cerdos, se han probado con buenos resultados en ovinos (Needham *et al.*, 2016). Sin embargo, es importante considerar que, en ocasiones, no se genera infertilidad en todos los animales: en chivos recientemente observamos que normalmente queda un porcentaje de animales capaces de producir semen (J. Giriboni, L. Lacuesta, J. Santiago-Moreno y R. Ungerfeld, datos no publicados), y que es un método reversible, por lo que, de suspender el tratamiento, los animales podrían volver a tener las características del animal intacto (Martínez-Nevado *et al.*, 2016).

La aplicación de la vacuna es efectiva tanto en corrales de engorde (Cook *et al.*, 2000; Amatayakul-Chantler *et al.*, 2012), como bajo condiciones de engorde a pastoreo (Ribeiro *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2005). Un inconveniente observado en animales inmunocastrados es que la cantidad de montas es mayor en este tipo de ganado que en los toros enteros (Jago *et al.*, 1995), lo que resulta en mayor cantidad de lesiones. Además, genera incertidumbre en el consumidor por el uso del propio tratamiento; agrega un manejo de los animales, al ser necesario aplicar dos inyecciones, y tiene el riesgo de no ser efectivo en el 100 % de los animales (Finnerty *et al.*, 1994).

La inmunocastración también genera anticuerpos contra la GnRH en los corderos (Jeffcoate *et al.*, 1982; Kiyama *et al.*, 2000; Janett *et al.*, 2003; Ülker *et al.*, 2003), reduciendo el crecimiento testicular y la producción de testosterona. Es uno de los medios más efectivos para reducir las funciones reproductivas sin remover los órganos reproductivos de los animales de granja, siendo una técnica de esterilización alternativa a la castración física (Hardy y Braid, 2007; Fayer-Hosken, 2008), causando una disminución en la concentración de las gonadotropinas endógenas, supresión del desarrollo testicular y del comportamiento sexual (Ülker *et al.*, 2005 y 2009). Además de ser indoloro, este método tiene menos efectos negativos sobre la eficiencia de conversión y ganancias de peso vivo que la castración quirúrgica (Brown *et al.*, 1994; Daley *et al.*, 1995; Kiyama *et al.*, 2000; Ülker *et al.*, 2002). Además, la calidad de la canal de corderos inmunocastrados es similar a la de animales castrados físicamente o intermedia entre animales enteros y castrados (Daley *et al.*, 1995; Kiyama *et al.*, 2000; Ülker *et al.*, 2002). El uso de agonistas de hormonas de liberación de gonadotropinas también ofrece buenos resultados, pero también es necesario repetir el tratamiento (Trembley y Belanger, 1984; Dube *et al.*, 1987).

Entre los productos utilizados recientemente para la inmunocastración de ovinos se encuentra la inoculación de una proteína antigénica conocida como proteína OL (Ovalbumina-LHRH-7). Esta

sustancia aumenta la reacción inmune del cordero contra la GnRH, requiriendo un refuerzo a las 2 semanas para eliminar las funciones reproductivas y el desarrollo testicular (Ülker *et al.*, 2009). El análisis tisular de los testículos colectados de estos corderos al sacrificio, confirma el daño estructural severo en ellos, aunque no tiene efecto alguno sobre la glándula hipófisis (Gökdal *et al.*, 2010).

En los cerdos, es posible afectar la funcionalidad del eje hipotálamo-hipófiso-testicular mediante la aplicación de hormonas exógenas, como zeranol (Denzer *et al.*, 1986) o propionato de testosterona en combinación (Daxenberger *et al.*, 2001) o no con estradiol (López-Bote y Ventanas, 1988), o mediante la administración continua de GnRH. La administración continua de GnRH desensibiliza sus receptores, por lo que tiene un efecto negativo en la secreción de gonadotropinas (Xue *et al.*, 1994; Reid *et al.*, 1996; Schneider *et al.*, 1998). Sin embargo, el uso de estas hormonas está prohibido en los EUA, aparentemente por no contar con aceptación entre los consumidores (Prunier *et al.*, 2006).

La inmunización de cerdos en engorda con una vacuna contra GnRH es una posible solución para resolver el problema de bienestar asociado con la castración quirúrgica (Baumgartner *et al.*, 2010). Hasta administrar la segunda dosis, los cerdos se comportan como machos intactos, mostrándose más activos que los castrados, incluyendo agresiones y montas (Cronin *et al.*, 2003). Sin embargo, esta diferencia desaparece luego de la segunda dosis de vacuna (Zamaratskaia *et al.*, 2007; Velarde *et al.*, 2008), disminuyendo la actividad alrededor de los comederos (Cronin *et al.*, 2003). Después de la segunda dosis disminuye la agresividad y las montas, y aumenta el consumo y la conversión (von Borell *et al.*, 2009b; Pauly *et al.*, 2009). Además, la tasa de crecimiento y características de la carne; como jugosidad, suavidad y sabor, son similares a las de animales castrados quirúrgicamente, evitando también el olor y sabor del verraco en la carne (Jaros *et al.*, 2005; Braña *et al.*, 2013). Al mismo tiempo, las canales tienen menos grasa (De Roest *et al.*, 2009).

La información del bienestar de los animales tratados con estos productos es muy escasa. Sin embargo, Velarde *et al.* (2008) observaron que luego de la primera aplicación de la vacuna disminuye la actividad general de los animales como consecuencia del dolor causado por la reacción inflamatoria a la inyección. En este sentido, Einarsson (2006) no encontró reacciones en la piel luego de las inyecciones subcutáneas, aunque en 6.25 % de los cerdos las encontró al momento del sacrificio. En un estudio más reciente, McGlone *et al.* (2016) concluyeron que cualquiera que fuese el tipo de inyección; intramuscular o subcutánea durante el proceso de inmunocastración, éstas no causaban ningún cambio significativo en la conducta o fisiología de los lechones.

La velocidad de crecimiento es similar a la de los animales intactos, pero evitando el sabor desagradable que producen los andrógenos secretados por los machos enteros (Bonneau y Enright, 1995), con la ventaja de que se evitan el dolor y los problemas de la intervención quirúrgica (Cronin *et al.*, 2003) o química.

El tratamiento se utiliza rutinariamente en cerdos macho en algunos países (Dunshea *et al.*, 2001; Thun *et al.*, 2006; Baumgartner *et al.*, 2010; Rault *et al.*, 2011). Si bien la información es más limitada, también es posible inducir la infertilidad en las hembras mediante estos métodos. Estos

aparentemente no tienen ningún efecto secundario no deseado y no causan dolor en los animales, por lo que su popularidad dependerá de convertirse en un método práctico, y de su aceptación por los productores y consumidores (Bonneau y Enright, 1995; Stafford y Mellor, 2010).

ORIFICIO DE AGUJA

Ponvijay (2007) modificó esta técnica desarrollando un método simple, efectivo, sin heridas, sin necesidad de cuidados postoperatorios ni complicaciones, convirtiéndolo en una opción práctica para la castración en rumiantes. La misma requiere de asepsia con alguna sustancia antiséptica de acción bactericida y fungicida como la clorhexidina, para no introducir bacterias en un escoto cerrado. Luego se aplica lidocaína infiltrada en forma subcutánea alrededor de cada cordón espermático a nivel del cuello escrotal y se masajea suavemente. Posteriormente, se desvía el cordón espermático hacia un lado, y se hace un orificio en la piel del escroto en posición del diámetro mayor y a nivel del cuello escrotal, introduciendo una aguja con hilo y atravesando éste hasta sacar la punta de la aguja por el lado opuesto. Luego se saca la aguja y el cordón espermático se desvía hacia el lado opuesto, se reintroduce la aguja por el mismo orificio realizado inicialmente, y se reintroduce el hilo de sutura absorbible de lado a lado por la aguja, regresando el hilo en sentido contrario, haciendo una gasa. Al sacar la aguja e hilo por el orificio original, se aprieta la gasa ahorcando los cordones espermáticos sin exteriorizarlos y produciendo lesiones mínimas en el escroto, que no van más allá del orificio generado por la aguja (FIGURA 8; Ponvijay, 2007). Con la aplicación de esta técnica se induce necrosis testicular con menos signos de dolor y complicaciones postoperatorias que cuando se utilizan los métodos tradicionales.

Fazili *et al.* (2009) desarrollaron una variante para utilizar en corderos. Propusieron limpiar el escroto con una sustancia antiséptica de acción bactericida y fungicida como la clorhexidina, y aplicaron un bloqueo en forma de anillo a nivel del tercio proximal del escroto con lidocaína (Haskel, 2004). Posteriormente hicieron un orificio en la piel del escroto a nivel del cuello, introduciendo una aguja con hilo con el que se elabora una gasa que ahorca el cordón espermático produciendo lesiones mínimas en el escroto. Como resultado, encontraron que la lucha de resistencia de los animales era mínima, y que, debido a la ligadura de todas las estructuras del cordón espermático, incluyendo los nervios responsables de la transmisión del dolor, es una opción práctica para la castración. La técnica es muy efectiva, simple, fácil de realizar, económica y posiblemente menos dolorosa (Abid y Al-Baghdady, 2013), particularmente en animales menores a 4 meses de edad, aunque la información sobre la misma es aún limitada.

REDUCCIÓN DEL ESCROTO O RESECCIÓN

La resección parcial del escroto consiste en empujar los testículos hacia el canal inguinal, dentro del escroto. Estos se fijan temporalmente con una prensa mientras se corta la parte distal del escroto y luego se sutura cerrando la herida (Pieler *et al.*, 2013). Los testículos quedan más cerca de la cavidad abdominal incrementando su temperatura, con lo que se disminuye la formación de nuevos

espermatozoides. El método requiere la aplicación de un sedante como la xilacina y la procaína en el escroto, cerca de la incisión. Este método tiene la desventaja de que la esterilización no es segura en todos los machos, y aunque ganan peso en forma similar a los enteros, también conservan los problemas vinculados con la libido y agresividad.

Esta técnica también puede realizarse colocando un anillo de goma que ahorca el escroto por debajo de los testículos, presionando éstos hacia la entrada del canal inguinal, por lo que a los animales se les conoce como de escroto corto o criptorquídeos. La parte distal del tejido escrotal se atrofia y se desprende en un lapso de 4 a 6 semanas. La concentración de testosterona disminuye, sin llegar a niveles basales, lo que explica tasas de crecimiento similares a las de los animales intactos (Probert y Davies, 1986).

ALTERNATIVAS A LA CASTRACIÓN

Una alternativa para la producción de carne de cerdo es el modelo neozelandés y europeo, en el que los machos son criados y finalizados intactos, con excelentes ganancias de peso; lo que indiscutiblemente es mejor para el bienestar de los lechones al eliminar prácticas dolorosas y de manejo en etapas tempranas de su vida (Fredriksen *et al.*, 2011). La producción de machos enteros se lleva a cabo en el Reino Unido, Irlanda y otros países de Europa (Fredriksen *et al.*, 2009; Leidig *et al.*, 2009) donde los cerdos se sacrifican antes de alcanzar la pubertad, con pesos inferiores a los requeridos para adquirir el olor y sabor desagradable de la carne de un animal adulto, lo que hace innecesaria la castración (Rault *et al.*, 2011). En cambio, en otros países de Europa y América, los cerdos se sacrifican alrededor de la pubertad, a una edad aproximada de 6 meses o con 90 a 95 kg de peso. Más aún, en el Reino Unido aumentó el número de carniceros que solamente comercializan carne de animales enteros, y que por tanto tienen menos grasa.

Aluwé *et al.* (2015a) encontraron que los machos enteros o los inmunocastrados tienen mejor conversión, de alimento a carne, que los castrados, y el porcentaje de carne magra es mejor en machos enteros que en los castrados, e intermedio para los inmunocastrados.

Al mismo tiempo es necesario considerar que los machos intactos son más agresivos que los castrados, principalmente entre las 17 y 21 semanas de edad e inmediatamente después del destete (Cronin *et al.*, 2003; Llamas-Moya *et al.*, 2008b), lo que dificulta su manejo (European Food Safety Authority, 2004), además de generar pérdidas económicas debido a daños en la canal (De Roest *et al.*, 2009). Las agresiones pueden reducirse al mantener a los cerdos en grupos estables todo el tiempo (Tallet *et al.*, 2013) o al menos entre el destete y el sacrificio (Salmon y Edwards, 2007; Fredriksen *et al.*, 2008). Al mantener los grupos estables, los animales se vuelven socialmente más activos, jugando más con sus compañeros y sintiéndose moderadamente atraídos hacia los humanos. Una limitante es que en estos sistemas no es posible retirar a los miembros más pesados para su faena antes que los demás, ya que aumentan las peleas entre los animales remanentes (Fredriksen y Hexeberg, 2008). En los sistemas que mantienen las mismas camadas de cerdos desde el nacimiento hasta el sacrificio, incluyendo el transporte y la espera pre-matanza, se minimizan los daños

en la piel y carne producto de peleas, y se reducen los niveles de androsterona (Fredriksen *et al.*, 2006), ya que no se modifica la estructura social de los grupos. Aunque la intensidad de las agresiones disminuye considerablemente al mantener grupos estables, es necesario aclarar que ésta nunca alcanza niveles tan bajos como los que se observan durante la crianza de machos castrados. Además, es necesario contar con instalaciones y espacios adecuados para poder mantener a los grupos separados en forma estable, para evitar que individuos subordinados no encuentren escape o forma de evitar a machos más activos o dominantes (Giersing *et al.*, 2006). Mezclar animales enteros, además de inducir lesiones y estrés en los animales, aumenta la probabilidad de incrementar los niveles de androsterona.

La presencia de animales adultos en corrales de cerdos durante el engorde, disminuye la frecuencia de agresiones entre cerdos jóvenes miembros del corral (Price y Orihuela, 2010). Por el contrario, las agresiones durante el engorde no disminuyen si se retrasa la madurez sexual de los machos enteros, disminuyendo las horas de luz durante su desarrollo (Fredriksen y Nafstad 2006).

Otra alternativa a la castración, que al menos controlaría el sabor de la carne, es la selección genética de animales que transfieran mínimo o nulo sabor y olor a su carne cuando adultos (Zamaratskaia y Squires, 2009). Existe variabilidad genética con una heredabilidad de entre 25 y 64 %, dependiendo de la raza (Merks *et al.*, 2009). La selección o cruce de animales a favor de una menor producción de escatol y androsterona, o por un mayor metabolismo de estas sustancias, no ofrece daños colaterales en los animales (Giersing *et al.*, 2006), desarrollándose líneas de trabajo para reducir los niveles de androsterona y escatol en la carne de cerdos machos intactos (Squires, 2006), aunado a métodos de detección de cerdos propensos a transmitir este olor y sabor a la carne desde la línea de matanza (European Food Safety Authority, 2004).

Otra alternativa complementaria es el manejo de la dieta, particularmente en lo que se refiere al contenido de triptofano. El escatol, que es uno de los responsables del mal olor y sabor característicos de la carne del verraco, se produce dentro del aparato digestivo del animal por acción de bacterias que fermentan el triptofano, por lo que, alterando la dieta, y principalmente el contenido de este aminoácido, se modifica la microflora y se reduce el problema (Jensen y Jensen, 1995). Algunas estrategias de alimentación, como la suplementación con almidón de papa cruda (Mentschel y Claus, 2003; Zamaratskaia *et al.*, 2005; Pauly *et al.*, 2008) o pulpa de remolacha azucarera (Jensen y Jensen, 1995) durante pocos días antes del sacrificio, reduce las concentraciones de escatol al alterar la composición y actividad fermentativa de la microflora intestinal, aunque los resultados del manejo de la dieta no son 100 % seguros (Pauly *et al.*, 2010). Otra estrategia es retirar el alimento por completo 26 h antes del sacrificio, lo que reduce las concentraciones de escatol, pero trae asociado un problema de bienestar por el hambre que se genera en los animales, cuya magnitud aún no se ha investigado (Giersing *et al.*, 2006).

Finalmente, y aunque aún en investigación, la selección espermática es otra opción. Esta consiste en inseminar a las cerdas con espermatozoides X para que sólo se produzcan hembras, evitando la producción de machos para el engorde. Esto tiene la limitante de disminuir el potencial de

conversión de los machos intactos, pero al mismo tiempo no sería necesario castrar animales, que además crecen a velocidades inferiores a las hembras (Collell, 2015). La utilización de semen sexado implica la inseminación intrauterina en las cerdas, lo que puede incrementar los riesgos de lesiones, malestar y dolor; comprometiendo el bienestar de los animales, situación que podría cambiar con el desarrollo de nuevas técnicas de inseminación (Giersing *et al.*, 2006).

COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS

En general, más allá del método utilizado, la castración es dolorosa (Stafford y Mellor, 2005b). La colocación de ligas de goma, pinzas de Burdizzo, cirugía e incluso la inyección de sustancias tóxicas directamente al testículo, causan considerable dolor agudo, aunque de todos ellos la utilización de pinzas de Burdizzo sobre la piel del escroto es la que aparentemente produce menos dolor, al menos durante las primeras horas (King *et al.*, 1991; Robertson *et al.*, 1994). Por el contrario, la castración quirúrgica es el método más doloroso, seguido por la aplicación de anillos de goma y finalmente el uso de compresión (Wood y Molony, 1992; Thornton y Waterman-Pearson, 1999). La castración utilizando compresión genera menos dolor agudo en los corderos durante un periodo corto de tiempo, en comparación con la aplicación de anillos de goma o métodos quirúrgicos de castración, métodos que generan dolor que puede perdurar durante varias horas. Aunque aparentemente menos dolorosos, aún falta generar más información sobre el dolor que producen los métodos químicos y de inmunocastración (Kent *et al.*, 1993; Lester *et al.*, 1996).

Métodos como la compresión o los anillos de goma, obstruyen los canales específicos de la transmisión de dolor o evitan el flujo de sangre, desactivando sus receptores. Por tanto, cuando la presión daña los nervios involucrados en la transmisión del dolor, se interrumpe su transmisión desde el tejido distal a través de la línea de presión. Cuando cada cordón se prensa en forma independiente, se evita la transmisión del dolor por estos canales, aunque la transmisión puede continuar si las partes medias del escroto no se presan. Al presar todo el ancho del cuello escrotal se limita toda transmisión, lo que reduce el dolor que provoca la falta de flujo sanguíneo de manera similar a cuando se aplica el anillo de goma, ya que la anoxia impide el funcionamiento de los receptores de dolor en el tejido distal a la colocación del anillo. Estos mismos principios pueden actuar de forma conjunta cuando se prensa el cuello del escroto junto con la aplicación de los anillos de goma. Sin embargo, Paull *et al.* (2009) concluyeron que la castración con anillos de goma es más dolorosa que otros métodos basados casi exclusivamente en datos conductuales con un mínimo de información fisiológica que los soporte. En general se asume que la castración mediante anillos de goma tiene menos impacto en la homeostasis general del animal que la castración quirúrgica (Thornton y Waterman-Pearson, 1999; Melches *et al.*, 2007; Paull *et al.*, 2009).

En general, cuando se hace una comparación entre métodos, la castración quirúrgica muestra respuestas de cortisol más elevadas que la aplicación de anillos de goma (Robertson *et al.*, 1994; Petherick *et al.*, 2015) y que la castración mediante pinzas de Burdizzo (Fisher *et al.*, 1996). Sin embargo, las comparaciones entre las respuestas de dolor provocadas por el uso de las pinzas de

Burdizzo y los anillos de goma resultan imprecisas, aunque aparentemente la primera genera respuestas de cortisol menores (Stafford *et al.*, 2002; Thüer *et al.*, 2007) y menos respuestas conductuales indicativas de dolor (Molony *et al.*, 1995; Thüer *et al.*, 2007). Thüer *et al.* (2007) encontraron que el aumento inicial de cortisol en plasma luego de la castración con pinzas de Burdizzo, es mayor que el provocado por la utilización de anillos de goma. Sin embargo, con los anillos, el aumento se mantiene por mucho más tiempo. Más aún, los becerros castrados con anillo de goma responden a la palpación de escroto de una manera que sugiere dolor por al menos 8 semanas después de la intervención, mientras que aquellos castrados mediante pinzas de Burdizzo lo hacen únicamente por 2 semanas. Por lo anterior, se concluye que esto último es mejor desde el punto del bienestar animal, ya que evita el periodo tan prolongado de dolor al que son sometidos los animales cuando se les castra mediante anillos de goma. Esto se reafirmó con las observaciones de Molony *et al.* (1995), quienes encontraron que la conducta observada en los animales castrados mediante cirugía, Burdizzo o anillos de goma volvía a la normalidad después de 9, 15 y 45 días, respectivamente. Cox (1977) y Clarke-Lewis (1977) recomendaron, ya en ese entonces, que se prohibiera el uso de las pinzas de Burdizzo, debido al dolor agudo que causan, mientras que Weaver (1986) condenaba el uso de los anillos de goma para castrar animales, debido al prolongado dolor postoperatorio que genera. Sin embargo, actualmente es posible disminuir las respuestas conductuales de dolor causadas, mediante el uso de anestesia local o analgesia sistémica (Stafford, 2007a).

PERCEPCIÓN DE LOS PRODUCTORES

En la literatura científica existe un buen número de artículos comparando los pros y contras de las alternativas a la castración y su impacto en el bienestar animal (se recomiendan los artículos de Prunier *et al.*, 2006; von Borell *et al.*, 2009b), en la calidad de la carne (Lundstrom *et al.*, 2009), las implicaciones económicas (De Roest *et al.*, 2009), y la percepción de los consumidores (Hennessy y Newbold, 2004; Huber-Eicher y Spring, 2008; Vanhonacker *et al.*, 2009; Fredriksen *et al.*, 2010). Sin embargo, hay muy poca información sobre la opinión de los productores de carne de cerdo, que son quienes tienen que implementar las diferentes estrategias en la práctica. Tuytens *et al.* (2012) analizaron la opinión de 160 de los principales productores en Bélgica sobre la castración sin anestesia, con anestesia, inmunocastración, sexado de semen y producción de machos enteros. En general, los productores prefirieron la opción de castración sin anestesia, seguida del sexado de semen, luego la castración con anestesia seguida de la inmunocastración, y finalmente la crianza de machos enteros. En este caso, los productores percibieron la castración sin anestesia como la estrategia más favorable en términos de rentabilidad, desarrollo de los animales y efectividad contra el sabor de verraco en la carne, pero consideraron que esta estrategia sería la de menor aceptación por el consumidor. Consideraron también que la castración quirúrgica con anestesia es el peor método, debido a la cantidad de trabajo que les demanda. La producción de machos enteros se consideró como el método menos rentable y menos efectivo, aunque en un trabajo posterior (Aluwé *et al.*, 2015b) se consideró como una alternativa válida por su alta rentabilidad. El sexado de semen se

percibió de forma positiva, particularmente en términos de ahorro de trabajo, bienestar animal, efectividad y aceptación por el consumidor. La percepción de los productores es claramente diferente a la de los consumidores. La opinión del público en general está principalmente moldeada por consideraciones éticas y morales tales como el bienestar animal y la aceptación social (Vanhonacker *et al.*, 2009). La percepción del productor no siempre coincide con la evidencia científica, ya que, por ejemplo, la castración fue calificada por los productores como la más favorable en términos productivos, aunque los animales enteros tienen mayores tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia (De Roest *et al.*, 2009).

Una de las principales preocupaciones de los productores es la aceptación que puedan tener los consumidores por métodos como la inmunocastración. La información disponible hasta ahora muestra diferencias importantes entre países y una fuerte influencia de aspectos culturales. En general existe poca preocupación por el método, y pocos consumidores han escuchado sobre el término, pero las campañas audiovisuales a su favor son muy efectivas cuando muestran la castración quirúrgica en animales vivos (Mancini *et al.*, 2017).

TRATAMIENTOS ANTIÁLGICOS

La necesidad de usar tratamientos antiálgicos resulta obvia, y se reconoce desde 1929, cuando Campbell recomendó que la segunda aplicación de las pinzas de Burdizzo se realizara en posición distal a la primera, para que la presión no fuese tan dolorosa como la primera, debido a la lesión previa de los nervios transmisores del dolor. Los resultados reportados sobre la eficiencia y tipo de tratamiento para controlar el dolor son muy diversos. Existe una gran variedad de edades, razas, procedimientos, metodologías, manejos, tiempos, umbrales individuales, y formas de evaluarlo en la literatura (ANEXO 1). Sin embargo, también hay coincidencias en varios tratamientos.

BOVINOS

La utilización de anestesia local en la parte distal del testículo disminuye el aumento de cortisol cuando se utilizan anillos de goma. Como ya se mencionó, esto último es fundamentalmente debido a que el anillo impide la circulación, manteniendo el anestésico en el testículo por más tiempo que el requerido para que se necrosen los receptores de dolor y sus nervios asociados (Stafford y Mellor, 2010). El anestésico local también reduce la respuesta de cortisol cuando se usa compresión, pero tiene poco efecto en la castración quirúrgica (Webster *et al.*, 2013). En apoyo a lo anterior, Thüer *et al.* (2007) encontraron que la aplicación de anestésicos locales reduce los indicadores de estrés agudo después de la utilización de pinzas de Burdizzo o anillos de goma, pero no elimina por completo el dolor y no tiene efecto alguno en el dolor crónico que se presenta particularmente con el uso de anillos de goma. Por ello recomiendan la aplicación de tratamientos compuestos por diferentes anestésicos y analgésicos que reducen el impacto de la castración, y los animales muestran consumos y ganancias de peso superiores a los de animales no tratados (Ting *et al.*, 2004; Repenning *et al.*, 2013a).

Los becerros tratados exclusivamente con anestésicos locales muestran reducciones en el pico de cortisol plasmático de 25.8 % luego de la castración quirúrgica (Earley y Crowe, 2002; Coetzee, 2013), así como menores aumentos de la frecuencia cardíaca y la temperatura del globo ocular (Stewart *et al.*, 2010). Sin embargo, esta respuesta sólo se mantiene durante el periodo agudo posterior a la cirugía. Thüer *et al.* (2007) encontraron que la administración de lidocaína en el cordón espermático y el cuello escrotal disminuye las conductas relacionadas con el dolor, la proporción de posturas anormales y los niveles de cortisol durante las horas siguientes a la castración mediante pinzas de Burdizzo y anillos de goma en becerros de 21 a 28 días. Sin embargo, cuando se aplica directamente en los testículos y escroto, reduce la respuesta de cortisol en la sangre al utilizar anillos de goma, pero no cuando la castración es mediante las pinzas de Burdizzo o la cirugía (Stafford *et al.*, 2002). Para eliminar la respuesta de cortisol, y por ende el dolor que experimentan los becerros durante las 8 h siguientes a la castración quirúrgica o con pinzas de Burdizzo, es necesario utilizar anestesia local aplicada al escroto o su contenido, combinada con el uso de analgésicos sistémicos tales como los AINEs (Stafford *et al.*, 2002). Cuando se administran exclusivamente AINEs antes de la castración quirúrgica (Earley y Crowe, 2002) el pico de cortisol y el tiempo que éste permanece en concentraciones altas se reduce (Coetzee, 2013). El acercamiento analgésico multimodal del uso de drogas que actúen en diferentes receptores en la ruta del dolor es más efectivo en la mitigación del dolor asociado a la castración que el uso de un solo agente, y aun así Park *et al.* (2018) encontraron que la aplicación de lidocaína y flumixina no son suficientes para reducir el dolor e inflamación de becerros castrados quirúrgicamente. De cualquier forma, los tratamientos antiálgicos resultan costosos e imprácticos, y sólo un 10 % de los productores neozelandeses (Stafford *et al.*, 2000), 43 % de los médicos veterinarios en el Reino Unido (Kent *et al.*, 1996) y 22 % en los Estados Unidos de América (Coetzee *et al.*, 2010b) utilizan anestésicos locales o analgésicos sistémicos al realizar la castración. Entre aquellos que sí utilizan fármacos, los más comunes son los anestésicos locales y analgésicos inyectables, tales como la lidocaína y flunixin, carprofeno y ketoprofeno (Rault *et al.*, 2011; Petherick *et al.*, 2014), los que inyectados directamente en el escroto y testículos disminuyen la resistencia mostrada por los sujetos (Boesch *et al.*, 2008) y el pico de concentración de cortisol en sangre en un 48 % (Fisher *et al.*, 1996; Thüer *et al.*, 2007; Boesch *et al.*, 2008).

Los analgésicos como el carprofeno (Pang *et al.*, 2006), ketoprofeno (Ting *et al.*, 2003a, b) y el ácido acetil salicílico (Coetzee *et al.*, 2007), inyectados en forma intravenosa, solos o en conjunción con lidocaína (Earley y Crowe, 2002; Stafford *et al.*, 2002) también disminuyen la respuesta de cortisol. La anestesia local, junto al ketoprofeno, reduce en 56 % la concentración de cortisol en aquellos becerros castrados quirúrgicamente (Earley y Crowe, 2002; Ting *et al.*, 2003a y b) o el uso de carprofeno combinado con lidocaína epidural, lo reduce en 59 y 36 % a las 6 y 48 h, respectivamente, después de la castración con compresión de los cordones espermáticos (Stilwell *et al.*, 2008b). Por otro lado, la administración epidural con xilacina funciona como un buen analgésico en aproximadamente 80 % de los toros adultos (Caulkett *et al.*, 1993). La aplicación de una o varias dosis de ketoprofeno vía intramuscular, sin anestésico local, tiene un efecto muy pobre para mitigar

los indicadores de dolor asociados con la castración quirúrgica o mediante anillos de goma (Moya *et al.*, 2014). Otros fármacos en investigación son los derivados del ácido salicílico, meloxicam, analgésicos opioides, agonistas de los receptores α -2 adrenérgicos y antagonistas de los receptores del N-metil-D-aspartato (Coetzee, 2013).

Lomax y Windsor (2013) demostraron la eficacia de un anestésico tópico (TriSolfen) para aliviar el dolor por más de 24 h después de una castración quirúrgica en becerros de 3 a 4 meses de edad. Sin embargo, otros investigadores no han encontrado resultados favorables con este tipo de sustancias (McCarthy *et al.*, 2016). Por ejemplo, Repenning *et al.* (2013b) no encontraron efecto al usar meloxicam vía oral al castrar animales de 300 kg mediante bandas elásticas. Por otro lado, su aplicación en spray redujo el dolor, aunque no lo eliminó. Dado que anestésicos de este tipo presentan un costo bajo y son de muy fácil aplicación, se abre un espacio para desarrollar mayor investigación de los mismos como alternativa práctica en la granja.

Los anestésicos locales permiten controlar el dolor agudo del procedimiento de castración, pero su efecto no se mantiene más de un par de horas, momento en que cobran mayor importancia los AINEs. Por ejemplo, el ketoprofeno tiene vías de acción diferentes a los anestésicos locales. Además, su acción central analgésica puede funcionar de manera sinérgica con los anestésicos locales, y a medida que se desarrolla el proceso inflamatorio, su acción antiinflamatoria contribuye a aliviar el dolor (Stafford y Mellor, 2005a, c). En suma, la castración mediante bandas elásticas genera la mayor respuesta de cortisol, pero estas respuestas pueden disminuirse mediante el uso de anestésicos. La respuesta de cortisol a la castración quirúrgica mediante tracción de los cordones espermáticos o corte por medio de un emasculador, no disminuye con el uso de anestésicos locales, pero la respuesta desaparece cuando se aplican junto con ketoprofeno. La castración con Burdizzo provoca la respuesta de cortisol más baja, la que puede reducirse o eliminarse mediante el uso de anestésicos locales, o anestésicos más ketoprofeno, respectivamente (Stafford *et al.*, 2002).

En general, el uso de ketoprofeno o anestesia epidural son más efectivos que la anestesia local para reducir las respuestas conductuales asociadas al dolor durante las primeras 6 h postratamiento. La analgesia sistémica con ketoprofeno es más efectiva en reducir la respuesta inflamatoria asociada a la castración que la anestesia local o la epidural (Ting *et al.*, 2003a, 2003b). Una segunda aplicación de ketoprofeno 24 h después de la castración no tiene efecto significativo en el control del dolor (Ting *et al.*, 2003a, b).

En Alemania, Reino Unido y Nueva Zelanda, la ley establece que el dolor provocado por la castración debe tratarse (anestesia) si ésta se realiza una vez que el becerro alcanza 1, 2 o 9 meses de edad (GAPC, 2006; Kent *et al.*, 1996; Stafford *et al.*, 2000). En Suiza y Austria, ésto es obligatorio en becerros de cualquier edad, además de que en este último también se requiere legalmente de un tratamiento de analgesia postratamiento (Austrian Animal Protection, 2004; Austrian Animal Keeping, 2004). Además, el uso de anillos de goma u otro dispositivo que restrinja el flujo sanguíneo hacia el escroto sólo se permite sin el uso de anestesia si estos se colocan en el animal durante su primera semana de vida (Thüer *et al.*, 2007).

OVINOS

Los procedimientos para reducir el dolor generado por la castración en los ovinos son muy similares a los utilizados en bovinos, pero con algunas particularidades. En las castraciones que generan dolor crónico o agudo también deben utilizarse sedantes o anestésicos locales o generales asociados a AINEs. Al igual que en otras especies, los sedantes pueden ser importantes en la reducción del estrés del manejo y el dolor inicial (Grant y Upton, 2001; Mellor y Stafford, 1999). Sin embargo, es necesario recordar que la sedación por sí misma no proporciona efectos equivalentes a los de la anestesia. El tratamiento con anestesia local antes de la castración es muy efectivo para reducir las respuestas de dolor en tratamientos de anillos de goma y su combinación con la emasculación, pero no lo es tanto en la respuesta a la castración quirúrgica.

La aplicación de anestésicos locales como la lidocaína es altamente efectiva para aliviar el dolor asociado a la castración quirúrgica, particularmente cuando se inyecta en el cuello del escroto o de manera intratesticular. Sin embargo, este tipo de inyecciones raramente se aplican durante procedimientos de rutina en las granjas, debido a problemas de índole económica y práctica. La inyección intratesticular de lidocaína bloquea rápidamente las fibras aferentes del nervio espermático (Cottrell y Molony, 1995), y su aplicación reduce las respuestas conductuales (Kent *et al.*, 1998, 2000, 2004) y de cortisol (Kent *et al.*, 1998; Sutherland *et al.*, 1999; Mellema *et al.*, 2006) generadas tanto por la castración quirúrgica mediante anillos de goma, compresión o la combinación de estos dos últimos. La inyección de lidocaína bloquea la transmisión a lo largo de los nervios durante aproximadamente 2 h (Dinniss *et al.*, 1997), mientras que si se utiliza bupivacaína el efecto dura unas 3 h (Molony *et al.*, 1997). La duración de la acción se amplía cuando se utilizan anillos de goma debido a la obstrucción del flujo sanguíneo, lo que como ya se mencionó, limita la absorción del anestésico del tejido distal a la posición de los anillos.

Los sitios de aplicación incluyen el cuello o cuerpo del escroto; ambos cordones espermáticos, o ambos testículos, y puede aplicarse mediante aguja o incluso mediante aerosol sobre la piel. Su aplicación puede realizarse 10 a 20 min antes del tratamiento, o con fines más prácticos, 1 a 2 min o 15 a 20 s antes o 15 a 20 s después del tratamiento. La anestesia tópica aplicada durante, o inmediatamente después del procedimiento, ofrece una alternativa práctica altamente efectiva para procedimientos quirúrgicos. Los fármacos de este tipo actúan directamente sobre el tejido nervioso, bloqueando la conducción de la sensación de dolor. Cuando se aplican en heridas abiertas pueden tener una acción profunda (Sinclair *et al.*, 1988), además de reducir la respuesta de escalada del dolor (Pogatzki *et al.*, 2002). La aplicación de anestesia local durante el procedimiento, o una vez terminado el mismo, tiene ventajas, ya que no es necesario esperar a que el agente anestésico haga efecto antes de realizar el procedimiento, evitando así una doble manipulación del cordero y regresándolo rápidamente con su madre. Además, muchos de estos productos pueden ser aplicados directamente por los productores sin la intervención directa del médico veterinario (Lomax *et al.*, 2010).

Aunque el uso de analgesia ha sido poco estudiado en ovinos (Rault *et al.*, 2011), la inyección de carprofeno a nivel subcutáneo antes de la castración produce resultados muy limitados. Paull *et al.*

(2009) observaron una reducción de las repuestas conductuales durante las primeras 6 h posteriores a la colocación de anillos de goma, y una disminución en la respuesta de cortisol luego de la castración quirúrgica. Por el contrario, Price y Nolan (2001) no encontraron efecto del carprofeno en el comportamiento ni en la concentración de haptoglobina sérica en corderos castrados mediante anillos de goma.

Los AINEs aplicados de forma intramuscular o intravenosa (Molony *et al.*, 1997; McMeekan *et al.*, 1998b) tienen dos ventajas sobre los anestésicos locales: su distribución sistémica permite su acción sobre tejidos dañados que no son accesibles mediante el bloqueo de los nervios, y la duración de su acción es mayor. Sin embargo, los AINEs no tienen efecto directo sobre el impulso doloroso sino hasta que disminuye la inflamación (Mellor y Stafford, 2000). Cuando se les inyecta antes de la castración con pinzas de Burdizzo tienen un efecto benéfico, disminuyendo la respuesta del cortisol y el tiempo durante el que los corderos se mantienen manifestando posturas anormales (Molony *et al.*, 1997). Sin embargo, el pretratamiento con carprofeno no disminuye el dolor en los animales cuando se aplican otros métodos como el anillo de goma, porque el origen del dolor no es inflamatorio (Price y Nolan, 2001; Steiner *et al.*, 2003). Por otro lado, la aplicación de anestesia disminuye los cambios fisiológicos y conductuales, evitando que los impulsos aferentes alcancen el cuerno dorsal medular (Cottrell y Molony, 1995; Molony *et al.*, 1997). Su eficiencia varía de acuerdo con el tipo de anestésico local, volumen y lugar de aplicación. Por ejemplo, la aplicación del fármaco directamente en los testículos cuando se usan anillos de goma es menos efectiva que la inyección en el cuello del escroto, o sea, en el sitio donde se pone el anillo. Este último sistema coloca el anestésico directamente en la cavidad vaginal del escroto logrando la anestesia, tanto del testículo como del escroto, mientras que mediante la inyección intratesticular la afluencia del anestésico hasta este sitio es mediante absorción y distribución, lo que la hace menos efectiva. En el primer caso, la respuesta de cortisol sugiere que con este método de aplicación se logra anestesia completa o casi completa por cerca de 10 min luego de la castración. La anestesia local no es suficiente en la castración quirúrgica o la emasculación, por lo que es necesario aplicar también AINEs para reducir el dolor, y tratar la herida para evitar el depósito de huevos de moscas. La aplicación de naloxona (un antagonista de los receptores opioides) luego de la aplicación de un analgésico local tiene efectos muy limitados en el aumento del cortisol, aunque ayuda a reducir las conductas asociadas al dolor (Wood *et al.*, 1991).

En Australia se identificaron combinaciones específicas para reducir el dolor de acuerdo al método de castración. En la castración con anillos de goma, una inyección con AINEs (carprofeno, flunixin o meloxicam) ofrece buenos resultados, siendo más efectivo un pretratamiento con anestésicos locales 15 a 20 min antes de iniciar el procedimiento (Paull *et al.*, 2012), mientras que, en el caso de castración quirúrgica, la aplicación de un anestésico local (TriSolfen) sobre la herida ofrece un alivio moderado al dolor (Paull *et al.*, 2009). Sin embargo, cuando se utiliza TriSolfen (producto formulado a base de lidocaína, bupivacaína, adrenalina y cetrimida) en cada uno de los cordones espermáticos expuestos cerca del sitio de incisión previo a la remoción de los testículos, más otra dosis adicional sobre las heridas en la piel del escroto, el tratamiento alivia el dolor de las heridas y

reduce significativamente la manifestación de conductas asociadas con dolor en corderos sometidos a castración quirúrgica (Lomax *et al.*, 2010).

Hay muy poca información sobre el uso de anestesia general en ovinos para disminuir la percepción del dolor, aunque el uso de halotano no tiene efecto en el dolor escrotal, las conductas asociadas al dolor o la respuesta de cortisol de corderos castrados mediante anillos de goma o cirugía, pero sí hay una reducción en las manifestaciones conductuales de dolor en aquellos corderos sometidos a castración mediante emasculación (Thornton y Waterman-Pearson, 1999). Sin embargo, es un tratamiento muy poco práctico para utilizar cuando se castran muchos animales.

Coditz *et al.* (2012) intentaron reducir el dolor en los animales castrados mezclándoles con animales intactos, procedimiento conductual conocido como “buffering social”. Estos autores encontraron que cuando se encierran sólo corderos castrados en un corral, la concentración de cortisol es mayor y el tiempo de descanso menor que si se los junta con corderos intactos.

CAPRINOS

Existen muy pocos trabajos de analgesia y anestesia para la castración de cabras, por lo que generalmente se utiliza información de otros rumiantes como bovinos y ovinos. Sin embargo, es necesario realizar mayor cantidad de investigación específica con el fin de conocer con mayor detalle el comportamiento característico de los diferentes procedimientos en cada especie. Un estudio de opinión entre personas relacionadas con la caprinocultura en Australia mostró que, aunque los métodos de castración más populares son la cirugía y las bandas elásticas, la percepción generalizada es que es necesario utilizarlos con algún tratamiento contra el dolor (Phillips *et al.*, 2009). Ajadi *et al.* (2012) encontraron que una inyección epidural con tramadol produjo alivio parcial del dolor, mientras que una inyección epidural con lidocaína controló mejor el dolor luego de la colocación del anillo de goma en el cuello del escroto. Si bien el tratamiento con tramadol tarda más en iniciar su efecto analgésico, y se mantiene por menor tiempo que la lidocaína, tiene la ventaja de que en condiciones de campo permite a los animales continuar parados, incluso rumiando. Un bloqueo epidural efectivo atenúa la respuesta neurohumoral al estrés de la cirugía, disminuyendo las funciones cardiorespiratorias postoperatorias y minimizando las complicaciones (Veering y Cousins, 2000). Además, dura más tiempo, lo que se traduce en mayor tiempo de analgesia postoperatoria en comparación con otras rutas de administración.

PORCINOS

En los cerdos el uso de anestésicos, tanto locales como sistémicos, ofrece varias posibilidades que es necesario considerar.

a. Anestésicos locales

Este tipo de fármacos evita las conductas asociadas con dolor en lechones sometidos a castración a las 2 semanas de edad, pero ya no cuando tienen 7 semanas (McGlone y Hellman,

1988). Además, cuando estos fármacos se aplican directamente en el testículo o en el cordón espermático, reducen el dolor asociado a la cirugía y en algunos casos incluso el dolor postoperatorio (Rault *et al.*, 2011) y mejoran las ganancias de peso a largo plazo de los lechones (Telles *et al.*, 2016). Sin embargo, la inserción de una aguja directamente en el testículo, ya de por sí es un procedimiento doloroso, aunque por supuesto mucho menos que la castración sin anestesia (Haga y Ranheim, 2005).

La aplicación de lidocaína intratesticular disminuye la respuesta hormonal y de comportamientos asociados al dolor (Thun *et al.*, 2006), el aumento de presión sanguínea y frecuencia cardiaca, así como la frecuencia e intensidad de las vocalizaciones (Hansson *et al.*, 2011; Sutherland *et al.*, 2012), aunado a una facilitación del manejo, al provocar menos movimiento del animal en respuesta a la sujeción y la intervención quirúrgica (Hansson *et al.*, 2011). Esto último también facilita la operación y permite realizar la castración en menos tiempo. Además, el uso de anestesia local antes de la castración de los lechones disminuye la activación neuronal indicativa de dolor (Nyborg *et al.*, 2000).

La distribución de la dosis de lidocaína en un tercio intratesticular y dos tercios alrededor del área funicular reduce la cantidad de vocalizaciones en los animales así tratados, más que en los que reciben la dosis completa directamente sólo en los testículos (Prunier *et al.*, 2002). Al inyectar lidocaína de forma intratesticular combinada con depósitos subcutáneos de la misma droga, se consigue anestesiar la piel y el tejido subcutáneo. La droga se difunde desde el testículo al interior del cordón espermático y provee de anestesia al sitio ya a los 10 min de su administración (Ranheim *et al.*, 2005).

Es importante hacer notar que un mal manejo del animal puede exacerbar el dolor y frustración, incluso desde el momento de la sujeción. Leidig *et al.* (2009) encontraron que al utilizar procaína se reduce la cantidad de vocalizaciones de los lechones durante el proceso de castración quirúrgica. Sin embargo, notaron que el tratamiento con anestesia incrementa la duración del manejo, lo que aumenta las conductas de defensa del animal y la cantidad de vocalizaciones; por lo que concluyeron que, aunque aparentemente la procaína reduce el dolor que sufre el animal durante la intervención, tiene poco efecto en reducir el estrés al manejo total durante la castración.

White *et al.* (1995) encontraron que la aplicación de lidocaína mediante inyección subcutánea en el escroto reduce significativamente tanto la intensidad y la frecuencia de las vocalizaciones emitidas, como la frecuencia cardiaca, comparado con lechones no anestesiados. Más aún, el incremento en las vocalizaciones y la frecuencia cardiaca se reduce a la mitad si se aplica una inyección intratesticular de lidocaína antes de la castración, lo que se piensa está asociado con una reducción en los movimientos de resistencia física (Marx *et al.*, 2003). Además, la lidocaína aplicada, tanto intrafunicular como intratesticularmente, reduce el aumento de presión sanguínea y de la actividad cerebral durante la castración (Haga y Ranheim, 2005). Sin embargo, es necesario recordar que los efectos de la lidocaína son de corta duración: se calcula que su efecto no va más allá de 40 min (Ranheim *et al.*, 2005), por lo que no tiene efecto analgésico posterior al procedimiento (Kluivers-Poodt *et al.*, 2007, Kluivers-Poodt *et al.*, 2012), durante la fase postintervención.

El incremento en la concentración de cortisol luego de la castración no se reduce con la aplicación de anestésicos locales, e incluso en algunos casos aumenta; lo que sugiere que éstos ofrecen muy poco alivio del dolor inducido por la castración. Zöls *et al.* (2006a, b) también encontraron que la anestesia local aplicada intratesticularmente con hidrocloreuro de procaína no reduce los niveles de cortisol hasta las 4 h postcastración.

Lomax *et al.* (2017) encontraron que la aplicación tópica de anestésicos ayudaba un poco a reducir el dolor de la castración, siendo un método práctico y económico. Sin embargo, su ayuda era mínima en comparación con la de AINEs aplicados antes de la castración; y dado que los indicadores más importantes de dolor se identifican dentro de la primer hora posterior a su realización, es importante escoger drogas que actúen rápido después de su aplicación, para facilitar los procesos en la granjas (Gottardo *et al.*, 2016).

La lidocaína deberá manejarse con cuidado en los cerdos, debido a que aunque los niveles tóxicos de este fármaco son relativamente bajos (Prunier *et al.*, 2006), puede convertirse en un metabolito potencialmente carcinogénico, lo que ha puesto señales de riesgo en Europa como un residuo latente peligroso en el alimento (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2005). En los Estados Unidos, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA; Food and Drug Administration) no permite el uso de estos anestésicos en animales destinados a la producción de carne (McGlone y Hellman, 1988). Debido a lo anterior, el uso de estos productos puede limitar el comercio de los animales hacia los países donde la utilización de estos fármacos está prohibida.

Varios países de la Unión Europea intentan prohibir la castración quirúrgica, la que ya no se utiliza en el Reino Unido (Brewster y Nevel, 2013). Sin embargo, hasta ahora se permite, siempre y cuando se realice durante la primera semana de vida del animal con un protocolo de anestesia-analgésia (European Declaration, 2010). Luego de la cirugía, se recomienda la administración de algún AINEs como el meloxicam, que tiene una vida media de 15 a 20 h. Esta droga está aprobada para su uso en cerdos en los EUA y Canadá, para el alivio postoperatorio de dolor generado por cirugías menores. La administración intramuscular de meloxicam a los lechones antes de la castración reduce el aumento de las concentraciones de cortisol (Zoels *et al.*, 2006; Keita *et al.*, 2010; Kilching *et al.*, 2010) y los signos conductuales asociados con el dolor de la castración (Reyes *et al.*, 2002; Keita *et al.*, 2010). Heinritzi *et al.* (2006a) investigaron el efecto de la administración previa de meloxicam y metamizol (derivado de la pirazolona, no opioide, con propiedades analgésicas y antifebriles, con una vida media de 2.5 h) aunado al tratamiento con hidrocloreuro de procaína, encontrando que los lechones así tratados no incrementaron sus niveles de cortisol. Sin embargo, la administración de estos fármacos implica más manejo de los animales, situación que los productores objetan. Una alternativa es la aplicación transmamaria: Bates *et al.* (2014) demostraron que el meloxicam se transfiere de cerdas a lechones a través de la leche, teniendo efecto analgésico cuando se castra a los lechones.

En 2014 un panel internacional de expertos en cerdos revisó la evidencia publicada, recomendando usar una combinación de lidocaína y AINEs para mitigar el dolor durante la castración

quirúrgica en lechones, sustentados en una evidencia un tanto incierta y una amplia variación en las preferencias de los productores (O'Connor *et al.*, 2014).

b. Anestésicos locales

Dentro de los principales productos utilizados en la anestesia general por inhalación se encuentra el dióxido de carbono (CO₂), que actualmente se usa en los rastros de varios países para desensibilizar a los cerdos antes del sacrificio (Van Beirendonck *et al.*, 2011; Bolaños-López *et al.*, 2014). Se administra en concentraciones mayores al 80 % con el fin de minimizar el periodo de aversión que los animales sienten hacia él al inicio de su aplicación, reduciendo el riesgo de una anestesia inadecuada (Nowak *et al.*, 2007). Kohler *et al.* (1998) encontraron que actúa rápidamente induciendo anestesia y analgesia total durante la castración. Sin embargo, una vez pasado el efecto, los lechones muestran signos de dolor hasta por 6 días (Van Beirendonck *et al.*, 2011); además ocasiona algunos efectos colaterales como la hiperventilación y agitación durante su inducción, así como jadeos que se observan durante la castración. Estos hallazgos, junto con el aumento de algunas hormonas relacionadas con el estrés, generan dudas sobre su adecuación para la castración. Paralelamente, Kluivers-Poodt *et al.* (2007) y Gerritzen *et al.* (2008) encontraron que la combinación de 30 % de oxígeno y 70 % de CO₂ permite que los lechones pierdan la conciencia durante 1 min a los 30 s de aplicarlo. Sin embargo, entre los lechones que permanecieron hasta 2 min en la cámara de CO₂ hubo una mortandad del 25 %, la que se incrementó a medida que aumentó el tiempo de exposición, pudiendo llegar hasta un 40 % de los sujetos (McGlone y Hellman, 1988; Gerritzen *et al.*, 2008). Sin embargo, Svendsen (2006) no encontró muertes con exposiciones de hasta 4 min con la misma concentración de gases. En este último estudio, los cerdos perdieron la conciencia a los 15 s y se recuperaron entre los 30 y 40 s luego de removerlos de la cámara.

Después de la aplicación de un tratamiento basado en la anestesia general hay que tener otros cuidados, ya que los lechones permanecen letárgicos durante un tiempo mientras se recuperan, pudiendo sufrir por falta de una temperatura ambiental adecuada, ya que durante su recuperación no pueden regular la temperatura de su cuerpo. Por otro lado, colocarlos con la madre antes de recuperarse aumenta el riesgo de aplastamientos (Rault *et al.*, 2011). Además, debe considerarse la pérdida de episodios de alimentación (McGlone y Hellman, 1988). Muchos productores se niegan a utilizar anestesia general por el aumento de manejo, el alto costo del procedimiento y la disminución de las ganancias obtenidas por kilo de carne. Sin embargo, la anestesia inhalada, particularmente en combinación con analgésicos, parece ofrecer buenos resultados, por lo que se busca la tecnología para poder aplicar la anestesia en forma de gas en las granjas comerciales a menores costos (Hodgson, 2006) principalmente sustituyendo el uso de cámaras por mascarillas y evaluando diferentes combinaciones y productos.

La inhalación de halotano al 5 % en oxígeno aplicado mediante una máscara a través de un sistema sencillo de respiración induce anestesia en menos de 2 min, junto con una recuperación total sin complicaciones. El método parece cubrir todos los requerimientos para poder realizar una

castración sin dolor (Jäggin *et al.*, 2001), siendo confiable para realizar castraciones en lechones de hasta 2 semanas de edad (Wenger *et al.*, 2002). Sin embargo, el tiempo requerido para la castración bajo anestesia fue de 1 min más por lechón cuando se comparó con la castración sin anestesia; además de tener costos que fueron considerablemente superiores. Los representantes de la industria porcina sueca se oponen a esta técnica debido a los riesgos a los que se expone el personal, lo complicado de la instrumentación técnica y los altos costos; por lo que el halotano se retiró del mercado europeo. El estudio se repitió con isoflurano y nitrito de isoflurano (Walker, 2004), demostrando ser un método rápido, seguro y práctico. La inducción de anestesia fue suave y el reflejo palpebral desapareció en 51 s con isoflurano y en 36.5 s con nitrito de isoflurano. La anestesia y analgesia fueron suficientes en ambos casos, durando aproximadamente 2 min. Kupper y Spring (2008) realizaron castraciones en lechones a los que se les indujo anestesia con isoflurano dentro de 84 s con una inyección adicional previa de AINEs (meloxicam), llevando a cabo la intervención en el 92 % de los animales sin que estos realizaran movimiento alguno durante la operación.

El sevoflurano es un anestésico volátil relativamente nuevo, muy atractivo para su uso a través de mascarillas en los humanos, porque actúa rápidamente. Sin embargo, en cerdos el isoflurano actúa más velozmente (47.5 vs 44 s), aunque la recuperación lleva un poco más de tiempo (122 vs. 140 s). La droga *per se* no produce estrés, aunque tampoco disminuye los aumentos de cortisol (Schulz, 2007; Schulz *et al.*, 2007a, b). La aplicación de ketamina y azaperona por vía intramuscular o intranasal produce una anestesia segura y una recuperación pronta (Axiak *et al.*, 2005).

Axiak *et al.* (2007) propusieron la administración de una mezcla de anestésicos incluyendo ketamina y azaperona vía nasal en aerosol. La anestesia se indujo en 10 min y la recuperación fue rápida, aunque la profundidad de la anestesia fue insuficiente. Una combinación de ketamina y azaperona fue fácil de administrar a una cantidad importante de lechones generando buena analgesia (Lahrman *et al.*, 2006). Sin embargo, la recuperación requirió 3 h y murieron entre el 3 y el 5 % de los lechones. Además, en estudios más recientes no se logró la profundidad de anestesia adecuada (Leeb *et al.*, 2008; Schmidt y von Borell, 2008). Otra limitante es que la ketamina es una droga disociativa, por lo que al igual que ocurre con el pentobarbital, su uso va a ser cada vez más restrictivo y será más difícil de conseguir por los productores. En Rusia se inyecta pentobarbital sódico a nivel intratesticular en cerdos adultos, con lo que el cerdo cae inconsciente, aunque la inyección de grandes volúmenes de esta droga es dolorosa (Duncanson, 2013), y como en el caso de la ketamina, puede prestarse a una mala utilización en los humanos, lo que restringe su disponibilidad cada vez más.

Un factor colateral que limita la aplicación de los fármacos que inducen anestesia tanto general como local es que el acceso a estos productos es limitado en muchos países, y en ocasiones incluso exclusivo para médicos veterinarios. Por tanto, esto debe considerarse entre las ventajas y desventajas del uso de estos fármacos, y tratar de aplicar, en lo posible, nuevas opciones para sustituirlos. El hecho de que ciertas drogas sólo se encuentren al alcance de veterinarios tampoco garantiza su uso. Por ejemplo, Hugonnard *et al.* (2004) encontraron que el 96 % de los veterinarios franceses

encuestados se autocalificaron como moderada o extremadamente preocupados por el reconocimiento y el alivio del dolor animal. Sin embargo, sólo 17 % de ellos utilizaba analgésicos luego de realizar una castración. De los médicos veterinarios europeos 54 % consideró que la ley que obliga a usar anestesia en la castración de lechones es buena, pero sólo el 19 % de los productores coincidió con esta apreciación (Fredriksen y Nafstad 2006). La discrepancia entre opiniones puede deberse en muchos casos a falta de información. Tuyttens *et al.* (2011) demostraron un cambio de percepción en estudiantes luego de acceder a información relevante de los diferentes métodos de castración, particularmente cuando la presentación fue de forma audiovisual.

c. Anestésicos locales

Backus y McGlone (2018) evaluaron el uso de enriquecimiento ambiental como un método para aliviar el dolor después de la castración y el corte de colas de los lechones, encontrando que éste no tuvo efecto en la disminución del dolor, aunque los cerdos crecieron más pesados y con una mejor respuesta inmune que aquellos criados sin enriquecimiento ambiental, concluyendo que este último mejora el bienestar general de los lechones.

EL FACTOR EDAD

En la opinión de algunos productores, los becerros de menos de una semana de edad manifiestan menos signos de dolor, por lo que en muchos casos se considera que la castración a esa edad es un procedimiento indoloro que no requiere de anestesia o analgesia (Boesch *et al.*, 2006). En Nueva Zelanda, Stafford *et al.* (2000) encontraron que 74 % de los productores de ganado bovino castraba a sus becerros en sus propias granjas; y de estos, 85 % usaba anillos de goma, 18 % castración quirúrgica y menos del 1 % utilizaban pinzas de Burdizzo. El anillo de goma se utilizó en animales que tenían en promedio 2.2 meses, siendo el 93 % de los animales así tratados menores de 3 meses de edad. Los becerros castrados mediante cirugía tenían en promedio 4.3 meses: 54 % de ellos se castraron en los primeros 3 meses de vida y 39 % durante los siguientes 3 meses. Solamente 3 % de los productores mencionó que usaba anestesia local, y un número similar solicitó la ayuda de un médico veterinario para la castración. A su vez, el método de castración elegido estuvo muy influenciado por la región, lo que demuestra la falta de pautas generales acerca de cómo manejar el dolor.

La evidencia científica no es contundente en cuanto a que los animales más jóvenes experimenten menos dolor. En general, los animales tienen la capacidad de sentir dolor desde muy jóvenes, de forma similar a los animales mayores (Mellor y Gregory, 2003; Mellor y Stafford, 2004; Baccei y Fitzgerald, 2006). Tanto los animales como los humanos pueden experimentar dolor desde edad muy temprana, lo que además puede alterar el desarrollo neurológico, con el riesgo de que algunos sujetos terminen con una mayor sensibilidad al dolor a largo plazo (Levionnois y Morméde, 2014).

Bretschneider (2005) recomienda realizar la castración en animales recién nacidos, ya que la pérdida de peso es casi nula. Es indiscutible que los testículos y las lesiones son mayores en animales más grandes, lo que además coincide con mayores cambios en el cortisol (King *et al.*, 1991; Ting

et al., 2005), las proteínas de fase aguda (Ting *et al.*, 2005) y las conductas asociadas al dolor (Robertson *et al.*, 1994) en animales mayores. Robertson *et al.* (1994) encontraron que el uso de ligas de goma, pinzas de Burdizzo y castración quirúrgica sin el uso de anestesia, producen estrés agudo durante las 3 h siguientes a la castración en becerros. Los signos de dolor, como intentos de fuga y periodos con posturas anormales, son menores en los animales de 6 que en los de 21 y 42 días de edad. Esto confirmaría que el procedimiento es menos doloroso en los animales más jóvenes, considerando que se suma el estrés de la separación de sus madres durante la castración. Además, concluyeron que la castración con pinzas de Burdizzo produce menos dolor, particularmente en los becerros más jóvenes. Por el contrario, científicos ingleses demostraron desde 1993 que la edad influye poco en la respuesta conductual al dolor en los animales castrados (Molony *et al.*, 1993), y que la respuesta máxima de cortisol era incluso mayor en corderos de 5 días de edad que en animales mayores (Kent *et al.*, 1993). Por ejemplo, los anillos de goma que se han usado en el Reino Unido por más de medio siglo son actualmente uno de los métodos más populares (French *et al.*, 1992) debido a que es de aplicación rápida, fácil, barata y efectiva. Sin embargo, produce considerable dolor en corderos de todas las edades, particularmente en aquellos menores a 6 semanas, que es cuando la técnica se aplica más frecuentemente (Mellor y Murray, 1989a, b; Lester *et al.*, 1991; Molony *et al.*, 1993; Kent *et al.*, 1993, 1995; Lester *et al.*, 1996), incluyendo aquellos de menos de una semana de edad, donde su aplicación sin anestesia está incluso prohibida en el Reino Unido (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1992). Es más, el dolor agudo es tan fuerte en corderos de menos de 48 h de nacidos que inhibe el comportamiento ingestivo de cantidades suficientes de calostro, lo que los debilita y predispone a enfermarse (Collins *et al.*, 1985; Henderson, 1990). En lo que sí existe acuerdo es en que los animales más pequeños son más fáciles de atrapar y sujetar, y tienen menos complicaciones postoperatorias (Baird y Wolfe, 1998), además de resultar menos peligrosos para los operarios. Eso ayuda a que aproximadamente el 40 % de los becerros se castren antes de su primera semana de edad y 60 % antes del mes (Boesch *et al.*, 2006).

Las prácticas de manejo y condiciones de crianza del ganado determinan en muchas ocasiones la edad a que se practica la castración y la metodología a utilizar. En ocasiones puede ser muy difícil castrar becerros pequeños en sistemas extensivos, donde los animales no se llevan a las instalaciones hasta que tienen 5 o 6 meses de edad, cuando son castrados, vacunados, marcados y desparasitados, generalmente en un solo manejo. Para entonces, los anillos de goma son demasiado pequeños para el tamaño de estos animales y la castración con pinzas de Burdizzo lleva demasiado tiempo, por lo que generalmente estos becerros son castrados mediante cirugía sin analgesia (Stafford, 2007a). Con esto en mente, se desarrolló un dispositivo de banda elástica para castrar animales mayores con testículos grandes. La castración con esta banda elástica consiste en su colocación en el cuello del escroto, interrumpiendo el suministro de sangre hacia el testículo, de forma similar a lo que se hace con los anillos de goma, lo que provoca el desprendimiento del escroto y su contenido a los 35 a 65 días (González *et al.*, 2010). Sin embargo, este método causa dolor agudo y crónico (Chase *et al.*, 1995; Molony *et al.*, 1995; Knight *et al.*, 2000), pérdidas de peso

que en el caso de becerros de 6 a 8 meses fueron del 31 % durante las 6 semanas que siguieron a la intervención (González *et al.*, 2010). Las pérdidas en animales de 400 kg llegaron a ser del 55 %, en comparación con toros castrados mediante el método quirúrgico (Chase *et al.*, 1995). Los becerros castrados tienen mayores gastos de energía debido al dolor asociado con el procedimiento de castración, o la energía se reorienta hacia funciones tales como la respuesta inmune o la reparación de tejido. El dolor agudo puede eliminarse mediante la aplicación de xilacina en forma epidural y flunixin intravenoso, aunque la medicación también puede reducir el apetito y la actividad (González *et al.*, 2010), por lo que el método no es muy aceptado por los productores (Knight *et al.*, 2000). Por el contrario, en sistemas de cría intensivas los becerros se manejan con frecuencia desde edades muy tempranas, por lo que pueden castrarse durante los primeros días o semanas de vida mediante casi cualquier procedimiento. Además, cuando la castración con anillos de goma se aplica en animales de entre 1 y 20 semanas de edad no afecta las ganancias de peso de los becerros (Molony *et al.*, 1995; Stafford *et al.*, 2002; Pang *et al.*, 2006).

Las diferencias en las tasas de crecimiento de los estudios anteriores parecen estar relacionadas con la edad al momento de interferir la circulación sanguínea hacia el testículo. A medida que los becerros tienen más edad, el impacto de la ligadura en las tasas de crecimiento parece también ser mayor. Además, a esto se suma que cuando se realizan heridas más pequeñas hay menos complicaciones postoperatorias, y, como se comentó, existe cierta evidencia en favor de un menor sufrimiento en los animales jóvenes. Por ello, los becerros deberían castrarse lo antes posible dentro de los 3 meses de edad o en la primera oportunidad de manipulación utilizando el método que cause menos dolor o sufrimiento al animal (OIE, 2014a), aplicando los tratamientos farmacológicos que han demostrado limitar o eliminar el dolor conforme al procedimiento elegido.

En los ovinos, al igual que en los bovinos, la tendencia es a castrar los animales tan jóvenes como sea posible. Sin embargo, en la práctica la edad a la que se castran los corderos es muy variable, y depende fundamentalmente de si provienen de sistemas intensivos o extensivos. En los primeros, se tiene un acceso constante y fácil a los corderos, por lo que esta práctica se realiza a partir de los 2 días de edad, mientras que, en los segundos, los animales se traen hacia los corrales de manejo periódicamente para realizar ésta y otras prácticas, por lo que la edad de los corderos puede variar significativamente de acuerdo con los manejos. No obstante, antes de movilizar rebaños es necesario asegurarse que el vínculo entre las madres y sus corderos esté consolidado.

En el Reino Unido la ley exige que la castración de los corderos se realice durante la vida temprana del animal: si se utilizan anillos de goma, éstos deben colocarse durante la primera semana de vida, ya que su utilización en animales mayores puede producir inflamación crónica y dolor persistente por más de 40 días luego de la aplicación (Kent *et al.*, 2000). Los otros métodos pueden aplicarse hasta antes de las 12 semanas de edad, pero sólo cuando sean practicados por un médico veterinario (Melches *et al.*, 2007). De acuerdo con la legislación vigente desde 1994, no está permitida la castración en los corderos mayores de 3 meses de edad sin el uso de un anestésico, y el uso de anillos de goma queda restringido a la primera semana de vida del animal (Farm Animal

Welfare Council, 1994). Además, no se permite castrar quirúrgicamente a los corderos mayores de 10 semanas de edad, ya que se considera que es un procedimiento muy doloroso (Melches *et al.*, 2007). Las respuestas comportamentales y de cortisol son similares en corderos castrados a los 5, 21 o 42 días de edad (Molony *et al.*, 1993; Kent *et al.*, 1993). Sin embargo, Thornton y Waterman-Pearson (2002) encontraron que los corderos castrados a los 7 días de edad reducen en mayor magnitud la conducta de juego que los castrados a los 28 o 42 días de edad, además de disminuir más el tiempo que permanecen echados, y aumentar la incidencia de posturas anormales durante un periodo postoperatorio de 3 días. Asimismo, en los trabajos de Johnson *et al.* (2005, 2009) se demuestra, mediante el estudio de espectros del encefalograma, que en los corderos castrados bajo anestesia general existen cambios asociados con su percepción cognitiva del dolor, lo que aumenta de las 3 h a los 44 días de edad.

Fultro *et al.* (2015), compararon tres métodos de castración en corderos, y pudieron observar que la atención que recibían por parte de su madre era directamente proporcional a las manifestaciones de dolor que mostraban; lo que sugiere que al menos la presencia de la madre podría reconfortar en alguna medida a los corderos bajo dolor intenso.

En los machos cabríos, la edad a la que se realiza la castración también es muy variable: hay quienes la realizan al nacimiento (Allan y Holst, 1989), a la semana (Bayarktaroglu *et al.*, 1988; Tahir *et al.*, 1994; Abdullah y Musallam, 2007), al mes y medio (Ruvuna *et al.*, 1992), o entre los 3 y 5 meses de edad (Mourad *et al.*, 2001; El-Hag *et al.*, 2007; Koyuncu *et al.*, 2007). En términos productivos, los efectos de la castración también son contradictorios, ya que, por ejemplo, cabritos machos tuvieron mayores ganancias diarias de peso que hembras y machos castrados (Louca *et al.*, 1977). Tuncel y Akman (1983) también encontraron que la ganancia diaria de peso y la utilización del alimento fueron superiores en los machos intactos que en los castrados a los 7 meses de edad. Lo mismo se confirmó en un trabajo realizado en Australia, en el que los machos intactos también crecieron más rápido que los castrados (Allan y Holst, 1989). En contraste, otros autores encontraron que los cabritos castrados durante su primera semana de vida crecieron más rápido que los machos intactos y las hembras (Mackenzie, 1993), y Koyuncu *et al.* (2007) no encontraron diferencia en las ganancias diarias de peso entre los 160 y 216 días de edad de cabritos de pelo castrados a los 100 días de edad. Las pérdidas de peso parecen deberse al estrés que causa el procedimiento de castración, por lo que cuanto más invasivo es el procedimiento, y cuanto mayores son los animales cuando se lo realiza, las consecuencias son más importantes. Zamiri *et al.* (2012) encontraron que la emasculación en cabritos fue tan dolorosa en animales de 3 meses de edad que perdieron 2 kg de peso, que no fue recuperado durante los 3 meses posteriores a la castración. Los resultados de la castración en cuanto a la deposición de grasa también son inconsistentes (Allan y Holst, 1989; Mourad *et al.*, 2001; Koyuncu *et al.*, 2007). Por lo general, la castración en las cabras resulta en un incremento en la deposición de grasa en el cuerpo (Bayarktaroglu *et al.*, 1988; Abdullah y Musallam, 2007; Koyuncu *et al.*, 2007), pero también existen trabajos donde no se ha podido encontrar efectos significativos por la castración (Tahir *et al.*, 1994).

En pocos estudios se analizaron las propiedades organolépticas de la carne de cabra, pese a una creencia general de que la carne de machos cabríos adultos tiene un sabor fuerte y olor desagradable (Zamiri *et al.*, 2012). Sin embargo, los resultados también son contradictorios. Kirton (1970) y Gaili *et al.* (1972) no encontraron un sabor característico en la carne de machos intactos. En contraste, Louca *et al.* (1977) sí encontraron un sabor de intensidad variable en la carne de machos intactos a los 7.5 meses de edad; y en un estudio posterior Kumar *et al.* (1983) encontraron este mismo sabor tanto en la carne de animales intactos como en la de aquellos que fueron castrados a los 2 o 3 meses de edad, pero no en los castrados a los 15 o 30 días. Asimismo, Bayarktaroglu *et al.* (1988) no encontraron diferencias en el sabor de la carne de machos que se castraron a los 7 meses de edad cuando se sacrificaron a los 10. De la misma manera, los resultados en calidad de la carne en términos de aroma, sabor y suavidad no son concluyentes (Phad *et al.*, 1995; Zamiri *et al.*, 2012). Estas inconsistencias pueden vincularse con la edad de castración, el método utilizado, las condiciones ambientales, el periodo y tipo de engorde, así como la raza de las cabras estudiadas.

La castración quirúrgica en lechones jóvenes generalmente se practica sin anestesia ni analgesia durante los primeros días de edad ya que al igual que en otras especies, habitualmente se supone que los animales más jóvenes tienen menos capacidad de sentir dolor (Heid y Hamm, 2013). Por ello, aunque se sabe que la castración sin analgésicos es dolorosa para los lechones, se realiza cuando los lechones tienen pocos días de nacidos (Taylor *et al.*, 2001). Muchos productores realizan la castración en animales al día de nacidos o al día siguiente junto con el recorte de colas, inyección de hierro y recorte de colmillos. A esta edad, la cirugía requiere mucha destreza, porque los testículos son muy pequeños y se corre el riesgo de realizar una castración incompleta, ya que uno o ambos testículos pueden no haber descendido completamente al escroto.

Pérez-Pedraza *et al.* (2018a, b) demostraron que lechones castrados con 13 días de edad, mostraban mayores alteraciones que los castrados a los 5 días. Guatteo *et al.* (2012) encuentran que la edad de los lechones influye en su respuesta de dolor a la castración, siendo menos pronunciada en los sujetos más jóvenes. Janczak *et al.* (2012) observaron resultados similares al comparar lechones de 14 vs. 7 días. Igualmente, McGlone y Hellman (1988) compararon la castración en lechones de 2 vs. 7 semanas de edad, encontrando que con anestesia local eliminaban las conductas inducidas por el dolor en los lechones jóvenes, pero aparentemente era inefectiva en los mayores (Von Borell *et al.*, 2009b).

Las bases legales sobre la edad de castración son un tanto contradictorias. La Asociación de Médicos Veterinarios de los EUA recomienda realizar la castración quirúrgica en lechones como máximo a los 14 días de edad (American Veterinary Medical Association, 2010), mientras que la recomendación de la Unión Europea es hacerlo luego de los 7 días de edad, siempre por un médico veterinario, utilizando anestésicos y analgésicos (Eur-Lex, 2008), y actualmente se discute su prohibición (European Commission, 2008). En Canadá se recomienda entre los 3 y 7 días de edad, también con uso de medicamentos (Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2016). En la literatura científica existe evidencia que muestra un mayor dolor producto

de la castración en lechones ya destetados de 7 y 8 semanas de edad, en comparación con lechones antes del destete, menores a 20 días de edad (McGlone y Hellman, 1988; McGlone et al., 1993). Sin embargo, McGlone et al. (1993) encontraron que los cerdos muestran cambios conductuales y muy probablemente percepción del dolor similares cuando se los castra al día o a los 20 días de edad. Kattesh et al. (1996), Taylor et al. (2001) y Carroll et al. (2006) no encontraron diferencias en castrar lechones a los 3, 7 o 17 días de edad. Por otro lado, White et al. (1995) encontraron que la castración incrementa la frecuencia cardíaca y vocalizaciones en lechones mayores a los 8 días de edad, luego de evaluar hasta los 24 días de edad. Sin embargo, Taylor et al. (2001) encontraron que, si bien el estrés del manejo puede variar con la edad, el dolor de la castración *per se* no se ve afectado, al menos dentro del rango que ellos manejaron, que fue de 3 a 17 días de edad. En síntesis, aunque en general se recomienda castrar a los animales a edades más tempranas, la información no es concluyente en cuanto a las ventajas de la edad a la que se practica.

La velocidad con que sana la herida es similar cuando se realiza un corte transversal o dos verticales (Waldmann et al., 1994; Zankl et al., 2007; Sutherland et al., 2010). Sin embargo, Heinritzi et al. (2006b) señalan que las heridas de lechones castrados a los 4 días de edad sanan con mayor rapidez y con menores complicaciones que las de los animales castrados a los 7, 10 o 28 días de nacidos. No obstante, lo que pareciera ser una ventaja de realizar la castración quirúrgica en animales jóvenes, se convierte en una desventaja productiva. Los lechones castrados entre 1 y 3 días de edad disminuyen su crecimiento debido a que la castración afecta el establecimiento del orden de succión por las glándulas mamarias de la madre, poniendo en desventaja a los animales sometidos recientemente a una cirugía para competir con sus hermanos por el acceso a las tetas más productivas (Hay et al., 2003). Otras complicaciones asociadas a la castración de lechones de 5 días de edad son: desconfort, anorexia, adinamia, temblores y espasmos de miembros posteriores, aislamiento y disminución de las interacciones sociales positivas (Llamas-Moya et al., 2008a). Al realizar la castración en lechones un poco mayores para evitar afectar el orden en la posición de la ubre de la madre, McGlone et al. (1993) encontraron que los lechones castrados a los 14 días de edad logran mayores ganancias de peso durante la lactación, y pesan más al destete que cuando se les castra al día de edad.

Otro factor importante a considerar es la experiencia previa que los lechones tengan con otras prácticas dolorosas, o si la castración se lleva a cabo en forma simultánea a éstas. Como ya se mencionó, en muchos casos los productores aprovechan el manejo para realizar varios procedimientos a la vez, como el recorte de colmillos, recorte del rabo, inyecciones de hierro, operaciones de identificación como aretado (caravaneo), muescas en orejas o tatuajes; procedimientos que suelen llevarse a cabo junto con la castración o en días próximos, ya sea antes o después, lo que podría exacerbar o sensibilizar la percepción del dolor en los animales (Lidow, 2002). Sin embargo, hay muy pocos estudios al respecto (Rault et al., 2011). Por ejemplo, Prunier et al. (2005) encontraron que, pese a que la castración induce un aumento significativo en ACTH, cortisol y lactato, estas variaciones

indicativas de dolor durante y después de la castración, no se presentan al recortar las colas ni los colmillos en los lechones.

CONCLUSIONES

La castración es un procedimiento doloroso, incluso para lechones de menos de una semana de edad. Castrarlos en una etapa temprana de su vida ayuda a la cicatrización de las heridas y facilita su manejo, aunque no deben castrarse demasiado jóvenes para no tener establecido completamente su orden en la glándula mamaria, ya que podrían perder peso en forma diferencial luego del procedimiento. La intervención genera un dolor intenso, pero la anestesia local en combinación con analgesia de larga duración disminuye el dolor durante la cirugía y postratamiento. El manejo adicional, la efectividad de cada fármaco, y el riesgo de su uso, son factores a considerar en el bienestar y sustentabilidad de la práctica. Lo que no se tiene claro aún es cuánto es el dolor crónico y por cuánto tiempo lo sufren, ni la conveniencia o no de realizar la castración junto con otras prácticas de manejo, la mejor edad y el mejor método.

La investigación en estos temas podría ayudar a determinar la mejor estrategia para manejar el dolor en el caso de castraciones inevitables. Los problemas de bienestar asociados con la castración como práctica rutinaria se pueden solucionar utilizando métodos no quirúrgicos, entre los que la inmunocastración parece como un método prometedor. Otros métodos; como el sexado de espermatozoides, aún no están listos para su aplicación práctica, pero no por ello dejan de ser alternativas interesantes por desarrollar.

Aunque el dolor es la parte medular de este trabajo, debe considerarse que para convencer a los productores de utilizar una u otra metodología existen otros factores. Por ejemplo, los daños colaterales al procedimiento, como pueden ser infecciones, hemorragias, el periodo en que tardan en sanar las heridas, la facilidad de aplicación del procedimiento, el costo y acceso a fármacos, y la disponibilidad de equipo y personal calificado. Todo esto hace que no sea tan fácil la selección de un método, pero brinda opciones sobre cuál sería el mejor en diferentes escenarios. En este sentido, la anestesia local elimina casi en su totalidad la respuesta de cortisol, y por ende el dolor agudo asociado causado por los anillos de goma o las bandas elásticas para castración de animales mayores, pero requiere combinarse con algún analgésico sistémico como el ketoprofeno para eliminar la respuesta de cortisol en la castración con pinzas de Burdizzo o quirúrgica. Como regla general, la combinación de anestésicos locales con AINEs proporciona una de las formas de reducir el dolor bajo cualquiera de los métodos de castración física seleccionado.

Desde el punto de vista de veterinarios y productores, existen tanto ventajas como desventajas en cada uno de los métodos de castración existentes. Sin embargo, la castración quirúrgica utilizando emasculador para hemostasis en toros adultos, junto con la utilización de anestesia local y ketoprofeno, parece una buena opción. El riesgo de falla al utilizar la castración mediante pinzas de Burdizzo hace este método menos atractivo, porque los animales que no quedan castrados deben ser sometidos nuevamente al procedimiento; además de que pueden dejar preñadas terneras de

manera no deseada. El uso de anillos de goma puede ser usado en becerros muy jóvenes, ya que es una técnica barata y efectiva, pero debe asociarse a la aplicación de anestésicos-analgésicos para eliminar el dolor casi en forma total.

El precio de los fármacos, las restricciones legales y el costo de un veterinario pueden restringir su aplicación práctica (Stafford *et al.*, 2005c). En la industria pecuaria son varios los ejemplos de sistemas de crianza donde la castración ya no se realiza. Anteriormente se mencionó el caso de la crianza de cerdos enteros, pero también el FAWC (2008) encontró que cerca de 40 % de los carneros criados en Nueva Zelanda para exportación cárnica no se castran, ya que existen mercados para los animales enteros. El sacrificio de animales intactos antes de llegar a su madurez sexual es un método que evita la castración, y que incluso tiene ventajas en relación con las mejores ganancias de peso de estos animales, y la producción de carne más magra que actualmente busca el mercado.

Dada la gran diversidad de factores involucrados, resulta imposible establecer un mejor método en lo general, por lo que deberán valorarse las situaciones y la información científica proporcionada para elegir el mejor método para cada situación.

RECORTE DE COLAS

BOVINOS

INTRODUCCIÓN

El recorte de las colas o rabos se llevaba a cabo en vaquillonas lecheras cuando becerras o llegando al parto (Eicher y Dailey, 2002), pero actualmente ha caído en desuso sin repercusiones económicas o sanitarias. La justificación para su realización era lograr un acceso más sencillo a la ubre durante el ordeño, particularmente cuando se utilizaban sistemas automáticos de espina de pescado o rotacionales. En algunas otras ocasiones, productores que ordeñan manualmente la realizaban con el fin de ahorrarse el tiempo y el trabajo de amarrar las colas, evitando así que la vaca golpeará con el rabo al ordeñador durante el proceso de ordeño. Además, esto reducía la caída de pelo en la leche y la posible contaminación con excremento (Callejo, 2009). También se justificaba bajo la creencia de que reducía la incidencia de mastitis en el ganado lechero (Sutherland y Tucker, 2011). En otras ocasiones, el recorte de cola se realiza como un método de identificación.

Con base en lo anterior, muchos productores de leche bovina empezaron a recortar la cola de sus animales para reducir la prevalencia de enfermedades en sus granjas, incrementando la salud de la ubre y mejorando la calidad de la leche. Esto se basaba en la consideración de que, en un sistema intensivo de estabulación, la cola de las vacas se contamina con heces y orina; y con el movimiento de la cola se diseminan patógenos en el cuerpo de la vaca incluyendo la ubre. Actualmente se sabe que esto no es cierto, por lo que muchas de estas prácticas no se justifican (Schreiner y Ruegg, 2002a; Lombard *et al.*, 2010) (FOTOGRAFÍA 10). En varios experimentos involucrando miles de animales con la cola recortada o intacta, se demostró que el recorte no tiene beneficio alguno en la calidad de la leche, limpieza de la ubre ni incidencia de mastitis o leptospirosis (Eicher *et al.*, 2001; Tucker *et al.*, 2001; Schreiner y Ruegg, 2002b; Stull *et al.*, 2002; Fulwider *et al.*, 2008). Por el contrario, el recorte de cola tiene efectos detrimentales aumentando el número de moscas que se posan sobre las vacas, ya que la cola es su principal defensa frente a las mismas (Hemsworth *et al.*, 1995; Eicher y Dailey, 2002; Vitela *et al.*, 2007). Además, en los animales con la cola recortada se observa un aumento del número de otras conductas relacionadas con la defensa ante estos insectos, como golpear el piso con las patas, sacudir la piel, la cabeza, o un incremento de la actividad locomotora (Eicher *et al.*, 2001; Eicher y Dailey, 2002; Callejo, 2009) que no son tan efectivas como el movimiento de la cola. Por ello el recorte de colas está prohibido o no se practica más en muchos países (Sutherland y Tucker, 2011; Levionnois y Morméde, 2014). La legislación en Europa, Nueva Zelanda, Australia y Canadá

establece que el recorte de la cola se realice únicamente cuando los animales con colas intactas estén en riesgo de salud, y cuanto más jóvenes mejor (Ministry of Agriculture and Fisheries, 2005).

Además, los movimientos de la cola pueden ser fuente de información para el personal (Albright y Arave, 1997) y sirven para la comunicación con otros miembros del grupo. Por ejemplo, un estado mental positivo como el que se da durante el amamantamiento se acompaña de un movimiento vigoroso de la cola de los corderos (FOTOGRAFÍA 11). En las cabras se demostró que la cola cumple funciones importantes como señal de estimulación sexual de los machos (Haulenbeek y Katz, 2011), por lo que su amputación podría afectar otras funciones que aún no están claras.

En el ganado bovino especializado en la producción de carne, el corte de la cola se realiza para prevenir necrosis en el extremo de la cola en las operaciones de confinamiento; particularmente en el ganado mantenido sobre pisos ranurados. Sin embargo, aquí también la evidencia muestra que las necrosis se previenen con mayor espacio por animal y una cama adecuada. En síntesis, no existe una justificación válida para recortar la cola de los bovinos, ya que es una práctica dolorosa, y trae consecuencias negativas para los animales, por lo que definitivamente no se recomienda su ejecución (Kroll *et al.*, 2014a, b; OIE, 2014a). Además de resultar doloroso y peligroso (aumento de vectores como moscas hematófagas), puede llegar a reducir la producción de leche (mediante la reducción de consumo de alimento, y gasto energético en actividades físicas tendientes a sustituir la función de la cola en la defensa ante las moscas) (Hemsworth *et al.*, 1995).

MÉTODOS

El recorte de la cola en becerras jóvenes se realiza mediante anillos de goma o cauterización, en conjunto con anestesia epidural o un bloqueo en forma de anillo alrededor del rabo (Petrie *et al.*, 1996b). Entre estos dos métodos, el uso del anillo evita la hemorragia de la cauterización, que puede ser cuantiosa. El rabo puede recortarse con un instrumento cortante una o dos semanas después de la aplicación de la banda de goma, aunque frecuentemente se cae solo (Tom *et al.*, 2002a). En algunos países se amputa la borla (punta de la cola con el pelo que cuelga de esta) mediante una herramienta cortante sin anestesia (Tucker *et al.*, 2001). El recorte puede hacerse muy alto, a nivel de la vulva, removerse al medio, o solamente a la punta del rabo. De cualquier modo, las becerras pueden desarrollar dolor neuropático por la existencia de neuromas resultantes del daño producido a los nervios periféricos del extremo de cola (Eicher *et al.*, 2006).

El procedimiento es más doloroso en animales mayores, en los que provoca signos inmediatos de dolor (Petrie *et al.*, 1996b). En los animales jóvenes, la información es contradictoria, ya que existen trabajos donde se identifican cambios conductuales como respuesta al dolor que genera la práctica (Eicher *et al.*, 2000), mientras que en otros trabajos no se identifica este tipo de respuestas (Tom *et al.*, 2002b). Como alternativa, se puede cortar únicamente el pelo de la punta de la cola, lo que parece tener ciertos beneficios en la calidad de la leche y limpieza de la ubre sin que sea doloroso (Karimi *et al.*, 2010). De todas formas, no se ha estudiado el efecto del mismo en la capacidad de la cola así tratada para espantar las moscas.

OVINOS

INTRODUCCIÓN

Esta práctica se realiza en las razas de origen europeo y raramente en ovinos tropicales; en muchas ocasiones solamente por motivos estéticos (Molony y Kent, 2007; Larrondo *et al.*, 2018) y en razas de cola gruesa, con el fin de mejorar la calidad de la carne (Wang *et al.*, 2018). El propósito en las razas de lana criadas en zonas geográficas de alta ocurrencia de moscas es mejorar la limpieza de la zona perianal y reducir la incidencia de miasis (infecciones de larvas de mosca en la piel) al disminuir la cantidad de heces que se acumulan en la lana adherida a la cola, particularmente cerca de la región perianal (Sutherland y Tucker, 2011). Sin embargo, esta relación entre el corte de la cola y la reducción de miasis no es tan clara (FOTOGRAFÍA 12), e incluso existen estudios que demuestran que no existe relación alguna entre la longitud de la cola y la limpieza de la región perianal (Scobie *et al.*, 1999). En las razas de cola gruesa existen resultados contradictorios en cuanto a las ventajas reproductivas que esta técnica pudiera ofrecer (Marai y Bahgat, 2003), aunado a que en estas razas la cola adquiere un sobreprecio, por ser la carne mejor cotizada.

En las razas de pelo, se ha demostrado que la cola no va en detrimento de la reproducción, sino por el contrario, la presencia de la cola puede proteger el ambiente vaginal contra un incremento de la carga bacteriana (Orihuela *et al.*, 2019), y sus movimientos favorecen la cópula, reduciendo el número de carneros que ejecutan intromisiones anales (Fierros-García *et al.*, 2018) así como una señal que favorece la elección de ovejas con cola como compañera sexual por parte de los carneros (Orihuela *et al.*, 2018a).

En la literatura científica existen muy pocos estudios en que se haya evaluado la relación entre el recorte de colas y el ataque de moscas, y entre los pocos existentes es posible encontrar resultados tanto a favor del recorte de colas (French *et al.*, 1994a), como a favor de mantener los animales con su cola intacta (Ware *et al.*, 2000). Independientemente del tamaño de la cola, en Europa la incidencia de miasis es de entre 0.7 y 2.9 % (French *et al.*, 1992; Snoep *et al.*, 2002), y en Australia entre el 0.3 y 4.1 % (Reeve y Thompson, 2005). Sin embargo, el 90 y 96 % de los ovinocultores en el Reino Unido y EUA, respectivamente, realizan esta práctica (French *et al.*, 1994b; USDA, 2003a). Otro supuesto factor a favor de recortar la cola en los ovinos es la facilidad de trasquila (esquila). Sin embargo, a pesar de que existe muy poca información, Scobie *et al.* (1999) calcularon que el tiempo promedio que se invierte en trasquilar un animal con una cola ultracorta es de 60 s, ahorrándose solamente 12 s frente a ovinos con colas recortadas a la altura del corvejón.

La práctica produce dolor agudo en los animales (Kent *et al.*, 1993), y recientemente se ha demostrado que produce dolor crónico e hiperalgesia (Larrondo *et al.*, 2017; 2019a), así como que puede favorecer artritis bacteriana en corderos (Lloyd *et al.*, 2016).

MÉTODOS

La cola puede recortarse a diferentes longitudes. En algunos casos se le recorta al ras del cuerpo, lo que favorece la incidencia de prolapsos (Thomas *et al.*, 2003) e incluso favorecen la incidencia

de miasis (Graham *et al.*, 1997). También pueden recortarse dejándolas más largas, lo que se hace generalmente en carneros o animales destinados al abasto, o cubriendo la vulva en animales destinados a la reproducción. En los EUA se recorta la cola a la mitad de su longitud.

En general la práctica se realiza en animales de entre 1 y 56 días de edad (French *et al.*, 1992; 1994a), siendo lo más común realizarlo dentro de la primera semana de vida (USDA, 2003b). Se utilizan varios métodos para realizar el recorte de cola en ovejas: utilizando una navaja filosa, bisturí, o cuchillo candente (Mellor y Stafford, 2000). En todos estos métodos simplemente se cercena parte del rabo, salvo que puede añadirse el uso de calor inmediatamente después de realizar el corte con un hierro caliente, o hacer el corte con una cuchilla calentada mediante gas o electricidad, aplicando presión sobre el corte por aproximadamente 1 s y favoreciendo así la hemostasia. También puede cortarse la cola después de ejercer presión sobre ésta con una pinza de Burdizzo. Sin embargo, el método más común es utilizar anillos de goma que se aplican mediante un elastrador, generalmente sin tratar de colocarlos en ningún sitio en particular en relación con las vértebras o el espacio intervertebral. La presión causa constricción sobre el tejido hasta provocar necrosis (Sutherland y Tucker, 2011), y el tejido muerto cae aproximadamente a las 2 semanas del tratamiento (French *et al.*, 1992). También puede combinarse con la utilización de pinzas de Burdizzo, en cuyo caso primero se coloca la liga, cómo se describió anteriormente y luego se aplica presión con las pinzas por aproximadamente 10 s en la parte inmediata distal o proximal del anillo de goma, con el fin de cortar la comunicación nerviosa. Los mejores resultados en cuanto a disminuir el dolor parecen ocurrir cuando los nervios son interrumpidos en la parte inmediatamente proxima a la aplicación de la liga (Kent *et al.*, 2001). En Europa se recomienda evitar el uso de anillos de goma, y, si tienen que usarse, éste se acompaña de medidas que disminuyan el dolor. Además, también recomiendan que la parte remanente de la cola deba al menos cubrir el ano o la vulva (Council of Europe, 1992; American Veterinary Medical Association, 2000; Ministry of Agriculture and Fisheries, 2005; Primary Industries Standing Committee, 2006).

Los cambios conductuales comúnmente asociados con el dolor provocado por el recorte de la cola en corderos, incluyen una disminución del tiempo de descanso, rodado en el piso, saltos, pataleo al piso, patadas al aire, voltear la cabeza hacia los cuartos (Graham *et al.*, 1997; Kent *et al.*, 1998; Grant, 2004), posturas anormales al echarse, caminar o pararse (Lester *et al.*, 1996; Graham *et al.*, 1997; Kent *et al.*, 1998; Grant, 2004), pararse inmóvil y cambios en la frecuencia de conductas de exploración y trepado (Marchewka *et al.*, 2016). Todos los métodos de recorte de cola son dolorosos. Sin embargo, tienen distinto efecto en las conductas que provocan, probablemente debido a los diferentes nervios y la forma de afectarlos. Cuando el recorte de la cola se realiza utilizando bisturí o cuchillo caliente, produce una respuesta de dolor inmediata, donde los animales pasan más tiempo parados y caminando de formas anormales (Lester *et al.*, 1996; Sutherland y Tucker, 2011). Cuando además se les cauteriza con calor, los corderos emiten vocalizaciones durante el procedimiento (Grant, 2004). Por otra parte, los anillos de goma provocan que los animales vocalicen y adopten posturas anómalas por más tiempo, así como comportamientos asociados con la falta de descanso durante

varias horas después de la aplicación de las ligas (Lester *et al.*, 1996; Kent *et al.*, 1998; Graham *et al.*, 2002) debido a que este método provoca la estimulación de los nociceptores por presión directa durante un tiempo prolongado (Graham *et al.*, 1997; Grant, 2004;) hasta que aquellos ubicados en la parte distal del rabo a partir de la liga se tornan anóxicos y ocurre la muerte del tejido.

El uso de anillos de goma o de un cuchillo lo suficientemente caliente como para tener un efecto cauterizador, generan una respuesta similar de cortisol, lo que sugiere que el dolor que producen es parecido. Sin embargo, el uso de un cuchillo frío induce una respuesta de cortisol significativamente mayor, sugiriendo que produce un dolor agudo más intenso. Aunque cauterizar la herida después del corte puede generar quemaduras de tercer grado destruyendo la dermis, con ésto se propicia la destrucción de los nociceptores en la dermis, lo que a su vez ocasiona una pérdida de la sensibilidad del área dañada (Bonica, 1990) y puede mitigar el dolor. De acuerdo con Lomax *et al.* (2010), las manifestaciones de dolor son aún menores si durante el corte se aplica calor para cauterizar la herida. El corte de cola quirúrgico produce los mayores incrementos de cortisol en comparación con cualquier otro método, los que llegan a ser del 170 %, mientras que con anillos de goma son del 30 % (Mellor y Stafford, 2000).

Molony *et al.* (1993) encontraron que una hora después de recortar las colas con anillos de goma, los corderos no descansan; echándose y parándose repetidamente y recostándose sobre sus costados de una forma poco común a en la que descansan normalmente. Estos cambios conductuales no son tan evidentes cuando se recorta la cola con un cuchillo, por lo que los autores concluyeron que el recorte de cola utilizando bandas de goma causa más dolor agudo que el método quirúrgico, a pesar de no provocar sangrado. Lester *et al.* (1996) repitieron este estudio midiendo también las concentraciones de cortisol sanguíneo, encontrando las mismas respuestas conductuales que en el experimento anterior y además un caminar extraño por parte de los corderos descolados mediante el método quirúrgico. Ambos procedimientos provocaron un aumento drástico en los niveles de cortisol sanguíneo una hora después de aplicar el procedimiento; aunque este pico fue mayor en el descole quirúrgico y se mantuvo alto durante las 4 h en que se monitorearon los corderos, mientras que regresaron a niveles normales muy pronto después de la colocación de los anillos (FIGURA 9; Lester *et al.*, 1996). Por ello los investigadores concluyeron que el tratamiento quirúrgico provoca mayor dolor que a su vez se mantiene por más tiempo. De manera similar, Kent *et al.* (2001) demostraron que los corderos a los que se les recortó la cola utilizando una cuchilla candente tuvieron mayores aumentos de cortisol y pasaron más tiempo en posturas anormales y tuvieron más temblores que los del grupo control. Sin embargo, las conductas activas y las posturas de echado normales no difirieron. Además, el temblor sólo se presentó durante los primeros 6 min después del tratamiento, y en cualquier otro aspecto, las conductas de los corderos parecían normales. Sin embargo, aquellos corderos a los que se les recortó la cola mediante pinzas de Burdizzo, mostraron mayor actividad que los tratados mediante cuchilla candente.

Con cualquier método se recomienda el uso de anestesia local inyectada en forma subcutánea alrededor de la cola en forma de circunferencia, uno a dos minutos antes o inmediatamente después

de la colocación en el caso del anillo de goma, con lo que se reduce considerablemente la manifestación de indicadores conductuales de dolor (Graham *et al.*, 1997; Kent *et al.*, 1998). En la práctica, esto puede ser complicado y requerir mucho tiempo, particularmente cuando se trabaja con muchos animales; aunque ha dado mejores resultados que otros métodos que incluyen la administración de AINEs vía intramuscular, anestesia epidural, en aerosol (Graham *et al.*, 1997) u oral (Pollard *et al.*, 2001) o el uso de opioides (Morris *et al.*, 1994). También es posible aplicar compresión mediante pinzas de Burdizzo a la cola, inmediatamente antes o después de colocar la liga, preferentemente en posición proximal al sitio donde se ejerció presión (Lester *et al.*, 1991). Dinniss *et al.* (1997) intentaron reducir el dolor del descolado por anillo de goma mediante el uso de compresión para destruir los nervios encargados de la transmisión neural, pero la técnica no fue exitosa. Sin embargo, Kent *et al.* (1998) encontraron menor aumento de cortisol 40 a 60 min, luego de colocar las ligas; además de una disminución en las posturas anormales cuando se destruyeron los nervios con 10 s de presión con unas pinzas, después de colocar las ligas. La aplicación de anestésicos locales reduce aún más los signos conductuales de dolor, aunque no el aumento en los niveles de cortisol. Añadir una inyección de naloxona al tratamiento de anestesia local no reduce el dolor en los corderos jóvenes luego del recorte de cola (Wood *et al.*, 1991).

Algunas variantes al recorte de cola que pueden ayudar a disminuir el dolor podrían surgir de las siguientes bases. Por ejemplo, existen individuos que manifiestan sólo algunos signos de incomodidad durante el recorte de colas usando anillos de goma, y estos no van más allá de un periodo de 10 min, comparados con la mayoría de los corderos que despliegan una marcada respuesta conductual que puede durar una hora (Graham *et al.*, 1997; 2002). Esta variación individual de tolerancia al dolor permite sugerir la posibilidad de una selección genética hacia animales más resistentes al dolor, lo que no está influenciado por el género, ya que Mellor y Murray (1989a) encontraron que no hay diferencias entre la expresión conductual como respuesta al recorte de cola entre machos y hembras. Sin embargo, la variación entre individuos puede no ser exclusivamente de índole genética, y podría vincularse también con el sitio en que se coloca el anillo de goma, lo que de por sí sería un avance en el pulimiento de esta técnica para inducir menos dolor.

Por regla general, se recomienda colocar el anillo de goma entre la segunda y tercera vertebra coccígea (Lomax *et al.*, 2010). Graham *et al.* (2002) encontraron que la respuesta conductual de los corderos a la aplicación de anillos de goma varió considerablemente en magnitud, no sólo entre corderos, sino también en un mismo animal en diferentes ocasiones cuando el anillo se colocaba en sitios diferentes de la cola. Estos investigadores no encontraron una explicación contundente, pero sugieren que los mecanismos que pueden influir en esta respuesta se relacionan con el bloqueo de la conducción del nervio por deformación mecánica de los troncos nerviosos cuando el anillo de goma queda situado en el espacio intervertebral, a diferencia de si el anillo se coloca directamente sobre el cuerpo de la vértebra (Graham *et al.*, 1997). Luego del recorte de cola, y particularmente cuando se deja una herida, al igual que con otros procedimientos donde el medio favorece la incidencia de moscas o gusanos, es necesario aplicar cicatrizantes y mosquicidas como tratamiento complementario.

Como alternativas al recorte de colas también se estudia la selección genética hacia animales menos susceptibles al ataque de las moscas (James, 2006), la aplicación de productos mosquicidas, repelentes o la aplicación de una vacuna antimoscas (Elkington y Mahony, 2007), o trampas para moscas (Chaudhury *et al.*, 2015), con lo que se eliminaría la razón principal para realizar esta práctica.

Aunado a lo anterior, estudios recientes sobre auto-administración de analgésicos en la comida (Marini *et al.*, 2017) el uso del enriquecimiento ambiental así como el “buffering” social (Guesgen *et al.*, 2014; Larrondo *et al.*, 2019b) abren alternativas interesantes para reducir el dolor que produce el corte de cola.

PORCINOS

INTRODUCCIÓN

El recorte de la cola es otra de las prácticas dolorosas que se realiza en forma rutinaria en muchas granjas porcinas (Zonderland *et al.*, 2008). El recorte de la cola en cerdos genera un dolor agudo y cambios substanciales en la sensibilidad mecánica periférica, similares a los dolores neuropáticos (crónicos) encontrados en humanos y en otras especies (Kells *et al.*, 2017; Di Giminiani *et al.*, 2017). Este procedimiento se lleva a cabo fundamentalmente para evitar que otros cerdos muerdan la cola de sus congéneros. La caudofagia en los cerdos es un comportamiento anormal que se observa muy rara vez en animales criados bajo condiciones seminaturales (Moinard *et al.*, 2003). Sin embargo, en sistemas de crianza intensivos su incidencia fluctúa entre 0.1 y 72 % (Taylor *et al.*, 2010).

La caudofagia sucede principalmente por mantener a los cerdos en un ambiente inadecuado, negándoles la libertad de realizar conductas exploratorias, y aunque el corte de colas no resuelve las causas de la caudofagia y puede no ser efectivo en eliminar totalmente esta conducta, aún se considera una práctica efectiva en su control. Sin embargo, es claro que los cerdos sometidos a este procedimiento experimentan dolor, lesiones, miedo y estrés, y se les niega la libertad de expresar conductas en las que la cola pueda estar involucrada (Nannoni *et al.*, 2014).

En países como Alemania, el objetivo es lograr una producción pecuaria sustentable sin mutilaciones para el año 2023 (Bracke *et al.*, 2013). Sin embargo, algunos investigadores piensan que el recorte de colas en lechones no dejará de practicarse mientras se sigan utilizando pisos ranurados y altas densidades de población en los engordes debido al alto riesgo de canibalismo (Levionnois y Morméde, 2014). Van Putten (1980) piensa que la caudofagia es una conducta de exploración redirigida, mientras que Fraser *et al.* (1991) sugieren que este comportamiento es resultado de la frustración cuando los cerdos no pueden realizar conductas como hozar o amamantar. Resulta interesante que la caudofagia no se presenta en otras especies de la familia suidae o pecaríes (Taylor *et al.*, 2010). Sin embargo, la mayoría coincide en que la mordedura de colas es un desorden conductual multifactorial de origen nutricional, con componentes genéticos y ambientales. La mordedura de colas tiene graves consecuencias económicas para los productores (Wallgren y Lindahl, 1996) y para el bienestar de los cerdos (Edwards, 2006). Las lesiones que se generan pueden ser, desde muy ligeras, hasta graves, pudiendo poner a los animales en riesgo de infección o herir la grupa al grado

de que se requiera el sacrificio del animal lesionado, provocar la formación de abscesos, y en casos graves, parálisis y muerte, además de las consecuentes pérdidas en ganancias de peso de los animales lastimados (Heinonen *et al.*, 2009; Sutherland *et al.*, 2009). Sin embargo, los resultados en la literatura científica no muestran un riesgo relacionado con mordeduras de cola en aquellos animales que se mantienen intactos en ambientes enriquecidos como un suelo de paja (Schroder-Petersen y Simonsen, 2001; Di Martino *et al.*, 2015). Además, cortar la cola tampoco es una garantía como método preventivo de que se presenten brotes de caudofagia, ya que estos brotes pueden presentarse aún en piaras de animales con sus colas recortadas (Blackshaw, 1981; Fraser, 1987).

En teoría, se cree que al recortar la cola se reduce la caudofagia debido a que el remanente de la cola adquiere una mayor sensibilidad en la punta, provocando que los cerdos reaccionen más vigorosamente ante cualquier intento de mordida de un compañero. Sin embargo, este aumento en la sensibilidad de la cola no se confirmó en algunos estudios (Sandercock *et al.*, 2011). Otras explicaciones, más bien físicas, se basan en que se reduce la accesibilidad a la cola debido a que el resto del apéndice es más corto y se convierte en algo de menor valor como estímulo, debido a su menor tamaño (Simonsen *et al.*, 1991). Thodberg *et al.* (2010) propusieron que mientras más corta se dejara la cola, menor sería el riesgo de que se las mordieran otros individuos.

Aunque el corte de cola rutinario ha sido la solución para evitar la caudofagia, la legislación europea consideró que esta práctica no debe realizarse como una rutina, sino únicamente cuando hay evidencia de lesiones en los animales (European Food Safety Authority, 2007). Este manejo no está permitido en granjas orgánicas, donde los animales se crían sobre camas profundas (Levionnois y Morméde, 2014). Los problemas que frecuentemente generan la necesidad de recortar las colas son:

a) Ambientes pobres

La paja es uno de los mejores elementos de enriquecimiento ambiental (European Food Safety Authority, 2007; Scollo *et al.*, 2013; Wallgren *et al.*, 2016), pudiendo reducir la probabilidad de caudofagia en un 50 % o más (Hunter *et al.*, 2001; Zonderland *et al.*, 2008; Veit *et al.*, 2016). Los cerdos pueden pasar más del 20 % de su tiempo manipulando la paja (Scott *et al.*, 2007), lo que reduce el tiempo que emplean en conductas dirigidas hacia otros cerdos (Scott *et al.*, 2006; Orihuela *et al.*, 2018b). Agregar paja extra al primer signo de daños en las colas, puede ser un medio para reducir la prevalencia de futuros brotes (Lahrmann *et al.*, 2018a).

b) Altas densidades de población

Una alta densidad de población es otro factor principal desencadenante de la caudofagia, básicamente porque aumenta la probabilidad de que un cerdo se encuentre con la cola de un compañero, además de que se reduce la posibilidad de que los animales atacados puedan huir (European Food Safety Authority, 2007).

Larsen *et al.* (2017) encontraron que cerdos en finalización con sus colas intactas, tenían 4.32 veces más riesgo de lesiones que aquellos a los que se les había amputado la cola. Por otra parte,

cerdos en corrales austeros tenían 2.22 veces más riesgo de lesiones que aquellos mantenidos en corrales con paja. No encontraron efecto al reducir la densidad de población de 0.73 a 1.21 m²-animal. Sin embargo, la combinación de paja y baja densidad logró resultados similares a los obtenidos con el corte de colas.

La introducción de animales con cola intacta en corrales de cerdos con la cola recortada, parece ser un disparador para desatar un brote de mordeduras de cola (Lahrmann *et al.*, 2017).

Antes de inducir dolor innecesario en los animales, debería considerarse modificar algunos de estos factores (Mota-Rojas *et al.*, 2016), que pueden manejarse fácilmente y reducir los brotes de caudofagia (Scollo *et al.*, 2016); aunque también se han identificado en la literatura algunas otras causas como factores secundarios. Entre estas están el tamaño de la pira (Chambers *et al.*, 1995), el género (Walker y Bilkei, 2006; Zonderland *et al.*, 2010), el tipo de piso, falta de ventilación, deficiencias nutricionales (Jankevicius y Widowski, 2003, 2004), genéticas (Breuer *et al.*, 2005), longitud de la cola (Hunter *et al.*, 1999), estado de salud (Moinard *et al.*, 2003), mantenimiento de grupos estables (Levionnois y Morméde, 2014), y, en general, situaciones que causen competencia, frustración o estrés. Por tanto, al recortar las colas de manera rutinaria se enmascaran al menos parcialmente otros problemas relacionados con el manejo en la granja (Edwards, 2006; D'Eath *et al.*, 2014) de los que el productor no tendrá conciencia. Muchos autores encuentran que un mayor porcentaje de cerdos intactos muestra lesiones de cola, y estas son más severas que las de los animales con colas recortadas (Hunter *et al.*, 2001; Sutherland *et al.*, 2008, 2009). Sin embargo, otros estudios encuentran lo contrario (Chambers *et al.*, 1995; Moinard *et al.*, 2003).

MÉTODOS

Esta práctica se realiza antes de los 8 días de edad, preferentemente en lechones recién nacidos, cuando se ha encontrado que son menos reactivos a los efectos agudos del procedimiento (Bovey *et al.*, 2014) y tradicionalmente sin la aplicación de anestésicos ni analgésicos (Noonan *et al.*, 1994). La práctica consiste generalmente en la remoción de aproximadamente un tercio o la mitad del rabo mediante el uso de alicates (FOTOGRAFÍA 13), hierro candente, cuchillo filoso, tijeras o algún otro instrumento que corte la cola rápidamente. Cuando se realiza sin anestesia, el método caliente resulta más doloroso que el corte en frío, a juzgar por el incremento en la cantidad de vocalizaciones y la reducción de la tasa de crecimiento del lechón (Marchant-Forde *et al.*, 2009). Sin embargo, el primero produce una menor respuesta de cortisol, lo que sugiere que sufren menos dolor durante la primera hora (Sutherland *et al.*, 2008), o incluso la falta de incremento alguno en ACTH, cortisol, glucosa o lactato (Prunier *et al.*, 2005). El aumento de cortisol (Marchant-Forde *et al.*, 2009) también puede ser consecuencia de la sujeción de los animales, lo que se evidencia desde la primera manipulación a través de vocalizaciones y lucha, tan pronto como se levanta el lechón del suelo (Noonan *et al.*, 1994).

Los procedimientos empleados en el recorte de colas pueden producir neuromas (crecimiento o tumor de tejido nervioso; Simonsen *et al.*, 1991), lo que puede resultar aún más doloroso. Luego

del corte de un axón se reinicia el crecimiento del nervio para sanar, pero si este crecimiento no se puede dar debido a una amputación se forma un neuroma, que es un desorden en la terminal nerviosa (Burnett y Zager, 2004). La presencia de estos neuromas se relaciona con alteraciones en la percepción de dolor (Devor *et al.*, 1992; Sandercock *et al.*, 2016).

Herskin *et al.* (2015) estudiaron el efecto del recorte de cola y la longitud del recorte en la formación de neuromas. Los tratamientos consistieron en dejar la cola intacta, o recortarla dejando el 75, 50 o 25 % de su longitud. Al momento del sacrificio confirmaron que el recorte de la cola tiene consecuencias neuroanatómicas y morfológicas a largo plazo. Además, encontraron que las diferentes longitudes de amputación condujeron a diferencias en el largo y ancho de la cola remanente, aunque esto no tuvo efecto en la cantidad de neuromas formados.

Recortar la cola aumenta la frecuencia de vocalizaciones más que en procedimientos como recorte de colmillos o identificación con muescas. Sin embargo, Noonan *et al.* (1994) encontraron que muchas de las conductas relacionadas con el dolor son específicas, pero además localizadas de acuerdo al sitio de aplicación del procedimiento. Por ejemplo, en el caso de recorte de colas, el comportamiento que sufre un mayor incremento en su frecuencia de presentación y en el periodo de tiempo en que se manifiesta, es el movimiento de cola *per se*. En el caso del recorte de colmillos se incrementan los chasquidos; en el caso de marcar a los animales con muescas el movimiento de las orejas y sacudidas de cabeza; y en el caso de realizar los tres procedimientos a la vez todos estos signos se presentan juntos y persisten por más tiempo que cuando se llevan a cabo los procedimientos en forma independiente. Esta situación se revisará con mayor detalle en el capítulo correspondiente a varias prácticas, un solo manejo.

La anestesia local o general parece no reducir el dolor que genera este tipo de prácticas (Sutherland y Tucker, 2011). Por ello, para reducir el dolor causado por el recorte de colas, pueden desarrollarse otras estrategias como el enriquecimiento ambiental o facilitar el amamantamiento. Con frecuencia los animales bajo estrés o dolor manifiestan comportamientos redirigidos que les ayudan a enfrentar con este tipo de situaciones. Los lechones que sufren dolor pueden distraer sus actividades mentales y físicas hacia objetos novedosos como la paja, aserrín o juguetes, lo que les permite disminuir el dolor. Por otro lado, amamantarse enseguida de un procedimiento doloroso también ayuda a reducir dolores de no muy alta magnitud. La explicación detrás de este fenómeno se debe a que el acto de amamantarse provoca la secreción de endorfinas en el cerebro, las que tienen un efecto analgésico (Blass y Hoffmeyer, 1991). Además, la leche reestablece la energía perdida durante el estrés de haber sido sometido a los diferentes procedimientos.

Una relación positiva entre el manejador y la pira puede tener también resultados favorables. En el experimento de Muns *et al.* (2015), un manejador se metió suavemente a los corrales de lactancia mientras hablaba con tranquilidad y tocaba la cabeza y hocico de cada uno de los lechones, lo que redujo la duración de las conductas de escape al realizar el recorte de colas al día 15 de edad. Aún más, de acuerdo con Büttner *et al.* (2018) hablar con los animales, darles palmadas suaves y proveerles de alimento durante periodos tan cortos como de 15 min, 3 veces por semana durante

el periodo de crianza, redujeron la ocurrencia de las mordeduras en la cola de lechones al destete, observando menos lesiones en las colas y más animales con sus colas intactas.

Recientemente, Brunberg *et al.* (2013) encontraron que algunos cerdos tienen un perfil genético y conductual que de alguna manera contribuye a que estos individuos no participen (ni haciendo ni recibiendo) mordidas hacia la cola de otros animales, lo que abre posibilidades a manipulaciones genéticas como otras opciones (Camerlink *et al.*, 2015).

Por otra parte, recientemente se ha demostrado que la postura de la cola es un signo de advertencia que puede ayudar a predecir y evitar un brote de mordeduras de cola (Lahrmann *et al.*, 2018b; Wedin *et al.*, 2018), e incluso proponen la instalación de cámaras que pueden automáticamente detectar cambios en la postura de la cola y proveer de un aviso temprano en las granjas (D'Eath *et al.*, 2018).

EQUINOS

INTRODUCCIÓN

Los equinos presentan colas de diferentes tamaños, siendo en general más cortas en los apalusas. Su recorte no es doloroso debido a que está conformada básicamente de pelo que, al ser tejido muerto no está enervado, y por tanto su recorte no representa dolor alguno. Sin embargo, al igual que en los bovinos, su cola es una herramienta fundamental para espantar las moscas, tábanos y otros ectoparásitos que pueden resultar verdaderamente molestos y en ocasiones peligrosos para ellos; además de ser una herramienta social importante, al asociarse individuos para protegerse en grupos (Price y Orihuela, 2010).

La realización de la práctica de recorte de la cola varía en diferentes países. Por ejemplo, esta es una práctica común en Bélgica donde, a los caballos, principalmente a aquellos que se utilizan para tiro, se les recorta la cola debido a que las colas largas representan una molestia cuando el animal la agita sobre las personas encargadas de manejarlos. Además, se argumenta que, al batirla, la cola puede enredarse accidentalmente con la rienda utilizada para guiarlos.

En las yeguas destinadas a la reproducción las colas largas pueden ocasionar lesiones en el pene de los machos durante la cópula; además de dificultar la realización de exámenes ginecológicos en las yeguas, manteniendo condiciones higiénicas y estériles (Lefebvre *et al.*, 2007). Sin embargo, estos problemas pueden remediarse fácilmente envolviendo la cola en un vendaje temporal.

CONCLUSIONES

En los bovinos no se justifica el corte de colas, ya que las posibles ventajas no han sido claramente demostradas. Además, el animal se somete a dolor innecesario y la falta de su cola puede generarle otro tipo de problemas, como las cargas de ectoparásitos y además afectar la comunicación social.

En el caso de los ovinos, se necesita valorar en qué casos el recorte de colas ofrece ventajas, así como evaluar la posibilidad de usar otros métodos que ahuyenten las moscas o reduzcan la presencia de heces en la lana de la cola. Las vacunas, repelentes e insecticidas, pueden ser una

alternativa a evaluar. Las colas no deberían recortarse con fines estéticos, ya que esto no se justifica frente al dolor que provoca el procedimiento. Tampoco debe realizarse para facilitar la cópula o los partos, ya que no existe evidencia científica de que ésto suceda.

En los cerdos deberían evitarse los problemas que generan la caudofagia y así evitar el recorte de cola. En la mayor parte de los casos la caudofagia está relacionada con deficiencias o desajustes nutricionales o con alteraciones del comportamiento vinculadas con irritabilidad y frustración del cerdo, que en muchas ocasiones pueden solucionarse con enriquecimiento ambiental o menores densidades de población. Proveer a los cerdos de paja u otros objetos, reduce la incidencia de caudofagia al evitar en los animales procesos mentales negativos como aburrimiento y frustración, reduciendo la incidencia de comportamientos dirigidos, al tiempo que se ataca el origen del problema (Orihuela *et al.*, 2018b). Otras causas que generan la caudofagia son las altas densidades, ambientes demasiado austeros, mala calidad del aire, problemas de pobre salud, además de haber diferencias según el género, y ser una característica altamente heredable (Sonoda *et al.*, 2013).

Los resultados en la literatura confirman que el recorte de colas, incluso con herramientas modernas que incluyen la cauterización con hierro candente, lleva al desarrollo de cambios como la formación de neuromas, lo que sugiere que la remoción de partes de la cola puede tener consecuencias a largo plazo en términos de dolor crónico.

IDENTIFICACIÓN

INTRODUCCIÓN

Marcar a los animales permite identificarlos en forma permanente y a la distancia. Facilita el acceso a información para los registros y el manejo productivo y reproductivo, así como para rastrear la procedencia de la carne y otros productos animales, ofreciendo calidad como protección en el aspecto de salud pública (Stärk et al., 1998; McKean, 2001). Actualmente, el mercado demanda la posibilidad de rastrear el origen de productos animales (trazabilidad), fundamentalmente por necesidades de control de enfermedades, por lo que en muchos países la identificación individual es un procedimiento obligatorio.

La identificación también permite demostrar la propiedad de los animales, el año de nacimiento, vacunaciones, estado reproductivo, entre otras ventajas. En los caballos es un requisito para llevar el control de los programas reproductivos, para el control de enfermedades y para evitar la sustitución de un animal por otro en competencias o ventas.

MÉTODOS

Los métodos para identificar a los animales idealmente deben ser sencillos y permitir la individualización rápida, de preferencia deben durar toda la vida del animal, así como permitir el almacenaje de información. Tradicionalmente no se han utilizado fármacos para controlar el dolor al utilizar sistemas de identificación. Los métodos más rudimentarios involucran los cortes en las orejas y quemaduras sobre la piel de los animales.

La siguiente es una breve descripción de algunas de las características de los métodos de identificación más populares:

- » **Muescas:** consisten en la realización de pequeños cortes en forma de “V” en diferentes posiciones a lo largo de la periferia de una o ambas orejas de acuerdo a diferentes patrones internacionales. Se llevan a cabo mediante pinzas diseñadas *ex profeso* (FOTOGRAFÍA 14), previamente sumergidas en desinfectante, y rociando algún cicatrizante o repelente de moscas sobre las heridas luego de su realización. Tradicionalmente se utilizaban en rumiantes y más comúnmente en cerdos.
- » **Tatuajes:** son otra opción utilizada en las orejas de cerdos y rumiantes, o en los labios de los equinos (FOTOGRAFÍA 15) utilizando pinzas especiales con tinta. En los cerdos se usan números tatuados en un sistema similar al de las muescas, evitando la realización de

cortes en la oreja. En los rumiantes, la parte delgada de la región inferior de la oreja es la que comúnmente se tatúa, evitando las venas. Las agujas tienen que atravesar completamente la oreja para que el tatuaje funcione. El Departamento de Protección de Caballos de Carreras de Pura Sangre requiere que en Canadá, EUA y Puerto Rico los caballos se tatúen en el labio con una letra y 4 o 5 números que indican el año en que nació y la identificación individual del animal antes de su primera carrera. Sin embargo, los dispositivos de radiofrecuencia se convertirán en un requisito de registro para los potrillos a partir de 2017 (The Jockey Club, 2016) sustituyendo a los tatuajes. No fue posible localizar información científica respecto al dolor que pueden causar estos métodos en los equinos. Sin embargo, extrapolando lo que se observa en otras especies, resulta lógico pensar que el tatuaje en los labios puede ser muy doloroso, y que los dispositivos de radiofrecuencia son una alternativa mucho menos dolorosa, más práctica, y que puede contener mucha mayor cantidad de información.

- » **El aretado** (colocación de un arete o caravana) es una de las opciones más comúnmente utilizadas para la identificación. Los aretes más populares son de dos tipos: uno donde hay que realizar una perforación con un punzón en la oreja donde luego se introduce el anclaje de un arete de plástico; y el otro, donde se perfora la oreja con el mismo arete metálico que tiene una punta afilada y se dobla con el mismo aplicador para ponerlo en posición, abrazando la oreja a manera de grapa. Este último generalmente produce una herida de menor tamaño y podría ser menos doloroso, porque además en cada arete lleva su propia parte punzocortante, por lo que no se pierde el filo, como si sucede con el punzón utilizado en el primer procedimiento.

Los aretes, ya sean metálicos o plásticos, pueden numerarse o contener dispositivos de radiofrecuencia dentro del dispositivo plástico, como el que se observa en la **FOTOGRAFÍA 16**. Actualmente existen en el mercado una gran cantidad de diseños, con distintas formas, tamaños y materiales, y generalmente se usan en bovinos, ovinos, caprinos y cerdos.

Este sistema de identificación se usa más comúnmente en sistemas de producción intensiva, e incluso es obligatorio en algunos países (Berreville, 2014). Sin embargo, hay que considerar que la oreja es un órgano sensible, y la colocación de aretes o la realización de muescas son procedimientos dolorosos (Numberger *et al.*, 2016). Además, pueden desencadenar infecciones, y muchas veces los aretes se pierden y pueden rasgar la oreja cuando se atorán en alambradas o cercas, siendo necesario volver a aretar a los animales. No obstante, estos métodos son definitivamente mejores desde el punto de vista de bienestar animal que hacer tiras con recortes en las orejas, o recortar la parte distal de la misma, procedimientos que no deberían utilizarse.

El marcaje con hierro es utilizado fundamentalmente en ganado criado bajo condiciones extensivas. Consiste en la utilización de hierro candente o frío, que produce una marca con un patrón distintivo particular sobre la piel del animal (Lay *et al.*, 1992a, b). La acción cauterizante convierte esta técnica en una práctica sumamente dolorosa, cuya realización puede además tardar varios

minutos. Aunado a lo anterior, el marcaje provoca grandes pérdidas a la industria de la piel, las que pueden llegar a entre el 10 y el 40 % del valor de las pieles, debido a daños irreparables causados por la cicatriz que produce esta práctica (Jabbar *et al.*, 2002). Este procedimiento causa lesiones comparables con quemaduras de tercer grado en la piel (Aurich *et al.*, 2013), además de que en numerosas ocasiones lo grabado se torna ilegible o muy difícil de leer. El uso de hierro candente provoca inmediatamente la reacción de huida del animal, y se asocia con una serie de cambios conductuales vinculados con dolor (Lay *et al.*, 1992a, b; Lindegaard *et al.*, 2009). Se produce necrosis de tejido con alteraciones tisulares de larga duración en el sitio de aplicación, aunadas a inflamación excesiva e irritación acompañada de un aumento generalizado de la temperatura de la piel, comparable al hipermetabolismo posterior a las quemaduras que sufren los humanos (Erber *et al.*, 2012). Las lesiones ocasionadas por el procedimiento persisten por más de 10 semanas (FOTOGRAFÍA 17; Tucker *et al.*, 2014a; Adcock *et al.*, 2018), agravadas por el tamaño de la herida y su ubicación (Adcock *et al.*, 2018). La aplicación de algunos tratamientos basados en gel frío o meglumina de flunixin no han demostrado tener un efecto positivo en la atenuación de la respuesta del animal (Tucker *et al.*, 2014a, b).

La práctica está prohibida en algunos países (Adcock *et al.*, 2018). Sin embargo, un aspecto interesante es que mientras la legislación puede operar en contra, los mercados actúan a favor de evitar el dolor en los animales. En algunos lugares de los EUA el ganado que pastorea en terrenos públicos debe marcarse como una forma de identificación legal, y remarcarse cada vez que los animales cambian de dueño, lo que se realiza con hierro candente. Además, la ley requiere que cuando los animales entran desde Canadá a los EUA se les marque con una “C” y una “N”, sin importar si el ganado ya está marcado o que todo el ganado canadiense debe tener, por ley, aretes que permitan su identificación y rastreo. Seguramente los factores culturales influyen fuertemente, minimizando la importancia del dolor, ya que, por ejemplo, muchos productores de ganado de carne en el oeste de los EUA sostienen que el marcaje con hierro caliente no tiene efecto alguno en el bienestar del ganado (Thomas, 2000). En estos casos, los factores económicos pueden actuar como incentivos para que los productores y legisladores consideren cambiar las normas. Por ejemplo, algunas compañías con fuerte influencia en el mercado de carne han anunciado que no van a comprar animales que hayan sido marcados repetidamente (Weary *et al.*, 2006). Más allá de las razones que generan la postura de estas empresas, las restricciones económicas pueden ayudar a que los productores adopten alternativas menos dolorosas.

La utilización del hierro frío es una variante al hierro candente, que gana popularidad como un medio de identificación permanente, de fácil lectura y que no daña la piel (Seykora y Wilson, 1984). Consiste en sumergir el hierro en nitrógeno líquido y luego sostenerlo firmemente durante unos segundos sobre la piel del animal a identificar, generalmente bovinos, caprinos y equinos. La piel se congela, se destruyen los melanocitos, y cuando se retira el hierro la piel vuelve a calentarse con lo que queda una marca blanca sobre el pelaje oscuro de los individuos (Householder *et al.*, 1993). Los animales probablemente sufran dolor durante el recalentamiento de la piel y durante

el proceso de reconstitución sanguínea, pero es menos doloroso que el uso de hierro candente (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 1997).

Uno de los inconvenientes de esta técnica es que no puede ser usada en animales grises ni blancos. Otra limitante es que los hierros y el equipo son costosos, requieren tiempo de preparación, variabilidad en los hierros y destreza del operador. Por lo anterior, una compañía comercial especializada en artículos para ganado introdujo una nueva técnica de marcaje en frío, consistente en una lata de aerosol congelante (Brandspray[®]) que simplemente se aplica sobre una plantilla plástica. Se considera que las reacciones durante su aplicación son ligeras: el tratamiento lleva entre 5 y 6 s en yeguas adultas, provocando 0.5 patadas, 4.2 movimientos de las extremidades posteriores, 0.6 cabeceos y 0.2 pisotones por animal (Householder *et al.*, 1993). Si bien es una técnica segura y conveniente, requiere al menos tres aplicaciones para producir marcas de calidad aceptable.

Schwartzkopf-Genswein *et al.* (1997, 1998) compararon los efectos del marcaje con hierro caliente o frío, sujetando el ganado en una prensa y monitoreando sus movimientos y la cantidad de fuerza que los animales ejercían contra el equipo mediante los movimientos súbitos que realizaban cuando el hierro se ponía en contacto con la piel mientras eran marcados. El ganado marcado con hierro candente ejerció mayor fuerza y por periodos más largos contra las instalaciones; agitaron sus colas, patearon, cayeron y vocalizaron más que los animales a los que se les marcó con hierro frío. Además de que más animales vocalizan con más frecuencia, estas vocalizaciones son de mayor intensidad (Watts y Stookey, 1999). Por otra parte, independientemente del método, los animales muestran una elevación de la frecuencia cardíaca, de la concentración de epinefrina y de cortisol en el plasma (Lay *et al.*, 1992a, b, c).

El marcaje con hierro caliente o frío, además de producir dolor, incrementa la incidencia de neoplasias epidérmicas carcinogénicas en los sitios de marcaje, las que pueden llegar a ser del 23 % en ganado bovino (Yeruham *et al.*, 1996). Sin embargo, con el hierro candente también se provocan daños en la piel y con frecuencia heridas abiertas a infecciones e infestaciones parasitarias (Hooven, 1968). Por el contrario, el marcaje con nitrógeno líquido parece provocar menos dolor que el generado cuando se utiliza hierro candente para esta práctica (Lay *et al.*, 1992a, b; Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 1998) y tener menos desventajas. Existe muy poca información científica que valore el dolor que provocan los métodos de quemadura por calor o frío; y el uso de anestésicos locales alrededor del área a marcar resulta impráctico, por lo que, si bien la analgesia sistémica no elimina el dolor posterior al marcaje, es aún la mejor opción.

El uso de dispositivos de radiofrecuencia es un sistema de identificación más moderno que afortunadamente está sustituyendo el uso del hierro, muescas y aretes, y su inserción es menos dolorosa y a precios cada vez más accesibles (Caja *et al.*, 2004; Bass *et al.*, 2008). Hay dispositivos inyectables: en aretes, en collares o como bolos ruminales. Si bien es un método moderno, muy efectivo, cuyo uso es ahora obligado en la Unión Europea y en otros países como Uruguay en varias especies, su uso aún no se ha generalizado a escala comercial (Saa *et al.*, 2005; Butler *et al.*, 2009).

Loken *et al.* (2011) demostraron que menos del 10 % de los dispositivos de radiofrecuencia del ganado cesan su señal después de 8 meses de su implantación. Llevará aún algún tiempo que las lectoras manuales de identificación de chips se conviertan en una herramienta de uso cotidiano, pero seguramente en el futuro serán aún más eficientes, y a medida que se popularice su uso la tecnología se abaratará.

Es importante destacar que, pese a que la implementación de métodos de identificación visual es más económica que la de dispositivos electrónicos, estos últimos causan menos dolor a los animales, pero además el trabajo asociado con el manejo de los datos es mucho más eficiente, rápido y sin errores, lo que es clave en el uso de registros (Ait-Saidi *et al.*, 2014). Caja *et al.* (2014) presentan una revisión de las técnicas electrónicas de identificación aplicadas a caprinos, mostrando que la gama de opciones y de funcionamientos es muy amplia, lo que sumado a que no provocan quemaduras y cortes en orejas ocasionará que se impongan a corto plazo. Los dispositivos de radiofrecuencia implantados en la axila del animal proporcionan una señal aceptable para su lectura (> 98 %) de acuerdo con lo recomendado por la ICAR (International Committee for Animal Recording, 2012, 2014), aunque su recuperación durante el sacrificio sigue siendo un problema a resolver en el corto plazo, ya que constituye un tema de salud pública.

Los dispositivos de radiofrecuencia también pueden implantarse en los metacarpos o metatarsos, aunque se requieren dispositivos de menor tamaño, lo que limita la distancia de lectura. Por otra parte, los bolos ruminales que actualmente se utilizan en la identificación de ovinos no se retienen en forma apropiada en algunas razas de cabras, por requerir mayor peso específico (Ait-Saiki *et al.*, 2014).

Las bandas que se ajustan a las patas de las cabras y que contienen dispositivos de radiofrecuencia, pueden ser una alternativa de identificación válida para animales adultos, aunque se necesita desarrollar otros diseños para que puedan utilizarse en animales con menos de 6 meses de edad.

El método más común para la implantación del dispositivo de radiofrecuencia en los cerdos consiste en fijar al lechón en posición decúbito dorsal e inyectar el dispositivo de radiofrecuencia. En el caso de una versión que se usa en España miden solamente 4 x 32 mm y se aplican en forma intraperitoneal (Caja *et al.*, 2005), aunque también puede hacerse de manera subcutánea en la oreja, o en el cuello o en la base de la oreja, como en las otras especies. La información en los dispositivos de radiofrecuencia se lee mediante un aparato portátil, o en un ordenador con antenas colocadas en puertas o cercas. Los dispositivos en sí son pasivos, no tienen batería.

Los dispositivos de radiofrecuencia deben retirarse y destruirse en la faena, pero en muchos sistemas la cantidad de información que contiene este dispositivo compensa el precio inicial. Una opción parecida son los collares electrónicos para cerdas, que funcionan como identificación electrónica con propósitos de alimentación. El collar contiene un dispositivo de radiofrecuencia que, cuando la cerda se aproxima al comedero, le otorga la cantidad de alimento que le corresponde.

Una diferencia entre los métodos de fijación de los dispositivos de radiofrecuencia es la permanencia. Mientras que los dispositivos implantados ofrecen una identificación efectiva de por vida

(Caja *et al.*, 2005; Babot *et al.*, 2006), aquellos que se fijan a través de aretes collares o bandas pueden caerse. Leslie *et al.* (2010) compararon los sistemas de identificación: muescas, aretes y dispositivos de radiofrecuencia; concluyendo que todos causan dolor a los lechones al momento de su aplicación, siendo éste particularmente mayor en los sistemas de muescas y aretado, a juzgar por la alta cantidad de vocalizaciones y el aumento de concentraciones de lactato en sangre. Sin embargo, las conductas no específicas que mostraron los animales marcados con dispositivos de radiofrecuencia, aislándose por periodos mayores de tiempo, también pueden ser indicativas de dolor agudo, particularmente en respuesta a la implantación peritoneal en lechones. Por ello, el uso de algún tipo de analgesia de corto plazo puede ser muy útil para mejorar el bienestar de los cerdos sometidos a este tipo de procedimientos. La implantación de los dispositivos a nivel subcutáneo no parece provocar mayor dolor que el de una inyección.

Los dispositivos de radiofrecuencia no afectan la tasa de crecimiento (Babot *et al.*, 2006) y aparentemente no generan ningún problema de salud. Sin embargo, Bergqvist *et al.* (2013) encontraron que, de 66 cerdos equipados con estos dispositivos examinados al sacrificio, 18.2 % no pudieron ser identificados por el dispositivo de radiofrecuencia, mientras que de los aretados 9.1 % los perdieron o se tornaron ilegibles, no existiendo una diferencia estadística entre ambos tratamientos. De las identificaciones legibles (dispositivos de radiofrecuencia o aretes), menos orejas marcadas con dispositivos de radiofrecuencia que con aretes estaban dañadas (11.4 vs. 88.6 %, Bergqvist *et al.*, 2013).

Otra alternativa a considerar en el futuro seguramente serán las pruebas de ADN. El costo de estas pruebas sigue disminuyendo, por lo que a mediano plazo podrían convertirse en algo económicamente factible (Stafford y Mellor, 2010). Sin embargo, tienen la limitante de no poder aplicarse en tiempo real. También se evalúan experimentalmente diferentes compuestos que inhiben la producción de melanina en el folículo del pelo en forma indolora, con lo que se pueden aplicar inyecciones subcutáneas para generar patrones de pelo despigmentado en forma permanente que puedan sustituir el marcaje con nitrógeno (Schwartzkopf *et al.*, 1994). Otra alternativa puede ser el uso de hielo seco en lugar de nitrógeno líquido para lograr el marcaje en frío (Koknaroglu y Akunal, 2013). Esta técnica produce más marcas con pelo blanco y menos sin pelo que lo que se logra con nitrógeno líquido (Keyes *et al.*, 1977) y se basa en una temperatura menos fría (-196 vs. -78.5 °C), lo que podría implicar menos dolor, aunque esto aún no se ha evaluado.

También se encuentra en desarrollo la tecnología para digitalizar el iris para identificar los animales, lo que es un método simple y preciso. Actualmente esta técnica ya se realiza de manera experimental en caballos, y el equipo necesario se encuentra en grandes hospitales equinos de Norte América y como proyecto piloto en algunos países de Europa. Es totalmente indoloro, ya que no involucra ninguna práctica invasiva en el animal, además de ser prácticamente inalterable, funcionando incluso en animales con 60 % de su iris dañado.

CONCLUSIONES

En suma, se ha hecho muy poco trabajo para evaluar y reducir el dolor causado por los procedimientos utilizados en la práctica de identificación. Sin embargo, las muescas, tatuajes y uso de hierro candente, parecen ser los procedimientos más dolorosos. Además, no es fácil desensibilizar la oreja u otras áreas del marcaje mediante el uso de anestésicos locales, por lo que, aunque no es un procedimiento práctico, sería preferible la analgesia sistémica. Además, se requiere la aplicación de diversos fármacos que también harían impráctico usarlo en muchos animales. El manejo y el tiempo restringido con el que generalmente se cuenta cuando se reúnen animales criados en condiciones extensivas para ser marcados, limita su aplicación. Dada la intensidad del dolor que provocan; el marcaje en frío es preferible que el caliente. Sin embargo, sin duda la mejor opción es el uso de dispositivos de radiofrecuencia, tanto en aretes: implantados bajo la piel, en bolos, o adheridos a sujetadores en las patas. Su aplicación es casi indolora y proporciona muchísima información, prácticamente infalible y de por vida. Aún es necesario valorar diferentes métodos de implantación y diseño, y abaratar la tecnología para que sea usada de forma generalizada.

ANILLADO

INTRODUCCIÓN

Esta técnica consiste en colocar anillos en el septum nasal del ganado bovino o búfalos con el fin de ayudar a controlar animales poco dóciles, especialmente machos. Por lo general se colocan cuando los animales están firmemente sujetos o sedados, a veces utilizando anestésicos locales. Sin embargo, la falta de anestésicos durante la colocación de estos anillos provoca un intenso dolor que se manifiesta inmediatamente a través de conductas de escape (Stafford y Mellor, 2010), por lo que los anestésicos deberían ser parte *sine qua non* del procedimiento.

En el caso del cerdo, el anillado consiste en la colocación de uno o varios anillos en la nariz. Esta práctica se emplea particularmente en hembras criadas bajo condiciones extensivas, con el fin de evitar que hagan hoyos en el suelo y escarben en busca de raíces (Studnitz *et al.*, 2007), lo que ayuda a la conservación de las plantas de cobertura (Erickson *et al.*, 2006). Anillar los cerdos resulta en un 300 % más de cobertura vegetal en las praderas donde pastan (Mejer *et al.*, 2000). Otros cálculos estiman que los cerdos en pastoreo sin anillos reducen mensualmente el 10 % de la cobertura vegetal (Watson y Edwards, 1997).

Sin embargo, hozar es una de las conductas básicas del cerdo (Studnitz *et al.*, 2003), considerada incluso por algunos como una necesidad (Horrel *et al.*, 2001), por lo que anillarlos no sólo limita la expresión de esta conducta, sino que lo hace a través del dolor que les provoca el desarrollo de esta actividad. Por otra parte, el uso de estos aditamentos limita la eficiencia del cerdo para alimentarse de comida sólida (Horrel *et al.*, 2001), por lo que debería evitarse (Hermansen *et al.*, 2004). En algunos casos se ha visto que la actividad de hozar de las cerdas en pastoreo se reduce cuando acceden a dietas ricas en fibra (Brouns *et al.*, 1994; Martin y Edwards, 1994; Braund *et al.*, 1998) o cuando se mantienen densidades de población bajas (Andresen, 2000).

MÉTODOS

Los anillos específicos para cerdos se colocan en el septo nasal de manera similar a como se realiza en los toros, aunque pueden usarse pequeños arillos colocados a través del cartílago en la parte superior del hocico. Los mismos se colocan sujetando firmemente al animal y utilizando un lazo trompas, y aunque en muchas ocasiones se realiza sin la aplicación de protocolos para controlar el dolor, se recomienda usar analgesia local o general para disminuir el dolor. Aunque no fue posible encontrar trabajos específicos que midan el dolor generado por la aplicación de este procedimiento,

la nariz del cerdo es un órgano altamente sensible, por lo que el dolor que provoca su inserción puede ser considerable. En ocasiones, productores de escasos recursos sustituyen el uso de anillos mediante alambre que atraviesa la nariz del cerdo (FOTOGRAFÍA 18), lo que seguramente significa mucho dolor para los animales, además de un importante riesgo de complicaciones.

En los EUA se permite el uso de un anillo en el septo nasal, pero se desalienta el uso de varios anillos sobre el cartílago superior de la nariz, argumentando que el primero permite cierta actividad suave de hozar. En la Unión Europea, la prohibición de esta práctica va en aumento (Mul y Solder, 2000).

CONCLUSIONES

La inserción de anillos en la nariz del bovino tiende a dejar de utilizarse, aunque se mantiene en animales de trabajo. En cualquier caso, es una práctica sumamente dolorosa. En los cerdos son colocados para disminuir el comportamiento de hozado, pero también es necesario utilizar protocolos para el control de dolor, y cuando sea posible desalentar el uso de esta práctica. Actualmente se tolera sólo en cerdos criados en condiciones extensivas, procurando la inserción de un solo anillo en la periferia del cartílago superior de la nariz.

ELECTRO-EYACULACIÓN

INTRODUCCIÓN

El uso de vagina artificial (VA) y electroeyaculación (EE) son los dos métodos más comúnmente utilizados para la colección de semen en los rumiantes domésticos. Sin embargo, pese a que bajo VA se colecta semen de mejor calidad (Greyling y Grobbelaar, 1983), su uso requiere entrenar a los animales (Aguirre *et al.*, 2005), por lo que su uso resulta particularmente complicado en animales que tienen poco manejo (Prado *et al.*, 2001). Los animales deben aceptar la presencia y contacto del humano y la manipulación de sus genitales al momento de la monta, como para estimularse sexualmente ante hembras que no están en celo, machos o maniqués u otro tipo de objetos inanimados que comúnmente se usan como apoyo para la monta. Comparativamente, la EE puede funcionar con cualquier macho, sin necesidad de excitación sexual.

MÉTODOS

La EE es un método confiable, de fácil aplicación (Palmer, 2005), que además de utilizarse para la colección de semen de animales que no han sido entrenados para eyacular en una VA, se usa para el diagnóstico de enfermedades reproductivas (Heath *et al.*, 1991) y con propósitos experimentales (Varisli *et al.*, 2009). Además, tiene utilidad práctica en las especies con reproducción estacional, cuando los machos se encuentran fuera de la temporada reproductiva (Santiago-Moreno *et al.*, 2009).

La EE consiste en la colocación de una sonda rectal con electrodos mediante los que se aplica corriente eléctrica a la superficie ventral del recto, sobre las glándulas accesorias, de forma repetida en una secuencia de pulsos eléctricos durante 3 s, alternados con 3 s de descanso (Ortiz de Montellano *et al.*, 2007). En toros se aumenta gradualmente el voltaje desde 1 V, pudiendo llegar a 13 V y un máximo de corriente eléctrica de 900 mA (Whitlock *et al.*, 2012). Antes de este método, el masaje de las vesículas seminales por vía rectal era la única forma de colectar semen sin tener que aspirarlo de la vagina de alguna vaca recientemente montada o de utilizar la VA (Palmer *et al.*, 2005). La EE se desarrolló desde hace unos 60 años (Hill *et al.*, 1956), durante los que se ha seguido practicando pese a una amplia evidencia de que produce dolor agudo (Stafford *et al.*, 1996; Bath, 1998; Orihuela *et al.*, 2009a, b) y de que los animales no se habitúan a la aplicación repetida de la misma (Palmer *et al.*, 2004).

Sin embargo, la EE es una práctica muy dolorosa, lo que ha sido demostrado en humanos sometidos a este tipo de intervención sin la aplicación de anestésicos (Ohl, 1993). Además de la

confirmación verbal del dolor (Brindley, 1981), se manifiestan náuseas, vómitos, presión sanguínea elevada y dolores de cabeza (Ver Voort, 1987; Ohl, 1993). No es de sorprender que la evidencia científica apunte a que también es muy dolorosa en los animales, ya que vocalizan, luchan por escapar, y pueden tirarse al suelo. Además, como consecuencia del propio estímulo eléctrico, se estimula la contracción muscular provocando rigidez en los miembros, pudiendo generar daño muscular.

Palmer (2005) revisó los aspectos de bienestar animal alrededor de la aplicación de la EE, y encontró en la literatura una serie de manifestaciones conductuales aversivas (Barth y Bowman, 1994), como: incrementos en la frecuencia cardíaca (Mosure *et al.*, 1998), aumento en las concentraciones de cortisol (Welsh y Johnson, 1981; Falk *et al.*, 2001), y de progesterona en sangre (también secretada por las glándulas adrenales en respuesta a situaciones de estrés) (Gwazdauskas 1972; Welsh y Johnson, 1981; Falk *et al.*, 2001) y aumento del número e intensidad de las vocalizaciones (Falk *et al.*, 2001; Etson *et al.*, 2004). En función de ello consideraron que la evidencia es contundente para considerar que la EE es una práctica muy dolorosa. Pese a lo anterior, los machos sometidos a EE no muestran aversión a sus operadores ni a las instalaciones donde se les aplica la técnica repetidamente (Carter *et al.*, 1990; Barth y Bowman, 1994; Cook, 1996). Tampoco se ha encontrado aumento de sustancia P en los animales sometidos a este proceso, pese a que en los estudios que aportan estos resultados también se confirma la presencia de signos conductuales y fisiológicos de dolor (Whitlock *et al.*, 2012).

En los carneros también se observan respuestas de estrés y dolor importantes, aunque hubieran sido frecuentemente electroeyaculados. Esto incluye cambios en la tasa respiratoria, concentración de testosterona, parámetros hematológicos y bioquímicos, aunados a incrementos de cortisol, frecuencia cardíaca y vocalizaciones características (Damián y Ungerfeld, 2011), además del riesgo de daños electrolíticos y térmicos en la mucosa rectal (Brindley, 1981). Ortiz de Montellano *et al.* (2007) demostraron que el cortisol aumenta por encima del 350 % a los 20 min de la EE en los machos cabríos, además de que existen manifestaciones conductuales de dolor agudo, que incluyen lucha, caer al piso y fuertes contracciones musculares (Carter *et al.*, 1990). La evidencia del dolor que provoca esta práctica hace que la utilización de la EE sin anestésicos esté prohibida en Gran Bretaña y buena parte del continente europeo, aunque su práctica es aún catalogada como controversial en América (Mosure *et al.*, 1998; Palmer, 2005). El aumento de la frecuencia cardíaca y los niveles de cortisol en sangre se reducen si se aplica ketamina y xilacina intramuscular (Orihuela *et al.*, 2009a), aunque es necesario aún evaluar cuánto pesa la recuperación postanestésica en el bienestar de los animales. Por ejemplo, si bien las vocalizaciones pueden eliminarse mediante anestesia epidural (Damián y Ungerfeld, 2011), la misma resultó tan estresante de por sí, que no constituye una alternativa a aplicar.

La anestesia epidural reduce el dolor asociado a la EE en toros (Mosure *et al.*, 1998; Falk *et al.*, 2001), y cuando esta anestesia se asocia con lidocaína o xilacina se reducen los cambios en la frecuencia cardíaca observados durante la aplicación del procedimiento (Mosure *et al.*, 2008). Sin embargo, algunas críticas afirman que el uso de anestesia epidural aunado o no a la aplicación de

anestésicos locales, resulta cara y laboriosa para su implementación en condiciones de campo. Más aún, la aplicación de la anestesia epidural puede ser de por sí tan estresante que la consecuencia sea aún peor que la de la propia EE (Damián y Ungerfeld, 2011). Incluso Fumagalli *et al.* (2012) encontraron que la EE induce incrementos en la frecuencia cardíaca y de aspartato aminotransferasa, los que son respuestas indicativas de estrés y probablemente dolor, aún en animales bajo anestesia general durante el procedimiento. También, como consecuencia de la intensa contracción muscular se producen aumentos de creatin kinasa, enzima indicadora de daño muscular.

El masaje transrectal de las glándulas anexas es una alternativa al uso de la EE en bovinos, aunque también requiere de entrenamiento del personal que lo aplique. Si bien con el masaje se colecta semen en una cantidad de toros similar a la que se colecta con la EE (Palmer *et al.*, 2004; 2005), el porcentaje de espermatozoides móviles y de espermatozoides vivos en el semen colectado es menor.

En los pequeños rumiantes no es posible aplicar masaje transrectal manual, pero recientemente se desarrolló la colección mediante masaje guiado por ultrasonido (TUMASG). Esta técnica ha sido aplicada con éxito en rumiantes silvestres como el arruí (*Ammotragus lervia sahariensis*; Santiago-Moreno *et al.*, 2013), el muflón (*Ovis musimon*) y el íbice ibérico (*Capra pirenaica*; Ungerfeld *et al.*, 2015) bajo anestesia general. En estas especies se reducen los efectos negativos en el bienestar animal al comparársele con la EE, aunque produce un semen de menor calidad (Ungerfeld *et al.*, 2015). Por ello debe valorarse que, si bien con el TUMASG disminuyen algunos indicadores de estrés, debe someterse a los animales a una mayor cantidad de colectas para igualar el resultado de la EE.

Ungerfeld *et al.* (2016) encontraron que la aplicación de oxitocina antes del masaje transrectal a chivos no anestesiados acorta la duración del procedimiento, y hay una tendencia a reducir también el número de estímulos eléctricos requeridos para la eyaculación en cabras concientes. Otra limitante del TUMASG es que dominar la técnica requiere de un importante entrenamiento del personal que la va a aplicar.

El uso de la EE en caballos parados o sedados tampoco es recomendable, porque los riesgos de traumatismo severo en el animal, operador o manejadores es alta; debido al temperamento del caballo. El uso potencial de la EE bajo anestesia general en esta especie permite una recolección de semen adecuada, pero su aplicación no es práctica, y únicamente se ha recomendado para animales severamente enfermos o con lesiones terminales (Cary *et al.*, 2004).

CONCLUSIONES

Cuando sea posible debe evitarse el uso de la EE, fomentando la colección de semen a través de vagina artificial o masaje transrectal. En machos fuera de temporada reproductiva, si el restablecimiento de la libido por otros medios no es posible; así como en aquellos casos donde no exista otra alternativa, el masaje transrectal de las glándulas accesorias previa aplicación de oxitocina sería una alternativa a considerar, ya que el manejo anestésico y la recuperación postanestésica en la EE son factores que en la práctica podrían resultar contraproducentes. Se requieren más estudios para

evaluar esta práctica en otras especies y determinar los posibles resultados benéficos de este tipo de procedimientos de colección de semen sin anestesia general. En cualquier caso, es necesario aún estudiar otras alternativas, como el uso de analgesia que no genere los inconvenientes de la anestesia, pero disminuya el dolor en los animales.

RECORTE DE PIEL PERIANAL

INTRODUCCIÓN

Este procedimiento comenzó a aplicarse hace casi 100 años en forma rutinaria en ganado Merino en Australia, realizándolo generalmente junto con el recorte de cola. Incluso, en algunas ocasiones, se aprovecha para realizar castración, aretado y vacunación al mismo tiempo, cuando el cordero tiene alrededor de 1 o 2 meses de edad. Comúnmente se realiza sin control alguno del dolor, principalmente bajo el argumento de que sirve como protección vitalicia contra la miasis (Watts y Marchant, 1977), a la que razas como la Merino son especialmente susceptibles. La miasis ocurre cuando se desarrollan larvas de la mosca *Lucilia cuprina* infestando la piel y lana de las ovejas, resultando en daño mecánico y químico del tejido y dolor considerable en el animal (Colditz et al., 2005; Phillips, 2009). La mosca adulta busca la lana sucia y húmeda alrededor de la región anogenital para ovopositar.

En Australia la miasis en las razas de Merino con pliegues de piel en la zona perianal puede afectar al 100 % de las ovejas que no se someten a este procedimiento (Lee y Fisher, 2007), lo que significa que 3 millones de ovejas por año podrían sufrir estas infestaciones, las que pueden llegar a causar la muerte del animal. El procedimiento consiste en retirar bandas de piel, formando un arco que comprende la zona de la cola, región perianal, y la parte superior de las extremidades posteriores debido a que la lana en esta zona retiene heces y orina que atraen a las moscas. La herida sana alrededor de 4 semanas después (Lomax et al., 2008), con cicatrización de la piel sin lana ni arrugas, por lo que no atrae las moscas.

Mientras se realiza esta práctica los corderos no deben separarse por mucho tiempo de sus madres para no afectar el vínculo madre-cría, particularmente en ovejas Merino que no son consideradas como una raza con buen comportamiento maternal (Nowak, 1996). Además, retornar a los corderos con sus madres lo antes posible es importante para ayudar a la recuperación del mismo, debido a que lo primero que hacen al ver a sus madres es tratar de amamantarse. Esta primera alimentación luego del procedimiento doloroso, trae consigo un incremento en las endorfinas del cordero, lo que disminuye levemente el dolor agudo. En contraste, los corderos que tardan en regresar con sus madres son más susceptibles a hipotermia y deshidratación, lo que puede incrementar la morbilidad, y en algunos casos la mortalidad (Nowak, 1996).

La práctica provoca respuestas conductuales y fisiológicas sostenidas, incluyendo una reducción en las conductas de mantenimiento y un incremento en las concentraciones de cortisol

plasmático, cuya combinación es indicativa de mucho dolor (Paull *et al.*, 2007; Hemsworth *et al.*, 2009). Además, produce una respuesta de cortisol bifásica (Paull *et al.*, 2008a, b), con un pico inicial a los 30 min, seguido de una disminución gradual y un segundo pico a las 6 h, que puede seguir alto hasta las 48 h. Luego el cortisol generalmente disminuye hasta las 72 h sin llegar aún a los niveles basales una semana después del tratamiento (Hemsworth *et al.*, 2009). La respuesta de la β -endorfina en el plasma sanguíneo sigue un patrón similar, mientras que la concentración de la proteína haptoglobina aumenta entre las 24 y 72 h, y puede permanecer elevada aún 2 semanas después del tratamiento (Hemsworth *et al.*, 2009). Lo anterior sugiere que el procedimiento produce una respuesta inicial del animal asociada al dolor de la práctica *per se*, seguida de una respuesta secundaria debido al daño e inflamación de los tejidos que se genera como consecuencia de la misma. Es muy importante conocer esta dinámica de la respuesta para poder diseñar los protocolos adecuados para el manejo del dolor.

Las mediciones de conductas relacionadas con el dolor apuntalan los hallazgos anteriores. Fell y Shutt (1989) encontraron que los corderos de 6 meses de edad mostraban los mayores efectos de dolor entre 2 y 5 h después del tratamiento, lo que se expresaba mediante la búsqueda de sombra, permanecer parados en una posición encorvada y disminuir el tiempo echados y pastoreando. De forma similar, Paull *et al.* (2007) encontraron que se observa una posición encorvada durante el 16 % del tiempo a las 4 h después de la operación en los corderos de 5 semanas de edad sometidos a este procedimiento, que esto se incrementa hasta un 22 % a las 12 h, y se mantiene elevado aún 72 h después de realizado el tratamiento. Aunado a lo anterior, la reducción en el tiempo echados y pastoreando puede observarse aún 10 a 12 semanas después del procedimiento (Hemsworth *et al.*, 2009), lo que demuestra que los efectos adversos persisten por periodos mayores que los que se examinaron previamente.

MÉTODOS

Es muy difícil eliminar el dolor causado por esta práctica porque tendría que aplicarse un anestésico inyectable a nivel epidural (Paull *et al.*, 2008a, b), lo que no es práctico bajo condiciones comerciales. La utilización de analgesia tópica postoperatoria aminora las respuestas conductuales y fisiológicas, pero sólo por algunas horas después de aplicado el procedimiento (Lomax *et al.*, 2006; 2008; 2009). Sin embargo, estos productos no proveen analgesia durante la operación, y la duración de su acción es menor al periodo de dolor postoperatorio, por lo que se recomienda la aplicación de éstos junto con un AINE de larga duración como el carprofeno o flunixin, en combinación con un anestésico tópico para disminuir la respuesta del dolor agudo y crónico (Paull *et al.*, 2008a, b). Otra alternativa es la aplicación de un producto tópico como el TriSolfen, que contiene dos anestésicos locales: lidocaína para aliviar el dolor inmediato y bupivacaína para el dolor postoperatorio, además de un antiséptico para prevenir la contaminación por bacterias, y adrenalina que induce vasoconstricción, prolongando así su efecto en el sitio de aplicación. Este producto se presenta en gel, lo que facilita su absorción en la herida y disminuye efectivamente las conductas asociadas al dolor luego

de la operación hasta por 24 h (Lomax y Windsor, 2013). Mejor aún, la combinación de TriSolfen con AINEs como flunixin o carprofeno es todavía más efectiva. El uso exclusivo de ketoprofeno u otros AINEs aplicados solos, no reduce la respuesta bifásica del cortisol, ni los signos conductuales de dolor (Fisher, 2011).

Aunque la ley australiana no lo exige, la Asociación Veterinaria Australiana acepta esta práctica únicamente bajo el uso de analgésicos y ejecutada por personas acreditadas (Australian Veterinary Association, 2016). En los animales que se sacrifican poco después del destete, no se realiza esta práctica y sólo se les protege con aerosoles repelentes durante la corta temporada que están en riesgo.

Las alternativas existentes para el recorte de la piel perianal son varias (Phillips, 2009):

1. El recorte de la lana de la zona perianal

El problema de esta práctica es que tiene que repetirse regularmente, ya que la lana crece continuamente, lo que implica manejo extra y además no es tan efectivo como el recorte de la piel para evitar el problema de miasis.

2. El uso de prensas plásticas

Estas pueden ser de dos tipos: unas tienen por objetivo estirar la piel, mientras que otras se sujetan en los pliegues de la piel y actúan como las bandas de goma en la castración, causando necrosis del tejido en un plazo de 2 semanas (Hemsworth *et al.*, 2009). A juzgar por los resultados fisiológicos y conductuales, cualquiera de estos tratamientos es menos doloroso que el quirúrgico (Edwards *et al.*, 2011) al evitar heridas abiertas (Hemsworth *et al.*, 2009; Edwards *et al.*, 2011; Hemsworth *et al.*, 2012).

3. El uso de aerosoles

Lomax (2009) encontró que la aplicación inmediata de anestesia tópica en aerosol directamente sobre la herida, reduce el dolor que se experimenta luego del procedimiento y mejora el proceso de sanación. De todas formas, como se mencionó anteriormente, para que el tratamiento sea efectivo y cubra la parte de la intervención, debe aplicarse junto con un AINE.

4. Programas genéticos

Estos están fundamentados en la selección de animales resistentes al ataque de moscas, debido a que tienen menos pliegues en la piel del área afectada. Se calcula que este trabajo llevaría aproximadamente 10 años y, junto con campañas de control de las moscas sería una de las opciones más prometedoras (Fisher, 2001) logrando con ello la erradicación de esta práctica.

5. El control biológico

Está destinado a la intervención natural controlada de las poblaciones de moscas.

6. Destrucción de los folículos

Consiste en el uso de tratamientos basados en la aplicación de una sustancia tópica o intradérmica que mata los folículos de la lana (Edwards *et al.*, 2011).

7. Muerte del tejido

También están en prueba sustancias como el amonio cuaternario, así como otras sustancias químicas que producen necrosis del tejido y cicatrización (Hemsworth *et al.*, 2009; Lee y Rothwell, 2010),

8. Insecticidas

Uso de aceites tópicos que han demostrado matar al 100 % de las larvas, y funcionan además como un repelente efectivo contra las moscas adultas, previniendo la oviposición en la lana por hasta 6 semanas.

9. Otros

Aunque sin mucho éxito, también se han propuesto otros métodos para la creación de un área libre de pliegues lanares en la parte posterior de las ovejas, tales como la exposición a la radiación ionizante y la congelación del tejido (Rothwell *et al.*, 2007).

Estas tecnologías alternativas no han sido sistemáticamente adoptadas dado que sólo brindan protección temporal; no son indoloras, o requieren manejo intensivo que tiene un alto costo y sacaría a muchos productores del mercado, a menos que se pagara un sobreprecio por lana de animales que no fueran sometidos a esta práctica.

La disminución de la aplicación del recorte de la piel perianal es incierta, como consecuencia de las exigencias sociales y fuertes campañas de bienestar animal. De hecho, asociaciones de protección animal y grandes marcas de compañías en la industria textil han desarrollado boicots contra la lana de Merino australiana por la realización de esta práctica. En respuesta, la industria de la lana en Australia pretende prohibir pronto esta práctica, por lo que actualmente se encuentran desarrollando estrategias que puedan tener el mismo efecto contra la miasis, pero que sean menos dolorosas. Además de las alternativas mencionadas anteriormente, estas incluyen el desarrollo de una vacuna anti moscas o insecticidas de larga duración (Elkington y Mahony, 2007; Rothwell *et al.*, 2007; Scobie *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Lo anterior resalta lo importante que es controlar, mediante fármacos, el dolor generado por este tipo de prácticas, pero es aún mejor buscar alternativas prácticas indoloras que permitan sustituirla.

REDUCCIÓN DE PIEZAS DENTARIAS

INTRODUCCIÓN

Esta técnica se realizaba en ovejas viejas, con la idea de que al recortar los dientes incisivos se incrementa la eficiencia de pastoreo, y por ende se extendería su vida productiva. Hasta hoy no se ha demostrado que tenga ninguna ventaja, por lo que ha caído en desuso.

En otras especies como los cerdos se recortan los caninos; procedimiento que es frecuente en granjas intensivas de muchos países del mundo donde incluso su práctica se realiza en forma rutinaria (Mota-Rojas *et al.*, 2016). En Europa está prohibida su ejecución como rutina, y su uso ha disminuido, dado que tiene que ser aprobada por un médico veterinario (Van Beirendonck *et al.*, 2012). Esta práctica no está permitida en granjas orgánicas (Levionnois y Morméde, 2014). Su aplicación en lechones se fundamenta en la disminución del número de heridas a compañeros de camada durante la competencia por las mejores tetas (Fraser, 1975), además de evitar el daño a la ubre de la madre. En los animales adultos el recorte de colmillos se realiza para reducir heridas causadas durante peleas entre los verracos y para disminuir el riesgo de mordedura hacia la gente.

La evidencia científica es controversial. En muchos estudios se encontraron menos heridas en la piel de los lechones sometidos a la reducción de los colmillos (Fraser, 1975; Brookes y Lean, 1993; Brown *et al.*, 1996; Weary y Fraser, 1999). Sin embargo, otros encontraron que los animales intactos provocan escoriaciones mínimas en la cara de sus compañeros (Delbor *et al.*, 2000). De la misma manera, mientras en algunos trabajos se observaron menos lesiones de ubre luego de reducir los colmillos (Brookes y Lean, 1993; Hutter *et al.*, 1994), otros no encontraron diferencias entre camadas intactas o con colmillos reducidos (Delbor *et al.*, 2000; Bataille *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2013). Los efectos de la reducción de colmillos sobre el crecimiento son controversiales: es posible encontrar estudios donde hubo mayores tasas de crecimiento (Hutter *et al.*, 1994), en otros no hubo diferencias (Brown *et al.*, 1996; Gallois *et al.*, 2005; Zhou *et al.*, 2013; Sutherland, 2015), y finalmente, en otros las tasas fueron menores (Delbor *et al.*, 2000; Bataille *et al.*, 2002). Por el contrario, existe coincidencia en que el procedimiento produce lesiones dentales y dolor intenso, independientemente del método aplicado para reducir los colmillos (Meunier-Salaun *et al.*, 2002; Holyoake *et al.*, 2004; Lewis *et al.*, 2005).

MÉTODOS

Los colmillos pueden recortarse o limarse, lo que generalmente se practica en los lechones recién nacidos (Mota-Rojas *et al.*, 2016). Limar los colmillos genera un aumento de cortisol mayor que

recortarlos, lo que probablemente se vincule con el mayor tiempo requerido (Marchant-Forde *et al.*, 2009). El corte se realiza con pinzas, alicates o hasta corta-uñas, removiendo aproximadamente el tercio superior del colmillo (FOTOGRAFÍA 19). El recorte genera mayor riesgo de fractura del diente, con lo que podrían propiciarse infecciones bucales, inflamación del labio y palatina, pulpitis y gingivitis, así como favorecer la presencia de gérmenes anaeróbicos (Gallois *et al.*, 2005; Lewis *et al.*, 2005). Hay *et al.* (2004) encontraron que la pulpa del diente queda expuesta después de reducir los colmillos, generando una lesión profunda de dolor intenso en 40 y 60 % de los lechones con colmillos limados o recortados. Comparativamente, sólo el 10 % presenta lesiones profundas producto de peleas entre lechones no descolmillados (Gallois *et al.*, 2005).

En los animales adultos, los colmillos pueden reducirse mediante el uso de esmeriles, sierras o alambre para embriotomía. En ocasiones es necesario repetir el procedimiento después de algunos años. Si la reducción se realiza cerca de la encía, el diente puede astillarse y producir una infección que incluso penetre y alcance la raíz del diente. La reducción de dientes en sí es un procedimiento doloroso, que provoca aumentos en las concentraciones de β -endorfina en plasma a las 4 h, además de generar un aumento de la cantidad de vocalizaciones e intentos de escape (Marchant-Forde *et al.*, 2009), e incluso muertes entre los individuos más livianos de la camada (Van Beirendonck *et al.*, 2012). La práctica es frecuentemente considerada como indolora por las pequeñas alteraciones fisiológicas y los relativamente cortos cambios conductuales asociados a su ejecución, pero el daño al tejido puede llevar a problemas subsecuentes de salud y dolor (Prunier *et al.*, 2005).

Hay *et al.* (2004) compararon los métodos de corte contra limado del colmillo, y encontraron que ambos inducen lesiones tales como aperturas en la cavidad dental, fracturas, hemorragias, infiltración o abscesos, y formación de osteodentina. La mayoría de estas lesiones aparecen antes y son de mayor magnitud cuando el diente se recorta que cuando se lima. Las alteraciones mencionadas causan dolor severo a los humanos, por lo que es muy probable que la reducción del diente también provoque dolor severo en los lechones (Hay *et al.*, 2004). Además, las tasas de crecimiento son menores en los lechones a los que se les recortaron los colmillos que a los que se les limaron (Bataille *et al.*, 2002).

No hay una forma fácil de disminuir el dolor que este procedimiento conlleva, ya que es una zona altamente inervada (Lewis *et al.*, 2005). Si es necesario realizar el procedimiento en animales adultos, se recomienda limar los colmillos cuando el animal se encuentra bajo anestesia total: por ejemplo, durante la castración, mientras que en las hembras habría que utilizar un protocolo de anestesia regional y analgésicos. También se propuso reducir el colmillo eliminando únicamente la punta para reducir el dolor y los riesgos. Esto disminuye las probabilidades de astillamiento, exposición de la cavidad dental y de lastimar la encía, restringiendo con ello el riesgo de infecciones (Hutter *et al.*, 1994; Weary y Fraser, 1999).

La reducción de caninos en lechones de 3 días de edad afecta el número de vocalizaciones y provoca segregación de sus compañeros. Además, afecta sus ganancias de peso manteniendo incluso pesos menores a los 70 días de edad (Weary y Fraser, 1999; Zhou *et al.*, 2013), lo que también puede

explicarse por el acceso diferencial a una teta funcional (Weary y Fraser, 1999). El dolor producto de la práctica limita el consumo de leche, por lo que los neonatos invierten menos tiempo masajeando la teta, lo que a su vez reduce la cantidad de leche que obtienen en el siguiente amamantamiento; y además, ante el dolor y la segregación del grupo, en ocasiones no atienden al llamado de la madre a amamantarse.

Esta práctica dejó de realizarse en muchas granjas debido a los problemas, riesgos, recursos y manejo extras, así como de sus ventajas poco claras. En camadas chicas es totalmente innecesaria. Las peleas entre hermanos pueden reducirse sustancialmente mientras se establece la fidelidad de la teta durante las primeras 72 h, si se deja el mismo número de lechones como tetas productivas existan. Una alternativa es la aplicación selectiva, recortando los colmillos únicamente en aquellas camadas problemáticas cuando aparecen lesiones extremas (Guatteo *et al.*, 2012), y solamente luego de eliminar otras posibles causas como la insuficiente producción de leche, o dejando a los cerdos más pequeños con sus colmillos intactos para favorecer su competitividad y supervivencia (Fraser y Thompson, 1991; Robert *et al.*, 1995).

CONCLUSIONES

El recorte de los incisivos en animales herbívoros ha caído en desuso por no mostrar ventajas claras. Sin embargo, el limado y corte de caninos en lechones es una práctica aún frecuente en la porcicultura latinoamericana incluyendo México, especialmente en lechones provenientes de granjas semiintensivas y familiares. El recorte de los caninos en el cerdo genera serios riesgos de fractura, infecciones y otros padecimientos, y las ventajas en cuanto al daño a los compañeros y ubre de la cerda no son claras, además de los periodos de pérdida de peso que acompañan al procedimiento. Por lo anterior, se recomienda no realizarlo. En aquellas camadas donde los combates son muy frecuentes, ésto por lo general ocurre cuando la madre presenta hipogalactia y los lechones quedan con hambre, o cuando las tetas funcionales son menores al número de lechones. Por lo que, al atacar la fuente del problema, se eliminan los combates.

VARIAS PRÁCTICAS, UN SOLO MANEJO

INTRODUCCIÓN

En condiciones de campo es frecuente que se realice más de una práctica al mismo tiempo para simplificar el trabajo, aprovechar un solo manejo, y hacer más eficiente el uso de la mano de obra y recursos. Cuando esto sucede, en ocasiones el dolor se exagera, pudiendo elevarse incluso por encima de la capacidad del animal de aumentar las respuestas conductuales o fisiológicas. En esta situación la interrogante es acerca de la conveniencia de realizar varias prácticas que pudieran resultar muy dolorosas en un solo manejo, o someter a los animales a varios manejos donde en cada uno se aplique una sola práctica.

En términos generales, a los productores les resulta más económico someter a los animales a un solo manejo, particularmente aquellos criados bajo condiciones extensivas; más aún si se considera la aplicación de protocolos destinados al control de dolor, particularmente contemplando la aplicación de fármacos sistémicos, dado que es muy poco práctico aplicar anestésicos locales para cada uno de los procedimientos que se realizan simultáneamente. Por ejemplo, una situación común en bovinos criados bajo condiciones extensivas es realizar al mismo tiempo la identificación, castración, descornado y vacunación. Si se realizan todas estas prácticas sería recomendable aplicar anestesia local en orejas para la identificación, en testículos para la castración y en el nervio cornal para el descornado, junto con AINEs sistémicos. Sin embargo, es necesario revisar las condiciones particulares de las asociaciones de diferentes prácticas para conocer en cada caso particular el mejor tratamiento posible. En ocasiones está demostrado que el orden en que se aplican las prácticas, el método seleccionado y el tipo de analgesia pueden influir fuertemente en el dolor finalmente desencadenado en los animales.

Por otra parte, no debemos olvidar que el tiempo que toma realizar determinado (s) procedimiento (s) será un factor muy importante en el grado de la respuesta del animal (Marchant-Forde *et al.*, 2009).

MÉTODOS

En el caso de los bovinos, algunos corrales comerciales de engorde realizan varios procedimientos a la vez, incluyendo castración, descornado, aretado y vacunación el mismo día. Ballou *et al.* (2013) estudiaron el efecto de realizar estas prácticas en forma simultánea, y concluyeron que, definitivamente, la castración y el descornado realizados de manera aislada son muy dolorosos, pero

el descornado lo es aún más que el primero, pese a que la castración quirúrgica provoca mayor inflamación que el descornado. Los investigadores coinciden en que en caso de realizar en forma simultánea la castración, el descornado y otras prácticas, la secreción de cortisol aumenta excesivamente luego de la castración, por lo que el descornado no genera un efecto aditivo (Coetzee *et al.*, 2011b; Stock *et al.*, 2013). Con base en lo anterior Mosher *et al.* (2013) recomiendan que, si es necesario realizar ambos procedimientos, estos se realicen al mismo tiempo aprovechando un solo manejo para los animales, o en la secuencia descornado-castración luego de haber sanado la primera. En este caso es importante iniciar los procedimientos a la menor edad posible, y utilizar tanto anestésicos locales como AINEs. Al realizar los procedimientos simultáneamente se recomienda la aplicación de anestesia local al menos en las zonas que conciernen a los procesos más dolorosos como descornado y castración, debido a la dificultad de aplicarla cubriendo cada una de las zonas que afecta cada práctica. En este caso, el uso de analgésicos sistémicos es imprescindible.

Cuando se decide aplicar recorte de colas y castración en ovinos, la combinación menos dolorosa es recortar la cola mediante el uso de cuchillas candentes en combinación con la castración mediante emasculación en corderos de alrededor de una semana de edad (Kent *et al.*, 2001). El TriSolfen, aplicado a la herida durante la castración quirúrgica, disminuye la respuesta de cortisol y favorece el descanso en los corderos. Sin embargo, la aplicación de TriSolfen sobre la herida de la cola no provoca ningún alivio en el animal cuando la castración se realiza con anillos de goma (Paull *et al.*, 2009).

Varios grupos de investigadores usan variables fisiológicas, como la secreción de cortisol en conjunto con variables conductuales para estudiar el dolor que sufren los corderos luego de someterse a prácticas dolorosas como la castración y el recorte de colas en conjunto (Kent *et al.*, 1998; Mellor y Stafford, 2000). En términos generales, la intensidad y duración de las conductas anormales producto de la castración y el recorte de cola en corderos se relacionan directamente con la cantidad de tejido dañado, siendo indicadores confiables de la severidad del dolor agudo producto de estas prácticas, las que disminuyen considerablemente cuando se usa anestesia local. Además, se demuestra que el cortisol plasmático puede tener un “efecto techo” que limita su uso como único indicador para cuantificar la severidad de procedimientos dolorosos (Molony *et al.*, 2002). La castración quirúrgica, ya sea tirando de los cordones espermáticos, prensándolos y cortándolos, con o sin cauterización, aunada al recorte de cola, simplemente cortada o prensada y cortada con o sin cauterización provoca los mayores incrementos de cortisol. Por lo anterior, se piensa que estos dos procedimientos realizados de esta manera son los más dolorosos para los corderos.

La castración con anillos de goma provoca una respuesta menor de cortisol que los procedimientos quirúrgicos. Sin embargo, la inducción de la criptorquidia en forma simultánea al recorte de cola con anillo de goma, y la castración con anillo de goma y recorte de cola con cuchilla caliente, pese a equivaler a una respuesta 50 % menor en cortisol a los métodos quirúrgicos, sigue representando un incremento de alrededor del 100 % con respecto a los niveles basales de esta hormona (Mellor y Stafford, 2000). La respuesta de cortisol puede reducirse usando anillos de goma más ajustados

que los normales. Sin embargo, aparentemente la forma que provoca menos dolor se basa en inyectar anestésico local en el cuello del escroto, ambos cordones espermáticos, ambos testículos y espacio epidural 15 a 20 min antes de colocar los anillos de goma en el escroto y cola. Estas técnicas casi anulan la respuesta de cortisol, aunque es un método impráctico para condiciones donde se tratan muchos animales. Una alternativa más práctica es inyectar anestesia local en el cuello del escroto 15 a 20 s antes de la colocación de los anillos de goma en escroto y cola. Aunque esto no es tan efectivo como lo anterior, reduce los incrementos de cortisol en un intervalo de 30 a 55 %. En cambio, inyectar anestesia local en ambos testículos 10 a 15 s después de colocar los anillos en escroto y cola, no produce ningún beneficio (Mellor y Stafford, 2000).

Fell y Shutt *et al.* (1989) midieron las concentraciones de cortisol y β -endorfina en sangre de corderos de entre 3 y 5 semanas de edad en respuesta a procedimientos quirúrgicos combinados con el recorte de la piel perianal, el recorte de la cola y la castración. Estos autores encontraron evidencia de dolor agudo, y que 24 h después, sólo las respuestas a los procedimientos que incluían recorte de piel perianal permanecían elevadas. En corderos de 6 meses de edad se encontraron resultados similares (Fell y Shutt, 1989). Sin embargo, los niveles de cortisol permanecen altos por al menos 48 h luego del procedimiento en animales de 9 a 10 meses de edad (Chapman *et al.*, 1994), lo que sugiere que el dolor es más prolongado en animales mayores. En términos productivos, estos animales pierden peso y demoran al menos 14 días en recuperarlo.

Grant (2004) realizó un experimento cuyo objetivo fue determinar los indicadores conductuales y posturales útiles para describir el dolor, creando una escala comparativa de dolor. Para ello utilizó 10 corderos que observó por 90 min luego de someterlos a una o diversas prácticas zootécnicas dolorosas, y al establecer un orden encontró que el dolor iba en aumento de la siguiente manera: Grupo control = aretado < descolado con hierro caliente < descolado con hierro caliente + recorte de piel en zona perianal + aretado < descolado con anillos de goma = descolado con hierro caliente + castración con anillo de goma + recorte de piel en zona perianal + aretado = castración con anillo de goma < descolado con anillos de goma + castración con anillos de goma. La escala puede no ser determinante, pero da una aproximación al grado de dolor que generan la aplicación de estas prácticas, pudiendo concluirse que, salvo el aretado, en todas las demás prácticas es imprescindible la utilización de protocolos para controlar el dolor.

Cuando se aplican varias prácticas a la vez, Stafford *et al.* (2007b) recomiendan que es preferible manejar corderos lo menos posible y castrar, descolar y aretar en una sola ocasión, y tan temprano en la vida como sea posible, siempre utilizando procedimientos que alivien el dolor causado por estas tres prácticas.

CONCLUSIONES

Hoy en día aún existen unidades de producción, como algunos corrales de engorde, en los que los animales se someten a todo este tipo de prácticas al llegar. Asimismo, bajo condiciones de crianza extensiva resulta impráctico manejar los animales cada vez que se requiera realizar una práctica.

Ambos casos son ejemplo de situaciones en donde aplicar varias técnicas en un solo manejo es más práctico que realizarlas por separado, pero es necesario aplicar los protocolos para controlar el dolor, y por supuesto elegir las técnicas menos dolorosas, realizándolas en los animales cuando sean lo más jóvenes posible.

A lo largo de este libro se ha mostrado información sobre el dolor causado por la aplicación de cada una de estas prácticas por separado. Sin embargo, llevar a cabo varias de ellas en una misma ocasión, tiene un efecto aditivo en el dolor, pero que es menor a la suma de sus partes, por lo que desde el punto de vista del bienestar animal, se recomienda aplicarlas en una sola instancia.

RECORTE DE PICO

INTRODUCCIÓN

El recorte de pico es una de las prácticas dolorosas más comunes que se lleva a cabo en pollitas de postura, patos, pavos y algunas otras aves criadas para consumo, ornato o juego (Gustafson *et al.*, 2007; Mota-Rojas *et al.*, 2016), y a menor escala en pollos de engorda. Las justificaciones, métodos y resultados entre las diferentes especies son muy similares, salvo algunas especificaciones que se puntualizarán a lo largo del texto. Esta práctica se inició a nivel mundial en los años sesenta de manera rutinaria en aves de postura, independientemente de si las aves eran criadas en piso o jaulas (Sun *et al.*, 2012).

En Suiza no se usan jaulas desde 1992, lo que podría dar una idea de la preocupación por el bienestar de las aves. Sin embargo, en el año 2000 se recortó el pico de 61 % de las gallinas de ese país (Hane *et al.*, 2000). Pese al alto porcentaje de animales en que se continúa realizando esta práctica, existen propuestas e incluso leyes aprobadas en varios países para prohibir el recorte de picos, o para reglamentar las condiciones bajo las que se realiza (Jendral y Robinson, 2004; Petek y McKinstry, 2010; Gilani *et al.*, 2013). Por ejemplo, en Europa sólo se permite realizar esta práctica si se lleva a cabo en pollitos de menos de 10 días de edad, y en países como Noruega, Dinamarca y Suecia y está totalmente prohibida (Janczak y Riber, 2015).

La gran mayoría de las investigaciones coinciden en que esta práctica es una mutilación dolorosa que limita la habilidad de las aves para utilizar su pico (FOTOGRAFÍA 20). Además, durante su ejecución se observa que algunos pollitos simplemente no resisten el tratamiento y mueren, o reciben quemaduras en su lengua o cara, lo que eventualmente les produce la muerte (Glatz, 2000). Por otra parte, algunas personas ven esta práctica como una contribución al bienestar animal (Jendral y Robinson, 2004; Onbasilar *et al.*, 2009; Sun *et al.*, 2012), ya que aseguran que reduce el picoteo de las plumas, particularmente en animales jóvenes; mejorando así la condición del plumaje, provocando menos nerviosismo, estrés crónico, canibalismo, y en consecuencia menos muertes (Hughes y Gentle, 1995; Hester y Shea-Moore, 2003; Davis *et al.*, 2004). Por ejemplo, en un estudio de 3 años con gallinas de postura mantenidas en piso, se observó una tasa de canibalismo de 7 % en aves con el pico recortado, frente a 18 % en aquellos animales que conservaron sus picos intactos (Flock *et al.*, 2005). Bajo estos criterios las ventajas de bienestar cobran mayor relevancia cuando se piensa en la parvada y sus interacciones, mientras que las desventajas se aplican más a nivel del ave como individuo.

Independientemente del punto de vista, es importante tener en cuenta que el pico es un órgano sensorial complejo, extensamente inervado por mecanorreceptores, termorreceptores y nociceptores (Gentle *et al.*, 1995; Dubbeldam, 1998) que al animal le sirven para aprehender y manejar partículas alimenticias antes de la ingestión, así como para la manipulación de objetos que nada tienen que ver con la alimentación. El pico también se utiliza para la construcción de nidos, exploración, ingestión de líquidos, e incluso como arma en encuentros defensivos y ofensivos (Gentle, 1989).

El propósito principal de recortar el pico en las aves es impedir el picoteo de las plumas y la cloaca, y como consecuencia el canibalismo (Gentle *et al.*, 1991; 1995). El picoteo de plumas y cloaca son de por sí muy dolorosos, y de agravarse, pueden incluso causar la muerte del animal picoteado, lo que le convierte en un problema tanto de bienestar animal como económico (Craig y Lee, 1990; Cunningham, 1992). No es posible pronosticar cuándo aparecerán los brotes de canibalismo, ya que por ejemplo una misma línea de aves puede presentarlo en un lugar y no en otro. No se ha demostrado ninguna relación entre las pruebas conductuales durante el periodo de desarrollo de las aves y la incidencia de picoteo de plumas en animales jóvenes, ni entre éste y el picoteo de las plumas cuando adultos (Hartcher *et al.*, 2015).

Se piensa que el canibalismo tiene su origen en un comportamiento redirigido, debido a la ausencia de enriquecimiento ambiental (Orihuela *et al.*, 2018b), como la falta de un sustrato que permita a las aves bañarse en tierra o arena (Johnsen *et al.*, 1998), o de picotear en el suelo (Blokhuys, 1986). De acuerdo con Johnsen *et al.* (1998) el desarrollo del picoteo de plumas está influenciado por condiciones como el tipo de piso en el que se crían las aves durante los primeros periodos de vida. Cuando se estimula el picoteo del piso a través del ofrecimiento de sustratos adecuados como paja, disminuye el picoteo hacia las plumas (Blokhuys y Van Der Haar, 1989). Para más información acerca de los factores que pueden influenciar el desarrollo del picoteo de las plumas y los manejos que pueden ayudar a prevenir el picoteo de plumas, se recomienda la revisión de Rodenburg *et al.* (2008) y el trabajo de Jensen *et al.* (2006).

Los brotes de canibalismo tienen un origen multifactorial, lo que implica que pueden ser desatados por una gran variedad de factores. Lo anterior hace difícil establecer estrategias efectivas, simples y prácticas para manejar este problema a través del control de una sola variable (Bilcik y Keeling, 2000; Lambton *et al.*, 2013). Además del recorte del pico, la prevención del canibalismo históricamente ha llevado a otras propuestas que no han prosperado, como el uso de implantes hormonales (Hughes, 1973) que son caros y cuestionados por los consumidores. Otra opción fue favorecer la proliferación de un gen que produce ceguera en las aves, bajo el argumento de que gallinas genéticamente ciegas desarrollan plumajes completos, producen más huevos, comen menos y no presentan canibalismo (Ali y Wahid, 1985).

Es importante considerar que no todos los individuos de los grupos participan en el picoteo de plumas o en el canibalismo. En el picoteo de plumas severo participa aproximadamente 9 % del grupo (Keeling, 1994), y generalmente son otras aves las que desarrollan canibalismo. Incluso existen parvadas donde se observa picoteo de plumas y no existe canibalismo (Keeling, 1994).

MÉTODOS

Los métodos más utilizados para el recorte de pico van del corte manual con unos alicates, hasta el uso de rayos láser, pasando por cuchillas calientes, luz infrarroja y otros. Entre estos, los más comunes son:

a. El uso de una cuchilla

Por ejemplo, la que produce: Lyon Electric Co. (Robot AG 4500, Gourlandt Industries Inc., Soo-Techniqueus, Francia) que realiza en forma simultánea el recorte y la cauterización del pico (Jendral y Robinson, 2004). Es uno de los métodos más comunes en la industria productora de huevos de gallina para plato. Se recomienda su utilización en pollos de menos de 10 días de edad, preferentemente al día de nacidos. Su aplicación puede ser manual o automática. En esta última se utilizan aparatos donde puede realizarse el corte en 120 000 pollos por día en las incubadoras antes de enviar los animales a las granjas. No debe removerse más de la mitad del pico superior y un tercio del inferior, lo que representa entre 2.5 y 3 mm de la longitud del pico en pollitos de un día de edad, y no debe ser mayor de 4.5 mm en animales de 10 días de nacidos (Gentle, 1986; Gentle *et al.*, 1990; Kuenzel, 2007).

b. El uso de luz infrarroja

Por ejemplo, el sistema de Nova Technology Engineering (Willmar, MN, EUA), es un sistema más moderno que el de la cuchilla caliente, por lo que lo ha ido reemplazando. Este método es altamente automatizado y se utiliza ya en varios países (Goran y Johnson, 2005), además de que aparentemente presenta menos inconvenientes que la cuchilla caliente. La luz infrarroja daña el tejido que genera el crecimiento del pico en la punta del mismo, por lo que su aplicación evita el crecimiento de la capa germinal, y 7 a 10 días después del tratamiento, la punta del pico empieza a erosionarse (Dennis *et al.*, 2009) y cae en aproximadamente 2 semanas (Marchant-Forde *et al.*, 2008).

El recorte del pico mediante rayo láser es una técnica aún en desarrollo (Glatz, 2004) y su uso no es generalizado. En pavos, además del método de cuchilla caliente, que es muy similar al que se describió para las gallinas (Gentle *et al.*, 1995), se usa un método eléctrico conocido como Bio-Beaker (Laboratorios Sterwin) que consiste en un aparato que genera electricidad a alto voltaje aplicada mediante dos electrodos, uno a cada lado del pico. Cuando el pico hace contacto con los electrodos el flujo de corriente que se establece destruye el tejido. Además, aunque menos frecuentemente, también llegó a utilizarse una máquina que realiza una perforación en la parte del pico donde inicia su curvatura, con lo que luego de 5 a 7 días la parte distal se desprende (Noble y Nestor, 1997). La técnica trató de usarse también en pollos, pero no resultó (Grigor *et al.*, 1995), aparentemente debido a un menor tamaño del pico. En un análisis comparativo se encontró que el recorte con tijeras fue el método más preciso, la cuchilla caliente afectó tejido adicional cerca del corte, y el método eléctrico fue el que más tejido dañó (Gentle *et al.*, 1995).

En pavos a los que se les aplicó el recorte de picos cuando tenían un día de edad mediante cuchilla caliente, electricidad o tijeras, Gentle *et al.* (1995) encontraron que, si bien a los 42 días

habían sanado, luego se observó crecimiento nuevo que incluye hueso y cartílago. Sin embargo, pese a tener buena irrigación, el crecimiento nuevo carece de fibras y terminales nerviosas sensoriales. En algunos casos, al igual que en otras especies de aves, puede producirse un crecimiento anormal del pico.

En los patos se utiliza el corte en frío, removiendo con unas tijeras exclusivamente el gancho que se forma en el extremo distal del pico superior alrededor de las 3 semanas de edad. Al igual que los demás métodos, este procedimiento suele provocar deformaciones en el pico, reducción de conductas relacionadas con el uso del pico y un incremento de conductas de descanso, con disminución de peso por alrededor de 2 semanas (Gustafson *et al.*, 2007).

El sistema de luz infrarroja requiere un ajuste cuidadoso. Si éste se hace bien, este sistema tiene ventajas sobre la cuchilla caliente, siendo la principal, el hecho de que mantiene la efectividad de operación constante durante su uso, evitando variaciones en los recortes entre picos (Marchant-Forde *et al.*, 2008). Además, la pérdida de la punta del pico sucede en forma gradual, lo que permite al animal cierta adaptación al tamaño y forma alterada de su pico conforme adquiere mayor edad. Como no se provocan heridas abiertas al momento de su aplicación, se reduce el estrés por manejo. Debido a que esta práctica puede aplicarse de manera simultánea con la vacunación en pollitos al día de su nacimiento, las aves muestran mejores condiciones de plumaje y menos agresividad incluso bajo iluminación intensa (Dennis *et al.*, 2009). Aunque algunos investigadores no han encontrado diferencia en las tasas de disminución del consumo de alimento, peso corporal, producción de huevo o medidas fisiológicas de estrés con las provocadas con la aplicación de otros métodos de recorte de pico (Dennis *et al.*, 2009; Dennis y Cheng, 2010; Marchant-Forde y Cheng, 2010), otros concluyeron que las pérdidas de peso son significativamente mayores al emplear la cuchilla caliente (Gentle y McKeegan, 2007). Además, existen estudios en que se encontró que los pollos cuyo pico fue recortado con cuchilla caliente caminan menos y pasan menos tiempo bebiendo (Dennis y Cheng, 2012), presentan picos más cortos y con más anomalías (Marchant-Forde *et al.*, 2008; Carruthers *et al.*, 2012) que en los tratados con luz infrarroja. De forma discordante, los estudios de Honaker y Ruszler (2004) encontraron que las aves con picos recortados mediante luz infrarroja tuvieron menor peso y consumo, además de mayor mortalidad que aquellas tratadas mediante cuchilla caliente. No obstante, Henderson *et al.* (2009) no encontraron diferencias entre los efectos causados por el corte y cauterización, al comparar cuchilla caliente con el uso de luz infrarroja, siempre y cuando los procesos fueran ejecutados de manera correcta y por personal altamente capacitado y con experiencia. Como puede apreciarse, los resultados existentes en la literatura son un tanto contradictorios, pero en general la mayoría coincide en que el método de luz infrarroja es la opción que tiene menos repercusiones negativas.

Con cualquiera de los métodos disponibles el pico se recorta o se quema a nivel de un tejido nervioso altamente sensible, similar al de la base de la uña humana (Roberts, 1986), con lo que se genera, tanto dolor agudo como crónico (Gentle, 1991; Marchant-Forde *et al.*, 2008; Gentle, 2011). La intensidad del mismo estaría fuertemente influenciada por la edad de las aves al realizarlo. Para

profundizar en el tema se recomienda el trabajo de Cheng (2005) como una extensa revisión sobre el dolor como resultado del recorte de pico.

La edad

Aparentemente existen ventajas a favor de recortar el pico en las aves cuando son lo más jóvenes que se pueda. Sin embargo, no se encontraron efectos significativos en la conducta cuando el recorte de pico se hizo el primer día de vida de los pollitos ni tampoco a las 6 semanas (Sandilands y Savory, 2002; Gentle y Mc Keegan, 2007; Henderson *et al.*, 2009). De manera similar, Freire *et al.* (2008), utilizando una técnica de administración de los analgésicos en el agua, validada anteriormente para pollos de engorde con problemas de patas (Danbury *et al.*, 2000), observaron que, a las 11 semanas de edad, en pollas de postura cuyo pico se recortó mediante cuchilla caliente o luz infrarroja el primer día de nacidas, no varió el consumo de analgésico en el agua. En la literatura existe información contradictoria sobre los cambios conductuales que reflejan situaciones de dolor tales como una reducción significativa en la cantidad de alimento consumido y de la actividad durante la primera semana postratamiento (Gentle *et al.*, 1997; Marchant-Forde *et al.*, 2008). Sin embargo, se carece aún de una evidencia sólida acerca de un dolor crónico en aves sometidas a estos procedimientos entre 1 y 3 días de edad (Workman y Rogers, 1990).

La regeneración rápida del pico en pollitos a los que se les recortó cuando recién nacieron, puede ser una razón por la que algunos investigadores han encontrado que el dolor no se observa por periodos prolongados en los animales de esta edad. En las aves jóvenes sometidas al recorte de su pico no se observa cicatriz o neuromas, y el pico crece rápidamente (Dubbeldam *et al.*, 1995; Lunam *et al.*, 1996; Gentle *et al.*, 1997) permitiendo una regeneración normal de los nervios al evaluarse a las 10 semanas del recorte (Lunam *et al.*, 1996; Lunam, 2005). Por el contrario, en animales de mayor edad, luego del recorte del pico se forma tejido de cicatrización, y si bien sana rápidamente, no se regenera, y los nervios crecen anormalmente provocando neuromas o alteraciones en sus terminaciones (Beward y Gentle, 1985; Jendral y Robinson, 2004; Cheng, 2006). En otros estudios no se observó aumentos de la frecuencia cardiaca inmediatamente después del tratamiento en los animales de un día, pero si en los de 10 y 42 (Glatz y Lunam, 1994).

Algunas respuestas al recorte del pico consisten en aumentos de la frecuencia cardiaca, la síntesis y secreción de ACTH y glucocorticoides (Davis *et al.*, 2004; Guirong *et al.*, 2012), reducción de la actividad locomotriz, apetito y frecuencia del picoteo, aletargamiento y neuromas (Marchant-Forde *et al.*, 2008), además de afectar al sistema inmune (Huff *et al.*, 2006; Virden *et al.*, 2007; Shini *et al.*, 2010). Este último se manifiesta en alteraciones de las células del bazo, las que en pollitos sometidos a recorte de pico a los 10 días de edad generan una reducción en el índice de proliferación de linfocitos y aumento de la apoptosis celular en este órgano (Sun *et al.*, 2012). A medida que el pico se recorta cuando los animales tienen mayor edad, las manifestaciones de dolor aumentan. Se han realizado estudios electrofisiológicos durante e inmediatamente después de recortar el pico en animales adultos, en los que se determinó que existe una fuerte descarga nerviosa de duración variable, pero que

en algunas fibras nerviosas del pico dura hasta 48 s (Gentle, 1991), lo que puede considerarse como dolor intenso de corta duración. Van Liere (1995) recortó el pico de pollitas de 6 semanas de edad, y a las 42 semanas determinó que mientras que las que no tenían el pico recortado tardaban 8 s en desprenderse de un pegotín en sus plumas; y las que si lo tenían tardaban 27 s, lo que demuestra la mayor pasividad y menor habilidad de aprehensión que muestran las aves con pico recortado.

En general, el recorte de pico en aves de 16 a 18 semanas promueve la formación de neuromas y dolor (Gentle *et al.*, 1990; 1991; 1997), por lo que nuevamente se recomienda realizar la práctica preferentemente en animales más jóvenes. Sin embargo, en ocasiones hay productores que realizan el recorte en animales jóvenes, y realizan un segundo recorte de pico en aquellos animales cuyo pico muestra un nuevo crecimiento. En Australia, la mayoría de las aves se somete a un recorte del pico entre los 5 y 10 días de edad, pero si el pico ha crecido nuevamente lo suficiente como para considerar que puede hacer daño, se le recorta nuevamente entre las 8 y 12 semanas de nacidas (Jongman *et al.*, 2008).

El recorte del pico en gallinas adultas provoca una disminución temporal en el consumo de alimento, que no se compensa por un incremento del consumo posterior; por lo que el peso corporal disminuye por lo menos durante las 6 semanas siguientes a la aplicación de este procedimiento (Gentle *et al.*, 1982).

El recorte de pico en aves adultas afecta considerablemente su comportamiento alimenticio, reduciendo su eficiencia de alimentación al 20 % debido a fallas en la aprehensión del alimento y en su transferencia hacia la faringe, donde puede tragarlo. Los animales con varias semanas de edad a los que se les recorta el pico necesitan un periodo largo para poder adaptar su patrón estereotipado de comportamiento de picoteo, y así compensar por la alteración en la forma de su pico (Hester y Shea-Moore, 2003).

En aves adultas se han observado alteraciones en el comportamiento indicadoras de dolor crónico luego del recorte de pico. El número de picoteos que realiza un ave hacia un estímulo visual atractivo a las 6 h del recorte es igual al que realizan aves intactas. Sin embargo, esto se reduce sustancialmente a partir de las 26 h del recorte (Duncan *et al.*, 1989; Gentle, 1991; Gentle *et al.*, 1991). A las 6 semanas del tratamiento todavía se observa una reducción en el acicalamiento, picoteo y movimientos bruscos de la cabeza (Gentle *et al.*, 1990; Gentle, 2011), por lo que se sugiere que el dolor y la sensibilidad del pico perduran por varias semanas, o incluso meses después del recorte (Craig y Swanson, 1994).

En general, las aves con pico recortado muestran menor peso corporal aún a las 8 semanas de edad, menores tasas de productividad de huevo a las 17 y 21 semanas de edad, y menor eficiencia en el consumo, ya que toman 63 % menos alimento cada vez que picotean en éste (Angevare *et al.*, 2012), además de disminuir su aprehensión y la actividad en general (Gentle *et al.*, 1982; Prescott y Bonser, 2004). También cabe destacar la importancia de un pico intacto para reducir la población de ectoparásitos en las granjas y minimizar el uso de métodos de control químico (Vezzoli *et al.*, 2015). Además, por lo anterior, los animales con el pico recortado tienen mayor infestación de ectopará-

sitos (Mullens *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2011; Vezzoli *et al.*, 2015). También invierten más tiempo en conductas relacionadas con la construcción del nido, demostrando dolor o reducción de la habilidad en la manipulación del material (Eskeland, 1981), y en general muestran una pérdida permanente de la respuesta a temperatura y tacto en el pico (Gentle, 1986).

Conductualmente, la amputación parcial del pico en las gallinas genera dificultades en su alimentación (Gentle *et al.*, 1982) y por al menos 5 semanas después del recorte, una reducción en la frecuencia con que beben (Gentle *et al.*, 1990), y en el número e intensidad de sus vocalizaciones (Hartcher *et al.*, 2015). También hay una reducción importante en el uso del pico en actividades no esenciales como el acicalamiento y el picoteo de exploración (Duncan *et al.*, 1989). De la misma manera se afectan otras conductas no relacionadas directamente con el pico, como aumentar el tiempo que permanecen paradas inactivas (Duncan *et al.*, 1989) o descansando (Eskeland, 1981), lo que provee aún más evidencia de un posible dolor crónico que se presenta al menos durante 3 semanas luego de que las heridas del pico sanaron.

La severidad del corte

Recortar la mitad del pico tiene consecuencias peores que remover un tercio (FIGURA 10; Gentle *et al.*, 1982). Los neuromas generados por el recorte pueden desaparecer cuando el recorte es leve, pero persistir hasta por 70 semanas en los recortes más severos (Lunam *et al.*, 1996), por lo que, en la práctica, el recorte del pico debería involucrar la mínima remoción posible. Freire *et al.* (2011) encontraron que incluso los pollitos a los que solamente se les recortó la quinta parte de la longitud del pico experimentan una pérdida sensorial en el mismo, y una reducción en la motivación para picotear. Sin embargo, animales con y sin analgesia picoteaban con la misma fuerza. Lo anterior llevó a pensar que la disminución del picoteo puede no estar asociada a dolor, sino a una pérdida de sensibilidad, evaluación de la distancia y problemas mecánicos de aprehensión que limitan sus capacidades físicas.

La analgesia

Llama la atención la poca información que se tiene respecto al uso de analgésicos para disminuir el dolor en los pollitos sometidos al recorte de pico, especialmente el dolor agudo. Glatz *et al.* (1992) encontraron que los pollos sujetos a una amputación de entre 30 y 50 % de la longitud del pico a los que se les aplicó de forma tópica un AINE (fenilbutazona) mantuvieron un consumo similar al que tenían antes de ser sometidos a esta práctica. Asimismo, en otros estudios se corroboró el alto potencial que tiene el uso de analgésicos para mitigar el dolor inicial causado por esta práctica (Glatz, 1990; Glatz, 2005). Tal es el caso de una mezcla de bupivacaína con fenilbutazona que puede aplicarse con una torunda sobre el pico inmediatamente después de su recorte, o sumergir los picos en agua fría (Glatz, 2000). Los tratamientos podrían incluir el ofrecimiento de analgésicos o tranquilizantes específicos en el agua a pollitos recién nacidos para ayudarles a lidiar con el dolor, aunque no servirían para ayudar a reducir las pérdidas sensoriales por la falta de la región apical.

Aún no se conocen algunos aspectos básicos, como cuáles son los fármacos más adecuados para utilizar durante la aplicación de estos procedimientos. Jain *et al.* (2009) demostraron que las dosis altas de diclofenaco sódico vía oral provocan cambios bioquímicos e histopatológicos, e incluso la muerte de gallinas. Otros investigadores sugieren que los fármacos pueden tener cierta selectividad hacia diferentes procesos, ya que, por ejemplo, el carprofeno parece ser efectivo para dolores neuromusculares en los pollos (McGeown *et al.*, 1999; Danbury *et al.*, 2000), pero no para dolores neuropáticos como el causado por el recorte de pico (Freire *et al.*, 2008).

La ciencia puede ayudar mucho ofreciendo innovaciones a nuestros sistemas productivos que combinen bienestar y productividad. Los estudios etológicos y los avances en neurofisiología permiten conocer más acerca del dolor. Por ejemplo, Gentle (2001) encontró que el dolor en los humanos puede mitigarse al redirigir la atención de los pacientes hacia alguna cosa distinta mediante entrenamientos de relajación, hipnosis y otras terapias. Por ello planteó que, si el dolor de una gallina fuera simplemente una reacción automática inconsciente, distraer la atención del ave no afectaría su respuesta. Pero si, por el contrario, la gallina percibe el dolor como una experiencia no placentera, redirigir la atención del animal disminuiría los signos de dolor, tal como sucede en los humanos. Por ello inyectó cristales de sodio en la articulación de una de las patas de las aves, lo que genera un dolor mediano, localizado y transitorio durante 3 h, observando que las aves que se mantenían en el mismo alojamiento austero donde estaban antes, evitaban poner peso sobre la pata afectada y se dedicaban a pasar mucho tiempo echadas o paradas sobre la otra pata, y si se les forzaba a moverse, lo hacían cojeando. Por el contrario, cuando después del tratamiento los animales se colocaron en un alojamiento diferente al que habían permanecido, con un ambiente enriquecido, estos cambios se redujeron drásticamente o en algunos casos incluso no se manifestaron. Para ello colocaron aserrín sobre el piso e incluyeron la presencia de otra ave no familiar para distraer la atención del animal tratado. La misma respuesta se encontró si la inyección se aplicaba poco antes de que las gallinas ovipositaran, periodo en el que los animales están fuertemente motivados a encontrar un nido. Sin embargo, las conductas relacionadas con el dolor reaparecieron inmediatamente después de la oviposición. Gentle (2011) concluyó que la reacción de las aves hacia la inyección se modificó al redirigir su atención hacia otra cosa, dado que no puede ser un ajuste conductual inconsciente que sucede automáticamente, sino que debe estar mediado por una sensación consciente del dolor. Este experimento permite un gran avance en el entendimiento de la percepción del dolor de los animales, además de que ofrece estrategias que pueden reducir la percepción del dolor en las aves, y quizá en otros animales. ¿Es posible aliviar el dolor de la aplicación de una práctica dolorosa cambiando a los animales hacia un ambiente nuevo, enriquecido y con la compañía de congéneres? Por supuesto, aunque esto no debería sustituir los tratamientos de anestésicos y analgésicos, el uso de metodologías específicas menos dolorosas, y la aplicación de otros factores previamente mencionados en este tratado, destinados a minimizar el dolor provocado por algunas prácticas zootécnicas.

Alternativas

Existe una serie de prácticas zootécnicas que deben observarse y que pueden reducir o eliminar la práctica del recorte de pico como, por ejemplo:

a. La utilización de líneas genéticas de gallinas ponedoras que tienen un bajo índice de picoteo de plumas (Craig y Lee, 1990; Craig y Muir, 1993).

Un problema ligado a la aplicación del recorte de pico de manera rutinaria, es que impide seleccionar aves que no presentan canibalismo. Kuo *et al.* (1991) observaron que mediante la selección se redujo la incidencia de canibalismo en animales con picos intactos a través de una crianza familiar, y esto no tiene efectos negativos en la producción de huevos (Muir y Craig, 1998). Algunas razas de gallinas ligeras utilizadas para la producción de huevo para plato, como la Leghorn, son más susceptibles al canibalismo que las razas pesadas, por lo que sus cruces podrían contribuir a tener animales menos propicios a presentar este problema (Uitdehaag *et al.*, 2008). Las razas ligeras se caracterizan por ser más sensibles ante factores ambientales (Albentosa *et al.*, 2003). También se sugiere seleccionar líneas genéticas con menor mortalidad (Nordquist *et al.*, 2011). Se recomienda a las compañías reproductoras de aves que consideren seleccionar sus gallinas de acuerdo al menor canibalismo (Craig y Swanson, 1994), lo que permitiría un progreso perfectamente factible para reducir este problema.

Kjaer y Sorensen (1997) calcularon que la heredabilidad del comportamiento relacionado con el picoteo de plumas es del 0.38 %. Con la tecnología actual, el uso de marcadores genéticos podría acelerar el proceso de selección de estas aves y disminuir rápidamente la incidencia del fenómeno (Hester, 2005). Una línea de gallinas White Leghorn seleccionada con base en supervivencia, tasa de postura y tamaño de huevo, con pico intacto y alojada en jaulas múltiples, mostró una frecuencia de muertes por canibalismo menor que una línea testigo no seleccionada (Craig y Muir, 1991; Kuo *et al.*, 1991). La selección genética de aves White Leghorn con picos intactos favoreció un incremento en el número de días sin lesiones producidas por picoteo, bajo un ambiente de 6 aves por jaula, fue exitosa en tan solo dos generaciones (Craig y Muir, 1993). Además, la selección genética de aves con picos intactos a favor de la supervivencia y de la producción de huevo bajo un ambiente de varias aves por jaula, disminuyó la mortalidad provocada por lesiones producto de picoteo, aunado a una reducción en las muertes debidas a canibalismo y una mejora en las condiciones del plumaje (Craig y Muir, 1996; Muir, 1996). De hecho, ya en 1995 se contaba con una línea genética de bajo nivel de picoteo de plumas (Jones *et al.*, 1995). Como resultado de la selección genética, los genotipos usados hoy en día en la industria dedicada a la producción de huevo son muy diferentes a los que se usaban antes. Las líneas genéticas modernas de ponedoras son potencialmente menos susceptibles al picoteo de plumas y al canibalismo (Janczak y Riber, 2015). Todo esto cuestiona aún más el uso del recorte del pico en forma rutinaria.

b. La utilización de perchas (Gunnarsson *et al.*, 1999) y el enriquecimiento ambiental (Jones, 2005; Orihuela *et al.*, 2018b).

La crianza de aves con acceso a perchas a partir de los 7 días de edad (Janczak y Riber, 2015) se asocia con un incremento en el uso de las mismas, y una reducción en el canibalismo cuando adultas (Gunnarsson *et al.*, 1999). Por otra parte, el ofrecimiento de diferentes actividades distrae y mantiene a las aves más ocupadas, dejándoles menos tiempo para actividades agresivas. Las pollas deben tener acceso a un sustrato apropiado desde poco después del nacimiento, lo que debe continuar durante toda la crianza y producción. En el caso de gallinas adultas de postura alojadas en jaulas, también debe proporcionárseles sustratos para reducir efectivamente el canibalismo (Janczak y Riber, 2015).

c. Ofrecer la posibilidad de pastorear (Blokhuis, 1986)

Las aves son especies de alimentación omnívora, por lo que las gallinas silvestres rascan el suelo en busca de semillas, insectos, gusanos y otros animales pequeños (Savory, 2010). Algunos investigadores consideran que el picoteo de plumas es la causa inicial de heridas que a su vez desatan el canibalismo en otros miembros del grupo, lo que sería una conducta de forrajeo o alimentación redirigida. En el mismo sentido, los pollos criados por gallinas tienen menores tasas de mortalidad debido al picoteo de plumas o canibalismo que los pollos de incubadora. Por ello se sugiere que la gallina guía a sus pollos hacia el picoteo de sustratos más específicos, como comida o paja (Riber *et al.*, 2007).

d. Evitar la sobrepoblación en las casetas (Stafford y Mellor, 2009) o jaulas (Glatz, 1990; Parkinson, 2005).

El aumento del picoteo que sufre un ave herida es fácilmente detectable porque muchas aves se unen al ataque. Con frecuencia los intentos de escape del ave atacada atraen más la atención de los atacantes, lo que generaliza e intensifica la agresión debido a un aprendizaje o facilitación social (Lay *et al.*, 2011).

En cualquier sistema las aves compiten por establecer jerarquías. Cuando hay espacios abiertos o en vida libre, las gallinas menos agresivas se alejan u ocultan, y la dominancia se establece sin confrontaciones que generen heridas. En sistemas confinados, muchas veces se encierran varios individuos por jaula, por lo que la gallina subordinada no puede huir ni mostrar sumisión, por lo que puede aumentar la cantidad de confrontaciones, canibalismo y muerte (Hughes y Duncan, 1972). Además, los brotes de canibalismo pueden ser más difíciles de controlar en aquellas aves criadas en piso, debido a que se mantienen grandes cantidades de individuos, muchas veces en altas densidades (McAdie y Keeling, 2002; McAdie *et al.*, 2005; Gilani *et al.*, 2013), mientras que en jaulas se puede retirar al ave atacada para resolver un brote menor. En Noruega, un país donde está prohibido el recorte de picos, se ha logrado controlar el canibalismo a través de la reducción en la cantidad y densidad de aves por nave, siendo la mortalidad de las gallinas ponedoras solamente de

2 a 3 % (Hestetun, 2014). Esta baja mortalidad se observa manejando naves de 7500 aves, contra los 30 000 individuos por nave registrados frecuentemente en productores de otros países. De acuerdo con Janczak y Riber (2015) se recomienda que al final de la etapa de crianza en sistemas libres se mantengan 14 pollas de razas livianas y 11 de razas pesadas por m².

e. Suministrar alimento y agua

Si los animales tienen que pelear por el acceso a la comida o al agua, o sufren hambre, se estimula el picoteo. Por ello debe haber disponibilidad de alimento y agua suficiente en forma continua, con alimento preferiblemente molido o desmenuzado y no en pellets (Janczak y Riber, 2015).

f. Proveer nutrientes en cantidades recomendadas (Choct y Hartini, 2005)

Las deficiencias nutricionales, particularmente de metionina y sal parecen ser desencadenantes de problemas de canibalismo, aunque dietas extremadamente altas en energía y bajas en fibra también provocan mayor actividad y agresividad en las aves. Por ello es necesario asegurarse de que accedan a una dieta balanceada de acuerdo con la edad y tipo de ave de que se trate. En el mismo tenor, alimentar a las gallinas con una dieta con un alto contenido de fibra insoluble también reduce el canibalismo (Hartini *et al.*, 2002). Lo anterior se debe posiblemente a que cuando los animales consumen este tipo de dietas necesitan mayor tiempo de consumo para cubrir sus necesidades energéticas, lo que les deja menos tiempo para desarrollar comportamientos agresivos (Hartini *et al.*, 2002).

g. Evitar la iluminación excesiva

La iluminación debe mantenerse preferentemente entre 5 y 10 luxes (Janczak y Riber, 2015), evitando altos contrastes (Parkinson, 2005). La luz muy brillante o los periodos excesivos de iluminación son perjudiciales. Una baja intensidad de luz es una herramienta efectiva para el control del canibalismo, tanto en pollos como en gallinas ponedoras: las aves no pueden verse muy bien entre ellas cuando la intensidad de luz es baja, lo que minimiza las conductas y encuentros agresivos (Glatz, 2000). Además, parece ser que cuando las gallinas ponedoras pueden elegir, prefieren la luz fluorescente a la incandescente (Duncan y Widwski, 1998).

Seguramente a corto plazo se utilizará solamente luz LED, ya que es más eficiente, además de que se ha demostrado que tiene efectos positivos en el desarrollo y bienestar de pollos de engorda (Mendes *et al.*, 2013; Riber, 2014), con resultados muy prometedores en gallinas de postura (Janczak y Riber, 2015).

h. Evitar temperaturas elevadas

Las recomendaciones generales van de 35 °C para pollos durante su primera semana de vida, descendiendo gradualmente hasta 21.1 °C a partir de la sexta. La temperatura debe medirse a la altura de la espalda de las aves, directamente bajo la fuente de calor. No debe calentarse toda la nave a la temperatura recomendada.

i. La medición contra parásitos externos

La presencia de plagas puede incitar el picoteo de un ave hacia otra y lastimar la piel y propiciar así la generación de brotes de canibalismo.

j. La remoción de animales enfermos

Retirar a los animales enfermos, débiles, heridos, muy pequeños, o aquellos que muestren retraso en emplumar es otra práctica que reduce los brotes de canibalismo.

k. Evitar variaciones en sonido, así como sitios ruidosos, altos niveles de amonio y CO₂ (Janczak y Riber, 2015)

La contaminación por ruido y del aire que respiran las aves son factores que también deben evitarse.

l. Evitar la mezcla de animales

Mezclar animales puede alterar el orden jerárquico previamente establecido y favorecer los combates (Cloutier y Newberry, 2002).

Además de todas estas prácticas, se han utilizado otros métodos a nivel de producción menos intensiva, como la aplicación de sustancias desagradables en las aves heridas, que desalientan el picoteo, o la utilización de lentes de plástico (Glatz, 2005). La desventaja de estos procedimientos es que tienen que aplicarse en animales mayores; son caros, lleva mucho tiempo realizarlos, no sirven en gallinas en jaulas, y en particular en el caso de muchos diseños de lentes, estos se fijan mediante clips metálicos que atraviesan el *septum* nasal (Robinson, 1979). El uso de lentes de contacto cayó en desuso porque causan considerables irritaciones e infecciones en los ojos, así como conductas anormales porque es difícil mantenerlos en su lugar. Sin embargo, hay nuevas versiones de éstos (Animals Inc.) que parecen no tener esos problemas, pero aún hay obstáculos por resolver, como la dificultad que muestran algunas aves para encontrar el alimento (Adams, 1992). Otra alternativa es el uso de filtros de color rojo en las ventanas que, junto con iluminación roja, evita reconocer la sangre en otras gallinas, disminuyendo el canibalismo.

CONCLUSIONES

El principal problema vinculado al bienestar en las aves es el picoteo de plumas, agresión y canibalismo (Hester y Shea-Moore, 2003). Esto se ha controlado fundamentalmente recortando el pico, siendo la técnica más común el recorte mediante una cuchilla que cauteriza la herida durante el corte, o mediante luz infrarroja. Ambos métodos producen un dolor agudo de magnitud similar (Marchant-Forde *et al.*, 2008; McKeegan y Philbey, 2012). Sin embargo, este último procedimiento tiene la ventaja de no producir una herida abierta, disminuyendo el riesgo de dolor crónico u otras consecuencias adversas asociadas con el primero (Hester y Shea-Moore, 2003; Gentle, 2011). No obstante, la selección genética parece ser el mecanismo más promisorio para reducir o eliminar las conductas no deseadas en las aves (Hester y Shea-Moore, 2003; Glatz, 2005).

El problema no es frecuente en los pollos de engorda, ya que los animales se sacrifican cada vez a edades más tempranas. En las aves destinadas a la producción de huevo y en pavos, existen líneas genéticas de aves seleccionadas contra la presentación de canibalismo, lo que aunado a una serie de prácticas zootécnicas que disminuyen el riesgo de que se produzcan estos brotes y que deben implementarse en los casos en que el picoteo de plumas y el canibalismo representen un peligro potencial, reducen las probabilidades de la incidencia de este problema. La naturaleza multifactorial del picoteo de plumas y el canibalismo, sugieren que las mejoras genéticas serán limitadas, de no hacerse junto con ajustes en las condiciones de ambiente y nutrición que sustenten las necesidades conductuales de las aves (Dalton *et al.*, 2013).

OTRAS AMPUTACIONES

En las aves también se realiza la ablación de la cresta y barbilla de las gallinas y gallos, del apéndice carnoso que se desarrolla sobre el pico de los pavos, así como el corte de espolones en gallos y pavos, o primera falange de los dedos en estos últimos (FOTOGRAFÍA 21). Pese a que prácticas como el recorte de crestas, barbillas y dedos han caído en desuso en muchos países, algunas de ellas aún se utilizan en forma rutinaria en la industria avícola (Hester, 2005) provocando dolor.

Hasta la década de los 50 también se castraban pollos y gallos extirpando los testículos mediante una incisión en la parte posterior del abdomen para producir carne con características organolépticas específicas que requerían que el gallo no alcanzara la madurez sexual. Esta operación se practicaba en campo, sin anestesia, y a costa de un porcentaje muy elevado de muertes producto de la exploración que realizaban manualmente a través de la masa intestinal con los dedos índice y pulgar de la mano hasta encontrar los órganos reproductivos. La práctica se sustituyó por el método quirúrgico, y posteriormente por la aplicación (en tabletas o inyecciones) de preparados a base de estrógenos (Echarri, 1952). Además, esto disminuye la conducta agresiva, incluyendo el picoteo de plumas y canibalismo, los que se observan con mayor frecuencia en animales sexualmente maduros (Levionnois y Morméde, 2014).

Debe recordarse que las crestas y barbillas juegan un papel importante en la termorregulación al favorecer la pérdida de calor durante temporadas de altas temperaturas, ya que los vasos sanguíneos situados en su superficie de estos apéndices se dilatan en los días cálidos permitiendo la transferencia de calor del ave hacia el ambiente (Hester *et al.*, 2015). El recorte se realiza teóricamente para evitar daños en los machos reproductores, los que al pelearse dirigen sus agresiones hacia estas partes cuando están intactas, o para evitar que las crestas o barbillas se rasguen en caso de quedar atrapadas en las jaulas, además de incrementar la eficiencia en la alimentación. Sin embargo, hoy en día estas razones no tienen fundamentos claros: la reproducción es controlada y no se utiliza más de un macho por corral en el caso de gallinas reproductoras, y las instalaciones y equipo han sido mejorados de forma tal que es casi imposible que las crestas o barbillas queden atrapadas en ellas (FOTOGRAFÍA 22). Además, los trabajos de Hester *et al.* (2015) demuestran que esta práctica realizada a los 21 días de edad no tiene efecto sobre el peso corporal ni en la utilización del alimento de las aves.

Para el recorte de crestas y barbillas generalmente se utilizan unas tijeras comunes (Ag Guide, 2010) sin aplicación de protocolo alguno para el control de dolor ni infecciones. El procedimiento

provoca un fuerte dolor agudo. Hester *et al.* (2015) encontraron que la proporción de animales comiendo disminuyó, mientras que la de animales echados aumentó durante el día de recorte de crestas y barbilla. Además, la hemorragia es un problema latente cuando las aves son sometidas a este tipo de procedimientos. El corte de crestas y barbilla no tiene actualmente justificación, aunque aparentemente persisten en su uso las personas que se dedican a la crianza de gallos de pelea, actividad, de por sí prohibida en muchas partes del mundo. Estos criadores cortan crestas y barbillas para evitar que el gallo combatiente tenga áreas de donde ser sujetado por su rival, aunado al corte de espolones con el fin de reemplazarlos por navajas al momento de la pelea.

Al igual que el recorte de crestas y barbillas, el del apéndice del pavo tiene por objeto evitar las lesiones que se causan los machos adultos cuando pelean. En países muy fríos también ayuda a evitar el congelamiento de esta área. Quienes apoyan esta práctica recomiendan despigar y cortar el apéndice a fin de reducir al mínimo las posibilidades de contaminación con erisipela a través de las heridas producidas en las peleas.

La remoción del apéndice del pavo se realiza en animales de un día de edad, utilizando tan solo la uña del operador, mientras que en animales mayores es necesario utilizar tijeras. Los dedos y espolones también se recortan para evitar lesiones a los manejadores de las aves, a las hembras durante la cópula, y a otros machos durante las peleas. El recorte de los dedos en los pavos se realiza como procedimiento estándar en incubadoras comerciales de pavos al día de nacidos (Erasmus *et al.*, 2015). De acuerdo con los códigos vigentes en Canadá, debe evitarse las alteraciones quirúrgicas en los pavos, incluyendo el recorte de los dedos (Fournier *et al.*, 2015).

Para evitar que los animales se arañen entre sí, se realiza el recorte de los dedos o la reducción de las uñas de los 3 dedos delanteros de cada pata, lo que disminuye las heridas en las canales evaluadas cuando los animales se han sometido a este tratamiento, apuntando hacia un beneficio a largo plazo (McEwen y Barbut, 1992). Sin embargo, Fournier *et al.* (2014) no encontraron efectos positivos. Las reacciones conductuales sugieren que el procedimiento provoca dolor agudo y crónico: durante los 5 días siguientes al tratamiento los animales comen menos y son menos activos en pararse, caminar y correr. Más aún, a los 133 días del recorte los pavos aún caminan menos (Fournier *et al.*, 2015), sin que la morbilidad a largo plazo disminuya (Fournier *et al.*, 2012). Contrariamente al propósito de la práctica, el recorte de los dedos provoca mayor mortalidad, debido a causas esqueléticas, especialmente rotación de la tibia (Fournier *et al.*, 2014).

Para el recorte de dedos se utiliza un procesador basado en la emisión de microondas, cuchillas calientes o tijeras (Fournier *et al.*, 2014). El aparato de microondas es un sistema automatizado, donde la punta de los 3 dedos frontales se expone matando el tejido y provocando su desprendimiento en un plazo de una a tres semanas (Gorans, 1993). El día 8 los dedos ya desarrollaron epitelio sano que cubre la herida, y se muestran totalmente curados hacia el día 14 (Fournier *et al.*, 2015).

El recorte de los espolones se efectúa en la última unión del dedo de los reproductores antes de las 72 h de edad. En animales mayores sólo se recorta la uña. Esta amputación generalmente se realiza sin el uso de anestésicos, usando tijeras filosas, sin riesgo de hemorragia.

Las amputaciones en las aves mencionadas en esta sección, tales como la ablación de crestas, barbillas, apéndices, espolones y falanges, pretenden justificarse por los daños que los animales se confieren al pelearse, por lo que el uso de líneas genéticas menos agresivas aparece también como una posible solución (Millman y Duncan, 2000). Al igual que con el recorte de pico, debe priorizarse el desarrollo de un manejo zootécnico adecuado, y sólo en caso de que estas estrategias fallasen, las amputaciones se convertirían en el último recurso. Además, deben ser realizadas por personal entrenado y capacitado y supervisado por médicos veterinarios, realizarse en animales lo más jóvenes posible, removiendo la menor cantidad de pico o tejido, usando el método más apropiado para minimizar el dolor y controlar el sangrado; contemplando siempre protocolos para aliviar el dolor y prevenir infecciones. El castrado quirúrgico no debería efectuarse sin los debidos métodos de control de dolor y de infecciones, y debería llevarse a cabo sólo por veterinarios o personal formado y calificado bajo supervisión veterinaria (OIE, 2014b).

CONCLUSIONES GENERALES

En los sistemas de producción modernos que contemplan criterios de bienestar animal debe evitarse siempre que sea posible las prácticas zootécnicas que implican la mutilación de alguna parte del cuerpo de los animales. Por lo general, estas prácticas se realizan para prevenir problemas de enfermedades y lesiones o por posibles beneficios que en muchos no son tan claros.

La aplicación de prácticas zootécnicas invasivas dirigidas a beneficiar a los animales o a un grupo de éstos incluyen procedimientos como la castración, recorte de colas, descornado, identificación, recorte de cuernos, descolmillado, marcaje, o recorte de picos. Es frecuente que estas prácticas se apliquen indiscriminadamente y sin el uso de anestésicos ni analgésicos, provocando mucho dolor, riesgos y pérdidas innecesarias. La falta de conocimiento de cómo evaluar y entender el dolor que los animales sienten, la falta de anestésicos y analgésicos adecuados para cada caso, una visión antropocéntrica y de lucro priorizando lo económico ante el bienestar animal, o razones estéticas son las que muchas veces fundamentan la ejecución de estas prácticas. En muchos casos estas prácticas se realizan por tradición más que por generar ventajas concretas. Al mismo tiempo, cada día cobran mayor importancia entre las personas relacionadas con la producción animal el reconocimiento de las cinco libertades propuestas por el Consejo para el Bienestar de los Animales de Granja del Reino Unido en 1992. Asimismo, las recomendaciones de la OIE publicadas en el código sanitario bajo los capítulos de Bienestar animal y sistemas de producción de otros gobiernos (Reino Unido-DEFRA, Canadá - Código de práctica) y estándares de producción o bienestar animal (FARM Programa USA, Certified Humane, entre otros), establecen una serie de estándares para la producción. Aunado a estos dos factores, la creciente preocupación de los consumidores por la situación de los animales en las granjas coadyuva a que muchos de estos procedimientos se cuestionen, y se busquen y propongan alternativas menos dolorosas o indoloras. En muchos casos estas legislaciones o estándares empiezan a presionar a los mercados a través de tratados internacionales o de la industria alimentaria internacional (por ejemplo Nestlé, 2016).

En esta obra se han presentado los pros y contras de algunas de estas prácticas de acuerdo con la evidencia científica, aunque en algunos casos la información es aún muy limitada. El reto es establecer medidas para mejorar el bienestar animal no sólo en términos de salud, sino también considerando los elementos éticos y técnicos acerca de las posibles opciones y resultados como el nivel de dolor que puede causarse, opciones para mitigarlo y las posibles consecuencias futuras en los animales.

Es fundamental complementar estrategias que permitan tener la capacidad de identificar la forma en que los animales expresan el dolor para así poder reconocerlo, cuantificarlo, evitarlo o reducirlo, reconsiderando cómo se realizan los procedimientos dolorosos y si estos son realmente necesarios. La reducción del dolor que se provoca en los animales requiere de innovación científica y tecnológica junto con cambios en valores culturales y la voluntad de someterse a nuevas leyes que pueden restringir el uso de ciertas técnicas o fármacos y promover prácticas, aunque a veces puedan disminuir las ganancias económicas.

Siempre que sea posible las prácticas dolorosas deben evitarse buscando métodos alternativos, particularmente evitando la aplicación de manera indiscriminada y rutinaria de las mismas. De ser imprescindible su ejecución, esta deberá realizarse bajo las siguientes condiciones:

- » Utilizar el método que cause el mínimo dolor al animal.
- » Realizar en lo posible varias prácticas en un solo manejo.
- » Procurar su aplicación a la edad más temprana posible.
- » Administrar protocolos de sedación + anestesia + analgesia durante el procedimiento. Por ejemplo, un protocolo ideal consistiría en la administración de un sedante (xilacina), un anestésico local (lidocaína), un AINEs [ketoprofeno o ácido 2-(3-benzoilfenil) propiónico], y la aplicación de otra dosis de antiinflamatorio a las 2 y 7 h del procedimiento (Stafford y Mellor, 2011) según la duración del dolor crónico generado. El CUADRO 4, proporciona algunos cuestionamientos útiles en la elección de la estrategia analgésica a utilizar.
- » Someter a los animales a un manejo y sujeción apropiados que minimicen la tensión y faciliten realizar la práctica disminuyendo riesgos de lesiones.
- » Realizar el procedimiento sólo por personal capacitado y entrenado bajo la supervisión de un médico veterinario.
- » Aplicar las técnicas y cuidados postoperatorios conocidos para reducir las probabilidades de infección luego de su ejecución y favorecer su cura lo antes posible.
- » Brindar al animal cierto “buffer social”, enriquecimiento ambiental o alguna práctica etológica que pueda contribuir a su recuperación y disminuya su percepción del dolor.

En caso de aplicar prácticas dolorosas, la evidencia conductual y fisiológica indica que en la mayor parte de los casos el dolor puede reducirse o eliminarse mediante el uso combinado de anestésicos locales y AINEs (Mellor y Stafford, 2000; Stafford y Mellor, 2005a; Stewart *et al.*, 2009; Stafford y Mellor, 2011). Sin embargo, existen una serie de tecnologías disponibles como alternativas indoloras que garantizan el bienestar de los animales logrando objetivos productivos similares o incluso mejorados como el uso de microchips en sustitución de muescas en las orejas o de marcaje dejando cicatrices de quemaduras de tercer grado sobre la piel o tatuajes en los labios; en el engorde de bovinos incluiría el uso de animales acornes para evitar el descornado; en la de cerdos podrían producirse machos enteros sacrificados antes de llegar a la pubertad o la inmunocastración en sustitución de la castración quirúrgica; en gallinas se pueden usar líneas de aves poco agresivas que no presentan

canibalismo, evitando el corte de picos. Con esto y muchas otras opciones vertidas en esta obra es posible mitigar o eliminar muchas de las prácticas dolorosas aplicadas actualmente.

Los métodos alternativos incluyen suspender la intervención y responder a la necesidad de operar mediante estrategias de manejo, optar por la reproducción de ganado que no requiera estas prácticas, o reemplazar la intervención actual por una alternativa no quirúrgica que haya demostrado mejorar el bienestar animal (OIE, 2014a, b).

Los resultados de las investigaciones deben analizarse con cuidado ya que en algunos casos pueden llevar a aseveraciones equivocadas, particularmente cuando no se tiene un panorama completo y debido a las diferentes manifestaciones de dolor que provocan cada uno de los distintos métodos. El avance de la ciencia y la incorporación de más y nuevas variables lleva a diferentes interpretaciones de una misma realidad.

Antes de realizar cualquier práctica dolorosa es necesario preguntarse si:

- » ¿El procedimiento se justifica en términos de los beneficios directos al animal o al grupo?
- » ¿Se está utilizando por la razón correcta?
- » ¿Cuál es el daño causado, qué tan grave es, y si existe forma de evitarlo o de aminorarlo?
- » ¿Se realiza con el mejor método y utilizando un tratamiento contra el dolor?
- » ¿Cuáles son los costos de impedir o reducir el dolor, y si esta inversión puede recuperarse? No se puede perder de vista que las granjas son empresas comerciales, pero es posible promover el pago de sobrepagos por el respeto al bienestar animal. Tal es el caso por ejemplo de la producción de huevos de gallinas criadas en forma libre.
- » ¿Se utiliza el equipo pertinente?
- » ¿Se hace en el momento adecuado?
- » ¿Se aplica al tipo de animal recomendado?
- » ¿Se le da el seguimiento correcto?
- » ¿La persona que realiza el procedimiento está entrenada?
- » ¿No hay otra opción?

La obligación de los profesionales y estudiosos de la producción animal es recibir la formación adecuada sobre los procedimientos utilizados y capacitar a los operarios encargados en las unidades de producción pecuarias (OIE, 2014a, b). También es importante proporcionar a los estudiantes, productores y gente relacionada con la producción pecuaria la información científica que avala el uso de las tecnologías disponibles para evitar las prácticas dolorosas que se utilizan en la producción animal.

Por otra parte, es de suma importancia desarrollar leyes y normas con bases científicas y tecnológicas que conlleven a la erradicación del dolor y sean de aplicación generalizada. El objetivo a largo plazo es sustituir todos los procedimientos invasivos por alternativas humanitarias. El uso de incentivos para los productores, la aplicación de leyes y reglamentos, así como la concientización e información coadyuvan a la solución del problema (Lauwere *et al.*, 2011).

Esperamos haber convencido al lector de aplicar una zootecnia moderna tendiente a la erradicación del dolor que infringimos a los animales en pro de su bienestar.

LITERATURA CITADA

- Abdullah AY, Musallam HS. Effect of different levels of energy on carcass composition and meat quality of male black goat kids. *Livest Sci* 2007;107:70-80.
- Abid TA, Al-Baghdady EF. Evaluation of pinhole castration technique in Iraqi Black local breed bucks: Morphological and histological assessment. *J Anim Vet Adv* 2013;12:423-427.
- Abou-Ahmed HM, El-Kammar MH, El-Newshy MS, Abdel-Wahed AE. Comparative evaluation of three in situ castration techniques for sterilizing donkeys: incision-ligation (a novel technique), section-ligation-release, and Pinhole. *J Equine Vet Sci* 2012;32:711-718.
- Adams RL. Effect of red plastic lenses on egg production, feed per dozen eggs, and mortality of laying hens. *J Appl Poultry Res* 1992;1:212-220.
- Adams TE, Adams BM. Feedlot performance of steers and bulls actively immunized against gonadotropin-releasing-hormone. *J Anim Sci* 1992;70:1691-1698.
- Adams TE, Dunbar JR, Berry SL, Garrett WN, Famula TR, Lee YB. Feedlot performance of beef heifers implanted with Synovex H: effect of melengestrol acetate, ovariectomy or active immunization against GnRH. *J Anim Sci* 1990; 68:3079-3085.
- Adcock SJJ, Tucker CB, Weerasinghe G, Rajapaksha E. Branding practices on four dairies in Kantale, Sri Lanka. *Animlas* 2018;8:137.
- Ag Guide. Chapter 9: Poultry. In: *Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching*, Tercera Ed. Federation of Animal Science Societies, Champaign, IL, USA, 2010;119.
- Aguirre, FV, Vázquez RR, Orihuela A. Entrenamiento de carneros para recolección de semen mediante vagina artificial, utilizando como estímulo objetos inanimados. *Vet Mex* 2005;36:105-111.
- Ait-Saidi A, Caja G, Salama AAK, Carné S. Implementing electronic identification for performance recording in sheep: I. Manual versus semiautomatic and automatic recording systems in dairy and meat farms. *J Dairy Sci* 2014;97:7505-7514.
- Ajadi RA, Owanikin AO, Martins MM, Gazal OS. Effect of epidural tramadol and lignocaine on physiological and behavioural changes in goats subjected to castration with a high tension band. *NZ Vet J* 2012;60:344-348.
- Albentosa MJ, Kjaer JB, Nicol CJ. 2003. Strain and age differences in behaviour, fear response and pecking tendency in laying hens. *Br Poult Sci* 44:333-344.
- Albright JL, Arave CW. *The behaviour of cattle*. CAB international. Wallingford, UK, 1997;306.
- Alí A, Wahid MA. Control measures of feather pecking in layers. *A Review. Poultry Adv* 1985;10:53-56.
- Allan CJ, Holst PJ. Comparison of growth and dressing percent between intact male, castrated male and female kids of Australian bush goats. *Small Ruminant Res* 1989;2:63-68.
- Allen KA, Coetzee LN, Edwards-Callaway LN, Glynn H, Dockweiler J, KuKanich B, Lin H, Wang C, Fraccaro E, Jones M, Bergamasco L. The effect of timing of oral meloxicam administration on physiological responses in calves after cauterly dehorning with local anesthesia. *J Dairy Sci* 2013;96:5194-5205.
- Allison JR, Pearce M, Brock F, Crane J. A comparison of mortality (animal withdrawal) rates in male fattening pigs reared using either physical castration or vaccination with Improvac® as the method to reduce boar taint. *Proceedings of the 21st International Pig Veterinary Society Congress, Vancouver, Canada, 2010;1139.*
- Al-Sobayil FA. A new simple device for dehorning in small ruminants. *Small Ruminant Res* 2007;67:232-234.
- Aluwé M, Tuytens FAM, Millet S. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence. *Animal* 2015a;9:500-508.
- Aluwé M, Vanhonacker F, Millet S, Tuytens AM. Influence of hands-on experience on pig farmers' attitude towards alternatives for surgical castration of male piglets. *Res Vet Sci* 2015b;103:80-86.

- Álvarez L, De Luna JB, Gamboa D, Rees M, Sánchez A, Terrazas A, Rojas S, Galindo F. Cortisol and pain-related behavior in disbudded goat kids with and without cornual nerve block. *Physiol Behav* 2015;138:58-61.
- Álvarez L, Nava RA, Ramírez A, Ramírez E, Gutiérrez J. Physiological and behavioural alterations in disbudded goat kids with and without local anaesthesia. *Appl Anim Behav Sci* 2009;117:190-196.
- Amatayakul-Chantler S, Jackson JA, Stegner J, King V, Rubio LMS, Howard R, López E, Walker J. Immunocastration of *Bos indicus*-Brown Swiss cross bulls in a feedlot with the gonadotrophin releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *J Anim Sci* 2012;90:3718- 3728.
- American Veterinary Medical Association. Tail Docking Policy, http://www.avma.org/issues/policy/animal_welfare/sheep.asp. 2000.
- American Veterinary Medical Association. Welfare implications of dehorning and disbudding of cattle. http://www.avma.org/reference/backgrounders/dehorning_cattle_bgnd.asp. 2006.
- American Veterinary Medical Association. Policy on Swine Castration. <http://www.avma.org/issues/policy/animalwelfare/taildockingswine.asp>. 2010.
- Andersen BA, Jensen HF, Møller HB, Andersen L, Mikkelsen GH. Concept for ecological pig production in one-unit pens in twelve-sided climate tents. Design and layout. In: Hermansen JE, Lund V, Thuen E (Eds.), *Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries*, DARCOF Report, vol. 2, Tjele, Denmark. 2000;65-75.
- Anderson DE, Muir WW. Pain management in cattle. *Vet Clin Food A* 2005;21:623- 635.
- Andrade NO, Gasperin BG, Rovani MT, Ilha GF, Nóbrega JE Jr, Mondadori RG, Gonçalves PBD, Antoniazzi AQ. Intratesticular hypertonic sodium chloride solution treatment as a method of chemical castration in cattle. *Theriogenology* 2014;82:1007-1011.
- Angevaere MJ, Prins S, van der Staay FJ, Nordquist RE. The effect of maternal care and infrared beak trimming on development, performance and behavior of Silver Nick hens. *Appl Anim Behav Sci* 2012;140:70-84.
- Animal Welfare Act. The Welfare of Farmed Animals (England) Regulations 2006. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Ministry of Agriculture Fisheries and Food, UK. 2006.
- Archer N, Johnston AM, Khalid M. Differences in the acute pain responses of two breeds of lamb following castration and tail docking with the rubber ring method. *Anim Welfare* 2004;3:135-141.
- Aschwanden J, Gyax L, Wechsler B, Keil NM. Social distances of goats at the feeding rack: Influence of the quality of social bonds, rank differences, grouping age and presence of horns. *Appl Anim Behav Sci* 2008;114:116- 131.
- Ashworth GE, Poloni LA, Gauna HF. Cows castration: An alternative to improve body weight gain systems. *Vet Mex* 2007;38:383-394.
- Asociación de Médicos Veterinarios de Canadá: Castration of horses, donkeys, and mules position statement. *Can Vet Med Assoc*. <http://www.canadianveterinarians.net/documents/castration-of-horses-donkeys-and-mules>. 2014.
- Asociación de Médicos Veterinarios de los Estados Unidos: Pain in Animals. *Am Vet Med Assoc*. <https://www.avma.org/KB/Policies/Pages/Pain-in-Animals.aspx>. 2014.
- Aurich JE, Wohlsein P, Wulf M, Nees M, Baumagärtner W, Becker-Birck M, Aurich C. Readability of branding symbols in horses and histomorphological alterations at the branding site. *Vet J* 2013;195:344-349.
- Australian Veterinary Association (AVA). www.ava.com.au/policy/106-surgical-mulesing 2016.
- Austrian Animal Keeping Regulation (Tierhaltungsverordnung Österreich ausgegeben am 17 Dezember 2004): <http://www.vu-wien.ac.at/vetrecht/>, 2004.
- Austrian Animal Protection. U. Austrian Federal Act on the Protection of Animals (Bundesgesetz über den Schutz der Tiere (Tierschutzgesetz-TSchG) Österreich ausgegeben am 28. September 2004): <http://www.vu-wien.ac.at/vetrecht/>, 2004.
- Axiak S, Jäggin N, Wenger S, Doherr MG, Gerber V, Schatzmann U. Intranasal vs intramuscular administration of ketamine, climazolam and azaperone for castration of newborn piglets (preliminary results). Autumn Meeting Association of Veterinary Anaesthetists in Newmarket, 2005.
- Axiak SM, Jäggin N, Wenger S, Doherr MG, Schatzmann U. Anaesthesia for castration of piglets: comparison between intranasal and intramuscular application of ketamine, climazolam and azaperone. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 2007;149:395-402.
- Babot D, Hernández-Jover M, Caja G, Santamarina C, Ghirardi JJ. Comparison of visual and electronic identification devices in pigs: on-farm performances. *J Anim Sci* 2006;84:2575-2581.
- Baccei M, Fitzgerald M. Development of pain pathways and mechanisms. In: Wall and Melzack's *Textbook of Pain*. McMahon SB, Koltzenburg M. (Editors), 5th Eed. Elsevier/Churchill Livingstone, Philadelphia, USA, 2006;143-158.

- Backer J, Doherr MG, Bruckmaier RM, Bodmer M, Zanolari P, Steiner A. Acute and chronic pain in calves after different methods of rubber-ring castration. *Vet J* 2012;194:380-385.
- Backus BL, McGlone JJ. Evaluating environmental enrichment as a method to alleviate pain after castration and tail docking in pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2018;204:37-42.
- Bailey DE. Sheep and Goats. In: *The Practice of Large Animal Surgery*. Jennings PB (Editors), Saunders WB, Philadelphia, USA, 1984;272-276.
- Baird AN, Wolfe DF. Castration of the normal male: bulls, rams, and bucks. In: *Large Animal Urogenital Surgery*. Wolfe DF, Holl H. (Editors), Williams and Wilkins, Baltimore, USA, 1998;295-312.
- Baldridge SL, Coetzee JF, Dritz SS, Reinbold JB, Gehring R, Havel J, Kukanich B. Pharmacokinetics and physiologic effects of intramuscularly administered xylazine hydrochloride-ketamine hydrochloride-butorphanol tartrate alone or in combination with orally administered sodium salicylate on biomarkers of pain in Holstein calves following castration and dehorning. *American J Vet Res* 2011;72:1305-1317.
- Ballou MA, Sutherland MA, Brooks TA, Hulbert LE, Davis BL, Cobb CJ. Administration of anesthetic and analgesic prevent the suppression of many leukocyte responses following surgical castration and physical dehorning. *Vet Immunol Immunopatol* 2013;151:285-293.
- Barber SM. Castration of horses with primary closure and scrotal; ablation. *Vet Surg* 1985;14:2-6.
- Barth AD, Bowman PA. The sequential appearance of sperm abnormalities after scrotal insulation or dexamethasone treatment in bull. *Can Vet J* 1994;35:93-102.
- Barticciocto LS, Luna SPL, De Sá Lorena SER, Telles FG, Berto DA. Weight gain, behavioral and cortisol changes after orchietomy with or without local anaesthesia in piglets. *Ciências Agrárias*, 2016;37:1307-1315.
- Bass PD, Pendell DL, Morris DL, Scanga JA, Belk KE, Field TG, Sofos JN, Tatum JD, Smith GC. Review: Sheep traceability systems in selected countries outside of North America. *Prof Anim Sci* 2008;24:277-286.
- Bataille G, Rugraff Y, Meunier-Salaün MC, Brégeon A, Prunier A. Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de l'épointage des dents chez le porcelet [in French]. *J Rech Porcine* 2002;34:203-209.
- Bates JL, Karriker LA, Stock ML, Pertzborn KM, Baldwin LG. Impact of trans-mammary-delivered Meloxicam on biomarkers of pain and distress in piglets after castration and tail docking. *Plos One* 2014;9:e113678.
- Bath GF. Management of pain in production animals. *Appl Anim Behav Sci* 1998;59:147-156.
- Baumgartner J, Laister S, Koller M, Pfützner A, Grodzycki M, Andrews S, Schmoll F. The behavior of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Appl Anim Behav Sci* 2010;124:28-34.
- Bayraktaroglu EA, Akman N, Tuncel E. Effect of early castration on slaughter and carcass characteristics in crossbred Saanen × Kilis goats. *Small Ruminant Res* 1988;1:189-194.
- Benson GJ. Pain in farm animals: nature, recognition, and management. In: *The well-being of farm animals: challenges and solutions*. Benson GJ, Rollin BE Editors. Blackwell Publishing, Iowa, USA, 2004;61-84.
- Bergqvist AS, Eliasson C, Eliasson-Selling L, Wallenbeck A. Individual identification of pigs using micro-chips – a pilot study. Reports from the ICPD conferences. Ultuna, Uppsala, 24-28 June, 2013.
- Berreville O. Animal Welfare Issues in the Canadian Dairy Industry. In: *Critical Animal Studies: Thinking the Unthinkable*. Sorenson J (Editor) 1st Ed. Canadian Scholars' Press. Ontario, Canada. 2014;186-208.
- Bilcik B, Keeling LJ. Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. *Appl Anim Behav* 2000;68:55-66.
- Bilsborrow K, Seddon YM, Brown J, Waldner Ch, Stookey M. An investigation of a novel behavioural test to assess pain in piglet following castration. *Can J Anim Sci* 2016;96:376-385.
- Blackshaw JK. Some behavioural deviations in weaned domestic pigs: persistent inguinal nose thrusting and tail and ear biting. *Anim Prod* 1981;33:325-332.
- Blass EM, Hoffmeyer LB. Sucrose as an analgesic for newborn infants. *Pediatrics* 1991;87:215-218.
- Blokhuis HJ, Van Der Haar JW. Effects of floor type during rearing and of beak trimming on ground pecking and feather pecking in laying hens. *Appl Anim Behav Sci* 1989;22:359-369.
- Blokhuis HJ. Feather-pecking in poultry: its relation with ground pecking. *Appl Anim Behav Sci* 1986;16:63-67.
- Boandl KE, Wohlt JE, Carsia RV. Effects of handling, administration of a local anesthetic, and electrical dehorning on plasma cortisol in Holstein calves. *J Dairy Sci* 1989;72:1293-1297.
- Boesch D, Steiner A, Gyax L, Stauffacher M. Burdizzo castration of calves less than 1-week old with and without local anaesthesia: Short-term behavioural responses and plasma cortisol levels. *Appl Anim Behav Sci* 2008;114:330-345.

- Boesch D, Steiner A, Stauffacher M. Castration of calves: a survey among Swiss suckler beef farmers (Kälberkastration: Eine Befragung von Schweizer Mutterkuhhaltern). *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2006;148:231-244.
- Bolaños-López D, Mota-Rojas D, Guerrero-Legarreta I, Flores-Peinado S, Mora-Medina P, Ramírez-Necochea R. Recovery of consciousness in hogs stunned with CO₂: Physiological responses. *Meat Sci* 2014;98:193-197.
- Bonelli P, Dimauro C, Pau S, Dattena M, Mollica A, Nicolussi PS. Stress responses in lambs castrated with three different methods. *Italian. J Anim Sci* 2008;7:207-217.
- Bonica J. *The Management of Pain.* Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 1990;1533.
- Bonneau M, Enright W. Immunocastration in cattle and pigs. *Livest Prod Sci* 1995;42:193-200.
- Boselli E, Logier R, Bouvet L, Allaouchiche B. Prediction of hemodynamic reactivity using dynamic variations of Analgesia/Nociception Index (ANI). *J Clin Monit Comput* 2016;30:977-984.
- Bouissou MF, Boissy A, Le Neindre P, Veissier I. The social behaviour of cattle. In: *Social Behaviour in Farm Animals.* Keeling LJ, Gongyou HW. (Editors), CAB International, Wallingford, UK, 2001;113-135.
- Bouissou MF. Social relationships in domestic cattle under modern management techniques. *Boll Zool* 1980;47:343-353.
- Bovey KE, Widowski TM, Dewey CE, Devillers H, Farmer C, Lessard M, Torrey S. The effects of birth weight and age at tail docking and ear notching on the behavioral and physiological responses of piglets. *J Anim Sci* 2014;92:1718-1727.
- Bowen JS. Dehorning the mature goats. *J Am Vet Med Assoc* 1977;171:1249.
- Bracke MBM, De Lauwere CC, Wind SMM, Zonerland JJ. Attitudes of Dutch pig farmers towards tail biting and tail docking. *J Agric Environ ethics* 2013;26:847-868.
- Braña DV, Rojo-Gómez GA, Ellis M, Cuaron JA. Effect of gender (gilt and surgically and immunocastrated male) and ractopamine hydrochloride supplementation on growth performance, carcass, and pork quality characteristics of finishing pigs under commercial conditions. *J Anim Sci* 2013;91:5894-5904.
- Braund JP, Edwards SA, Riddoch I, Buckner LJ. Modification of foraging behaviour and pasture damage by dietary manipulation in outdoor sows. *Appl Anim Behav Sci* 1998;56:173-186.
- Braz M, Carreira M, Carolino N, Rodrigues T, Stilwell G. Effect of rectal or intravenous tramadol on the incidence of pain-related behaviour after disbudding calves with caustic paste. *Appl Anim Behav Sci* 2012;136:20-25.
- Bretschneider G. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: a review. *Livest Prod Sci* 2005;97:89-100.
- Breuer K, Sutcliffe MEM, Mercer JT, Rance KA, O'Connell NE, Sneddon IA, Edwards SA. Heritability of clinical tail-biting and its relation to performance traits. *Livest Prod Sci* 2005;93:87-94.
- Breward J, Gentle MJ. Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharges after partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Experientia* 1985;41:1132-1134.
- Brewster V, Nevel A. Immunocastration with Improvac™ reduces aggressive and sexual behaviours in male pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2013;145:32-36.
- Brindley GS. Electroeyaculation: its technique, neurological implications and uses. *J Neurol Neurosurg PS* 1981;44:9-18.
- Bristow DJ, Holmes DS. Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiol Behav* 2007;90:626-628.
- Bro-Jørgensen J. The intensity of sexual selection predicts weapon size in male bovids. *Evolution* 2007;61:1316-1326.
- Brookes JB, Lean IJ. Teeth clipping in piglets. *Anim Prod* 1993;56:437.
- Brouns F, Edwards SA, English PR. Effect of dietary fibre and feeding system on activity and oral behaviour of group housed gilts. *Appl Anim Behav Sci* 1994;39:215-223.
- Brown BW, Mattner PE, Carroll PA, Holland EJ, Paull DR, Hoskinson RM, Rigby RD. Immunization of sheep against GnRH early in life: Effects on reproductive function and hormones in rams. *J Reprod Fertil* 1994;101:15-21.
- Brown JME, Edwards SA, Smith WJ, Thompson E, Duncan J. Welfare and production implications of teeth clipping and iron injection of piglets in outdoor systems in Scotland. *Prev Vet Med* 1996;27:95-105.
- Brunberg E, Jensen P, Isaksson A, Keeling LJ. Behavioural and brain gene expression profiling in pigs during tail biting outbreaks - Evidence of a tail biting resistant phenotype. *PLoS ONE* 2013;86:e66513.
- Burnett MG, Zager EL. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. *Neurosurg Focus* 2004;16:E1.
- Butler LJ, Oltjen JW, Velez VJ, Evans JL, Haque F, Bennett LH, Caja G. Cost-benefit analysis of the U.S. National Animal Identification System (NAIS) in California. *Proceedings of the 60th Annual Meeting European Association of Animal Production.* Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, 2009;488.
- Büttner K, Czycholl I, Basler H, Krieter J. Effects of an intensified human-animal interaction on tail biting in pigs during the rearing period. *J Agric Sci* 2018;156:1039-46.

- Caja G, Carné S, Salama AAK, Ait-Saidi A, Rojas-Olivares MA, Rovai M, Capote J, Castro N, Argüello A, Ayadi M, Aljumaah R, Alshaikh MA. State-of-the-art of electronic identification techniques and applications in goats. *Small Ruminant Res* 2014;121:42-50.
- Caja G, Ghirardi JJ, Hernandez-Jover M, Garín D. Diversity of animal identification techniques: From fire age to electronic age. Pages 21-41 in Seminar on Development of Animal Identification and Recording Systems for Developing Countries. Pauw R, Mack S, Mäki-Hokkonen J., Eeditors. ICAR Technical Series, Rome, Italy, 2004;9.
- Caja G, Hernández-Jover M, Conill C, Garin D, Alabern X, Farrid B, Ghirardi J. Use of ear tags and injectable transponders for the identification and traceability of pigs from birth to the end of the slaughter line. *J Anim Sci* 2005;83:2215- 2224.
- Callejo RA. Cow Comfort: El bienestar de la vaca lechera. SERVET Editorial – Grupo Asis Biomedica, S.L., Navarra, España, 2009;308.
- Camerlink I, Ursinus WW, Bijma P, Kemp B, Bolhuis JE. Indirect genetic effects for growth rate in domestic pigs alter aggressive and manipulative biting behavior. *Behav Genet* 2015;45:117-126.
- Campbell WA. Castration by the Burdizzo. *Vet Rec* 1929;9:81.
- Canozzi MEA, Mederos A, Turner S, Manteca X, McManus C, Menegassi SRO, Barcellos JOJ. Dehorning and welfare indicators in beef cattle: a meta-analysis. *Anim Prod Sci* 2018;59:801-814.
- Capucille DJ, Poore MH, Rogers GM. Castration in cattle: techniques and animal welfare issues. *Compend Contin Educ Pract Vet* 2002;24:S66-S73.
- Caray Caray D, Dde Boyer des Roches A, Frouja S, Andanson S, Veissier I. Hot-iron disbudding: stress responses and behaviour of 1- and 4-week-old calves receiving anti-inflammatory analgesia without or with sedation using xylazine. *Livest Sci* 2015;179:22-28.
- Cardoso CS, von Keyserlingk MAG, Hötzel MJ. Trading off animal welfare and production goals: Brazilian dairy farmers' perspectives on calf dehorning. *Livest Sci* 2016;187:102-108.
- Carragher JF, Knight TW, Death AF, Fisher AD, Matthews LR. Measure of stress and growth suppression in surgically castrated bulls. *Proc. NZ Soc Anim Prod* 1997;57:100-104.
- Carroll JA, Berg EL, Strauch TA, Roberts MP, Kattesh HG. Hormonal profiles, behavioural responses, and short-term growth performance after castration of pigs at 3, 6, 9 or 12 days of age. *J Anim Sci* 2006;84:1271-1278.
- Carruthers C, Gabrush T, Schwean-Lardner K, Knezacek TD, Classen HL, Bennett C. On-farm survey of beak characteristics in White Leghorns as a result of hot blade trimming or infrared beak treatment. *J Appl Poultry Res* 2012;21:645- 650.
- Carter PD, Hamilton PA, Dufty JH. Electroejaculation in goats. *Aust Vet J* 1990;67:91-93.
- Cary JA, Madill S, Farnsworth K, Hayna JT, Duoos L, Fahning ML. A comparison of electroejaculation and epididymal sperm collection techniques in stallions. *Can Vet J* 2004;45:35-41.
- Castro IML, Gygax L, Wechsler B, Hauser R. Effect of short and long periods of separation on agonistic behaviour, injuries and stress in Hérens cows kept in loose housing. *Appl Anim Behav Sci* 2012;136:96-103.
- Caulkett NA, MacDonald DG, Janzen ED, Cribb PN, Fretz PB. Xylazine hydrochloride epidural analgesia –a method of providing sedation and analgesia to facilitate castration of mature bulls. *Compendium of Continuing Education for Practicing Veterinarians* 1993;15:1155-1159.
- Chambers C, Powell L, Wilson E, Green LE. A postal survey of tail biting in pigs in South West England. *Vet Rec* 1995;136:147-148.
- Chandrasah, Saini AL, Malik DS, Mohindroo J. Effect of local anaesthetics and non- steroidal analgesics on maintenance behavior of hot-iron disbudded Beetal kids under stall-fed conditions. *Indian J Anim Res* 2013;47:407-411.
- Chapman RE, Fell LR, Shutt DA. A comparison of stress in surgically and non-surgically mulesed sheep. *Aust Vet J* 1994;71:243-247.
- Chase CC Jr, Larsen RE, Randel RD, Hammond AC, Adams EL. Plasma cortisol and white blood cell responses in different breeds of bulls: a comparison of two methods of castration. *J Anim Sci* 1995;73:975-980.
- Chaudhury MF, Zhu JJ, Skoda SR. Response of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) to screwworm oviposition attractant. *J Med Entomol* 2015;52:527-531.
- Chen BL, Haith KL, Mullens BA. Beak condition drives abundance and grooming- mediated competitive asymmetry in a poultry ectoparasite community. *Parasitol* 2011;138:748-757.
- Chen HH, Lin JH, Fung HP, Lo LL, Yang PC, Lee WC, Lee YP, Chu RM. Serum acute phase proteins and swine health status. *Can J Vet Res* 2003;67:283- 290.
- Cheng H. Acute and chronic pain in beak-trimmed chickens. In: *Beak Trimming*. Glatz PC (Editor), Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;31-49.

- Cheng H. Morphopathological changes and pain in beak trimmed laying hens. *Worlds Poultry Sci J* 2006;62:41-52.
- Choct M, Hartini S. Interaction between nutrition and cannibalism in laying hens. In: *Poultry Welfare Issues: Beak Trimming*. Glatz PC, Editor. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;111-115.
- Clarke-Lewis AV. Bloodless castrator. *Vet Rec* 1977;100:215.
- Cloutier S, Newberry RC. A note on aggression and cannibalism in laying hens following re-housing and re-grouping. *Appl Anim Behav Sci* 2002;76:157-163.
- Coditz IG, Paull DR, Lee C. Social transmission of physiological and behavioural responses to castration in suckling Merino lambs. *Appl Anim Behav Sci* 2012;136:136-145.
- Coetzee JF, Gehring R, Anderson DE, Tarus-Sang J. Effect of sub-anaesthetic xylazine and ketamine ("ketamine stun") administered to calves prior to castration. *Vet Anaesth Analg* 2010a;37:566-578.
- Coetzee JF, Gehring R, Bettenhausen AC, Lubbers BV, Toerber SE, Thomson DU, Kukanich B, Apley MD. Attenuation of acute plasma cortisol response in calves following intravenous sodium salicylate administration prior to castration. *J Vet Pharm Ther* 2007;30:305-313.
- Coetzee JF, Lubbers BL, Toerber SE, Thomson DU, White BJ, Apley MD. Plasma concentrations of substance P and cortisol in beef calves after castration or simulated castration. *Am J Vet Res* 2008;6:751-762.
- Coetzee JF, Mosher RA, Kohake LE, Cull CA, Kelly LL, Mueting SL, Kukanich B. Pharmacokinetics of oral gabapentin alone or co-administered with meloxicam in ruminant beef calves. *Vet J* 2011a;190:98-102.
- Coetzee JF, Nutsch AL, Barbur LA, Bradburn RM. A survey of castration methods and associated livestock management practices performed by bovine veterinarians in the United States. *BMC Vet Res* 2010b;6:12-31.
- Coetzee JF. A review of pain assessment techniques and pharmacological approaches to pain relief after bovine castration: Practical implications for cattle production within the United States. *Appl Anim Behav Sci* 2011b;135:192-213.
- Coetzee JF. Assessment and management of pain associated with castration in cattle. *Vet Clin Food Anim* 2013;29:75-101.
- Cohen RDH, Janzen ED, Hunter PSW. A comparison of chemical and surgical castration of beef calves at two different ages with or without Ralgro implants. *J Anim Sci* 1985;61(Supplement 1):422.
- Cohen RDH, King BD, Thomas LR, Janzen ED. Efficacy and stress of chemical versus surgical castration of cattle. *Can J Anim Sci* 1990;70:1063-1072.
- Coignard M, Guatteo R, Veissier I, Dde Boyer des Roches A, Mounier L, Lehébel A, Bareille N. Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol. *Prev Vet Med* 2013;112:296-308.
- Colditz IG, Walkden-Brown SW, Daly BL, Crook BJ. Some physiological responses associated with reduced wool growth during blowfly strike in Merino sheep. *Aust Vet J* 2005;83:695-699.
- Collèll M. Efecto de la dieta en los 3 sexos (castrados, enteros, hembras) VI Jornadas SIP (Sistema de Información para la Producción). Lleida, España. 26 de noviembre, 2015.
- Collins RO, Eales FA, Small J. Observations on watery mouth in newborn lambs. *Brit Vet J* 1985;141:135-140.
- Cook CJ. Basal and stress response cortisol levels and stress avoidance learning in sheep (*Ovis aries*). *NZ Vet J* 1996;44:162-163.
- Cook RB, Popp JD, Kastelic JP, Robbins S, Harland R. The effects of active immunization against GnRH on testicular development, feedlot performance, and carcass characteristics of beef bulls. *J Anim Sci* 2000;78:2778-2783.
- Cottrell DF, Molony V. Afferent activity in the superior spermatic nerve of lambs: the effects of application of rubber castration rings. *Vet Res Commun* 1995;19:503-515.
- Council of Europe. Recommendation Concerning Sheep, 1992 Article 30.
- Coventry J, McEwan D, Bertram JD. Sterilisation of bulls with lactic acid. *Aust Vet J* 1989;66:156-157.
- Cox JE. Bloodless castrators. *Vet Rec* 1977;100:431-432.
- Cozzi G, Gottardo F, Brscic M, Contiero B, Irrgang N, Knierim U, Pentelescu O, Windig JJ, Birabito L, Kling F, Dockes AC, Veissier I, Velarde A, Fuentes C, Dalmau A, Winckler C. Dehorning of cattle in the EU member states: A quantitative survey of the current practices. *Livest Sci* 2015;179:4-11.
- Craig JV, Lee HY. Beak trimming and genetic stock effects on behavior and mortality from cannibalism in White Leghorn-type pullets. *Appl Anim Behav Sci* 1990;25:107-123.
- Craig JV, Muir WM. Group selection for adaptation to multiple-hen cages: Beak-related mortality, feathering, and body weight responses. *Poultry Sci* 1996;75:294-302.
- Craig JV, Muir WM. Research note: Genetic adaptation to multiple-bird cage environment is less evident with effective beak trimming. *Poultry Sci* 1991;70:2214-2217.

- Craig JV, Muir WM. Selection for the reduction of beak inflicted injuries among caged hens. *Poultry Sci* 1993;72:411-420.
- Craig JV, Swanson JC. Welfare perspectives on hens kept for egg-production. *Poultry Sci* 1994;73:921-938.
- Cridle LM. Livestock trauma in central Texas: Cowboys, ranchers and dudes. *J Emerg Nurs* 2001;27:132-140.
- Cronin GM, Dunshea FR, Butler KL, McCauly I, Barnett JL, Hemsworth PH. The effects of immuno- and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2003;81:111-126.
- Cunningham DL. Beak trimming effects on performance, behavior and welfare of chickens: a review. *J Appl Poultry Res* 1992;1:134-192.
- Currah JM, Hendrick SH, Stookey JM. 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* 2009;50:375-382.
- D'Eath D'Eath RB, Arnott G, Turner SP, Jensen T, Lahrmann HP, Busch ME, Niemi JK, Lawrence AB, Sandøe P. Injurious tail biting in pigs: how can it be controlled in existing systems without tail docking? *Animal* 2014;8:1-19.
- D'Eath RB, Jack M, Futro A, Talbot D, Zhu Q, Barclay D, Baxter EM. Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak. *PLoS ONE* 2018;13:e0194524
- Daley DA, Adams TE, Daley CA, Patton WR, Evens JL. Effects of immunocastration on growth, carcass characteristics and reproductive development in ram lambs. *Sheep Goat Res J* 1995;11:31-34.
- Dalton HA, Wood BJ, Torrey S. Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions. *World Poultry Sci J* 2013;69:865-876.
- Damián JP, Ungerfeld, R. The stress response of frequently electroejaculated rams to electroejaculation: hormonal, physiological, biochemical, haematological and behavioural parameters. *Reprod Dom Anim* 2011;46:646-650.
- Danbury TC, Weeks CA, Chambers JP, Waterman-Pearson AE, Kestin SC. Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Vet Rec* 2000;14:307-311.
- Davis GS, Anderson KE, Jones DR. The effects of different beak trimming techniques on plasma corticosterone and performance criteria in single comb White Leghorn hens. *Poultry Sci* 2004;83:1624-1628.
- Daxenberger A, Hageleit M, Kraetzl W, Lange I, Claus R, Bizet B, Meyer H. Suppression of androstenone in entire male pigs by anabolic preparations. *Livest Prod Sci* 2001;69:139-144.
- De Boyer des Roches A, Veissier I, Coignard M, Bareille N, Guatteo R, Capdeville J, Gilot-Fromont E, Mounier L. The major welfare problems of dairy cows in French commercial farms: an epidemiological approach. *Anim. Welfare* 2014;23:467-478.
- De Grauw JC, Van Loon JPAM. Systematic pain assessment in horses. *Vet J* 2016; 209:14-22.
- De Kruif JM, Welling AA. Incidence of chronic inflammation in gilts and castrated boars. *Tijdschr Diergeneesk* 1988;113:415-417.
- De Roest K, Montanari C, Fowler T, Baltussen W. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 2009;3:1522-1531.
- Delatour P, Foot R, Foster AP, Bagott D, Lees P. Pharmacodynamics and chiral pharmacokinetics of carprofen in calves. *Br Vet J* 1996;152:183-198.
- Delbor C, Beaudeau F, Berger F. Intérêt de la section des dents et de l'injection de fer pour des porcelets nés en plein air [in French]. *J Rech Porcine* 2000;32:129-134.
- Dennis RL, Cheng HW. A comparison of infrared and hot blade beak trimming in laying hens. *Int J Poultry Sci* 2010;9:716-719.
- Dennis RL, Cheng HW. Effects of different infrared beak treatment protocols on chicken welfare and physiology. *Poultry Sci* 2012;91:1499-1505.
- Dennis RL, Fahey AG, Cheng HW. Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. *Poultry Sci* 2009;88:38-43.
- Denzer L, Thompson L, McKeith F, Parrett D, Thomas D. Evaluation of growth, carcass traits and reproductive organs of young boars in response to zeranol implantation. *J Anim Sci* 1986;62:1164-1171.
- Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service (NASS), 2009. US Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service. Agricultural Statistics 2009. <http://www.usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/Catt/Catt-07-24-2009>. 2009.
- Devor M, Wall PD, Catalan N. Systemic lidocaine silences ectopic neuroma and DRG discharge without blocking nerve conduction. *Pain* 1992;48:261-268.
- Dhar JD, Setty BS. Effect of a nonsteroidal antiandrogen, anandron, on the reproductive system and fertility in male rats. *Contraception* 1990;42:121-128.

- Di Giminiani P, Edwards SA, Malcolm EM, Leach MC, Herskin MS, Sandercock DA. Characterization of short- and long-term mechanical sensitization following surgical tail amputation in pigs. *Sci Rep-UK* 2017;7:4827.
- Di Martino G, Scollo A, Gottardo F, Stefani AL, Schiavon E, Capello D, Marangon S, Bonfanti L. The effect of tail docking on the welfare of pigs housed under challenging conditions. *Livest Sci* 2015;173:78-86.
- Diatchenko LL, Nackley AG, Tchivileva IE, Shabalina SA, Maixner W. Genetic architecture of human pain perception. *Trends Genet* 2007;23:605-613.
- Dinniss AS, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN. Acute cortisol responses to lambs to castration using rubber ring and/or a castration clamp with or without local anaesthetic. *NZ Vet J* 1997;45:114-121.
- Dinniss AS, Stafford KJ, Mellor DJ, Bruce RA, Ward RN. The behaviour pattern of lambs after castration using a rubber ring and/or castrating clamp with or without local anaesthetic. *NZ Vet J* 1999;47:198-203.
- Doherty TJ, Kattesh HG, Adcock RJ, Welborn MG, Saxton AM, Morrow JL, Dailey JW. Effects of a concentrated lidocaine solution on the acute phase stress response to dehorning in dairy calves. *J Dairy Sci* 2007;90:4232-4239.
- Dubbeldam JL, De Bakker MAG, Bout RG. The composition of trigeminal nerve branches in normal adult chickens and after debeaking at different ages. *J Anat* 1995;186:619-627.
- Dubbeldam JL. The sensory trigeminal system in birds: input, organization and effects of peripheral damage. A review. *Arch Physiol Biochem* 1998;106:338-345.
- Dube D, Assaf A, Pelletier G. Morphological study of the effects of an GnRH agonist on the canine testis after 4 months of treatment and recovery. *Acta Endocrinol* 1987;116:413-417.
- Duffield T. Current data on dehorning calves. *The AABP proceedings*. 2008;41:25-41.
- Duffield TF, Heinrich A, Millman ST, DeHaan A, James S, Lissemore K. Reduction in pain response by combined use of local lidocaine anesthesia and systemic ketoprofenoo in dairy calves dehorned by heat cauterization. *Can Vet J* 2010;51:283-288.
- Duncan IJH, Slee GS, Seawright E, Breward J. Behavioural consequences of partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Brit Poultry Sci* 1989;30:479-489.
- Duncan IJH, Widowski TM. Fluorescent light and hen welfare. *Poultry Sci* 1998;77:1842.
- Duncanson GR. *Farm Animal Medicine and Surgery: For small animal veterinarians*. CAB International. Boston, MA, USA, 2013;199.
- Dunsha FR, Corantoni C, Howard K, McCauley I, Jackson P, Long KA, Loparicki S, Nugent EA, Simms JA, Walker J, Hennessy DP. Vaccination of boars with GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J Anim Sci* 2001;79:2524-2535.
- Earley B, Crowe MA. Effects of ketoprofenoo alone or in combination with local anesthetic during the castration of bull calves on plasma cortisol, immunological, and inflammatory responses. *J Anim Sci* 2002;80:1044-1052.
- Echarri JN. *Caponaje Bioquímico*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid, España, Julio 1952.
- Edwards LE, Arnold NA, Butler KL, Hemsworth PH. Acute effects of mulesing and alternative procedures to mulesing on lamb behavior. *Appl Anim Behav Sci* 2011;133:169-174.
- Edwards SA. Tail biting in pigs: Understanding the intractable problem. *Vet J* 2006;171:198-199.
- Eicher SD, Cheng HW, Sorrells AD, Schutz MM. Short communication: behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. *J Dairy Sci* 2006;89:3047-3051.
- Eicher SD, Dailey JW. Indicators of acute pain and fly avoidance behaviors in Holstein calves following tail docking. *J Dairy Sci* 2002;85:2850-2858.
- Eicher SD, Morrow-Tesch JL, Albright JL, Williams RE. Tail docking alters numbers of fly avoidance behaviors and cleanliness, but not physiological measures. *J Dairy Sci* 2001;84:1822-1828.
- Eicher SD, Morrow-Tesch JL, Albright JL, Dailey JW, Young CR, Stanker LH. Tail-docking influences on behavioral, immunological, and endocrine responses in dairy heifers. *J Dairy Sci* 2000;83:1456-1462.
- Eilers U, Holzapfel R, Mainiero G. Horntragende Kühe im Laufstall - eine ständige Herausforderung. *Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, Aulendorf, Germany*. LAZ BW22. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1194186_1/LVVG1_Horntragende%20K%C3%BChe%20im%20Laufstall.pdf 2005.
- Einarsson S. Vaccination against GnRH: pros and cons. *Acta Vet Scan* 2006;48(Supplement 1):S10.
- El-Hag FM, Mudalal MO, Ahamed MKA, Mohamed AS, Mohamed Khair MA, Elbushra OE, Mekki MA, Ahmed TK, Fadlalla B. Carcass and meat from intact and castrated desert male goats of different ages. *Trop Sci* 2007;47:38-42.

- Elkington RA, Mahony TJ. A blowfly strike vaccine requires an understanding of hot- pathogen interactions. *Vaccine* 2007;25:5133-5145.
- Erasmus MA, Lee HC, Kang I, Swanson JC. Fear responses and postmortem muscle characteristics of turkeys of two genetic lines. *Poultry Sci* 2015;94:2018-2026.
- Erber R, Wulf M, Becker-Birck M, Kaps S, Aurich JE, Möstl E, Aurich C. Physiological and behavioural responses of young horses to hot iron branding and microchip implantation. *Vet J* 2012;191:171-175.
- Erickson J, Studnitz M, Strudsholm K, Kongsted AG, Hermansen JJE. Effect of nose ringing and stocking rate of pregnant and lactating sows on exploratory behavior, grass cover and nutrient loss potential. *Livest Sci* 2006;104:91-102.
- Eskeland B. Effects of beak trimming. In: Sorensen LY (Editor), 1st European Symposium on Poultry Welfare, World Poultry Science Association, Danish Branch, Copenhagen, DK, 1981;193-200.
- Espinoza S, Windsor P. The effect of a topical anesthetic on the sensitivity of calf dehorning wounds. *J Dairy Sci* 2013;96:2894-2902.
- Etson CJ, Waldner CL, Barth AD. Evaluation of a segmented rectal probe and caudal epidural anesthesia for electroejaculation of bulls. *Can Vet J* 2004;45:235- 240.
- Eur-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0120>.
- European Commission. <https://ec.europa.eu/food/animals/welfare/practice/farm/pigs>. 2008.
- European Community, Council Directive 2001/93/EC, amending Council Directive 91/630/EEC laying down minimum standards for the protection of pigs. *Off. J L* 316, 2001;36-38.
- European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs. Available: http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/docs/castration_pigs_declaration_en.pdf. 2010.
- European Food Safety Authority Scientific report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. Annex to EFSA J 2007;611:1-13.
- European Food Safety Authority. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease report of the Panel of Animal Health and Welfare. Annex EFSA J 2009;1-284.
- European Food Safety Authority. Welfare aspects of the castration of piglets. Scientific report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the commission related to welfare aspects of the castration of piglets. European Food Safety Authority AHAW/04-087, EFSA J 2004;1-100.
- Fahim MS. Chemical castration. United States Patent 5372822, Application No. 206469. United States Patent and Trademark Office. <http://xrint.com/patents/us/5372822>, 1994.
- Falk A, Waldner CL, Cotter B, Gudmundson J, Barth AD. Effects of epidural lidocaine anesthesia on bulls during electroejaculation. *Can Vet J* 2001;42:116-120.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Asia and The Pacific. Chapter 2: Effects of stress and injury on meat and by-product quality. In: Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock. Heinz G, Srisuvan T. (Editors), 2001;6-10.
- Farm Animal Welfare Council. Report of the Welfare of Sheep. Tolworth Tower, Surbiton, Surrey: FAWC, London, UK, 1994.
- Farm Animal Welfare Council/Committee. Report on the Implications of Castration and Tail Docking for the Welfare of Lambs. Farm Animal Welfare Council, London, UK, 2008;31.
- Faulkner DB, Eurell T, Tranquilli WJ, Ott RS, Ohl MW, Cmarik GF, Zinn G. Performance and health of weaning bulls after butorphanol and xylazine administration at castration. *J Anim Sci* 1992;70:2970-2974.
- Faulkner PM, Weary DM. Reducing pain after dehorning in dairy calves. *J Dairy Sci* 2000;83:2037-2041.
- Fayrer-Hosken R. Controlling animal populations using anti-fertility vaccines. *Reprod Domest Anim* 2008;43 (Supplement 2):179-185.
- Fazili MR, Bhattacharyya HK, Buchoo BA, Kirmani MA, Darzi MM, Khan I. Evaluation of pinhole castration technique in rams. *Small Ruminant Res* 2009;84:61-64.
- Fell LR, Shutt DA. Behavioural and hormonal responses to acute surgical stress in sheep. *Appl Anim Behav Sci* 1989;22:283-294.
- Fidan AF, Pamuk K, Ozdemir A, Sarits ZK, Tarakci U. Effects of dehorning by amputation on oxidant-antioxidant status in mature cattle. *Revue Méd Vét* 2010;161:502-508.
- Fierros-García A, Ungerfeld R, Aguirre V, Orihuela A. The tail in tropical hair ewes (*Ovis aries*) that are in estrus is used as a proceptive signal and favors ram' copulation. *Anim Reprod Sci* 2018;195:65-70.

- Finnerty M, Enright WJ, Morrison CA, Roche JF. Immunization of bull calves with a GnRH analog human serum-albumin conjugate—effect of conjugate dose, type of adjuvant and booster interval on immune, endocrine, testicular and growth-responses. *J Reprod Fertil* 1994;101:333–43.
- Fisher AD, Crowe MA, Alonso de la Varga ME, Enright WJ. Effect of castration method and provision of local anesthetic on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake of bull calves. *J Anim Sci* 1996;74:2336–2343.
- Fisher AD, Crowe MA, O’Naullain EM, Monaghan ML, Larkin JA, Enright WJ. Effects of cortisol on *in vitro* interferon-g production, acute-phase proteins, growth and feed intake in a calf castration model. *J Anim Sci* 1997;75:1041–1047.
- Fisher AD, Knight TW, Cosgrove GP, Death AF, Anderson CB, Duganzich DM, Matthews LR. Effects of surgical or banding castration on stress responses and behavior of bulls. *Aust Vet J* 2001;79:279–284.
- Fisher AD. Addressing pain caused by mulesing in sheep. *Appl Anim Behav Sci* 2011;135:232–240.
- Fitzpatrick CE, Chapinal N, Petersson-Wolfe CS, DeVries TJ, Kelton DF, Duffield TF, Leslie KE. The effect of meloxicam on pain sensitivity, rumination time, and clinical signs in dairy cows with endotoxin-induced clinical mastitis. *J Dairy Sci* 2013;96:2847–2856.
- Flock DK, Laughlin KF, Bentley J. Minimizing losses in poultry breeding and production: how breeding companies contribute to poultry welfare. *World’s Poultry Sci J* 2005;61:227–237.
- Fordyce G, Hodge PB, Beaman NJ, Laing AR, Campero C, Shepherd RK. An evaluation of calf castration by intra-testicular injection of a lactic acid solution. *Aust Vet J* 1989;66:272–276.
- Fournier J, Schwean-Lardner K, Knezacek TD, Gomis S, Classen HL. The effect of toe trimming on production characteristics of heavy toms. *Poultry Sci* 2014;93:2370–2374.
- Fournier J, Schwean-Lardner K, Knezacek TD, Gomis S, Classen HL. The effect of toe trimming on behavior, mobility, toe length and other indicators of welfare in tom turkeys. *Poultry Sci* 2015;94:1446–1453.
- Fournier JK, Schwean-Lardner TD, Knezacek S, Gomis HL, Classen HL. Impact of toe trimming on productivity, carcass grading, and welfare of turkey hens raised to 15 weeks of age. *Proceedings of the 24th World’s Poultry Congress*. August, Salvador, Brazil, 2012;5–9.
- Fraccaro E, Coetzee JF, Odore R, Edwards-Callaway LN, Kikanich B, Badino P, Bertolotti L, Glynn G, Dockweiler J, Allen K, Bergamasco L. A study to compare circulating flunixin, meloxicam and gabapentin concentrations with prostaglandin E2 levels in calves undergoing dehorning. *Res Vet Sci* 2013;95:204–211.
- Frank JW, Mellencamp MA, Carroll JA, Boyd RD, Allee GL. Acute feed intake and acute-phase protein responses following a lipopolysaccharide challenge in pigs from two dam lines. *Vet Immunol Immunopathol* 2005;107:179–187.
- Fraser D, Duncan IJH, Edwards S, Grandin T, Gregory NG, Guyonnet V, Hemsworth PH, Huertas SM, Huzzey JM, Mellor DJ, Mench JA, Spinka M, Whay HR. General principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. *Vet J* 2013;198:19–27.
- Fraser D, Phillips PA, Thompson BK, Tennessen T. Effect of straw on the behaviour of growing pigs. *Appl Anim Behav Sci* 1991;30:307–318.
- Fraser D, Thompson BK. Armed sibling rivalry by domestic piglets. *Behavioral Ecol Sociobiol* 1991;29:9–15.
- Fraser D. Attraction to blood as a factor in tail-biting by pigs. *Appl Anim Behav Sci* 1987;17:61–68.
- Fraser D. Teat order of suckling pigs. 2. Fighting during suckling and effects of clipping eye teeth. *J Agric Sci* 1975; 84:393–399.
- Fraser D. *Understanding Animal Welfare: The Science in its cultural context*. UFAW Animal Welfare Series, Wiley-Blackwell, USA, 2008.
- Fredriksen B, Furnols MFI, Lundstrom K, Migdal W, Prunier A, Tuyt-tens FAM, Bonneau M. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 2009;3:1480–1487.
- Fredriksen B, Hexeberg C. The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. In *Proceedings of the European Association of Animal Production Working Group on Utilisation of Meat from Entire Male Pigs*, 26–27 March 2008, Monells, Spain, 2008;36–37.
- Fredriksen B, Johnsen AMS, Skuterud E. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Res Vet Sci* 2011;90:352–357.
- Fredriksen B, Lium BM, Marka CH, Mosveen B, Nafstad O. Entire male pigs in farrow-to-finish pens – effects on animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 2008;110:258–268.
- Fredriksen B, Nafstad O, Lium BM, Marka CH, Heier BT, Dahl E, Choinski JU. Entire male pigs in a farrow-to-finish-system. Effects on androstenone and skatole. *Lives Sci* 2006;102:146–154.

- Fredriksen B, Nafstad O. Surveyed attitudes, perceptions and practices in Norway regarding the use of local anaesthesia in piglet castration. *Res Vet Sci* 2006;81:293-295.
- Fredriksen B, Sibeko- Johnsen AM, Skuterud E. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Res Vet Sci* 2010;90:352-357.
- Freire R, Eastwood MA, Joyce M. Minor beak trimming in chickens leads to loss of mechanoreception and magnetoreception. *J Anim Sci* 2011;89:1201-1206.
- Freire R, Glatz PC, Hinch G. Self-administration of an analgesic does not alleviate pain in beak trimmed chickens. *Asian-Aust J Anim Sci* 2008;21:443-448.
- French NP, Wall R, Cripps PJ, Morgan KL. Blowfly strike in England and Wales: the relationship between prevalence and farm and management factors. *Med Vet Entomol* 1994ba;8:51-56.
- French NP, Wall R, Gripps PJ, Morgan KL. Prevalence regional distribution and control of blowfly strike in England and Wales. *Vet Res* 1992;131:337-47.
- French NP, Wall R, Morgan KL. Lamb tail docking: a controlled field study of the effects of tail amputation on health and productivity. *Vet Rec* 1994ab;134:463-467.
- Fulwider WK, Grandin T, Rollin BE, Engle TE, Dalsted NL, Lamm WD. Survey of dairy management practices on one hundred thirteen north central and northeastern United States dairies. *J Dairy Sci* 2008;91:1686-1692.
- Fumagalli F, Villagrán M, Damián JP, Ungerfeld R. Physiological and biochemical parameters in response to electroejaculation in adult and yearling anesthetized pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *Reprod Domes Anim* 2012;47:308-312.
- Fürschuss N, Konrad S, Boxberger J, Hörning B, Spengler-Neff A, Rist M. In: Richtlinien für artgemäße Nutztierhaltung. Teil 1: RinderStiftung für Tierschutz VIER PFOTEN, Wien, Austria, 2004.
- Futro A, Mastowska K, Dwjyer CM. Ewes direct most maternal attention towards lambs that show the greatest pain-related behavioural responses. *PLoS ONE* 2015;10:e0134024.
- Gaili ESE, Ghanem YS, Mukhtar AMS. A comparative study of some carcass characteristics of Sudan desert sheep and goat. *Anim Prod* 1972;14:351-357.
- Gallois M, Cozler L, Prunier A. Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. *Prev Vet Med* 2005;69:13-23.
- GAPC. German Animal Protection Act (Tierschutzgesetz (TierSchG) Deutschland in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006) <http://bundesrecht.juris.de/tierschg/>. 2006;18.
- Gaspa G, Veerkamp RF, Calus MPL, Windig JJ. Genomic Selection for introgression of polledness into Holstein Friesian cattle. *Livest Sci* 2014;179:86-95.
- Gentle MJ, Hughes BO, Fox A, Waddington D. Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-day-old domestic chicks. *Br Poultry Sci* 1997;38:453-463.
- Gentle MJ, Hughes BO, Hubrecht R.C. The effect of beak trimming on food intake, feeding behaviour and body weight in adult hens. *Appl Anim Ethol* 1982;8:147-159.
- Gentle MJ, Hunter LN, Waddington D. The onset of pain related behaviours following partial beak amputation in the chicken. *Neurosci Lett* 1991;128:113-116.
- Gentle MJ, McKeegan E. evaluation of the effects of infrared beak trimming in broiler chicks. *Vet Rec* 2007;160:145-148.
- Gentle MJ, Thorp BH, Hughes BO. Anatomical consequences of partial beak amputation (beak trimming) in turkeys *Res Vet Sci* 1995;58:158-162.
- Gentle MJ, Waddington JD, Hunter LN, Hones RB. Behavioral evidence for persistent pain following partial beak amputation in chickens. *Appl Anim Behav Sci* 1990;27:149-157.
- Gentle MJ. Attentional shifts alter pain perception in the chicken. *Anim. Welfare* 2001;10:S187-S194.
- Gentle MJ. Cutaneous sensory afferents recorded from the nervous intramandibularis of *Gallus gallus* var. *domesticus*. *J Comp Physiol A* 1989;164:763-774.
- Gentle MJ. Neuroma formation following partial beak amputation (beak trimming) in the chicken. *Res Vet Sci* 1986;41:383-385.
- Gentle MJ. Pain issues in poultry. *Appl Anim Behav Sci* 2011;135:252-258.
- Gentle MJ. The acute effects of amputation on peripheral trigeminal afferents in *Gallus gallus* var *domesticus*. *Pain* 1991;46:97-103.
- Gerritzen MA, Kluivers-Poodt M, Reimert HGM, Hindle V, Lambooi E. Castration of piglets under CO₂-gas anaesthesia. *Animal* 2008;2:1666-1673.

- Gibson TJ, Johnson CB, Stafford KJ, Mitchinson SL, Mellor DJ. Validation of the acute electroencephalographic response of calves to noxious stimulus with scoop dehorning. *NZ Vet J* 2007;55:152-157.
- Giersing M, Ladewig J, Forkman B. Animal welfare aspects of preventing boar taint. *Acta Vet Scan* 2006;48:1-3.
- Gilani AM, Knowles TG, Nicol CJ. The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. *Appl Anim Behav Sci* 2013;148:54- 63.
- Gilbert RO, Fubini SL. Surgery of the male reproductive tract. In: *Farm Animal surgery*. Fubini SL, Ducharme NG. (Editors), Saunders, Missouri, USA, 2004;351-359.
- Giri SC, Yadav BPS, Panda SK. Chemical castration in pigs. *Indian J Anim Sci* 2002;72:451-453.
- Glatz PC, Lunam CA. Production and heart rate responses of chickens' beak- trimmed at hatch or at 10 or 42 days-of-age. *Aust J Exp Agric* 1994;34:443-447.
- Glatz PC, Murphy BL, Preston AP. Analgesia therapy of beak-trimmed chickens. *Aust Vet J* 1992;69:18.
- Glatz PC. Beak trimming methods: Review. *Asian-Aus J Anim Sci* 2000;13:1619- 1637.
- Glatz PC. Effect of age of beak trimming on the production performance of hens. *Aust J Exp Agric* 1990;30:349-355.
- Glatz PC. *Laser Beak Trimming: A Report for the Australian Egg Corporation Limited*. AECL, North Sydney, New South Wales, Australia. 2004;1-17.
- Glatz PC. What is beak-trimming and why are birds trimmed? In: *Poultry Welfare Issues: Beak Trimming*. Glatz PC. Editor. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;1-17.
- Gökdal Ö, Atay O, Ülker H, Kayaardı S, Kanter M, DeAvila MD, Reeves JJ. The effects of immunological castration against GnRH with recombinant OL protein (Ovalbumin-LHRH-7) on carcass and meat quality characteristics, histological appearance of testes and pituitary gland in Kıvrıkcık male lambs. *Meat Sci* 2010;86:692-698.
- González LA, Schwartzkopf-Genswein KS, Caulkett NA, Janzen E, McAllister TA, Fierheller E, Schaefer AL, Haley DB, Stookey JM, Hendrick S. Pain mitigation after band castration of beef calves and its effects on performance, behavior, *Escherichia coli*, and salivary cortisol. *J Anim Sci* 2010;88:802-810.
- Goonewardene LA, Hand RK. Studies on dehorning steers in Alberta feedlots. *Can J Anim Sci* 1991;71:1249-1252.
- Goonewardene LA, Pang H, Berg RT, Price MA. A comparison of reproductive and growth traits of horned and polled cattle in three synthetic beef lines. *Can J Anim Sci* 1999b;79:123-127.
- Goonewardene LA, Price MA, Liu MF, Berg RT, Erichsen CM. A study of growth and carcass traits in dehorned and polled composite bulls. *Can J Anim Sci* 1999c;79:383-385.
- Goonewardene LA, Price MA, Okine E, Berg RT. Behavioral responses to handling and restraint in dehorned and polled cattle. *Appl Anim Behav Sci* 1999a;64:159-167.
- Goran MS, Johnson SC. Beak treatment with tongue protection. US Patent 7,363,881B2, Patent Office, Washington, DC, USA, 2005.
- Gorans MS. Method and apparatus for declawing poultry. U.S. Patent 5,195,925. March 23, 1993.
- Gottardo F, Nalon E, Contiero B, Normando S, Dalvit P, Cozzi G. The dehorning of dairy calves Practices and opinions of 639 farmers. *J Dairy Sci* 2011;94:5724-5734.
- Gottardo F, Scollo A, Contiero B, Ravagnani A, Tavella G, Bernardini D, De Benedictis GM, Edwards SA. Pain alleviation during castration of piglets: a comparative study of different farm options. *J Anim Sci* 2016;94:5077-5088.
- Götz KU, Luntz B, Robeis J, E del C, Emmerling R, Buitkamp J, Anzenberger H, Duda J. Polled Feckvieh (Simmental) cattle - Current state of the breeding program. *Livest Sci* 2015;179:80-85.
- Graf B, Senn M. Behavioural and physiological responses of calves to dehorning by heat cauterization with or without local anaesthesia. *Appl Anim Behav Sci* 1999;62:153-171.
- Graf B. *Aktivitäten von enthornten und nicht enthornten Milch- kühen auf der Weide*, (thesis) ETH Zurich, Switzerland, 1974.
- Graham MJ, Kent JE, Molony V. Effects of four analgesic treatments on the behavioural and cortisol responses of 3-week-old lambs to tail docking. *Vet J* 1997;153:87-97.
- Graham MJ, Kent JE, Molony V. The influence of the site of application on the behavioural responses of lambs to tail docking by rubber ring. *Vet J* 2002;164:240-243.
- Grandin T. Animal Welfare and Society Concerns: Finding the Missing Link, *Meat Sci* 2014;98:481-469.
- Grandin T. Bruises and carcass damage. *Int J Stud Anim Prob* 1980;1:121-137.
- Grandin T. *Livestock handling and transport*. 2nd Ed. CAB International, Wallingford, UK, 2000.
- Grant C, Upton RN. The anti-nociceptive efficacy of low dose intramuscular xylazine in lambs. *Res Vet Sci* 2001; 70:47-50.

- Grant C. Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Appl Anim Behav Sci* 2004;87:255-273.
- Green P. Castration of horses and analgesia. *Vet Rec* 2001;149:159-160.
- Gregory N. Animal welfare and meat production. 2nd Ed. CAB International, Wallingford, UK. 2007.
- Gregory N. Pain: pain associated with trauma. In: Physiology and behaviour of animal suffering. Universities Federation for Animal Welfare (UFAW) J Kirkwood, R Hubrecht, Roberts E. (Editors), Blackwell publishing, Oxford, UK. 2004;94-103.
- Greyling JPC, GBrobbelaar JAN. Seasonal variation in semen quality of Boer and Angora goat rams using different collection techniques. *S Afr J Anim Sci* 1983;13:250-252.
- Grigor PN, Hughes BO, Gentle MJ. An experimental investigation of the costs and benefits of beak-trimming in turkeys. *Vet Rec* 1995;136:257-265.
- Grondahl-Nielsen C, Simonsen HB, Damkjær Lund J, Hesselholt M. Behavioural, endocrine and cardiac responses in young calves undergoing dehorning without and with use of sedation and analgesia. *Vet J* 1999;158:14-20.
- Guatteo R, Levisonnois O, Fournier D, Guémené D, Latouche K, Letterier C, Mormé de P, Prunier A, Servièrre J, Terlouw C, Le Neindre P. Minimising pain in farm animals: the 3S approach - 'Suppress, Substitute, Soothe. *Animal* 2012;6:1261-1274.
- Guesgen MJ, Beausoleil NJ, Minot EO, Stewart M, Stafford KJ. Social context and other factors influence the behavioural expression of pain by lambs. *Appl Anim Behav Sci* 2014;159:41-49.
- Guirong S, Ya L, Xiang-tao K, Ya-dong T, Hu Z, Kui L. Effect of Beak Trimming Stress on the Apoptosis and Its Related Protein Expression of Chicken Spleen. *J Integr Agr* 2012;11:639-645.
- Gunn SA, Gould TC. Cadmium and other mineral elements. In: The Testis. Johnson AD, Gomes WR, Van Demark NL (Editors), vol. III. Academic Press, New York, USA, 1970;377-481.
- Gunnarsson S, Keeling LJ, Svedberg J. Effects of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *Brit Poultry Sci* 1999;40:12-18.
- Gustafson LA, Cheng HW, Garner JP, Pajor EA, Mench JA. Effects of bill-trimming Muscovy ducks on behavior, body weight gain, and bill morphopathology. *Appl Anim Behav Sci* 2007;103:59-74.
- Gwazdauskas FC, Thatcher WW, Wilcox CJ. Adrenocorticotropin alteration of bovine peripheral plasma concentrations of cortisol, corticosterone, and progesterone. *J Dairy Sci* 1972;55:1165-1169.
- Habel R, Budras KH. Skull with paranasal sinuses and horns. In: Bovine Anatomy. Budras KH, Habel R. (Editors), Schlütersche, Hannover, Germany, 2003;34-35.
- Hackl F. Unfälle mit Rindern, Entwicklung - Ursachen- Prävention (thesis). University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, 2004.
- Haga HA, Ranheim B. Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Vet Anaesth Analg* 2005;32:1-9.
- Hane M, Huber-Eicher B, Fröhlich E. Survey of laying hen husbandry in Switzerland. *World Poultry Sci J* 2000;56:21-31.
- Hansson M, Lundeheim N, Nyman G, Johansson G. Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration. *Acta Vet Scand* 2011;53:34.
- Hardee GE, Smith JA, Harris SJ. Pharmacokinetics of flunixin meglumine in the cow. *Res Vet Sci* 1985;39:110-112.
- Hardy CM, Braid AL. Vaccines for immunological control of fertility in animals. *Revue Scientifique Et Technique-Office Internat Des Epizooties* 2007;26:461-470.
- Harjinder S, Mahant T, Narul I, Dhaliwal R, Suri R, Gujral J. Cattle horn injuries *ANZ J Surg* 1980;50:620-621.
- Hartcher KM, Tran MKTN, Wilkinson SJ, Hemsworth PH, Thomson PC, Cronin GM. Plumage damage in free-range laying hens: Behavioural characteristics in the rearing period and the effects of environmental enrichment and beak-trimming. *Appl Anim Behav Sci* 2015;164:64-72.
- Hartini S, Choct M, Hinch G, Kocher A, Nolan JV. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. *J Appl Poultry Res* 2002;11:104-110.
- Haskeel SRR. Surgery of the sheep and goat digestive system. In: Farm Animal Surgery. Fubini SL, Ducharme NG. (Editors), Saunders, St. Louis, USA, 2004; 522.
- Haulenbeek AM, Katz L. Female tail wagging enhances sexual performance in male goats. *Horm Behav* 2011;60:244-247.
- Hay M, Rue J, Sansac C, Brunel G, Prunier A. Long term detrimental effects of tooth clipping or grinding in piglets: An histological approach. *Anim Welfare* 2004;13:27-32.
- Hay M, Vulin A, Génin S, Sales P, Prunier A. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subset 5 days. *Appl Anim Behav Sci* 2003;82:201-218.

- Heath E, Arowolo R. The early histopathologic effects of intratesticular injection with hyperosmolar glycerol, glucose or NaCl solutions. *Andrologia* 1987;19:654-661.
- Heath PJ, Davies IH, Morgan JH, Aitken IA. Isolation of *Actinobacillus seminis* from rams in the United Kingdom. *Vet Rec* 1991;129:304-307.
- Heid A, Hamm U. Animal welfare versus food quality: Factors influencing organic consumers' preferences for alternatives to piglet castration without anaesthesia. *Meat Sci* 2013;95:203-211.
- Heinonen M, Orro T, Kokkonen T, Munsterhjelm C, Peltoniemi O, Valros A. Tail biting induces a strong acute phase response and tail-end inflammation in finishing pigs. *Vet J* 2009;184:303-307.
- Heinrich A, Duffield T, Lissemore K, Squires EJ, Millman ST. The impact of meloxicam on postsurgical stress associated with cautery dehorning. *J Dairy Sci* 2009;92:540-547.
- Heinrich A, Duffield TF, Lissemore KD, Millman ST. The effect of meloxicam on behavior and pain sensitivity of dairy calves following cautery dehorning with a local anesthetic. *J Dairy Sci* 2010;93:2450-2457.
- Heinrich A. An investigation of meloxicam for relief of pain associated with dehorning of dairy calves (MSc thesis). Guelph, Ontario: University of Guelph, 2007.
- Heinritz K, Ritzmann M, Otten W. Alternatives of castration of suckling piglets, determination of catecholamines and woundhealing after castration of suckling piglets at different points of time. *Deut Tierarz Wochenschr* 2006b; 113:94-97.
- Heinritz K, Zöls S, Ritzmann M. Possibilities of pain-reduction in castration of piglets. In Proceedings of the 19th International Pig Veterinary Society Congress, Copenhagen, Denmark, 2006a;289.
- Hemsworth PH, Barnett JL, Karlen GM, Fisher AD, Butler KL, Arnold NA. Effects of mulesing and alternative procedures to mulesing on the behaviour and physiology of lambs. *Appl Anim Behav Sci* 2009;117:20-27.
- Hemsworth PH, Barnett JL, Beveridge L, Matthews LR. The welfare of extensively managed dairy cattle: A review. *Appl Anim Behav Sci* 1995;42:161-182.
- Hemsworth PH, Cronin GM, Barnett JL, Butler KL, Honngman EC, Karlen GA, Coffey A, Arnold NA. Behavioural responses of lambs to plastic clips as an alternative procedure to mulesing. *Aust Vet J* 2012;90:373-380.
- Henderson DC. The care and welfare of newborn lambs. In: *The Veterinary Book for Sheep Farmers*. Farming Press Books, Ipswich, Suffolk, UK 1990;365.
- Henderson SN, Barton JT, Wolfenden AD, Higgins SE, Higgins JP, Kuenzel WJ, Lester CA, Tellez G, Hargis BM. Comparison of beak-trimming methods on early broiler breeder performance. *Poultry Sci* 2009;88:57-60.
- Hennessy D, Newbold R. Consumer attitudes to a boar taint vaccine, Improvac® - A qualitative study. *International Pig Veterinary Society*. 18th IPVS Congress, 2004;612.
- Hermansen JE, Strudsholm K, Horsted K. Integration of organic animal production into land use with special reference to swine and poultry. *Livest Prod Sci* 2004;90:11-26.
- Hernández JA, Zanella EL, Bogden R, de Avila DM, Gaskins CT, Reeves JJ. Reproductive characteristics of grass-fed, luteinizing hormone-releasing hormone-immunocastrated *Bos indicus* bulls. *J Anim Sci* 2005;83:2901-2907.
- Herskin MS, Thodberg K, Jensen HE. Effects of tail docking and docking length on neuroanatomical changes in healed tail tips of pigs. *Animal* 2015;9:677-681.
- Hester PY, Al-Ramamneh DS, Makagon MM, Cheng HW. Effect of partial comb and wattle trim on pullet behavior and thermoregulation. *Poultry Sci* 2015;94:860-866.
- Hester PY, Shea-Moore M. Beak trimming egg-laying strains of chickens. *World Poultry Sci J* 2003;59:458-474.
- Hester PY. Impact of science and management on the welfare of egg laying strains of hens: A Review. *Poultry Sci* 2005;84:687-696.
- Hestetun HH. Resultater fra norturas eggkontroll 2011-2013 med fokus på inreieing. *Fjørfe* 2014;3:19-20.
- Hettiaratchy S, Dziewulski P. Pathophysiology and types of burns. *Br Med J* 2004;328:1427-1429.
- Hewson CJ, Dohoo IR, Lemke KA, Barkema HW. Factors affecting Canadian veterinarians' use of analgesics when dehorning beef and dairy calves. *Can Vet J* 2007;48:1129-1136.
- Hill GM, Neville WE, Richardson KL, Utley PR, Stewart RL. Castration method and progesterone-estradiol implant effects on growth rate of suckling calves. *J Dairy Sci* 1985;68:3059-3061.
- Hill H, Scott F, Homan N, Gassner F. Electroejaculation in the bull. *J Am Vet Med Assoc*. 1956;128:375-380.
- Hillmann E, Hilfiker S, Keil NM. Effects of restraint with or without blinds at the feed barrier on feeding and agonistic behavior in horned and hornless goats. *Appl Anim Behav Sci* 2014;157:72-80.

- Hinch GN, Lynch JJ. A note on the effect of castration on the ease of movement and handline of young cattle in yards. *Anim Prod* 1980;45:317-320.
- Hodgson DS. An inhaler device using liquid injection of isoflurane for short-term anesthesia of piglets. *Vet Anaesth Analg* 2006;33:207-213.
- Hodgson PS, Liu SS, Batra MS, Gras TW, Pollock JE, Neal JM. Procaine compared with lidocaine for incidence of transient neurologic symptoms. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:218-222.
- Holyoake PK, Broek DJ, Callinan APL. The effects of reducing the length of canine teeth in sucking pigs by clipping or grinding. *Austr Vet J* 2004;82:574-576.
- Homeyr FCB. Castration. In: *Ruminant Urogenital Surgery*. Iowa State University Press, Ames, IA, 1987;38-49.
- Honaker CF, Ruszler PL. The effect of claw and beak reduction on growth parameters and fearfulness of two leghorn strains. *Poultry Sci* 2004;83:873-881.
- Hoooven NW Jr. Freeze branding for animal identification. *J Dairy Sci* 1968;51:146-152.
- Horrel I, A'Ness P, Edwards SA, Eddison J. The use of nose-ringing in pigs: consequences for rooting, other functional activities, and welfare. *Anim Welf* 2001;10:3-22.
- Hosie BD, Carruthers J, Sheppard BW. Bloodless castration of lambs: Results of a questionnaire. 1996;152:47-55.
- Hoskinson RM, Rigby RD, Mattner PE, Huynh VL, D'Occhio M, Neish A, Trigg TE, Moss BA, Lindsey MJ, Coleman GD. Vaxstrate: an anti-reproductive vaccine for cattle. *Aust J Biot* 1990;4:166-170.
- Hötzel M, Sneddon J. The role of extensionists in Santa Catarina, Brazil, in the adoption and rejection of providing pain relief to calves for dehorning. *J Dairy Sci* 2013;96:1535-1548.
- Householder DD, Bruemmer JE, Kobza JR, Lay DC, Friend TH. Evaluation of a commercial stencil/aerosol-coolant technique for freeze branding horses. *J Equine Vet Sci* 1993;13:599-602.
- Huber J, Arnholdt T, Möstl E, Gelbert CC, Drillish M. Pain management with flunixin meglumine at dehorning of calves *J Dairy Sci* 2013;96:132-140.
- Huber-Eicher B, Spring P. Attitudes of Swiss consumers towards meat from entire or immunocastrated boars: a representative survey. *Res Vet Sci* 2008;85:625-627.
- Huff G, Huff W, Rath N, Balog J, Anthony N B, Nestor K. Stress-induced colibacillosis and turkey osteomyelitis complex in turkeys selected for increased body weight. *Poultry Sci* 2006;85:266-272.
- Hughes BO, Duncan IJH. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *Br Poultry Sci* 1972;13:525-547.
- Hughes BO, Gentle MJ. Beak trimming of poultry: Its implications for welfare. *Worlds Poultry Sci J* 1995;51:51-61.
- Hughes BO. The effect of implanted gonadal hormones on feather pecking and cannibalism in pullets. *Br Poultry Sci* 1973;14:341-348.
- Hugonnard M, Leblond A, Keroack S, Cadore J, Troney E. Attitudes and concerns of French veterinarians towards pain and analgesia in dogs and cats. *Vet Anaesth Analg* 2004;31:154-163.
- Hull B. Dehorning the adult goat. *Vet Clin N Am Food A* 1995;11:183-185.
- Hunter EJ, Jones TA, Guise HJ, Penny RHC, Hoste S. Tail biting in pigs 1: The prevalence at six UK abattoirs and the relationship of tail biting with docking, sex and other carcass damage. *Pig J* 1999;43:18-32.
- Hunter EJ, Jones TA, Guise HJ, Penny RHC, Hoste S. The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices. *Vet J* 2001;161:72-79.
- Hutter S, Heinritzi K, Reich E, Ehret W. Efficacité de différentes méthodes de résection des dents chez le porcelet non sevré. *Revue Med Vet* 1994;145:205-213.
- ICAR (International Committee for Animal Recording). International Agreement of Recording Practices. Guidelines approved by the General Assembly held in Cork, Ireland on June 2012. In: *International Committee for Animal Recording, Rome, Italy, 2012*;578.
- ICAR (International Committee for Animal Recording). Complete List of the ICAR Approved RFID Devices and Corresponding Manufacturers' Codes, Last up-dated 05.02.14. Available at: <http://www.service-icar.com/manufacture-complete.php>. 2014.
- Jabbar MA, Kiruthu S, Gebremedhin B, Ehui S. Essential actions to meet quality requirements of hides, skins and semi-processed leather from Africa. A Report Prepared for The Common Fund for Commodities Amsterdam, The Netherlands. July, 2002.
- Jäggin N, Gerber S, Schatzmann U. General anaesthesia, analgesia and pain associated with the castration of newborn piglets. *Acta Vet Scan* 2006;48:S12.

- Jäggin N, Kohler I, Blum J, Schatzmann U: Die Kastration von neu- geborenen Ferkeln unter Halothananästhesie. *Der praktische Tierarzt* 2001;82:1054-1061.
- Jago JG, Bass JJ, Matthews LR. Evaluation of a vaccine to control bull behaviour. *Proc NZ Soc Anim Prod* 1997;91.
- Jago JG, Lasenby RR, Trigg RE, Claxton PD, Matthews LR, Bass JJ. The effect of immunological castration on behaviour and growth of young bulls. *Proceedings of the NZ Soc Anim Prod* 1995;55:190-192.
- Jain T, Koley KM, Fadlamudi VP, Ghosh RC, Roy S, Tiwari S, Sahu U. Diclofenac- induced biochemical and histopathological changes in white leghorn birds (*Gallus domesticus*). *Indian J Pharmacol* 2009;41:237-241.
- James PJ. Genetic alternatives to mulesing and tail docking in sheep: a review. *Aust J Exp Agric* 2006;46:1-18.
- Jana K, Samanta PK, Ghosh D. Evaluation of single intratesticular injection of calcium chloride for nonsurgical sterilization of male Black Bengal goats (*Capra hircus*): a dose-dependent study. *Anim Reprod Sci* 2005;86:89-108.
- Janczak AM, Ranheim B, Fosse TK, Hild S, Nordgreen J, Moe RO, Zanella AJ. Factors affecting mechanical (nociceptive) thresholds in piglets. *Vet Anaesth Analg* 2012;39:628-635.
- Janczak AM, Riber AB. Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Sci* 2015;94:1454-1469.
- Janett F, Lanker U, Joerg H, Haessig M, Thun R. Castration of male lambs by immunization against GnRH. *Schweiz Arch Tierh* 2003;145:291-299.
- Jankevicius ML, Widowski TM. Does balancing for color affect pigs' preference for different flavored tail-models? *Appl Anim Behav Sci* 2003;87:55-68.
- Jankevicius ML, Widowski TM. The effect of ACTH on pigs' attraction to salt or blood- flavored tail-models. *Appl Anim Behav Sci* 2004;87:55-68.
- Jaros P, Bürgi E, Stärk KDC, Claus R, Hennessy D, Thun R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livest Prod Sci* 2005;92:31-38.
- Jeffcoate IA, Lucas JMS, Crighton DB. Effects of active immunization of ram lambs and bull calves against synthetic luteinizing-hormone releasing hormone. *Theriogenology* 1982;18:65-77.
- Jendral MJ, Robinson FE. Beak trimming in chickens: historical, economical, physiological and welfare implications, and alternatives for preventing feather pecking and cannibalistic activity. *Avian Poultry Biol Rev* 2004;15:9-23.
- Jensen AB, Palme R, Forkman B. Effect of brooders on feather pecking and cannibalism in domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). *Appl Anim Behav Sci* 2006;99:287-300.
- Jensen MT, Jensen BB. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs and its relation to skatole deposition in backfat. In: *Proceedings of a Meeting of the European Association of Animal Production Working Group*. September 27-29. Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs Milton Keynes, 1995.
- Jeong J, Bong J, Kim GD, Hoo ST, Lee HJ, Baik M. Transcriptome changes favoring intramuscular fat deposition in the longissimus muscle following castration of bulls. *J Anim Sci* 2013;91:4692-4704.
- Johnsen PF, Vestergaard KS, Nørgaard-Nielsen G. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Appl Anim Behav Sci* 1998;60:25-41.
- Johnson CB, Stafford KJ, Sylvester SP, Ward RN, Mitchinson SL, Mellor DJ. Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetized using halothane in oxygen. *NZ Vet J* 2005;53:433-437.
- Johnson CB, Sylvester SP, Stafford KJ, Mitchinson SL, Ward RN, Mellor DJ. Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetized with halothane in oxygen from birth to 6 weeks old. *Vet Anaesth Analg* 2009;36:273-279.
- Johnston JD, Buckland, RB. Response of male Holstein calves from seven sires to four management stresses as measured by plasma corticoid levels. *Can J Anim Sci* 1976;56:727-732.
- Jones BJ. Environmental enrichment can reduce feather pecking. In: *Poultry Welfare Issues: Beak Trimming*. Glatz PC, Editor. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;97-100.
- Jones RB, Blokhuis HJ, Beuving G. Open-field and tonic immobility responses in domestic chicks of two genetic lines differing in their propensity to feather peck. *British Poultry Sci* 1995;36:525-530.
- Jongman EC, Glatz PC, Barnett JL. Changes in behavior of laying hens following beak trimming at hatch and re-trimming at 14 weeks. *Asian-Aust J Anim Sci* 2008;21:291-298.
- Junger H, Moore AC, Sorking LS. Effects of full thickness burns on nociceptor sensitization in anesthetized rats. *Burns* 2002;28:772-777.
- Kar AB, Kamboj VP, Goswami A. Sterilization of male rhesus monkeys by iron salts. *J Reprod Fertil* 1965;9:115-117.
- Karimi I, Sohrabi B, Chalechale A, Moghaddam a, Mohammadi H, Dadyan A, Asl R, Yousefi M. Effects of tail shaving on milk quality and udder cleanliness in dairy farms. *J Anim Vet Adv* 2010;9:2146-2156.

- Kattesh HG, Brown ME, Masincupp FB, Schneider JF. Protein-bound and unbound forms of plasma cortisol in piglets after castration at seven or 14 days of age. *Res Vet Sci* 1996;61:22-25.
- Katz LS. Sexual behavior of domesticated ruminants. *Horm Behav* 2007;52:56-63.
- Keane MG. Effects of time of complete or split castration on performance of beef cattle. *Ir J Agric Food Res* 1999;38:41-51.
- Keeling LJ. Feather pecking - who in the group does it, how often and under what circumstances? Proceedings of the 9th European Poultry Conference. Glasgow, UK, 1994;288-289.
- Keita A, Pagot E, Prunier A, Guidarini C. Pre-emptive meloxicam for postoperative analgesia in piglets undergoing surgical castration. *Vet Anaesth Analg* 2010;37:367-374.
- Kells NJ, Beausoleil NJ, Johnson CB, Sutherland MA, Morrison RS, Roe W. Comparison of neural histomorphology in tail tips from pigs docked using clippers or cauterly iron. *Animal* 2017;11:1222-1227.
- Kenny FJ, Tarrant PV. The behaviour of young Friesian bulls during social re- grouping at an abattoir. Influence of an overhead electrified wire grid. *Appl Anim Behav Sci* 1987;18:233-246.
- Kent JE, Jackson RE, Molony V, Hosie BD. Effects of acute pain reduction methods on the chronic inflammatory lesions and behaviour of lambs castrated and tail docked with rubber rings at less than two days of age. *Vet J* 2000;160:33-41.
- Kent JE, Molony V, Graham MJ. Comparison of methods for the reduction of acute pain produced by rubber ring castration of week-old lambs. *Vet J* 1998;155:39-51.
- Kent JE, Molony V, Graham MJ. The effect of different bloodless castrators and different tail docking methods on the responses of lambs to the combined Burdizzo rubber ring method of castration. *Vet J* 2001;162:250-254.
- Kent JE, Molony V, Robertson IS. Changes in plasma cortisol concentration in lambs of three ages after three methods of castration and tail docking. *Res Vet Sci* 1993;55:246-251.
- Kent JE, Molony V, Robertson IS. Comparison of the Burdizzo and rubber ring methods of castrating and tail docking lambs. *Vet Rec* 1995;136:192-196.
- Kent JE, Thrusfield MV, Robertson IS, Molony V. Castration of calves: a study of methods used by farmers in the United Kingdom. *Vet Rec* 1996;138:384-397.
- Kent JE, Thrusfield MV, Molony V, Hosie BD, Sheppard BW. Randomised, controlled field trial of two new techniques for the castration and tail docking of lambs less than two days of age. *Vet Rec* 2004;154:193-200.
- Keyes JE, Hooven NW, Weinland BT, Miller RH. Effects of anatomical site, exposure time, age, refrigerant, and bead on legibility of freeze marks on dairy cattle. *J Dairy Sci* 1977;60:1163-1168.
- Kilching T, Schiele D, Zls S, Palzer A, Eddicks M. Possibilities of pain reduction in tail docking in piglets. Proceedings of the 21st International Pig Veterinary Society Congress. Vancouver, Canada. 2010;851.
- Kilcoyne I, Watson JL, Kass PH, Spier SJ. Incidence, management, and outcome of complications of castration in equids: 324 cases (1998- 2008). *J Am Vet med Assoc* 2013;242:820-825.
- Kiltie RA. Evolution and function of horns and hornlike organs in female ungulates. *Biol J Linn Soc* 1985;24:299-320.
- King BD, Cohen RD, Guenther CL, Janzen ED. The effect of age and method of castration on plasma cortisol in beef calves. *Can J Anim Sci* 1991;71:257-263.
- Kirton AH. Body and carcass composition and meat quality of the New Zealand feral goat. *NZ J Agric Res* 1970;13:167-181.
- Kitchell RL. Problems in defining pain and peripheral mechanisms of pain. *J Am Vet Med Assoc* 1987;191:1195-1199.
- Kiyama Z, Adams TE, Hess BW, Riley ML, Murdoch WJ, Moss GE. Gonadal function, sexual behaviour, feedlot performance, and carcass traits of ram lambs actively immunised against GnRH. *J Anim Sci* 2000;78:2237-2243.
- Kjaer JB, Sorensen P. Feather pecking behavior in White Leghorns, a genetic study. *Br Poultry Sci* 1997;38:333-341.
- Kling-Eveillard F, Dockès AC, Ribaud D, Mirabito L. Cattle dehorning in France: farmers' practices and attitudes. In: *Rencontre Recherche Ruminants Symposium no. 16*, Paris, France, 2009;249-252.
- Kling-Eveillard F, Knierim U, Irrgang N, Gottardo F, Ricci R, Dockès AC. Attitudes of farmers towards dehorning. *Livest Sci* 2015;179:12-21.
- Kluivers-Poodt M, Hopster H, Spoolder HAM. Castration under anaesthesia and/or analgesia in commercial pig production. *Anim Sci Group, Wageningen-UR, The Netherlands*. 2007;85.
- Kluivers-Poodt M, Houx BB, Robben SRM, Koop G, Lamboojij E, Hellebrekers LJ. Effects of a local anaesthetic and NSAID in castration of piglets, on the acute pain responses, growth and mortality. *Animal* 2012;6:1469-1475.
- Knierim U, Irrgang N, Roth BA. To be or not to be horned - Consequences in cattle. *Livestock Sci* 2015;179:29-37.
- Knight TW, Cosgrove GP, Death AF, Anderson CB Fisher AD. Effect of method of castrating bulls on their growth rate and live weight. *NZ J Agric Res* 2000;43:187-192.

- Knight TW, Cosgrove GP, Lambert MG, Death AF. Effects of method and age at castration on growth rate and meat quality of bulls. *NZ J Agr Res* 1999;42: 255-268.
- Kohler I, Moens Y, Busato A, Blum J, Schatzmann U. Inhalation anaesthesia for the castration of piglets: CO2 compared to halothane. *J Vet Med Series A* 1998;45:625-633.
- Koknaroglu H, Akunal T. Animal welfare: An animal science approach. *Meat Sci* 2013;821-827.
- Koyuncu M, Duru S, Kara Uzun S, Ozis S, Tuncel E. Effect of castration on growth and carcass traits in hair goat kids under a semi-intensive system in the south- Marmara region of Turkey. *Small Ruminant Res* 2007;72:38-44.
- Kroll LK, Grooms DL, Siegford JM, Schweihofner JP, daigle CL, Metz K., Ladoni M. Effects of tail docking on health and performance of beef cattle in confined, statted-floor feedlots. *J Anim Sci* 2014a;92:4108-4114.
- Kroll LK, Grooms DL, Siegford JM, Schweihofner JP, daigle CL, Metz K., Ladoni M. Effects of tail docking on behavior of confined feedlot cattle. *J Anim Sci* 2014b;92:4701-4710.
- Kuenzel WJ. Neurobiological basis of sensory perception: Welfare implications of beak trimming. *Poultry Sci* 2007; 86:1272-1282.
- Kumar R, Kumar A, Singh H. Effect of partial (Baiburtcjan's) method of castration on quality of meat in goats. *Ind. J Anim Res* 1983;17:45-49.
- Kummer M, Gygax D, Jackson M, Bettschart-Wolfensberger R, Fürst A. Results and complications of a novel technique for primary castration with an inguinal approach in horses. *Equine Vet J* 2010;41:547-551.
- Kuo F, Craig JV, Muir WM. Selection and beak-trimming effects on behavior, cannibalism, and shortterm production traits in White Leghorn pullets. *Poultry Sci* 1991;70:1057-1068.
- Kupper T, Spring P. Alternatives for the surgical castration of piglets without analgesia. Project ProSchwein Final Report. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (SHL), Zollikofen, Switzerland, 2008.
- Laden SA, Wohlt JE, Zajac PK, Carsia RV. Effects of stress from electrical dehorning on feed intake, growth, and blood constituents of Holstein heifer calves. *J Dairy Sci* 1985;68:3062-3066.
- Lahrman H, Busch ME, D'Eath RB, Forkman B, Hansen CF. More tail lesions among undocked than tail docked pigs in a conventional herd. *Animal* 2017;11:1825-1831.
- Lahrman H, Hansen ChF, D'Eath R, Busch ME, Forkman B. Tail posture predicts tail biting outbreaks at pen level in weaner pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2018b;200:29-35.
- Lahrman H, Hansen ChF, D'Eath, Busch ME, Nielsen JP, Forkman B. Early intervention with enrichment can prevent tail biting outbreaks in weaner pigs. *Livest Sci* 2018a;214:272-277.
- Lahrman H, Kmiec M, Stecher R. Early castration of piglets with Ketamin/Azaperonanesthesia. Animal welfare, practicability but economically feasible? *Praktische Tierarzt* 2006;87:802-809.
- Lambertz Ch, Farke-Röver A, Moors E, Gauly M. Comparison of the effects of weaning and castration when conducted separately or in combination on the behavior of crossbred beed cattle. *Appl Anim Behav Sci* 2014;161:28-33.
- Lambton SL, Nicol CJ, Friel M, Main DCJ, McKinstry JL, Sherwin CM, Walton J, Weeks CA. A bespoke management package can reduce levels of injurious pecking in loose-housed laying hen flocks. *Vet Rec* 2013;172:423-430.
- Lange H. Investigations on polledness and head conformation. Thesis, Ludwig- Maximilians-Universat Muchen, Federal Republic of Germany. 1989.
- Larrondo C, Bustamante H, Gallo C. Sheep Farmers' perception of welfare and pain associated with routine husbandry practices in Chile. *Animals* 2018;8:225.
- Larrondo C, Bustamante H, Paredes E, Gallo C. Long-term hyperalgesia and traumatic neuroma formation in tail docked lambs. *Anim Welfare* 2019a;28:443-454.
- Larrondo C, Gallo C, Calderón J, Bustamante H, Garay L. Dolor e inflamación asociados al corte de cola en corderos. Memorias de 10^{mo} Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos. Punta Arenas Chile, 2-4 mayo, 2017.
- Larrondo C, Orihuela A, Strappini A, Acosta G., Mota-Rojas D, Gallo C. Environmental enrichment and social buffering reduce the behavioural and physiological expressions of pain and stress associated with tail docking in lambs. *J Appl Anim Welfare Prod Sci* 2019b en revisión.
- Larsen MLV, Andersen HML, Pedersen LJ. Which is the most preventive measure against tail damage in finisher pigs: tail docking, straw provision or lowered stocking density. *Animal* 2017;12:1260-1267.
- Lauwere C, Asseldonk MV, Riet JV, Hoop J, Pierick ET. Understanding farmers' decisions with regard to animal welfare: The case of changing to group housing for pregnant sows. *Livest Sci* 2012;43:151-161.

- Lay DC Jr, Fiend IS, Bowers CL, Grisson KK, Jenkins OC. A comparative physiological and behavioural study of freeze and hot-iron branding using dairy cows. *J Anim Sci* 1992b;70:1121-1125.
- Lay DC Jr, Friend TH, Grissom KK, Bowers CL, Mal ME. Effects of freeze or hot-iron branding of Angus calves on some physiological and behavioral indicators of stress. *Appl Anim Behav Sci* 1992c;33:137-147.
- Lay DC, Friend TH, Randel R, Bowers CC, Grissom KK, Jenkins OC. Behavioral and physiological effects of freeze and hot iron branding on crossbred cattle. *J Anim Sci* 1992a;70:330-336.
- Lay Jr. DC, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, O'Sullivan NP, Porter RE. Hen welfare in different housing systems. *Poultry Sci* 2011;90:278-294.
- Lee C, Fisher AD. Welfare consequences of mulesing of sheep. *Aust Vet J* 2007;85:89-93.
- Lee EJ, Rothwell JT. Histological changes to the skin of Merino sheep following deep dermal and subcutaneous injections of sodium lauryl sulfate. *Aust Vet J* 2010;88:146-150.
- Leeb C, Göbller C, Czech B, Baumgartner J. Experiences with intravenous general anaesthesia for surgical castration of pigs. In *Book of Abstracts of the 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Vilnius, Lithuania, 24-27 August, 2008;105.
- Lees P, Delatour P, Foster AP, Foot R, Bagott D. Evaluation of carprofen in calves using a tissue cage model of inflammation. *Br Vet J* 1996;152:199-211.
- Lefebvre D, Lipsa D, Ödberg FO, Giffroy JM. Tail docking in horses: a review of the issues. *Animal* 2007;1:1167-1178.
- Leidig MS, Hertrampf B, Failing K, Schumann A, Reiner G. Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anaesthesia as determined by vocalisation and defence behavior. *Appl Anim Behav Sci* 2009;116:174-178.
- Lents CA, White FJ, Floyd LN, Wettemann, Gay DL. Method and timing of castration influences performance of bull calves. *OSU Anim Sci Res report*. Available at: <http://www.ansi.okstate.edu/research/2001rr/48/48.htm>, 2001.
- Leslie E, Hernández-Jover M, Newman R, Holyoake P. Assessment of acute pain experienced by piglets from ear tagging, ear notching and intraperitoneal injectable transponders. *Appl Anim Behav Sci* 2010;127:86-95.
- Lessard M, Taylor AA, Braithwaite L, Weary DM. Humoral and cellular immune responses of piglets after castration at different ages. *Can J Anim Sci* 2002;82:519-526.
- Lester SJ, Mellor DJ, Holmes RJ, Ward RN, Stafford KJ. Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *NZ Vet J* 1996;44:45-54.
- Lester SJ, Mellor DJ, Ward RN, Holmes RJ. Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *NZ Vet J* 1991;39:134-138.
- Levionnois OL, Morméde P. Means of reducing pain in farm animals. *Adv Anim Biosci* 2014;5:333-342.
- Lewis E, Boyle LA, Brophy P, O'Doherty JV, Lynch PB. The effect of two teeth resection procedures on the welfare of piglets in farrowing crates. Part 1. *Appl Anim Behav Sci* 2005;90:233-249.
- Lidow MS. Long-term effects of neonatal pain on nociceptive systems. *Pain* 2002;99:377-383.
- Lindegard C, Vaabengard D, Christophersen M, Ekstrom C, Fjeldborg J. Evaluation of pain and inflammation associated with hot iron branding and dispositivos de radiofrecuencia transponder injection in horses. *Am J Vet Res* 2009;70:840-847.
- Llamas-Moya S, Boyle Lak, Lynch PB, Arkins S. Effect of surgical castration on the behavioural and acute phase responses of 5-day-old piglets. *Appl Anim Behav Sci* 2008a;111:133-145.
- Llamas-Moya S, Boyle Lak, Lynch PB, Arkins S. Surgical castration of pigs affects the behavioural response to a low-dose lipopolysaccharide (LPS) challenge after weaning. *Appl Anim Behav Sci* 2008b;112:40-57.
- Lloyd J, Kessell Aa, Barchia I, Schröder J, Rutley D. Docked tail length is a risk factor for bacterial arthritis in lambs. *Small Ruminant Res* 2016;144:17-22.
- Lloyd J, Kessell A, Barchia I, Schröder J, Rutley D. Docked tail length is a risk factor for bacterial arthritis in lambs. *Small Ruminant Res*. 2016;144:17-22.
- Loken T, Vatn G, Kummen E. Subcutaneous electronic identification in cattle: A field study. *Vet Rec* 2011;169:250.
- Lomax S, Dickson H, Sheil M, Windsor PA. Topical anaesthesia alleviates short- term pain of castration and tail docking in lambs. *Aust Vet J* 2010;88:67-74.
- Lomax S, Harris Ch, Windsor PA, White PJ. Topical anaesthesia reduces sensitivity of castration wounds in neonatal piglets. *PLoS ONE* 2017;12:e0187988.
- Lomax S, Sheil M, Windsor PA. Impact of topical anaesthesia on pain alleviation and wound healing in lambs after mulesing. *Aust Vet J* 2008;86:159-168.

- Lomax S, Sheil M, Windsor PA. Use of local anaesthesia for pain management during husbandry procedures in Australian sheep flocks. In: 7th International Sheep Veterinary Congress, Stavanger, Norway, 12-16 June, 2009;56-58.
- Lomax S, Sheil M, Windsor PN. Impact of topical anesthesia on pain alleviation and wound healing in lambs after mulesing. *Aust Vet J* 2006;86:159-168.
- Lomax S, Windsor A. Topical anesthesia mitigates the pain of castration in beef calves. *J Anim Sci* 2013;91:4945-4952.
- Lombard JE, Tucker CB, von Keyserlingk MAG, Koprul CA, Weary DM. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *J Dairy Sci* 2010;93:4668-4676.
- Lonardi C, Scollo A, Normando S, Brscic M, Gottardo F. Can novel methods be useful for pain assessment of castrated piglets? *Animal* 2015;9:871-877.
- López-Bote C, Ventanas J. The reduction of boar taint in male pigs by neonatal testosterone administration. *Meat Sci* 1988;22:163-1718.
- Loretz C, Wechsler B, Hauser R, Rusch P. A comparison of space requirements of horned and hornless goats at the feed barrier and in the lying area. *Appl Anim Behav Sci* 2004;87:275-283.
- Louca A, Economides S, Hancock J. Effects of castration on growth rate, feed conversion efficiency and carcass quality in Damascus goats. *Anim Prod* 1977;24:387-391.
- Lunam CA, Glatz PC, Hsu YJ. The absence of neuromas in beaks of adult hens after conservative trimming at hatch. *Aust Vet J* 1996;74:46-49.
- Lunam CA. The anatomy and innervation of the chicken beak: effects of trimming and re-trimming. In: *Beak Trimming*. Glatz, PC. (Editor), Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;51-68.
- Lundstrom K, Matthews KR, Haugen JE. Pig meat quality from entire males. *Animal* 2009;3:1497-1507.
- Macaulay AS, Friend TH, LaBore JM. Behavioral and physiological responses of dairy calves to different methods of castration. *J Anim Sci* 1986;63:166.
- Mach N, Bach Aa, Realini CE, Font li Furnols M, Velarde A, Devant M. Burdizzo pre- pubertal castration effects on performance, behavior, carcass characteristics, and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Meat Sci* 2009;81:329-334.
- Mackenzie D. *Goat Husbandry*. Goodwin R. (Editor), 5th Eed. Faber and Faber Ltd., London, UK, 1993;334.
- Madruga MS, Arruda SGB, Narain N, Souza JG. Castration and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds of the "mestico" goat meat. *Meat Sci* 2000;56:117-125.
- Mancini MC, Menozzi D, Arfini F. Immunocastration: Economic implications for the pork supply chain and consumer perception. An assessment of existing reaserch. *Livest Sci* 2017;203:10-20.
- Mansour C, Merlin T, Bonnet-Garin JM, Chaaya R, Mocci R, Conde-Ruiz C, Allaouchiche B, Boselli E, Junot S. Evaluation of the Parasympathetic Tone Activity (PTA) index to assess the analgesia/ nociception balance in anaesthetized dogs. *Res Vet Sci* 2017;115:271-277.
- Manteuffel G, Puppe B, Schön PC. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Appl Anim Behav Sci* 2004;88:163-182.
- Marai I, Bahgat L. Review fat-tailed sheep traits as affected by docking. *Trop Anim Health Prod* 2003;35:351-363.
- Marchant-Forde RM, Cheng HW. Different effects of infrared and one-half hot blade beak trimming on beak topography and growth. *Poultry Sci* 2010;89:2559-2564.
- Marchant-Forde RM, Fahey AG, Cheng HW. Comparative effects of infrared and one-third hot blade trimming on beak topography behavior and growth. *Poultry Sci* 2008;87:1474-1483.
- Marchant-Forde RM, Lay DC, McMunn KA, Cheng HW, Pajor EA, Marchant-Forde RM. Post-natal piglet husbandry practices and wellbeing: the effect of alternative techniques delivered in combination. *J Anim Sci* 2014;92:1150-1160.
- Marchant-Forde RM, Lay DC, McMunn KA, Cheng HW, Pajor EA, Marchant-Forde RM. Post-natal piglet husbandry practices and wellbeing: the effect of alternative techniques delivered separately. *J Anim Sci* 2009;87:1479-1492.
- Marchewka J, de Heredia IB, Averós X, Ruiz R, Zanella AJ, Calerón-Díaz JA, Estevez I. Behaviour of tail-docked lambs tested in isolation. *Irish J Agric Food Res* 2016;55:192-199.
- Marini D, Colditz IG, Hinch G, Petherick C, Lee C. Self-administration by consumption of flunixin in feed alleviates the pain and inflammation associated with castration and tail docking of lambs. *Appl Anim Behav Sci* 2017;188:26-33.
- Marti S, Velarde A, de la Torre JL, Bach A, Aris A, Serrano A, Manteca X, Devant M. Effects of ring castration with local anesthesia and analgesia in Holstein calves at 3 months of age on welfare indicators. *J Anim Sci* 2010;88:2789-2796.
- Martin JE, Edwards SA. Feeding behaviour of outdoor sows: the effects of diet quantity and type. *Appl Anim Behav Sci* 1994;41:63-74.

- Martínez-Navado E, Toledano A, García-García J, Velázquez R, Castaño C, Estes M, López-Sebastián A, Ungerfeld R, Santiago Moreno J. Effect of improvac on sperm variables, testosterone secretion and accessory sexual glands size in pygmy goats (*Capra hircus*): a model for contraceptive treatment of wild ruminants. Joint Conference: American Association of Zoo Veterinarians (AAZV), European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV) and Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research. July 18 - 22, Atlanta Georgia, EU, 2016.
- Marx G, Horn T, Thielenbein J, Knubel B, von Borell E. Analysis of pain-related vocalisation in young pigs. *J Sound Vibr* 2003;266:68-698.
- Matsumoto AM. Is high dosage of testosterone an effective male contraceptive agent? *Fertil Steril* 1988;50:324-328.
- McAdie TM, Keeling LJ, Blokhuis HJ, Jones RB. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. *Appl Anim Behav Sci* 2005;93:67-80.
- McAdie TM, Keeling LJ. The social transmission of feather pecking in laying hens: effects of environment and age. *Appl Anim Behav Sci* 2002;75:147-159.
- McCarthy D, Lomax S, Windsor PA, White PJ. Effect of a topical anaesthetic formulation on the cortisol response to surgical castration of unweaned beef calves. *Animal*. 2016;10:150-156.
- McEwen SA, Barbut S. Survey of turkey downgrading at slaughter: Carcass defects and associations with transport, toenail trimming, and type of bird. *Poultry Sci* 1992;71:1107-1115.
- McGeown D, Danbury TC, Waterman-Pearson AE, Kestin SC. Effect of carprofen on lameness in broiler chickens. *Vet Rec* 1999;144:668-671.
- McGlone JJ, Guay K, García A. Comparison of intramuscular of subcutaneous injections vs. castration in pigs- Impacts on behavior and welfare. *Animals* 2016;6:52.
- McGlone JJ, Hellman JM. Local and general anesthetic effects on the behavior and performance of two and seven-week-old castrated and uncastrated piglets. *J Anim Sci* 1988;66:3049-3058.
- McGlone JJ, Nicholson RI, Hellman JM, Herzog DN. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. *J Anim Sci* 1993;71:1441-1446.
- McKean J. The importance of traceability for public health and consumer protection. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 2001;20:363-371.
- McKeegan DEF, Philbey AW. Chronic neurophysiological and anatomical changes associated with infrared beak treatment and their implications for laying hen welfare. *Anim Welfare* 2012;21:207-217.
- McMeekan CM, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN, Gregory NG. Effects of local anaesthesia of 4 or 8 hours duration on the acute cortisol response to scoop dehorning in calves. *Aust Vet J* 1998a;76:281-285.
- McMeekan CM, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN, Gregory NG. Effect of regional analgesia and/or a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the acute cortisol response to dehorning in calves. *Res Vet Sci* 1998b;64:147-150.
- McMeekan CM, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN, Gregory NG. Effect of shallow and deep scoop dehorning on plasma cortisol concentrations in calves. *NZ Vet J* 1997;45:72-74.
- McMeekan CM, Stafford KJ, Mellor DJ, Bruce RA, Ward RN, Gregory NG. Effects of a local anaesthetic and a non-steroidal anti-inflammatory analgesic on the behavioural responses of calves to dehorning. *NZ Vet J* 1999;47:92-96.
- Meischke HRC, Ramsay WR, Shaw FD. The effect of horns on bruising in cattle. *Aust Vet J* 1974;50:432-434.
- Mejer H, Wendt S, Thomsen LE, Roepstorff A, Hindsbo O. Nose-rings and transmission of helminth parasites in outdoor pigs. *Acta Vet Scand* 2000;41:153-165.
- Melches S, Mellema SC, Doherr MG, Wechsler B, Steiner Aa. Castration of lambs: A welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. *Vet J* 2007;173:554-563.
- Mellema SC, Doherr MG, Wechsler B, Thueer S, Steiner A. Influence of local anesthesia on pain and distress induced by two bloodless castration methods in young lambs. *Vet J* 2006;172:274-283.
- Mellor DJ, Cook CJ, Stafford KJ. Quantifying some responses to pain as a stressor. In: *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. Moberg GP, Mench JA. (Editors), CABI Publishing, New York, 2000;171-98.
- Mellor DJ, Gregory NG. Responsiveness, behavioural arousal and awareness in fetal and newborn lambs: experimental, practical and therapeutic implications. *NZ Vet J* 2003;51:2-13.
- Mellor DJ, Murray L. Changes in the cortisol responses of lambs to tail docking, castration and ACTH injection during the first seven days after birth. *Res Vet Sci* 1989b;46:392-395.
- Mellor DJ, Murray L. Effects of tail docking and castration on behaviour and plasma cortisol concentrations in young lambs. *Res Vet Sci* 1989a;46:387-391.

- Mellor DJ, Stafford KJ. Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *NZ Vet J* 2000;48:33-43.
- Mellor DJ, Stafford KJ. Assessing and minimizing the distress caused by painful husbandry procedures in ruminants. *Farm Anim Pract* 1999;9:436-446.
- Mellor DJ, Stafford KJ. Physiological and behavioural assessment of pain in ruminants: principles and caveats, the three Rs at the beginning of the 21st century. In: *Proceedings of the Fourth World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences*, New Orleans, USA, 11-15 August, 2004;267-271.
- Mendes AS, Paixao SJ, Restelatto R, Morello GM, de Moura DJ, Possenti JC. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *J Appl Poultry Res* 2013;22:62-70.
- Menke C, Peer M, Schneider C, Spengler A, Waiblinger S. Introducing structural elements into the free resting area in loose-housing systems with horned dairy cows: Effects on lying behaviour and cleanliness. *Livest Sci* 2015;179:38-46.
- Menke C, Waiblinger S, Fölsch DW, Wiepkema PR. Social behaviour and injuries of horned cows in loose housing systems. *Anim Welfare* 1999;8:243-258.
- Menke, CA. *Laufstallhaltung mit behornten Milchkühen* (PhD dissertation). Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Switzerland, 1996.
- Mentschel J, Claus R. Increased butyrate formation in the pig colon by feeding raw potato starch leads to a reduction of colonocyte apoptosis and a shift to the stem cell compartment. *Metabolism* 2003;52:1400-1405.
- Mercy AR, Peet RL, Johnson T, Cousins DV, Robertson GM, Batey RG, McKenzie DP. Evaluation of a non-surgical technique for sterilising rams. *Aust Vet J* 1985;62:350-352.
- Merks JWM, Hanenberg EHAT, Bloemhof S, Knol EF. Genetic opportunities for pork production without castration. *Anim Welf* 2009;18:539-544.
- Meunier-Salaun MC, Bataille G, Rugraff Y, Prunier A. Influence of tail docking and tooth resection on behavior and performance of piglets. *J Anim Sci* 2002;80(Supplement 1):371.
- Micol D, Oury MP, Picard B, Hocquette JF, Briand M, Dumont R, Egal D, Jailler R, Dubroeuq H, Agabriel J. Effect of age at castration on animal performance, muscle characteristics and meat quality traits in 26-month-old Charolais steers. *Livestock Sci* 2009;120:116-126.
- Miller RD. Local anesthetics. In: *Anesthesia*. Cucchiara RF, Miller RD, Reves JG, Roizen MF, Savarese JJ (Editors), Churchill Livingstone, Philadelphia, USA, 2000;510.
- Miller RE. An efficient and safe method of castration for the bovine by the intra-testicular injection of Chem-cast. *The Bovine Proceedings* 1984;15:156-159.
- Milligan BN, Duffield T, Lissemore K. The utility of ketoprofen for alleviating pain following dehorning of young dairy calves. *Can J Vet Res* 2004;45:140-143.
- Millman ST, Duncan IJH. Stain differences in aggressiveness of male domestic fowl in response to a male model. *Appl Anim Behav Sci* 2000;66:217-233.
- Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF). *Animal Welfare (Painful Husbandry Procedures) Code of Welfare 2005*. MAF, Wellington, New Zealand, 2005.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). *Summary of the Law Relating to Farm animal Welfare*. London, 1992.
- Mintline EM, Stewart M, Rogers AR, Cox NR, Verkerk GA, Stookey JM, Webster JR, Tucker CB. Play behavior as an indicator of animal welfare: Disbudding in dairy calves. *Appl Anim Behav Sci* 2013;144:22-30.
- Mintline EM, Varga A, Banuelos J, Walker KA, Hoar B, Drake D, Weary DM, Coetzee JF, Stock ML, Tucker CB. Healing of surgical castration wounds: a description and an evaluation of flunixin. *J Anim Sci* 2014;92:5659-5665.
- Mirabito L, Veissier I, Cozzi G, Kling-Eveillard F, Knierim U, Windig JJ, Pentelescu O, Waiblinger S, Velarde A, Dalmau A. D2.3.3. Final recommendations to DG- SANCO regarding alternatives to de-horning. Alternatives to castration and dehorning (ALCASDE,SANCO/2008/D5/O18). http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/docs/calves_alcasde_d-2-3-3.pdf. 2009.
- Misch LJ, Duffield TF, Millman ST, Lissemore KD. An investigation into the practices of dairy producers and veterinarians in dehorning dairy calves in Ontario. *Can Vet J* 2007;48:1249-1254.
- Mitra B, Samanta PK. Testicular degeneration of scrub bulls by calcium chloride. *Ind J Vet Surg* 2000;21:37-38.
- Mobini S. Cosmetic dehorning of adult goats. *Small Rumin Res* 1991;5:187-191.
- Moinard C, Mendl M, Nicol CJ, Green LE. A case control study of on-farm risk factors for tail biting in pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2003;81:333-355.
- Molony V, Kent JE, Hosie BD, Graham MJ. Reduction in pain suffered by lambs at castration. *Vet J* 1997;153:205-213.

- Molony V, Kent JE, McKendrick IJ. Validation of a method for assessment of an acute pain in lambs. *Appl Anim Behav Sci* 2002;76:215-238.
- Molony V, Kent JE, Robertson IS. Assessment of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. *Appl Anim Behav Sci* 1995;46:33-48.
- Molony V, Kent JE, Viñuela-Fernández I, Anderson C, Dwyer CM. Pain in lambs castrated at 2 days using novel smaller and tighter rubber rings without and with local anaesthetic. *Vet J* 2012;193:81-86.
- Molony V, Kent JE. Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J Anim Sci* 1997;75:266-272.
- Molony V, Kent JE. Chapter 4. Sheep welfare: castration and til docking. In: Aitken ID. Editors. *Diseases of sheep*. 4th Eed. Blackwell, Edinburgh, 2007;27-31.
- Molony V, Kent V, Robertson LS. Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Res Vet Sci* 1993;55:236-245.
- Mooring MS, Gavazzi AJ, Hart BL. Effects of castration on grooming in goats. *Physiol Behav* 1998;64:707-713.
- Morales J, Dereu A, Manso A, de Frutos L, Piñeiro C, Manzanilla EG, Wuyts N. Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period. *Porcine Health Manag* 2017;3:18.
- Morgan JB, Wheeler TL, Koohmaraie M, Savell JW, Crouse JD. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. *J Anim Sci* 1993;7:1471-1476.
- Morisse JP, Cotte JP, Huonnic D. Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Appl Anim Behav Sci* 1995;43:239-247.
- Morris DG, Kuchel TR, Maddocks S. Stress responses in lambs to different tail docking methods. *Proc Aust Soc Anim Prod* 1994;20:202-205.
- Mosher RA, Wang C, Allen PS, Coetzee JF. Comparative effects of castration and dehorning in series or concurrent castration and dehorning procedures on stress responses and production in Holstein calves. *J Anim Sci* 2013;91:4133-4145.
- Mosure W, Meyer R, Gudmundson J, Barth AD. Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. *Can Vet J*. 1998;39: 1-3.
- Mosure WL, Meyer RA, Gudmundson J, Barth AD. Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. *Reprod Domest Anim* 2008;43:368-373.
- Mota-Rojas D, Ceballos MA, Orihuela A, Corredor MA, Pérez E, Ramírez NR, Cesar D. Capítulo 11. Prácticas dolorosas en animales de granja. En: Mota-Rojas D, Velarde A, Huertas-Canén SM, Cajiao MN. Editores. *Bienestar Animal, una vision global en Iberoamérica*. 3^{ra} Eed. Elsevier, Barcelona, 2016;137-154.
- Mourad M, Gbanamou G, Balde IB. Carcass characteristics of West African dwarf goats under extensive system. *Small Ruminant Res* 2001;42:83-86.
- Moya D, González LA, Janzen E, Caulkett NA, Fireheller E, Schwartzkopf-Genswein KS. Effects of castration method and frequency of intramuscular injections of ketoprofeno on behavioral and physiological indicators of pain en beef cattle. *J Anim Sci* 2014;92:1684-1695.
- Moya SL, Boyle LA, Lynch PB, Arkins S. Effect of surgical castration on the behavioural and acute phase responses of 5-day-old piglets. *Appl Anim Behav Sci* 2008;111:133-145.
- Muir WM, Craig JV. Improving animal well-being through genetic selection. *Poultry Sci* 1998;77:1781-1788.
- Muir WM. Group selection for adaptation to multiple-hen cages: Selection program and direct responses. *Poultry Sci* 1996;75:447-458.
- Muir WW. Pain therapy in horses. *Equine Vet J* 2005;37:98-100.
- Mul MF, Spoolder HAM. Het gebruik van neusringen in mogelijke alternatieven om beschadigend wroetgedrag bijzeugen met weidegang te voorkomen. *Prakt. Varkenshoud. Proefverslag nummer P 1.250*, 2000;24.
- Mullens BA, Chen BL, Owen JP. Beak condition and cage density determine abundance and spatial distribution of northern fowl mites, *Ornithonyssus sylviarum*, and chicken body lice, *Menacanthus stramineus*, on caged laying hens. *Poultry Sci* 2010;89:2565-2572.
- Muniz RA, Coronado A, Anziani OS, Sanavria A, Moreno J, Errecalde J, Goncalves LCB. Efficacy of injectable doramectin in the protection of castrated cattle against field infestations of *Cochliomyia hominivorax*. *Vet Parasitol* 1995;58:327-333.
- Muns R, Rault JL, Hemsworth P. Positive human contact on the first day of life alters the piglet's behavioural response to humans and husbandry practices. *Physiol Behav* 2015;151:162-167.

- Nannoni E, Valsami T, Sardi L, Martelli G. Tail docking in pigs: A review on its short- and long-term consequences and effectiveness in preventing tail biting. *Italian J Anim Sci* 2014;13:3095.
- Needham T, Lambrechts H, Hoffman L. Influence of immunocastration vaccine administration interval on serum androgen concentrations and testis activity in ram lambs. *Small Ruminant Res* 2019;170:82-90.
- Needham T, Lambrechts H, Hoffman LC. Castration of male livestock and the potential of immunocastration to improve animal welfare and production traits: Invited Review. *S Afr J Anim Sci* 2017;47:731-742.
- Needham T, Lambrechts H, Hoffman LC. The influence of vaccination interval on growth, carcass traits and testicle parameters of immunocastrated ram lambs. *Small Ruminant Res* 2016;145:53-57.
- Neely CD, Thomson DU, Kerr CA, Reinhardt CD. Effects of three dehorning techniques on behavior and wound healing in feedlot cattle. *J Anim Sci* 2014;92:2225-2229.
- Neely CD. Comparison of the effects of three different dehorning techniques on behavior and wound healing in feeder cattle in a western Kansas feedlot. Master of Science, In: Department of Clinical Sciences. Kansas State University, USA, 2013.
- Noble DO, Nestor KE. Beak-trimming of turkeys. 2. Effects of arc trimming on weight gain, feed intake, feed wastage, and feed conversion. *Poultry Sci* 1997;76:668-670.
- Nolan AM. Pharmacology of analgesic drugs. In: Pain Management in Animals. Flecknell P, Waterman- Pearson A. (Editors). WB Saunders Co., London, UK, 2005;21-52.
- Noonan GJ, Rand JS, Priest J, Ainscow J, Blackshaw JK. Behavioural observations of piglets undergoing tail docking, teeth clipping and ear notching. *Appl Anim Behav Sci* 1994;34:203-213.
- Nordquist RE, Heerkens JLT, Rodenburg TB, Boks S, Ellen ED, van der Staay FJ. Laying hens selected for low mortality: Behaviour in tests of fearfulness, anxiety and cognition. *Appl Anim Behav Sci* 2011;131:110-122.
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Risk assessment of lidocaine residues in food products from cattle, swine, sheep and goats: withdrawal periods for meat and milk. <http://www.vkm.no/dav/8b9b95e522.pdf>. 2005.
- Nowak B, Mueffling TV, Hartung J. Effect of different carbon dioxide concentrations and exposure times in stunning of slaughter pigs: Impact on animal welfare and meat quality. *Meat Sci* 2007;75:290-298.
- Nowak R. Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Appl Anim Behav Sci* 1996;49:61-72.
- Numberger J, Ritzmann M, Übel N, Eddicks M, Reese S, Zöls S. Ear tagging in piglets: the cortisol response with and without analgesia in comparison with castration and tail docking. *Animal* 2016;10:1864-1870.
- Nyborg PY, Sorig A, Lykkegaard K, Svendsen O. Nociception after castration of juvenile pigs determined by quantitative estimation of c-Fos expressing neurons in the spinal cord dorsal horn. *Dansk Veterinærtidsskrift* 2000;83:16-17.
- O'Connor AO, Anthony R, Bergamasco L, Coetzee J, Gould S, Johnson AK, Karriker LA, Marchant-Forde JN, Martineau GS, McKean J, Millman ST, Niekamp S, Pajor EA, Rutherford K, Sprague M, Sutherland M, von Borell E, Dzikumuhenga RS. Pain management in the neonatal piglet during routine management procedures. Part 2: Grading the quality of evidence and the strength of recommendations. *Anim Health Res Rev* 2014;15:39-62.
- Ohl D. Electroejaculation. *Urol Clin N Am* 1993;20:181-188.
- Ohme FW, Prier JE. Large Animal Surgery. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, 1974.
- OIE, Organización Mundial de la Salud. Código sanitario para los animales terrestres. Capítulo 7.9, Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de carne, 2014a.
- OIE, Organización Mundial de la Salud. Código sanitario para los animales terrestres. Capítulo 7.10, Bienestar animal y sistemas de producción de pollos de engorde, 2014b.
- Olson ME, Fierheller E, Burwash L, Ralston B, Schatz C, Matheson-Bird H. The efficacy of meloxicam oral suspension for controlling pain and inflammation after castration in horses. *J Equine Vet Sci* 2015;35:724-730.
- Onbasilar EE, Demirtas SE, Kahraman Z, Karademir E, Demir S. The influence of different beak trimming age on performance, H-L ratio and antibody production to SRBC in laying hens. *Trop Anim Health Prod* 2009;41:221-227.
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). 2016. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/paincontrol.htm>. 2016.
- Orihuela A, Aguirre V, Hernández C, Flores-Pérez I, Vázquez R. Breaking down the effect of electro-ejaculation on the serum cortisol response, heart and respiratory rates in hair sheep (*Ovis aries*). *J Anim Vet Adv* 2009a;8:1968-1972.
- Orihuela A, Aguirre V, Hernández C, Flores-Pérez I, Vázquez R. Effect of anesthesia on welfare aspects of hair sheep (*Ovis aries*) during electro-ejaculation. *J Anim Vet Adv* 2009b;8:305-308.
- Orihuela A, Fierros-García A, Hallal-Calleros C, Robles-Castro SR, Ungerfeld R. Vaginal biota number is smaller in tailed tan docked hair ewes (*Ovis aries*), but is not affected by copulation. *Small Ruminant Res* 2019;51:993-995.

- Orihuela A, Ungerfeld R, Fierros-García A, Pedernera M, Aguirre V. Rams prefer tailed than docked ewes as sexual partners. *Reprod Domest Anim* 2018a;53:1473-1477.
- Orihuela A, Mota-Rojas D, Velarde A, Strappini-Asteggiano A, Thielo de la Vega, L, Borderas-Tordesillas F, Alonso-Spilsbury M. Invited review: Environmental enrichment to improve behaviour in farm animals. *CAB Reviews*. 2018b;13:1-16.
- Ortiz de Montellano M, Galindo-Maldonado F, Cavazos-Arizpe EO, Aguayo-Arceo AM, Torres-Acosta JFJ, Orihuela A. Effect of electro-ejaculation on the serum cortisol response of Criollo goats (*Capra hircus*). *Small Ruminant Res* 2007;69:228-231.
- Palmer CW, Amundson SD, Brito LFC, Waldner CL, Barth AD. Use of oxytocin and cloprostenol to facilitate semen collection by electroejaculation or transrectal massage in bulls. *Anim Reprod Sci* 2004;213-223.
- Palmer CW, Brito LFC, Arteaga AA, Söderquist L, Persson Y, Barth AD. Comparison of electroejaculation and transretal massage for semen collection in range and yearling feedlot beef bulls. *Anim Reprod Sci* 2005;87:25-31.
- Palmer CW. Welfare aspects of theriogenology: investigating alternatives to electroejaculation of bulls. *Theriogenology* 2005;64:469-479.
- Paneral AE, Martini A, Di Giulio AM, Fraioli F, Vegni C, Pardi G, Marini A, Mantegazza P. Plasma B-endorphin, B-lipotropin, and met-enkephalin concentrations during pregnancy in normal and drug-addicted women and their newborn. *J Clin Endocrinol Metab* 1983;57:537-543.
- Pang WY, Earley B, Gath VP, Crowe MA. Effect of banding or burdizzo castration on plasma testosterone, acute-phase proteins, scrotal circumference, growth and health of bulls. *Livest Sci* 2008;117:79-87.
- Pang WY, Earley B, Sweeney T, Crowe MA. 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* 2006;84:351-359.
- Parizek J. Sterilization of the male by cadmium salts. *J Reprod Fertil* 1960;1:294-309.
- Park SJ, Piao M, Kim H, Kang HJ, Seo J, Lee S, Baik M. Effects of castration and a lidocaine-plus-flunixin treatment on growth and indicators of pain, inflammation and liver function in Korean cattle bull calves. *Livest Sci* 2018;216:61-66.
- Parkinson GB. Alternatives to beak trimming: Light intensity. In: *Beak Trimming*. Glatz PC (Editor), Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2005;117-121.
- Parsons C, Jensen S. Dehorning Cattle. Western Beef Resource Committee. Cattle Producer's Library, Management Section CL750, University of Idaho and Oregon State University, USA, 2006.
- Parthasarathy V, Price EO, Orihuela A, Dally MR, Adams TE. Passive immunization of rams (*Ovis aries*) against GnRH: effects on antibody titer, serum concentrations of testosterone, and sexual behavior. *Anim Reprod Sci* 2002;7:203-215.
- Paull DR, Colditz IG, Lee C, Atkinson SJ, Fisher AD. Effectiveness of non-steroidal anti-inflammatory drugs and epidural anaesthesia in reducing the pain and stress responses to a surgical husbandry procedure (mulesing) in sheep. *Aust J Exp Agric* 2008a;48:1034-1039.
- Paull DR, Lee C, Atkinson SJ, Fisher A. Effects of meoxicam or tolfenamic acid administration on the pain and stress responses of Merino lambs to mulesing. *Aust Vet J* 2008b;86:303-311.
- Paull DR, Lee C, Colditz IG, Atkinson SJ, Fisher AD. The effect of a topical anaesthetic formulation, systemic flunixin and carprofen, singly or in combination, on cortisol and behavioural responses of Merino lambs to mulesing. *Aust Vet J* 2007;85:98-106.
- Paull DR, Lee C, Colditz IG, Fisher AD. Effects of a topical anaesthetic formulation and systemic carprofen, given singly or in combination, on the cortisol and behavioural responses of Merino lambs to castration. *Austr Vet J* 2009;87:230-237.
- Paull DR, Small AH, Lee C, Palladin P, Colditz G. Evaluating a novel analgesic strategy for ring castration of ram lambs. *Vet Anaesth Analg* 2012;39:539-549.
- Pauly C, Spring P, O'Doherty JV, Kragten SA, Bee G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac (R)) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal* 2009;3:1057-1066.
- Pauly C, Spring P, O'Doherty JV, Ampuero Kragten S, Bee G. Performances, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato starch-enriched diet. *Animal* 2008;2:1707-1715.
- Pauly C, Spring-Staehli P, O'Doherty JV, Kragten SA, Dubois S, Messadène J, Bee G. The effects of method of castration, rearing condition and diet on sensory quality of pork assessed by a trained panel. *Meat Sci* 2010;86:498-504.
- Peers A, Mellor DJ, Wintour EM, Dodic M. Blood pressure, heart rate, hormonal and other acute responses to rubber ring castration and tail docking of lambs. *NZ Vet J* 2002;50:56-62.

- Pepe M, Gialletti R, Moriconi F, Puccetti M, Nannarone S, Singer E. Laparoscopic sterilization of Sardinia donkeys using an endoscopic stapler. *Vet Surg* 2005;34:260-264.
- Pérez-Pedraza E, Mota-Rojas D, González-Lozano M, Guerrero-Legarreta I, Martínez-Burnes J, Mora-Medina P, Cruz-Monterrosa R, Ramírez-Necochea R. Infrared thermography and metabolic changes in castrated piglets due to the effects of age and the number of incisions in the testicles. *Am J Anim Vet Sci* 2018a;13:104-114.
- Pérez-Pedraza E, Mota-Rojas D, Ramírez-Necochea R, Guerrero-Legarreta I, Martínez-Burnes J, Lezama-García K, Rosas M, González-Lozano M. Effect of the number of incisions and use of local anesthesia on the physiological indicators of surgically-castrated piglets. *Int J Vet Sci Med* 2018b;6:159-164.
- Petek M, McKinstry JL. Reducing the prevalence and severity of injurious pecking in laying hens without beak trimming. *Vet Fakültesi Derg* 2010;29:61-68.
- Petherick C. Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry. *Appl Anim Behav Sci* 2005;92:211-234.
- Petherick CJ, Small AH, Mayer DG, Colditz IG, Ferguson DM, Stafford KJ. A comparison of welfare outcomes for weaner and mature *Bos indicus* bulls surgically or tension band castrated with or without analgesia: 1. Behavioural responses. *Appl Anim Behav Sci* 2014;157:23-34.
- Petherick CJ, Small AH, Reid DJ, Colditz IG, Ferguson DM. Welfare outcomes for 3- and 6- month-old beef calves in a tropical environment castrated surgically or by applying rubber rings. *Appl Anim Behav Sci* 2015;171:47-57.
- Petrie N, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN. Cortisol responses of calves to two methods of disbudding used with or without local anaesthetic. *NZ Vet J* 1996a;44:9-14.
- Petrie N, Mellor DJ, Stafford KJ, Bruce RA, Ward RN. Cortisol responses of calves to two methods of tail docking used with or without local anaesthetic. *NZ Vet J* 1996b;44:4-8.
- Phad KK, Pawar AS, Barbind RP. Effects of methods of castration in male kids on carcass characters and quality. *Ind J Small Ruminants* 1995;2:17-21.
- Phillips CJC, Wojciechowska J, Meng J, Cross N. Perceptions of the importance of different welfare issues in livestock production. *Animal* 2009;3:1152-1166.
- Phillips CJC. A review of mulesing and other methods to control flystrike (*Cutaneous myiasis*) in sheep. *Anim Welfare* 2009;18:113-121.
- Pieler D, Peinhopf W, Becher AC, Aurich JE, Rose-Meierhöfer S, Erber R, Móstl E, Aurich C. Physiological and behavioral stress parameters in calves in response to partial scrotal resection, orchidectomy, and Burdizzo castration. *J Dairy Sci* 2013;96:6378-6389.
- Plant JW, Seaman JT, Jakovljevic D. Non-surgical sterilization of rams using a sclerosing agent. *Aus Vet J* 1979;55:263-264.
- Pogatzki EM, Vandermeulen EP, Brennan TJ. Effect of plantar local anaesthetic injection on dorsal horn neuron activity and pain behaviours caused by incision. *Pain* 2002;97:151-161.
- Pollard JC, Roos V, Littlejohn RP. Effects of an oral dose of acetyl salicylate at tail docking on the behaviour of lambs aged three to six weeks. *Appl Anim Behav Sci* 2001;71:29-42.
- Ponvijay KS. Pinhole castration: a novel minimally invasive technique for in situ spermatic cord ligation. *Vet Surg* 2007;36:74-79.
- Porter V. *Cattle - A Handbook to the Breeds of the World*. Crowood Press, Marlborough, UK, 2007.
- Prado VM, Orihuela A, Lozano TS, Pérez-León MI. Efecto del sistema de crianza (extensivo vs. semi-intensivo) del macho cabrío, sobre la obtención de semen mediante vagina artificial ((Effect of the rearing system (extensive vs. semi-intensive) of the male goat, on the semen collection obtained by artificial vagina). *Vet Méx* 2001;32:297-299.
- Prayaga KC. Genetic options to replace dehorning in beef cattle - a review. *Aust J Agr Res* 2007;58:1-8.
- Prescott NB, Bonser RHC. Beak trimming reduces feeding efficiency of hens *J Appl Poultry Res* 2004;13:468-471.
- Preston BT, Stevenson IR, Pemberton JM, Coltman DW, Wilson K. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proc R Soc Lond B* 2003;270:633-640.
- Price EO, Adams TE, Huxsoll CC, Borgwardt RE. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J Anim Sci* 2003;81:411-415.
- Price EO, Orihuela A. *Conducta Animal Aplicada al Cuidado y Producción Pecuaria*. Ed. TRILLAS, México, DF, 2010;110.
- Price J, Eager RA, Welsh EM, Waran NK. Current practice relating to equine castration in the UK. *Res Vet Sci* 2005;78:277-280.
- Price J, Nolan AM. Analgesia of newborn lambs before castration and tail docking with rubber rings. *Vet Rec* 2001;149:321-324.

- Primary Industries Standing Committee. Model Code of Practice for the Welfare of Animals: The Sheep. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria. 2006.
- Probert AD, Davies AS. A study of short scrotum, castrated and entire ram lambs. *Proc NZ Soc Anim Prod* 1986;46:55-58.
- Prugner W, Huber R, Luhmann R, Eltenac, a new anti-inflammatory and analgesic drug for horses: clinical aspects. *J Vet Pharmacol Ther* 1991;14:193-199.
- Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Velarde A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Anim Welfare* 2006;15:277-289.
- Prunier A, Hay M, Servièrre J. Assessment and reduction of pain induced by routine practices in piglets. *Journées de la Recherche Porcine en France* 2002;34:257-268.
- Prunier A, Mounier AM, Hay M. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *J Anim Sci* 2005;83:216-222.
- Prunier A, Mounier L, Le Neindre P, Leterrier C, Mormé de P, Paulmier V, Prunet P, Terlouw C, Guatteo R. Identifying and monitoring pain in farm animals: a review. *Animal* 2013;7:998-1010.
- Puppe B, Schön PC, Tuchscherer A, Manteuffel G. Castration-induced vocalisation in domestic piglets, *Sus scrofa*: Complex and specific alterations of the vocal quality. *Appl Anim Behav Sci* 2005;95:67-78.
- Purchas RW, Burnham DL, Morris ST. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J Anim Sci* 2002;80:3211-3221.
- Ranheim B, Haga HA, Ingebrigtsen K. Distribution of radioactive lidocaine injected into the testes in piglets. *J Vet Pharmacol Ther* 2005;28:481-483.
- Rault JL, Lay Jr. DC, Marchant-Forde JN. Castration induced pain in pigs and other livestock. *Appl Anim Behav Sci* 2011;135:214-225.
- Reeve I, Thompson L. Integrated Parasite Management in Sheep Project: Benchmark Survey. Australia Wool Innovation. 2005.
- Reid J, Dufour JJ, Sirard MA. Effect of a single injection of a long-acting gonadotropin-releasing hormone agonist on prepubertal male and female pigs on reproductive organs, growth performance and sensory qualities of pork roasts. *Reprod Nutr Develop* 1996;36:321-332.
- Repenning PE, Ahola JK, Callan RJ, Fox JT, French JT, Giles RL, Peel RK, Whittier JC, Engle TE. Effects of pain mitigation and method of castration on behavior and feedlot performance in cull beef bulls. *J Anim Sci* 2013a;91:4975-4983.
- Repenning PE, Ahola JK, Callan RJ, French JT, Giles RL, Bigler BJ, Coetzee JF, Wulfs LW, Peel RK, Whittier JC, Fox JT, Engle TE. Impact of oral meloxicam administration before and after band castration on feedlot performance and behavioral response in weanling beef bulls. *J Anim Sci* 2013b;91:4965-4974.
- Reyes L, Tinworth KD, Li KM, Yau DF, Waters KA. Observer-blinded comparison of two nonopioid analgesics for postoperative pain in piglets. *Pharmacol Biochem Behav* 2002;73:521-528.
- Ribeiro ELA, Hernandez JA, Zanella EL, Shimokomaki M, Prudencio-Ferreira SH, Youssef E, Ribeiro HJ, Bogden R, Reeves JJ. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *Meat Sci* 2004;68:285-290.
- Riber AB, Nielsen BL, Ritz C, Forkman B. Diurnal activity and synchrony in layer hen chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Appl Anim Behav Sci* 2007;108:276-287.
- Riber AB. Does LED-lighting in broiler houses improve welfare? Proceedings of the 48th Congress ISAE, July 29th to August 2nd, Vitoria-Gasteiz, Spain, 2014;91.
- Ricordeau G, Lauvergne JJ. Hypothèse génétique unique pour expliquer la présence d'intersexués de mâles en excès et de mâles stériles en race caprine Saanen. *Ann Zootech* 1967;16:323-334.
- Riemersma DJ. Ligation in castration of the male horse using a TA-30 stapler. *Equine Vet J* 2014;(Supplement 47):17.
- Ríos-Pacheco M, Pacheco-Guzmán R, Padrón-Arredondo G. Bull horn wounds. A one year experience at the O'Harán General Hospital Mérida, Yucatán, México. *Cir* 2003;71:55-60.
- Rist M. Zur artgemässen Dimensionierung und Gestaltung von Laufställen für hörnertragende Kühe Internationale Expertengruppe: Deutschland, Österreich, Schweiz. *Beiträge zur Förderung der biologisch-dynamischen Landwirtschaft* 2002;11:1-7.
- Robert S, Thompson BK, Fraser D. Selective tooth clipping in the management of low birth weight piglets. *Can J Anim Sci* 1995;75:285-289.
- Roberts PH. Mutilations which are done for the convenience of man not for the benefit of the animals. *Agscene* 1986;82:12.

- Robertson IS, Kent JE, Molony V. Effect of different methods of castration on behaviour and plasma cortisol in calves of three ages. *Res Vet Sci* 1994;56:8-17.
- Robertson IS, Wilson JC, Fraser HM. Immunological castration in male cattle. *Vet Rec* 1979;105:556-557.
- Robinson D. Effect of cage shape, colony size, floor area and annibalism preventatives on laying performance. *Brit Poultry Sci* 1979;20:345-356.
- Robson PJ, Alston TD, Myburgh KH. Prolonged suppression of the innate immune system in the horse following an 80 km endurance race. *Equine Vet J* 2003;35:133-137.
- Rodenburg TB, Buitenhuis AJ, Ask B, Uitdehaag KA, Koene P, Van Der Poel JJ, Van Arendonk JAM, Bovenhuis H. Genetic and phenotypic correlations between feather pecking and open-field response in laying hens at two different ages. *Behav Genet* 2008;34:407-415.
- Rollin BE. Annual meeting keynote address: animal agriculture and emerging social ethics for animals. *J Anim Sci* 2004;82:955-64.
- Rosenberger E, Robeis J. Enthornt oder genetisch hornlos. Bayr-ische Landesanstalt für Landwirtschaft. <http://www.lfl.bayern.de/itz/rind/10923/?context¼/landwirtschaft/tier/rinder/zucht/>. 2005.
- Rothwell J, Hynd P, Brownlee A, Dolling M, Williams S. Research into alternatives to mulesing. *Aust Vet J* 2007;85:94-97.
- Rushen J, de Passillé AM. Automated measurement of acceleration can detect effects of age, dehorning and weaning on locomotor play of calves. *Appl Anim Behav Sci* 2012;139:169-174.
- Ruvuna F, Taylor JF, Okeyo M, Wanyoike M, Ahuya C. Effect of breed and castration on slaughter weight and carcass composition of goats. *Small Ruminant Res* 1992;7:175-218.
- Rydhmer L, Lundstrom K, Andersson K. Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Anim J* 2010;4:965-972.
- Rydhmer L, Zamaratskaia G, Andersson HK, Algiers B, Guillemet R, Lundstro MK. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agric Scand, Sect A: Anim Sci* 2006;56:109-119.
- Saa C, Milán MJ, Caja G, Ghirardi JJ. Cost evaluation of the use of conventional and electronic identification and registration systems for the national sheep and goat populations in Spain. *J Anim Sci* 2005;83:1215-1225.
- Saifzadeh S, Hobbenaghi R, Asri-Rezaei S, Shokouhi SJ, Naghadeh B, Rohi SM. Evaluation of section ligation release (SLR) technique devised for castration in the stallion. *Repord Dom Anim* 2008;43:678-684.
- Salciccia A, de la Rebière de Pouyade G, Ponthier J, Cerri S, Parrilla-Hernández S, Grulke S. Use of an automatic stapling device during castration to prevent (re)occurrence of inguinal hernia in horses with large vaginal rings. *J Equine Vet Sci* 2014;34:99-100.
- Sales J. Quantification of the effects of castration on carcass and meat quality of sheep by meta-analysis. *Meat Sci* 2014;98:858-868.
- Salmon ELR, Edwards SA. Effects of housing system and litter grouping on performance and physiological maturity in entire boars and gilts. In *Proceedings of the British Society of Animal Science*, April, Southport, UK, 2007;81.
- Samraus HH. Rind. Sozialverhalten, in: *Nutztierethologie*. Parey VP. (Editor), Berlin, Germany, 1978;49-72.
- Sánchez JC. 2012. La colocación de las fundas. <http://lanzadifital.com/accesibilidad/index.php?bloque=17&seccion=33¬icia=29066>. 2012.
- Sandercock DA, Gibson IF, Rutherford KMD, Donald R, Lawrence AB, Braxh HM, Scott EM, Nolan AM. The impact of prenatal stress on basal nociception and evoked responses to tail-docking and inflammatory challenge in juvenile pigs. *Physiol Behav* 2011;104:728-737.
- Sandercock DA, Smith SH, Di Giminiani P, Edwards SA. Histopathological characterization of tail injury and traumatic neuroma development after tail docking in piglets. *J Comp Path* 2016;155:40-49.
- Sandilands V, Savory CJ. Ontogeny of behaviour in intact and beak trimmed layer pullets, with special reference to preening. *Br Poultry Sci* 2002;43:182-189.
- Sanford SE. Meningo-encephalitis caused by thermal disbudding in goat kids. *Can Vet J* 1989;30:832.
- Santiago-Moreno J, Castaño C, Toledano-Díaz A, Estes MC, López- Sebastián A, Guerra R, et al. Cryopreservation of aoudad (*Ammotragus lervia sahariensis*) sperm obtained by transrectal ultrasound-guided massage of the accessory sex glands and electroejaculation. *Theriogenology* 2013;79:383-391.
- Santiago-Moreno J, Coloma MA, Dorado J, Pulido A, Gómez F, Salas R, Gómez A, López A. Cryopreservation of Spanish Ibex (*Capra pyrenaica*) sperm obtained by electroejaculation outside the rutting season. *Theriogenology* 2009;71:1253-1260.

- Savory J. Nutrition, feeding and drinking behaviour, and welfare. In: *The Welfare of Domestic Fowl and Other Captive Birds*. Duncan IJH, Hawkins P. (Editors). Springer. New York, USA, 2010;165-188.
- Schafberg R, Swalve HH. The history of breeding for polled cattle. *Livest Sci* 2015;179:54-70.
- Schmidt RF. Nociception and pain. In: *Fundamentals of Sensory Physiology*. Schmidt RF (Editors), Springer, Berlin, Germany, 1986;117-143.
- Schmidt T, von Borell E. Impact of different castration procedures on the behaviour of piglets). Congress of the Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde/Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften, Bonn, Germany, 17-18 Sept, Bonn, Germany, 2008;C-20.
- Schneider C. Dimensionierung und Gestaltung von Laufställen für behornete Milchkühe unter Berücksichtigung des Herdenmanagements. University of Kassel, Germany PhD Dissertation, 2010.
- Schneider C. Laufställe für horntragende Milchkühe. Empfehlungen für die Dimensionierung und Gestaltung. Merkblatt. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Switzerland, 2008.
- Schneider F, Falkenberg H, Kuhn G, Nurnberg K, Rehfeldt C, Kanitz W. Effects of treating young boars with a GnRH depot formulation on endocrine functions, testis size, boar taint, carcass composition and muscular structure. *Anim Reprod Sci* 1998;50:69-80.
- Schoemaker R, Bailey J, JanZen E, Wilson DG. Routine castration in 568 draught colts: incidence of evisceration and omental herniation. *Equine Vet J* 2004;36:336-340.
- Schreiner DA, Ruegg PL. Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. *J Dairy Sci* 2002a;85:2503-2511.
- Schreiner DA, Ruegg PL. Tail docking and milk quality. *J Dairy Sci* 2002b;85:2513-2521.
- Schroder-Petersen DL, Simonsen HB. Review: Tail biting in pigs. *Vet J* 2001;162:196-210.
- Schulz C, Ritzmann M, Palzer A, Heinritzi K, Zöls S. Effect of isoflurane-anesthesia on postoperative pain due to castration of piglets. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 2007a;120:177-182.
- Schulz C, Ritzmann M, Palzer A, Otten W, Heinritzi KS. Changes in the concentration of epinephrine and norepinephrine caused by castration of piglets with or without anaesthesia. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 2007b;114:454-459.
- Schulz C. Effects of the isoflurane anaesthesia on the pain and stress caused by the castration of piglets. Dissertation of Veterinary Medicine, LMU Munich, Germany. 2007.
- Schumacher J, Trotter GW. Complication associated with castration in horse. *In Practice* 1999;21:298-307.
- Schwartzkopf KS, Stookey JM, Hull PR, Clark EG. Screening of depigmenting compounds for the development of an alternate method of branding beef cattle. *J Anim Sci* 1994;72:1393-1398.
- Schwartzkopf-Genswein KS, Booth-McLean ME, McAllister TA, Mears GJ.: Physiological and behavioural changes in Holstein calves during and after dehorning or castration. *Can J Anim Sci* 2005;85:131-138.
- Schwartzkopf-Genswein KS, Stookey JM, Crowe TG, Genswein BM. Comparison of image analysis, exertion force, and behavior measurements for use in the assessment of beef cattle responses to hot-iron and freeze branding. *J Anim Sci* 1998;76:972-979.
- Schwartzkopf-Genswein KS, Stookey JM, Welford R. Behavior of cattle during hot- iron and freeze branding and the effects on subsequent handling ease. *J Anim Sci* 1997;75:2064-2072.
- Scobie DR, Bray AR, O'Connell D. A breeding goal to improve the welfare of sheep. *Anim Welfare* 1999;8:391-406.
- Scobie DR, O'Connell D, Morris CA, Hickey SM. A preliminary genetic analysis of breach and tail traits with the aim of improving the welfare of sheep. *Aust Vet J* 2007;58:161-167.
- Scollo A, Contiero B, Gottardo F. Frequency of tail lesions and risk factors for tail biting in heavy pig production from weaning to 170 kg live weight. *Vet J* 2016;207:92-98.
- Scollo A, Di Martino G, Bonfanti L, Stefani AL, Schiavon E, Marngon S, Gottardo F. Tail docking and the rearing of heavy pigs: The role played by gender and the presence of straw in the control of tail biting. Blood parameters, behaviour and skin lesions. *Res Vet Sci* 2013;95:825-830.
- Scott K, Chennells DJ, Campbell FM, Hunt B, Armstrong D, Taylor L, Gill BP, Edwards SA. The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: fully-slatted versus straw-bedded accommodation. *Livest Sci* 2006;103:104-115.
- Scott K, Taylor L, Gill BP, Edwards SA. Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems: 2. Ratio of pigs to enrichment. *Appl Anim Behav Sci* 2007;105:51-58.
- Seiderman SC, Cross HR, Oltjen RR, Schanbacher BD. Utilization of the intact male for red meat production: a review. *J Anim Sci* 1982;55:826-840.
- Seykora T, Wilson ME. Freeze branding for permanent identification. *Dairy Herd Manage* 1984;21:26-30.

- Shaw FD, Baxter RI, Ramsay WR. The contribution of horned cattle to carcass bruising. *Vet Rec* 1976;98:255-257.
- Shini S, Huff G R, Shini A, Kaiser P. Understanding stress-induced immunosuppression: exploration of cytokine and chemokine gene profiles in chicken peripheral leukocytes. *Poultry Sci* 2010;89:841-851.
- Shutt DA, Fell LR, Connell R, Bell AK. Stress responses in lambs docked and castrated surgically or by the application of rubber rings. *Aust Vet J* 1988;65:5-7.
- Simonsen HB, Klinken L, Bindseil E. Histopathology of intact and docked pigtailed. *Brit Vet J* 1991;147:407-412.
- Sinclair R, Cassuto J, Hogstrom S. Topical anaesthesia with lidocaine aerosol in the control of postoperative pain. *Anaesthesiology* 1988;68:895-901.
- Smith MC, Sherman DM. Dehorning and descenting. In: *Goat Medicine*. Smith MC, Sherman DM (Editors), 1st Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, USA, 1994;519-525.
- Sneddon LU, Elwood RW, Adamo SA, Leach MC. Defining and assessing animal pain. *Anim Behav* 2014;97:201-212.
- Snoep JJ, Sol J, Sampimon OC, Roeters N, Elbers ARW, Scholten HW, Borgsteede FHM. Myiasis in sheep in the Netherlands. *Vet Parasitol* 2002;106:357-363.
- Sonoda LT, Fels M, Oczak M, Vranken E, Ismayilova G, Guarino M, Viazzi S, Bahr C, Berckmans D, Hartung J. Tail biting in pigs – causes and management intervention strategies to reduce the behavioural disorder. A review. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 2013;126:104-112.
- Spurlock D, Stock M, Coetzee J. The impact of 3 strategies for incorporating polled genetics into a dairy cattle breeding program on the overall herd genetic merit. *J Dairy Sci* 2014;97:5265-5274.
- Squires E. Possibilities for selection against boar taint. *Acta Vet Scand* 2006;48 (Supplement 1):19-21.
- Stafford KJ, Chambers JP, Mellor DJ. The alleviation of pain in cattle: a review. *CAB reviews: perspectives in agriculture, veterinary science. Nutrition and Natural Resources* 2006;1:1-7.
- Stafford KJ, Mellor DJ, Dooley AE, Smeaton D, McDermott A. The cost of alleviating the pain caused by the castration of beef calves. *Proc NZ Soc Anim Prod* 2005c;65:123-126.
- Stafford KJ, Mellor DJ, McMeekan CM. A survey of the methods used by farmers to castrate calves in New Zealand. *NZ Vet J* 2000;48:16-19.
- Stafford KJ, Mellor DJ, Todd SE, Bruce RA, Ward RN. Effects of local anaesthesia or local anaesthesia plus a non-steroidal anti-inflammatory drug in the acute cortisol response of calves to five different methods of castration. *Res Vet Sci* 2002;73:61-70.
- Stafford KJ, Mellor DJ, Todd SE, Ward RN, McMeekan CM. Effects of different combinations of lignocaine, ketoprofenoo, xylazine and tolazoline on the acute cortisol response to dehorning in calves. *NZ Vet J* 2003;51:219-226.
- Stafford KJ, Mellor DJ. Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle. *Appl Anim Behav Sci* 2011;135:226-231.
- Stafford KJ, Mellor DJ. Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. *Vet J* 2005a;169:337-349.
- Stafford KJ, Mellor DJ. Painful husbandry procedures in livestock and poultry. In: *Improving Animal Welfare A Practical Approach*. Grandin T. (Editor), CABI, Cambridge MA, USA, 2010;88-114.
- Stafford KJ, Mellor DJ. The implementation of animal welfare standards by member countries of the World Organisation for Animal Health (OIE): Analysis of an OIE questionnaire. *OIE Revue Scientifique et Technique*. 2009;28:1143- 1164.
- Stafford KJ, Mellor DJ. The welfare significance of the castration of cattle: a review. *NZ Vet J* 2005b;53:271-278.
- Stafford KJ, Spooenberg J, West DM, Vermunt JJ, Petrie N, Lawoko CRO. The effect of electro-ejaculation on aversive behaviour and plasma cortisol concentration in rams. *NZ Vet J* 1996;44:95-98.
- Stafford KJ. Alleviating the pain caused by the castration of cattle. *Vet J* 2007a;173:245-247.
- Stafford KJ. Castrating older lambs: What are the issues? *Vet J* 2007b;173:477.
- Stärk K, Morris R, Pfeiffer D. Comparison of electronic and visual identification systems in pigs. *Livest Prod Sci* 1998;53:143-152.
- Steiner B, Kamm A, Bettschart-Wolfensberger R. Influences of carprofen and the experience of the surgeon on post-castration pain in lambs and young sheep. *Vet Anaesth Analg* 2003;30:92-93.
- Stewart M, Beausoleil N, Johnson C, Webster JR, Schütz KE, Cox N, Stafford KJ. Do rubber rings coated with lignocaine reduce the pain associated with ring castration of lambs? *Appl Anim Behav Sci* 2014;160:56-63.
- Stewart M, Stafford KJ, Dowling SK, Schaefer AL, Webster JR. Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic. *Physiol Behav* 2008;93:789-797.
- Stewart M, Stookey JM, Stafford KJ, Tucker CB, Rogers AR, Dowling SK, Verkerk GA, Schaefer AL, Webster JR. Effects of local anaesthetic and a nonsteroidal anti-inflammatory drug on pain responses of dairy calves to hot-iron dehorning. *J Dairy Sci* 2009;92:1512-1519.

- Stewart M, Verkerk GA, Stafford KJ, Schaefer AL, Webster JR. Noninvasive assessment of autonomic activity for evaluation of pain in calves, using surgical castration as a model. *J Dairy Sci* 2010;93:3602-3609.
- Stilwell G, Campos de Carvalho R, Lima MS, Broom DM. Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behavior and cortisol of calves. *Appl Anim Behav Sci*. 2009;116:35-44.
- Stilwell G, Carvalho R, Carolino N, Lima MS, Broom DM. Effect of hot-iron disbudding on behavior and plasma cortisol of calves sedated with xylazine. *Res Vet Sci* 2010;88:188-193.
- Stilwell G, Lima MS, Broom DM. Comparing plasma cortisol and behavior of calves dehorned with caustic paste after non-steroidal-anti-inflammatory analgesia. *Livest Sci* 2008a;119:63-69.
- Stilwell G, Lima MS, Broom DM. Comparing the effect of three different disbudding methods on behavior and plasma cortisol of calves. *RPCV* 2007;102:281-289.
- Stilwell G, Lima MS, Broom DM. Effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs on long-term pain in calves castrated by use of an external clamping technique following epidural anesthesia. *Am J Vet Res* 2008b;69:744-750.
- Stilwell G, Lima MS, Carvalho R, Broom DM. Effects of hot-iron disbudding, using regional anaesthesia with and without carprofen, on cortisol and behavior of calves. *Res Vet Sci* 2012;92:338-341.
- Stock ML, Baldridge SL, Griffin D, Coetzee JF. Bovine Dehorning: Assessing pain and providing analgesic management. *Vet Clin Food Anim* 2013;29:103-133.
- Stoffel MH, von Rotz A, Kocher M, Merkli M, Boesch D, Steiner A. Histological assessment of testicular residues in lambs and calves after burdizzo castration. *Vet Rec* 2009;164:523-528.
- Stookey JM, Goonewardene LA. A comparison of production traits and welfare implications between horned and polled beef bulls. *Can J Anim Sci* 1996;76:1-5.
- Strappini AC, Metz JHM, Gallo CB, Kemp B. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal* 2009;3:728-736.
- Strasser A, Kühnel H, Velde K, Daddak A. Immunomodulation during and after castration under inhalation anaesthetic without genotoxic effects on equine lymphocytes. *Res Vet Sci* 2012;92:306-310.
- Strom I. Arthritis in piglets. *Dansk Veterinaertidsskrift* 1996;79:575-577.
- Stubsjoen SM, Flo AS, Moe RO, Janczak AM, Skjerve E, Valle PS, Zanella AJ. Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep. *Physiol Behav* 2009;98:640-648.
- Stucke D, Hall S, Morrone B, Grobe-Ruse M, Lebelt D. Different methods to identify pain after routine surgical castration of equine stallions. Composite pain scale, facial expressions, faecal glucocorticoid metabolites and plasma cytokines. *Equine Vet J* 2014;(Supplement 46):2.
- Studnitz M, Jensen KH, Jørgensen E, Jensen KK. The effect of nose ringing on explorative behaviour in gilts. *Anim Welf* 2003;12:109-118.
- Studnitz M, Jensen MB, Pedersen LJ. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Appl Anim Behav Sci* 2007;107:183-197.
- Stull DL, Payne MA, Berry SL, Hullinger PJ. Evaluation of the scientific justification for tail docking in dairy cattle. *J Am Vet Med Assoc* 2002;220:1298-1303.
- Sun G, Li Y, Kang X, Tian Y, Zhang H, Li K. Effect of beak trimming stress on the apoptosis and its related protein expression of chicken spleen. *J Integr Agr* 2012;11:639-645.
- Sutherland MA, Bryer PJ, Krebs N, McGlone JJ. Tail docking in pigs: acute physiological and behavioural responses. *Animal* 2008;2:292-297.
- Sutherland MA, Bryer PJ, Krebs N, McGlone JJ. The effect of method of tail docking on tail-biting behaviour and welfare of pigs. *Anim Welfare* 2009;18:561-570.
- Sutherland MA, Davis BL, Brooks TA, Coetzee JF. The physiological and behavioral response of pigs castrated with and without anesthesia or analgesia. *J Anim Sci* 2012;90:2211-2221.
- Sutherland MA, Davis BL, Brooks TA, McGlone JJ. Physiology and behavior of pigs before and after castration: Effects of two topical anesthetics. *Animal* 2010;12:2071-2079.
- Sutherland MA, Davis BL, McGlone JJ. The effect of local or general anesthesia on the physiology and behavior of tail docked pigs. *Animal* 2011;5:1237-1246.
- Sutherland MA, Mellor DJ, Stafford KJ, Gregory NG, Bruce RA, Ward RN, Todd SE. Acute cortisol responses of lambs to ring castration and docking after the injection of lignocaine into the scrotal neck or testes at the time of ring application. *Austr Vet J* 1999;77:738-741.

- Sutherland MA, Mellor DJ, Stafford KJ, Gregory NG, Bruce RA, Ward RN: Cortisol responses to dehorning of calves given a 5-h local anaesthetic regimen plus phenylbutazone, ketoprofen, or adrenocorticotrophic hormone prior to dehorning. *Res Vet Sci* 2002a;73:115-123.
- Sutherland MA, Mellor DJ, Stafford KJ, Gregory NG, Bruce RA, Ward RN. Effects of local anesthetic combined with wound cauterization on the cortisol response to dehorning in calves. *Aust Vet J* 2002b;80:165-167.
- Sutherland MA, Stafford KJ, Mellor DJ, Gregory NG, Bruce RA, Ward RN. Acute cortisol responses and wound healing in lambs after ring castration plus docking with or without application of a castration clamp to the scrotum. *Austr Vet J* 2000;78:402-405.
- Sutherland MA, Tucker CB. The long and short of it: A review of tail docking in farm animals. *Appl Anim Behav Sci* 2011;135:179-191.
- Sutherland MA. Welfare implications of invasive piglet husbandry procedures, methods of alleviation and alternatives: a review. *NZ Vet J* 2015;63:52-57.
- Svensden O. Castration of piglets under carbon dioxide (CO₂) anaesthesia. *J Vet Pharmacol Ther* 2006;29:54-55.
- Swerdlhoff RS, Wang C, Bhasin S. Developments in the control of testicular function. *Baillier's Clin Endocrinol Metab* 1992;6:451-483.
- Sylvester S, Stafford K, Mellor D, Bruce R, Ward R. Acute cortisol responses of calves to four methods of dehorning by amputation. *Aust Vet J* 1998;76:123-126.
- Sylvester S, Stafford K, Mellor D, Bruce R, Ward R. Behavioural responses of calves to amputation dehorning with and without local anaesthesia. *Aust Vet J* 2004;82:697-700.
- Tahir MA, Al-Jassim AF, Abdulla AHH. Influence of live weight and castration on distribution of meat, fat and bone in the carcass of goats. *Small Ruminant Res* 1994;14:219-223.
- Tallet C, Brilloüet A, Meunier-Salaün MC, Paulmier V, Guérin C, Prunier A. effects of neonatal castration on social behavior, human-animal relationship and feeding activity in finishing pigs reared in a conventional or an enriched housing. *Appl Anim Behav Sci* 2013;145:70-83.
- Tarrant PV. The occurrence, cause and economic consequences of dark cutting in beef - a survey of current information. In: *Current topics in veterinary medicine and animal science*. Hood DE, Tarrant PV (Editors), Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands, 1981;3-35.
- Taschke AC, Fölsck DW. Ethological, physiological and histological aspects of pain and stress in cattle when being dehorned]. *Tierarztl Prax.* 1997;25:19-27.
- Taschke AC. Ethologische, physiologische und histologische Untersuchungen zur Schmerzbelastung der Rinder bei der Enthornung (PhD dissertation). University of Zurich, Switzerland PhD, 1995.
- Taylor AA, Weary DM, Lessard M, Braithwaite L. Behavioural responses of piglets to castration: the effect of piglet age. *Appl Anim Behav Sci* 2001;73:35-43.
- Taylor AA, Weary DM. Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Appl Anim Behav Sci* 2000;70:17-26.
- Taylor NR, Main DCJ, Mendl M, Edwards SA. Tail-biting: a new perspective. *Vet J* 2010;186:137-147.
- Telles FG, Luna SPL, Teixeira G Berto DA. Long-term weight gain and economic impact in pigs castrated under local anaesthesia. *Vet Anim Sci* 2016;1:36-39.
- The Jockey club racing services incorporation. <http://registry.jockeyclub.com/registry.cfm?page=dotRegistryHelpDeskMicroFAQ&CFID=120133770&CFTOKEN=11936495>. 2016.
- Thodberg K, Jensen KH, Bro-Jørgensen E. The risk of tail-biting in relation to level of tail docking. *Proceedings of the International Congress of the ISAE*, 4-7 August, Uppsala, Sweden, 2010;91.
- Thomas DL, Waldron DF, Lowe GD, Morrill DG, Meyer HH, High RA, Berger YM, Clevenger DD, Fogle GE, Gottfredson RG, Loerch SC, McClure KE, Willingham TD, Zartman DL, Zelinsky RD. Length of docked tail and the incidence of rectal prolapse in lambs. *J Anim Sci* 2003;81:2725-2732.
- Thomas L. Is it time to go polled? *Can Cattlemen* 2000;22-23.
- Thompson KG, Bateman RS, Morris PJ. Cerebral infarction and meningo-encephalitis following hot-iron disbudding of goat kids. *NZ Vet J* 2005;53:368-370.
- Thornton PD, Waterman-Pearson AE. Behavioural responses to castration in lambs. *Anim Welfare* 2002;11:203-212.
- Thornton PD, Waterman-Pearson AE. Quantification of the pain and distress responses to castration in young lambs. *Res Vet Sci* 1999;66:107-118.

- Thüer S, Mellema S, Doherr MG, Wechsler B, Nuss K, Steiner A. Effect of local anaesthesia on short- and long-term pain induced by two bloodless castration methods in calves. *Vet J* 2007;173:333-342.
- Thun R, Gajewski Z, Janett F. Castration of male pigs: techniques and animal welfare issues. *J Physiol Pharmacol* 2006;57(Supplement 18):189-194.
- Ting ST, Earley B, Crowe MA. Effect of cortisol infusion patterns and castration on metabolic and immunological indices of stress response in cattle. *Dom Anim Endocrinol* 2004;26:329-349.
- Ting ST, Earley B, Crowe MA. Effect of repeated ketoprofen administration during surgical castration of bulls on cortisol, immunological function, performance and behavior. *J Anim Sci* 2003a;81:1253-1264.
- Ting ST, Earley B, Hughes JM, Crowe MA. Effect of ketoprofen, lidocaine local anesthesia, and combined xylazine and lidocaine caudal epidural anesthesia during castration of beef cattle on stress responses, immunity, growth, and behavior. *J Anim Sci* 2003b;81:1281-1293.
- Ting ST, Earley B, Veissier I, Gupta S, Crowe MA. Effects of age of Holstein-Friesian calves on plasma cortisol, acute phase proteins, immunological function, scrotal measurements and growth in response to Burdizzo castration. *Anim Sci* 2005;80:377-386.
- Tom EM, Duncan IJH, Widowski TM, Bateman KG, Leslie KE. Effects of tail docking using a rubber ring with or without anesthetic on behavior and production of lactating cows. *J Dairy Sci* 2002b;85:2257-2265.
- Tom EM, Rushen J, Duncan IJH, de Passillé AM. Behavioural, health and cortisol responses of young calves to tail docking using a rubber ring or docking iron. *Can J Anim Sci* 2002a;82:1-9.
- Treede RD. The International Association for the Study of Pain definition of pain: as valid in 2018 as in 1979, but in need of regularly updated footnotes. *Pain Rep* 2018;3:e643
- Trembley Y, Belanger A. Reversible inhibition of gonadal functions by a potent gonadotrophin releasing hormone agonist in adult dog. *Contraception* 1984;30:483-497.
- Tucker CB, Fraser D, Weary DM. Tail docking dairy cattle: effects on cow cleanliness and udder health. *J Dairy Sci* 2001;84:84-87.
- Tucker CB, Mintline EM, Banuelos J, Walker KA, Hoar B, Drake D, Weary DM. Effect of a cooling gel on pain sensitivity and healing of hot-iron cattle brands. *J Anim Sci* 2014b;92:566-563.
- Tucker CB, Mintline EM, Banuelos J, Walker KA, Hoar B, Varga A, Drake D, Weary DM. Pains sensitivity and healing of hot-iron cattle brands. *J Anim Sci* 2014a;92:5674-5682.
- Tulloch NM. Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. *Anim Behav* 1961;9:25-30.
- Tuncel E, Akman N. Fattening performance of castrated and intact crossbred male kids. *Uludag Universitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1983;2:13-18.
- Turk DC, Okifuji A. Pain terms and taxonomies. In: Bonica's Management of Pain. Loeser JD, Butler SH, Chapman CR, Turk DC. (Editors), 3rd Ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, 2001;18-25.
- Turner AS, McIlwraith CW. Techniques in Large Animal Surgery. Lea and Febiger, Philadelphia, USA, 2013;352.
- Turner TT, Brown KJ. Spermatid cord torsion: Loss of spermatogenesis despite return blood flow. *Biol Reprod* 1993;49:401-407.
- Tuytens FAM, Vanhonacker F, Langendries K, Aluwé M, Millet S, Bekaert K, Verbeke W. Effect of information provisioning on attitude toward surgical castration of male piglets and alternative strategies for avoiding boar taint. *Res Vet Sci* 2011;91:327-332.
- Tuytens FAM, Vanhonacker F, Verhille B, Brabander DD, Verbeke W. Pig producer attitude towards surgical castration of piglets without anaesthesia versus alternative strategies. *Res Vet Sci* 2012;92:524-530.
- Uitdehaag K, Komen H, Rodenburg TB, Kemp B, Arendonk JV. The novel object test as predictor of feather damage in cage-housed Rhode Island Red and White Leghorn laying hens. *Appl Anim Behav Sci* 2008;109:292-305.
- Ülker H, Gökdal Ö, Temur C, Budağ C, Oto M, de Avila DM, Reeves JJ. The effects of immunization against LHRH on body growth and carcass characteristics in Karakaş ram lambs. *Small Ruminant Res* 2002;45:273-278.
- Ülker H, Kanter M, Gökdal Ö, Aygün T, Karakuş F, Sakarya ME, deAvila DM, Reeves JJ. Testicular development, ultrasonographic and histological appearance of the testis in ram lambs immunized against recombinant LHRH fusion proteins. *Anim Reprod Sci* 2005;86:205-219.
- Ülker H, Yılmaz A, Karakuş F, Yörük M, Budağ C, de Avila DM, Reeves JJ. LHRH fusion protein immunization alters testicular development, ultrasonographic and histological appearance of ram testis. *Reprod Domest Anim* 2009;44:593-599.
- Underwood WJ. Pain and distress in agriculture animals. *J Am Vet Med Assoc* 2002;221:208-211.
- Ungerfeld R, Abril-Sánchez S, Toledano-Díaz A, Beracochea F, Castaño C, Girigoni J, Santiago-Moreno J. Oxytocin administration before sperm collection by transrectal ultrasonic-guided massage of the accessory sex glands in mouflons and bucks. *Anim Reprod Sci* 2016;173:13-17.

- Ungerfeld R, López-Sebastián, A, Estes M, Pradiee J, Toledano-Díaz A, Castaño C, Labrador B, Santiago-Moreno J. Physiological responses and characteristics of sperm collected after electroejaculation or transrectal ultrasound-guided massage of the accessory sex glands in anesthetized mouflons (*Ovis musimon*) and Iberian ixexes (*Capra pyrenaica*). *Theriogenology* 2015;84:1067-1074.
- United States Department of Agriculture (USDA). Dairy 2007, Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations. USDA: APHIS: VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, Colorado. 2010.
- United States Department of Agriculture (USDA). Part II: Reference of Sheep Health in the United States, 2001. USDA: APHIS: VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, Colorado. 2003a.
- United States Department of Agriculture (USDA). Part III: Lambing Practices, Spring 2001. USDA: APHIS: VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, Colorado. 2003b.
- ÜUlker H, Gokdal O, Aygun T, Karakus F, DeAvila DM, Reeves JJ. Feedlot performance and carcass characteristics of ram lambs immunized against recombinant LHRH fusion proteins at 10 weeks of age. *Small Rum Res* 2003;50:213-218.
- Valdmanis L, Menzies P, Millman S. A survey of dehorning practices and pain management in goats. In: Galindo F, Álvarez L (Eds.), 41st. Congress of the International Society for Applied Ethology. Mérida, México, 2007.
- Van Beirendonck S, Driessen B, Verbeke G, Geers R. Behavior of piglets after castration with or without carbon dioxide anesthesia. *J Anim Sci* 2011;89:3310-3317.
- Van Beirendonck S, Driessen B, Verbeke G, Permentier L, Van de Perre V, Geers R. Improving survival, growth rate, and animal welfare in piglets by avoiding teeth shortening and tail docking. *J Vet Behav* 2012;7:88-93.
- Van Donkersgoed J, Jewison G, Mann M, Cherry B, Altwasser B, Lower R, Wiggins K, Dejonge R, Thorlakson B, Moss E, Mills C, Grogan H. Canadian beef quality audit. *Can Vet J* 1997;38:217-225.
- Van Erp-van der Kooij E, Kuijpers AH, Schrama JW, Ekkel ED, Tielen MJM. Individual behavioural characteristics in pigs and their impact on production. *Appl Anim Behav Sci* 2000;66:171-185.
- Van Liere DW. Responsiveness to a novel preening stimulus long after partial beak amputation (beak trimming) in laying hens. *Behav Process* 1995;34:169-174.
- Van Putten G. Objective observations on the behaviour of fattening pigs. *Anim Regul Stud* 1980;3:105-118.
- Vandenheede M, Bouissou MF. Effects of castration on fear reactions of male sheep. *Appl Anim Behav Sci* 1996;47:211-224.
- Vanhonacker F, Verbeke W, Tuytens FAM. Belgian consumers' attitude towards surgical castration and immunocastration of piglets. *Anim Welfare* 2009;18:371-380.
- Varisli O, Uguz C, Agca C, Agca Y. Motility and acrosomal integrity comparisons between electro-ejaculated and epididymal ram sperm after exposure to a range of anisotonic solutions, cryoprotective agents and low temperatures. *Anim Reprod Sci* 2009;110:256-268.
- Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, Rushen J, Wade KM, de Passillé AM. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J Dairy Sci* 2010;93:1307-1315.
- Veering B, Cousins MJ. Cardiovascular and pulmonary effects of epidural anaesthesia. *Anaesth Intens Care* 2000;28:620-635.
- Veit C, Traulsen I, Hasler M, Tölle KH, Burfeind O, Beilage E, Krieter J. Influence of raw material on the occurrence of tail-biting in undocked pigs. *Livest Sci* 2016;191:125-131.
- Velarde A, Gispert M, Font I, Furnols M, Dalmau A, Soler J, Tibau J, Fábrega E. The effect of immunocastration on the behaviour of pigs. In Proceedings of the European Association of Animal Production Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs, 26-27 March 2008, Monells, Spain, 2008;32-33.
- Velarde A, Gispert M, Oliver MA, Soler J, Tibau J, Fábrega E. The effect of immunocastration on the behaviour of pigs. In Proceedings of the 41st International Congress of the International Society for Applied Ethology, 30 July-03 August, Mérida, Mexico, 2007;117.
- Ver Voort SM. Ejaculatory stimulation in spinal-cord injured men. *Andrology* 1987;29:282-289.
- Vezzoli G, Mullens BA, Mench JA. Relationships between beak condition, preening behavior and ectoparasite infestation levels in laying hens. *Poultry Sci* 2015;94:1997-2007.
- Vickers KJ, Niel L, Kiehlbauch LM, Weary DM. Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *J Dairy Sci* 2005;88:1454-1459.
- Viriden W S, Thaxton J P, Corzo A, Dozier III W A, Kidd M T. Evaluation of models using corticosterone and adrenocorticotropin to induce conditions mimicking physiological stress in commercial broilers. *Poultry Sci* 2007;86:2485-2491.
- Vitela MI, Cruz-Vázquez C, Solano JJ, Orihuela A. A note on the associations between the prevalence of stable flies (*Stomoxys calcitrans*) and the behaviour of dairy cows under semi-arid conditions. *J Anim Vet Adv* 2007;6:1284-1290.

- von Borell E, Baumgartner J, Giersing M, Jaggin N, Prunier A, Tuytens FA, Edwards SA. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 2009b;3:1488-1496.
- von Borell E, Buünger B, Schmidt T, Horn T. Vocal type classification as a tool to identify stress in pigs under on-farm conditions. *Anim Welfare* 2009a;18:407-416.
- von Borell E, Langbein J, Despres G, Hansen S, Letierrier C, Marchant-Forde J.N., Marchant-Forde RM, Minero M, Mohr E, Prunier A, Valance D, Veissier I. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiol Behav* 2007;92:293-316.
- Waiblinger S, Baars T, Menke C. Understanding the cow—the central role of human– animal relationship in keeping horned dairy cows in loose housing. In: Human animal relationship: stockmanship and housing in organic livestock systems. Hovi M, Bouilhol M. (Editors): Proc. 3rd Workshop of the International Network on Animal Health and Welfare in Organic Agriculture (NAHWOA), 21–24 October, Clermont-Ferrand, France, 2001;64-78.
- Waiblinger S, Menke C. Report on practical recommendations at farm level for keeping horned cattle and on the use of genetic solutions. Alternatives to castration and dehorning (ALCASDE; SANCO/2008/D5/018). http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/docs/calves_alcasde_d-2-3-1.pdf. 2009.
- Waldmann KH, Otto K, Bollwahn W. Castration of piglets – pain and anaesthesia. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 1994;101:105-109.
- Walker BN, Jäggin N, Doherr M, Schatzmann U. Inhalation anaesthesia for castration of newborn piglets: experiences with isoflurane and isoflurane/N₂O. *J Vet Med Series A* 2004;51:151-154.
- Walker PK, Bilkei G. Tail-biting in outdoor pig production. *Vet J* 2006;171:367-369.
- Wallgren P, Lindahl E. The influence of tail biting on performance of fattening pigs. *Acta Vet Scand* 1996;37:453-460.
- Wallgren T, Westin R, Gunnarsson S. A survey of straw use and tail iting in Swedish pig farms rearing undocked pigs. *Acta Vet Scand* 2016;58:84.
- Wang YQ, Zhong RZ, Fang Y, Zhou DW. Influence of tail docking on carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of fat-tail lambs. *Small Ruminant Res* 2018;162:17-21.
- Ware JKW, Vizard AL, Lean GR. Effects of tail amputation and treatment with an albendazole controlled-release capsule on the health and productivity of prime lambs. *Aust Vet J* 2000;78:838-842.
- Watson C, Edwards SA. Outdoor pig production: What are the environmental costs? Environmental and Food Sciences, Research Report. Scottish Agricultural College, 1997;12-14.
- Watts JE, Marchant RS. The effects of diarrhoea, tail length, and sex on the incidence of breech strike in modified mulesed Merino sheep. *Aust Vet J* 1977;53:118-123.
- Watts JM, Stookey JM. Effects of restraint and branding on rates and acoustic parameters of vocalization in beef cattle. *Appl Anim Behav Sci* 1999;62:125-135.
- Weary DM, Braithwaite LA, Fraser D. Vocal response to pain in piglets. *Appl Anim Behav Sci* 1998;56:161-172.
- Weary DM, Fraser D. Partial tooth-clipping of suckling pigs: effects on neonatal competition and facial injuries. *Appl Anim Behav Sci* 1999;65:21-27.
- Weary DM, Niel L, Flower FC, Fraser D. Identifying and preventing pain in animals. *Appl Anim Behav Sci* 2006;100:64-76.
- Weaver AD. *Bovine Surgery and Lameness*. Blackwell Scientific Publications, UK. 1986.
- Webster H, Morin D, Brown L, Jarrell V, Wallace DUR., Shipley C, Johnson Y, Green A. Effects of flunixin meglumine and local anesthetic on serum cortisol concentration and performance in dairy calves castrated at 2 to 3 months of age. In: Proceedings of the 43rd Annual Conference of the American Association of Bovine Practitioners, Albuquerque, NM, 2010;1005-1012.
- Webster H, Morin D, Jarrell V, Shipley C, Brown L, Green A, Wallace R, Constable PD. Effects of local anesthesia and flunixin meglumine on the acute cortisol response, behavior and performance of young dairy calves undergoing surgical castration. *J Dairy Sci* 2013;96:6285-6300.
- Wedin M, Baxter EM, Jack M, Futro A, D'Eath RB. Early indicators of tail biting outbreaks in pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2018;208:7-13.
- Welsh TH Jr., Johnson BH. Stress-induced alterations in secretion of corticosteroids, progesterone, luteinizing hormone, and testosterone in bulls. *Endocrinology* 1981;109:185-90.
- Wemelsfelder F, van Putten G. Behavior as a possible indicator for pain in piglets. Instituut voor Veeltkundig Onderzoek "Schoonoord", Zeist, The Netherlands. 1985;B-260.
- Wenger S, Jäggin N, Doherr M, Schatzmann U. Die Halothannarkose zur Kastration des Saugferkels: Machbarkeitsstudie zur Kosten/Nutzenanalyse. *Tierärztl Praxis* 2002;30:164-171.

- White BJ, Coetzee JF, Renter DG, Babcock AH, Thomson DU, Andresen D. Evaluation of two-dimensional accelerometers to monitor beef cattle behavior post-castration. *Am J Vet Res* 2008;69:1005-1012.
- White EC. Caprine dehorning. In: *Farm Animal Surgery*. Fubini SL, Ducharme NG. (Editors), 1st Ed. Saunders, St. Louis, USA, 2004;511-515.
- White RG, DeShazer JA, Tressler CJ, Borchert GM, Davey S, Waning A, Parkhurst AM, Milanuck MJ, Clemens ET. Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. *J Anim Sci* 1995;73:381-386.
- Whitlock BK, Coffman EA, Coetzee JF, Daniel JA. Electroejaculation increased vocalization and plasma concentrations of cortisol and progesterone, but not substance P, in beef bulls. *Theriogenology* 2012;78:737-746.
- Wiebe JP, Barr KJ, Buckingham KD. Sustained azospermia in the squirrel monkey, *Saimiri sciureus*, resulting from a single intratesticular glycerol injection. *Contraception* 1989;39:447-457.
- Wiemer P. Experience with spermatic cord ligation as a method of castration in the stallion. The surgical castration of the testicle in situ appears to be of value. *Tijdschr Diergeneeskd* 1998;123:432-434.
- Wikman I, Hokkanen AH, Pastell M, Kauppinen T, Valros A, Hänninen L. Dairy producer attitudes to pain in cattle in relation to disbudding calves. *J Dairy Sci* 2013;96:6894-6903.
- Williams CSF. Routine sheep and goat procedures. *Vet Clin N Am Food Anim Pract* 1990;6:737-758.
- Windig JJ, Cozzi G, Vessier I. Introduction to the special issue on alternatives for cattle dehorning. *Livestock Sci* 2015a;179:1-3.
- Windig JJ, Hoving-Bolink RA, Veerkamp RF. Perspectives for breeding for polledness in Holstein cattle. *Livest Sci* 2015b;179:96-101.
- Wood G, Molony V. Welfare aspects of castration and tail docking in lambs. In *Practice* 1992;14:2-7.
- Wood GN, Molony V, Fleetwood-Walker SM, Hodgson JC, Mellor DJ. Effects of local anaesthesia and intravenous naloxone on the changes in behaviour and plasma concentrations of cortisol produced by castration and tail docking with tight rubber rings in young lambs. *Res Vet Sci* 1991;57:193-199.
- Workman L, Rogers LJ. Pecking preferences in young chicks: effects of nutritive reward and beak-trimming. *Appl Anim Behav Sci* 1990;26:115-126.
- Wu FCW, Aitken RJ. Suppression of sperm function by depotmedroxy-progesterone acetate and testosterone enanthate in steroid male contraception. *Fertil Steril* 1989;29:443-465.
- Wu FCW. Male contraception: current status and future prospects. *Clin Endocrinol* 1988;29:443-465.
- Wuyts N. Surgical castration can reduce weaning weight and increase mortality. *Int Pig Top* 2016;31:9-10.
- Wythes JR, Kaus RK, Newman GA. Bruising in beef cattle slaughtered at an abattoir in Southern Queensland. *Aust J Exp Agric Anim Husbandry* 1985;25:727-733.
- Xue JL, Dial GD, Bartsh S, Kerkaert B, Squires EJ, Marsh WE, Ferre G. Influence of a gonadotropin-releasing hormone agonist on circulating levels of luteinizing hormone and testosterone and tissue levels of compounds associated with boar taint. *J Anim Sci* 1994;72:1290-1298.
- Xue JL, Dial GD. Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. *Swine Health Prod* 1997;5:151-158.
- Yano K, Hata Y, Matsuka K, Ito O, Matsuda H. Experimental study on alkaline skin injuries—periodic changes in subcutaneous tissue pH and the effects exerted by washing. *Burns* 1993;19:320-323.
- Yeruham I, Perl S, Nyska A. Skin tumours in cattle and sheep after freeze- or heat- branding. *J Comp Path* 1996;114:101-106.
- Zamaratskaia G, Babol J, Andersson HK, Andersson K, Lundström K. Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs. *Livest Prod Sci* 2005;93:235-243.
- Zamaratskaia G, Rydhmer L, Andersson HK, Chen G, Lowagie S, Andersson K, Lundström K. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using ImprovacTM, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Anim. Reprod Sci* 2007;108:37-48.
- Zamaratskaia G, Squires EJ. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 2009;3:1508-1521.
- Zamiri MJ, Eilami B, Kianzad MR. Effects of castration and fattening period on growth performance and carcass characteristics in Iranian goats. *Small Ruminant Res* 2012;104:55-61.
- Zankl A, Ritzmann M, Zöls S, Heinritz K. Analysis of efficacy of local anaesthetics administered prior to castration of male suckling piglets. *Deut Tierarz Wochenschr* 2007;114:418-422.
- Zedan IA, Al-Badrany MS. Chemical castration in local breed bucks. *IRAQI J Vet Sci*. 2012;(Supplement 2):75-75.
- Zhou B, Yang XJ, Zhao RQ, Huang RH, Wang YH, Wang ST, Yin CP, Shen Q, Schinckel AP. Effects of tail docking and

- teeth clipping on the physiological responses, wounds, behavior, growth, and back fat depth of pigs. *J Anim Sci* 2013;91:4908-4916.
- Zoels S, Langhoff R, Klinger E, Miljkovic V, Giboin H. Effect of two non-steroidal analgesics for preemptive use in piglet castration. Proceedings of the 22nd International Pig Veterinary Society Congress. Jeju, Korea. 2006;WP-453.
- Zöls S, Ritzmann M, Heinritzi K. Effect of a local anaesthesia in castration of piglets. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 2006a;34:103-106.
- Zöls S, Ritzmann M, Heinritzi K. Effect of analgesics on castration of male piglets. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 2006b;119:193-196.
- Zonderland JJ, Bracke MBM, den Hartog LA, Kemp B, Spoolder HAM. Gender effects on tail damage development in single- or mixed-sex groups of weaned piglets. *Livest Sci* 2010;129:151-158.
- Zonderland JJ, Wolthuis-Fillerup M, van Reenen CG, Bracke MBM, Kemp B, den Hartog LA, Spoolder HAM. Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets. *Appl Anim Behav Sci* 2008;110:269-281.

FIGURAS

FOTOGRAFÍA 1. Muestra animales dedicados a las labores de trabajo, donde sus cuernos permanecen intactos debido a que son utilizados para fijar implementos, como carretas y arados.



FOTOGRAFÍA 2. Muestra un animal con el cuerno fracturado. Esta situación es muy dolorosa, debido a que el cuerno es una estructura ósea fusionada con el cráneo y altamente enervada. La ruptura se debe, la mayor parte de las veces, a combates, problemas de infraestructura o mal manejo. Todos evitables.





FOTOGRAFÍA 3. Serie que muestra becerras Holstein 4 h después de la aplicación de pasta cáustica para evitar el surgimiento del cuerno. En reacción a la sensación de quemadura que provoca este método, los animales saltan, sacuden la cabeza, mueven vigorosamente la cola y buscan con sus patas frotar la cabeza en un claro intento por mitigar el dolor.



FOTOGRAFÍA 4. Cabritas jóvenes recién descornadas, mostrando signos de dolor después de la cauterización de las células germinales del cuerno. Obsérvese el animal de la izquierda arqueando su cabeza hacia la pared. Este tipo de respuestas no desaparecen en esta especie mediante la infiltración de lidocaína alrededor de cada cuerno, ni bloqueando los nervios cornales.



FOTOGRAFÍA 5. Muestra la utilización de un descornador eléctrico en animales jóvenes para evitar el surgimiento de los cuernos. El procedimiento es muy doloroso y no debe practicarse sin el uso de fármacos para controlar el dolor.



FOTOGRAFÍA 6. Aquí se aprecia el uso de fierros candentes para cauterizar las células germinales que darían origen al cuerno. El procedimiento es muy doloroso y no debe practicarse sin el uso de fármacos para controlar el dolor. La temperatura no puede ser controlada en este tipo de dispositivos.



FOTOGRAFÍA 7. Se aprecia el despunte o corte de la punta distal del cuerno. Si la práctica se hace correctamente, no se tocan nervios ni se expone el seno del cuerno, por lo que no hay dolor.



FOTOGRAFÍA 8. Una alternativa práctica para evitar el descornado es la crianza de ganado genéticamente acorne. En la fotografía se aprecia la cría de animales Angus negro y rojo, con esta característica.



FOTOGRAFÍA 9. Los anillos de goma se colocan alrededor del cuello del testículo, mediante la ayuda de un elastrador que expande el anillo. Este mismo principio y equipo suele utilizarse en el recorte de colas.



FOTOGRAFÍA 10. Puede apreciarse el tamaño del rabo remanente después de llevar a cabo la práctica de recorte de cola en ganado lechero. La práctica es dolorosa y reduce significativamente la capacidad del animal de espantarse moscas. Además, científicamente no se ha demostrado ninguna de las justificaciones bajo las que se realiza.



FOTOGRAFÍA 11. El movimiento de la cola podría tener funciones importantes de comunicación entre los animales. Un estado mental positivo, como el que sucede durante el amamantamiento, se acompaña de un movimiento vigoroso de la cola en los corderos.



FOTOGRAFÍA 12. Ovejas mostrando sus colas intactas. La incidencia de miasis en muchas regiones del mundo es muy baja o inexistente, por lo que el recorte de cola no se justifica. Las razones estéticas o reproductivas no tienen fundamento.



FOTOGRAFÍA 13. En muchas ocasiones el recorte de cola aún se realiza de forma generalizada, utilizando tan sólo unas alicatas, sin anestésicos ni analgésicos, y con frecuencia asociada a otros procedimientos dolorosos como identificación y castración.



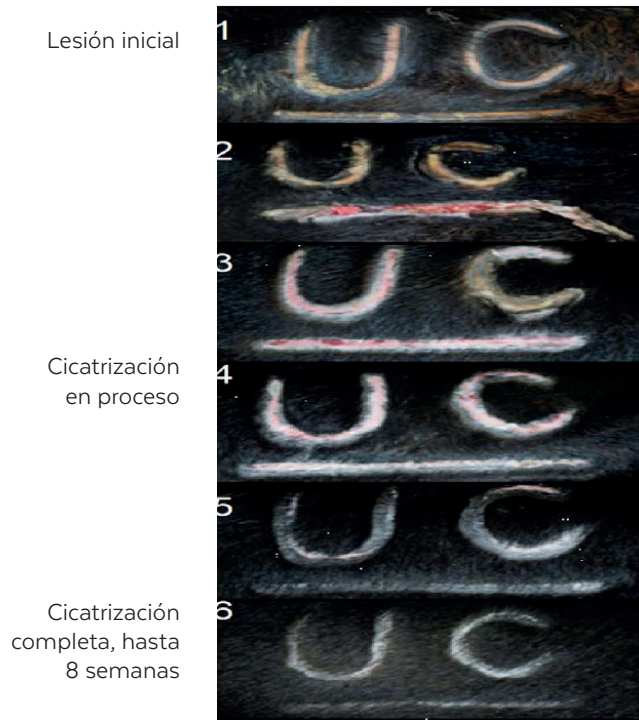
FOTOGRAFÍA 14. Entre los métodos de identificación más rudimentarios se encuentran los recortes en las orejas o muescas, que se realizan con este tipo de pinzas. El procedimiento es doloroso y por lo general se realiza sin ningún control sobre el dolor, siendo un método aún muy generalizado en cerdos.



FOTOGRAFÍA 15. El tatuaje en los labios de los caballos es un sistema de identificación doloroso; alguna vez incluso obligatorio, pero que afortunadamente tiende a caer en desuso y verse substituido por métodos más modernos, de mayor capacidad, y que producen menos dolor durante su aplicación, como los dispositivos de radiofrecuencia mejor conocidos como microchips.



FOTOGRAFÍA 16. Ilustra cómo el uso de dispositivos de radiofrecuencia en aretes plásticos posicionados en las orejas, viene a sustituir las muescas, ofreciendo además la ventaja de contener mucha más información y de ser de fácil lectura.



FOTOGRAFÍA 17. Lesiones ocasionadas por el marcaje en caliente y su evolución. El número indica el grado de cicatrización (1 = nula cicatrización, 6 = cicatrización completa; modificado de Tucker et al., 2014b).



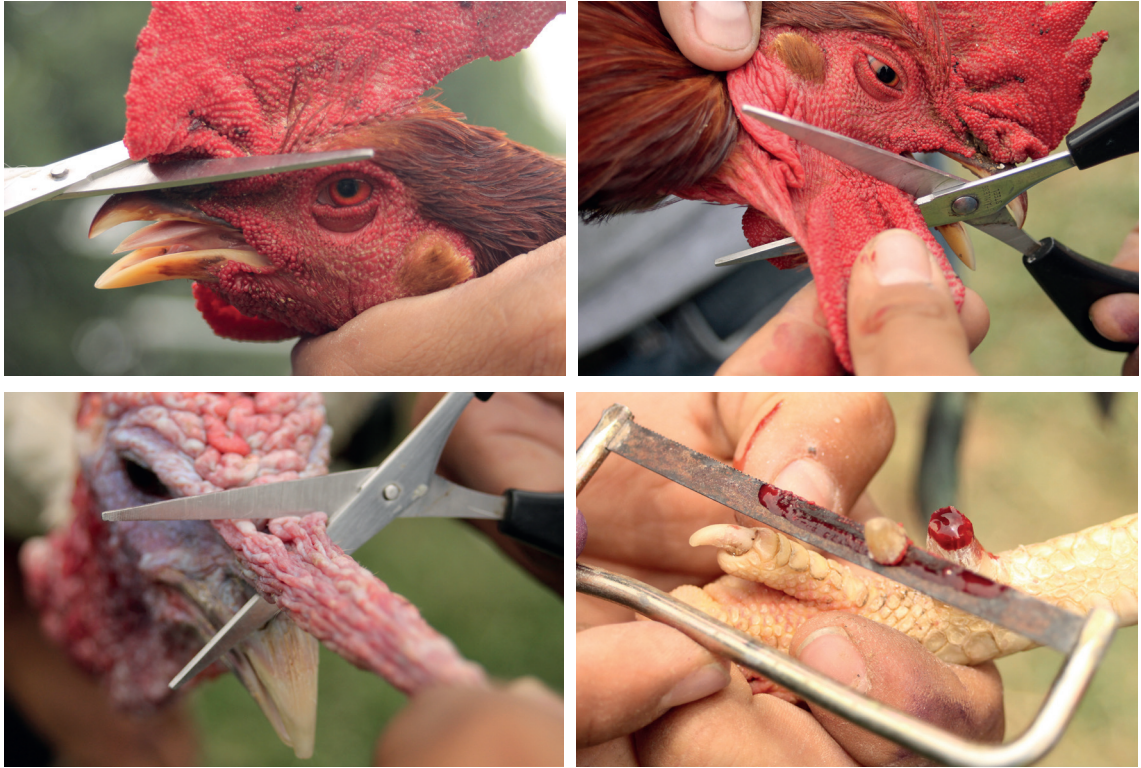
FOTOGRAFÍA 18. En algunas ocasiones un trozo de alambre suele utilizarse en sustitución de los anillos comerciales. Prácticas muy dolorosas, tanto en su implementación como durante los intentos de hozado de los cerdos.



FOTOGRAFÍA 19. El corte del colmillo del lechón suele realizarse con un cortaúñas, removiendo aproximadamente el tercio superior del colmillo. El procedimiento, además de doloroso, lleva consigo un importante riesgo de fractura del diente.



FOTOGRAFÍA 20. Puede apreciarse el recorte de pico en gallinas especializadas en producción de huevo, y algunas de las anomalías que esto puede generar, con la consecuente alteración en el consumo, pérdidas de peso, y retraso en el crecimiento de las aves.



FOTOGRAFÍA 21. El collage ilustra algunos de los procedimientos dolorosos que se practican en aves: recorte de crestas, barbillas, moco y espolón. Prácticas que por lo general se llevan a cabo sin ningún protocolo contra el dolor.

FOTOGRAFÍA 22. Algunas de las líneas modernas de gallinas productoras de huevo tienen crestas muy grandes. Sin embargo, esto no representa ningún riesgo para su bienestar, por lo que el recorte de crestas no se justifica.



CUADRO 1. Descripción de conductas, posturas, e índices registrados durante experimentos de castración. Adaptado de Molony *et al.* (2002).

RUBRO	DESCRIPCIÓN
CONDUCTAS	
Golpear el piso y patear	Número de veces con las que alza alguna pata y con fuerza golpea el piso mientras permanece parado o trata de golpear algo o a alguien mientras echado.
Inquietud	Número de veces que un animal se levanta y se echa; cada vez que se levanta y se echa, cuenta como una unidad.
Voltear la cabeza	Movimiento de la cabeza más allá del hombro: incluye tanto ver como tocar la fuente de dolor y el acicalamiento de la misma.
Rodando	Mientras está echado, el animal gira de un lado a otro sobre su cuerpo.
Vocalización	La ocurrencia de cada sonido vocal se registra.
POSTURAS	
Parado normal	Apoyado sobre sus patas, caminando y jugando, comiendo, o investigando.
Parado anormal	Apoyado o caminando de manera inestable, hacia atrás, sobre sus rodillas o en círculos.
Parado en estatua	Apoyado sobre sus patas en forma inmóvil por más de 10 s, usualmente con las patas posteriores un poco separadas y apoyadas un poco más atrás de lo normal.
Arqueado de la espalda	Apoyado sobre sus patas con la espina dorsal curvada y patas posteriores separadas y apoyadas un poco más atrás de lo normal.
Echado normal	Recostado en forma ventral, sobre el esternón con las patas recogidas hacia adentro y cabeza abajo hacia un lado o levantada directamente enfrente.
Patras extendidas	Echado ventral o lateralmente con al menos una de sus extremidades parcial o completamente extendida.
Sentado de perro	Echado en forma ventral manteniendo la región del escroto despegada del piso.
Cola estirada	Manteniendo la cola rígida en una postura inusual. No cuenta durante defecación o micción.
Consumo de alimento	Comiendo o rumiando.
INDICES	
Total de conductas	La suma (durante un periodo definido, de las observaciones realizadas) dentro de cada uno de los grupos de conductas definidos.
Proporción de posturas anormales	El número de posturas anormales registradas, en relación con el total de posturas registradas.

CUADRO 2. Incremento en el porcentaje de cortisol causado por diferentes métodos de castración, con y sin aplicación de anestésico local o AINEs.

INCREMENTO DE CORTISOL	MÉTODO DE CASTRACIÓN; EDAD DE LOS CORDEROS EN SEMANAS
190 - 205	Quirúrgico (torsión de ce); 4 - 5
165 - 170	Emasculación (10 s/ce); 4 - 8
75 - 125	Liga + Emasculación (10 s/ce); 3 - 8 Liga + Emasculación (5 s/ce); 4 - 8 Liga + Emasculación (1 s/ce); 4 - 8 Liga + Emasculación (10 s/CE); 3 AL en CE (15 - 20 min antes) Emasculación (10 s/ce); 4 - 8 AL en ce (15 - 20 min antes) Emasculación (10 s/ce); 4 - 8 AL intratest (1 - 2 min antes) Emasculación (10 s/ce); 4 - 8 AL intratest (1 - 2 min antes) Liga + Emasculación (10 s CE); 3
70 - 85	Inducción de criptorquidismo; 4 - 8 Emasculación (1 s/ce); 4 - 8 AL/ce (15 - 20 min antes) Liga; 4 - 8 AL/ce (15 - 20 min antes) Liga + Emasculación (10 s/ce); 4 - 8
30 - 55	AINEs (20 min antes) Emasculación (10 s/ce); 3
1 - 30	Liga + Emasculación (10 s CE); 1 AL/ce + CE (15 - 20 min antes) Liga; 4 - 8 AL CE (15 - 20 min antes) Liga; 4 - 8 AL intratest (15 - 20 min antes) Liga; 4 - 8 AL CE (15 - 20 min antes) Liga + Emasculación (10 s/ce); 4 - 8 AL CE (5 - 10 s después) Liga; 1 AL CE (5 - 10 s después) Liga + Emasculación (10 s CE); 1

AL = anestésico local; CE = cuello escrotal; ce = cordón espermático; Liga = anillo de goma; AINEs = antiinflamatorio no esterooidal. Adaptado de Mellor y Stafford, 2000.

CUADRO 3. Comparación de la mortalidad durante 4 periodos en la vida de cerdos sometidos a castración quirúrgica o inmunológica (Improvac®).

PERIODO	CASTRACIÓN QUIRÚRGICA	IMPROVAC®	PROBABILIDAD
Castración - Destete	5.7 ± 1,08	4.1 ± 0.81	0.02
Destete - 1er Vacuna	3.3 ± 0.89	3.5 ± 0.93	0.83
1er - 2da Vacuna	1.6 ± 0.26	1.6 ± 0.29	0.76
2da Vacuna - Sacrificio	1.9 ± 0.37	1.3 ± 0.35	0.25

Datos de 2196 lechones castrados quirúrgicamente y 2197 mediante inmunocastración. Adaptado de Allison et al. (2010).

CUADRO 4. Cuestionamientos por realizarse para elegir la estrategia analgésica.

PREGUNTAS POR REALIZAR	PROCEDIMIENTOS ELEGIDOS	SUBSTANCIAS POR ADMINISTRAR
¿Existe la posibilidad de utilizar anestesia local?	Anestesia local	lidocaína (perineural)
¿Existe un proceso inflamatorio involucrado?	Analgesia sistémica	AINEs vía intravenosa u orales
¿Existe dolor crónico o severo y persistente?	En asociación con:	Ketamina (subcutánea) Butorfanol (intravenoso) Licocaína (intravenosa) Xilacina (epidural)
¿Existe necesidad de sujeción?	Sedación Anestesia general	Xilacina o detomidina (intravenosa) Ketamina (intravenosa), isoflurano (inhalaado)

Adaptado de Levionnois y Morméde (2014).

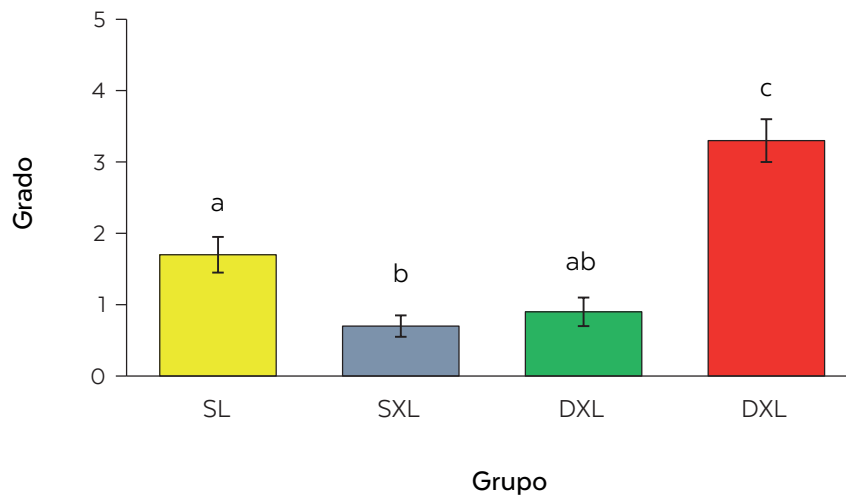


FIGURA 1. Grado de resistencia o lucha (media ± DE) durante el descornado con hierro candente o simulado. SL = descornado simulado con lidocaína; SXL = descornado simulado con xilacina y lidocaína; DXL = descornado con xilacina y lidocaína; DXL = descornado con xilacina. Distintas literales implican diferencia estadística ($P < 0.05$). Adaptado de Stilwell et al. (2010).

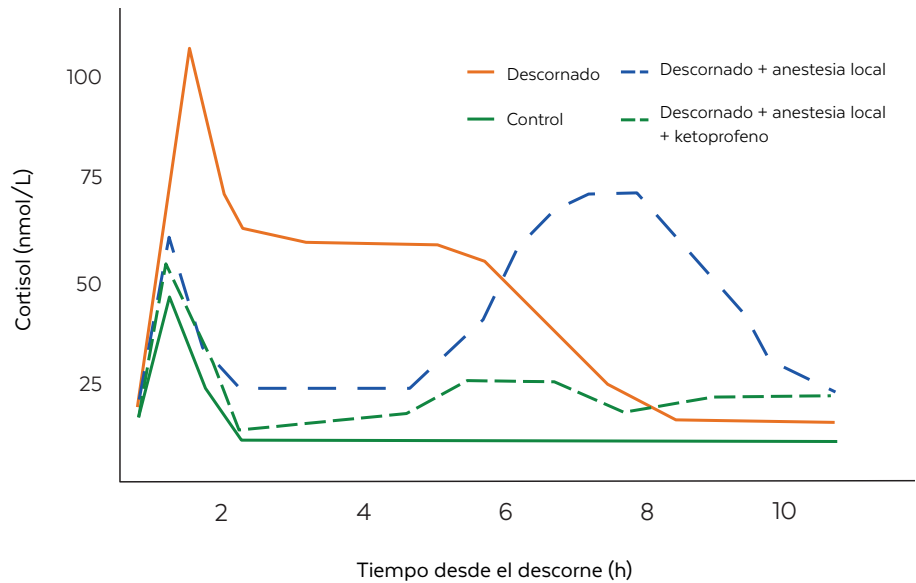


FIGURA 2. Respuesta al cortisol luego del descornado quirúrgico en becerros. La bupivacaína + AINE (anestesia local + ketoprofeno) reduce la concentración de cortisol. Sin embargo, un incremento tardío es evidente cuando no se aplica el ketoprofeno (sólo anestesia local). Adaptado de Stafford y Mellor (2005a).

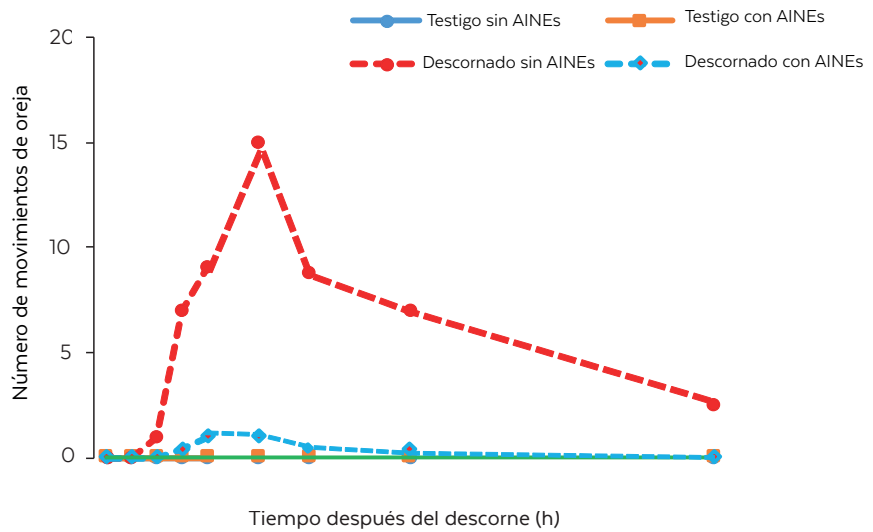


FIGURA 3. Respuesta comportamental al dolor de becerros durante las 24 h posteriores al descornado o su simulación, cuando ambas situaciones fueron tratadas o no con ketoprofeno. Adaptado de Faulkner y Weary (2000).

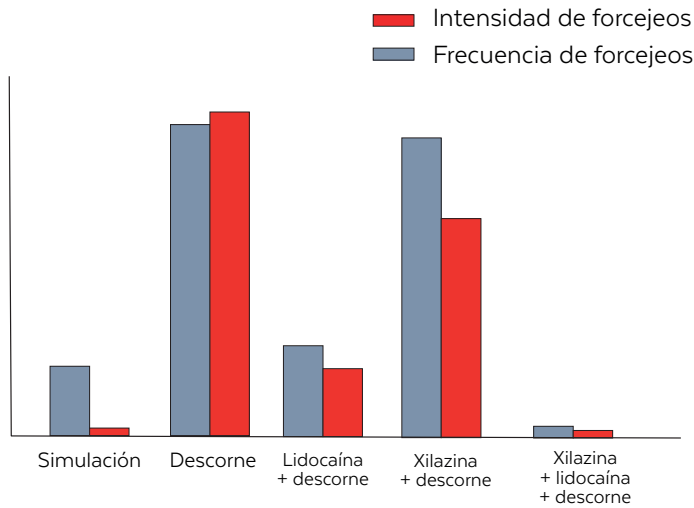
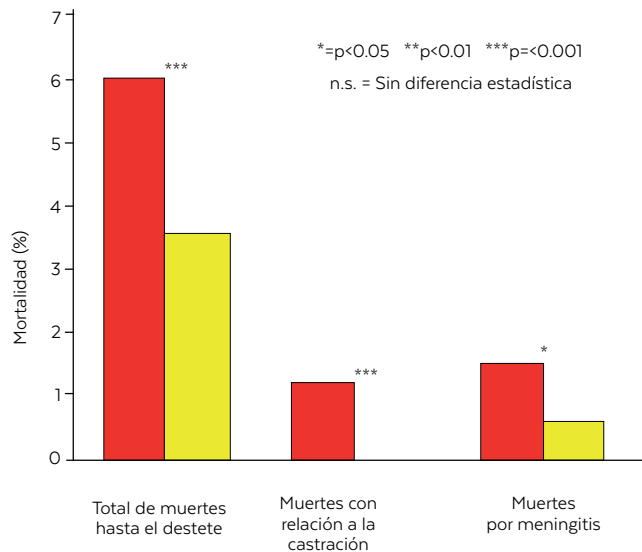
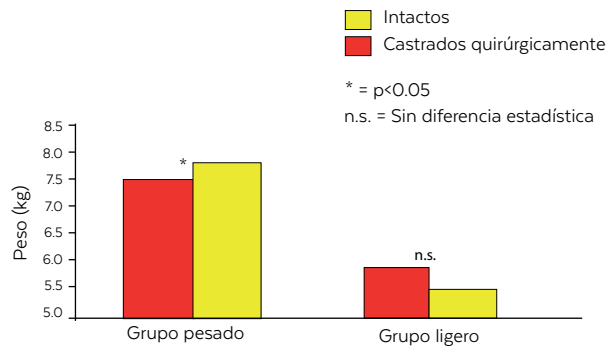


FIGURA 4. Respuesta conductual al descornado en becerros, donde puede apreciarse la propiedad sinérgica de la xilazina con la lidocaína, y el reducido efecto analgésico de la primera cuando se aplica en forma aislada. Adaptado de Grondahl-Nielsen *et al.* (1999).



A



B

FIGURA 5. Porcentaje de mortalidad hasta el destete y principales causas de muerte (A) así como efecto de la castración en los pesos promedio de lechones pesados y ligeros (B), de animales castrados quirúrgicamente o intactos. Adaptado de Wuyts (2016).

FIGURA 6. Concentración media de cortisol plasmático (ng/mL) en corderos manejados sin castración (C, n = 8), castrados con anillos de goma normales (R, n = 8) y castrados con anillos de goma impregnados con lidocaína (RLA, n = 8) a 0, 30, 60, 90 y 120 min con respecto a la aplicación del tratamiento. Adaptado de Stewart *et al.* (2014).

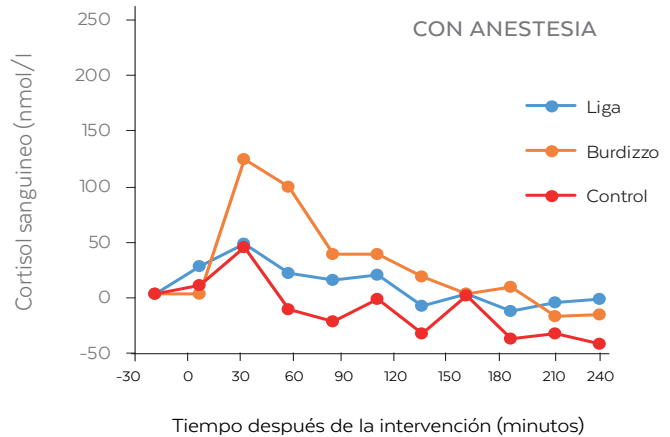
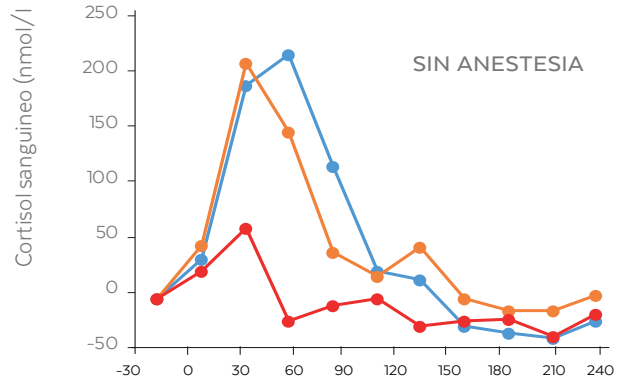
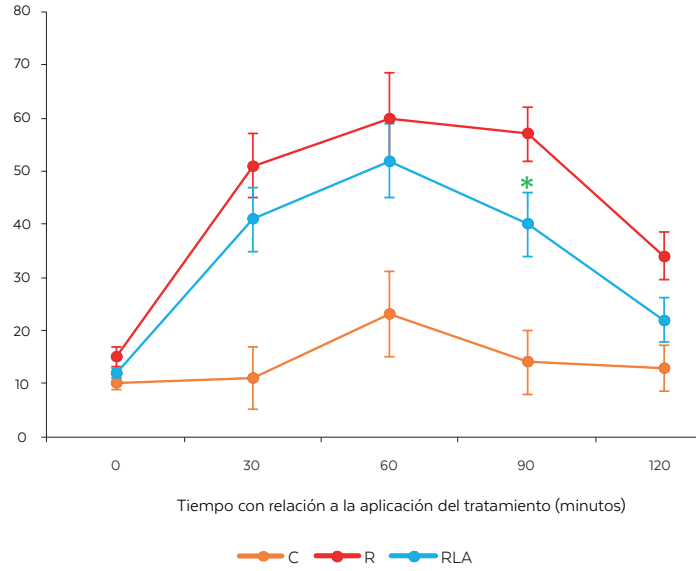


FIGURA 7. Cortisol sanguíneo (nmol/l) en corderos de 2 a 7 días de edad, castrados mediante liga (goma elástica) o Burdizzo usando o no anestesia local. Adaptado de Mellema *et al.* (2006).

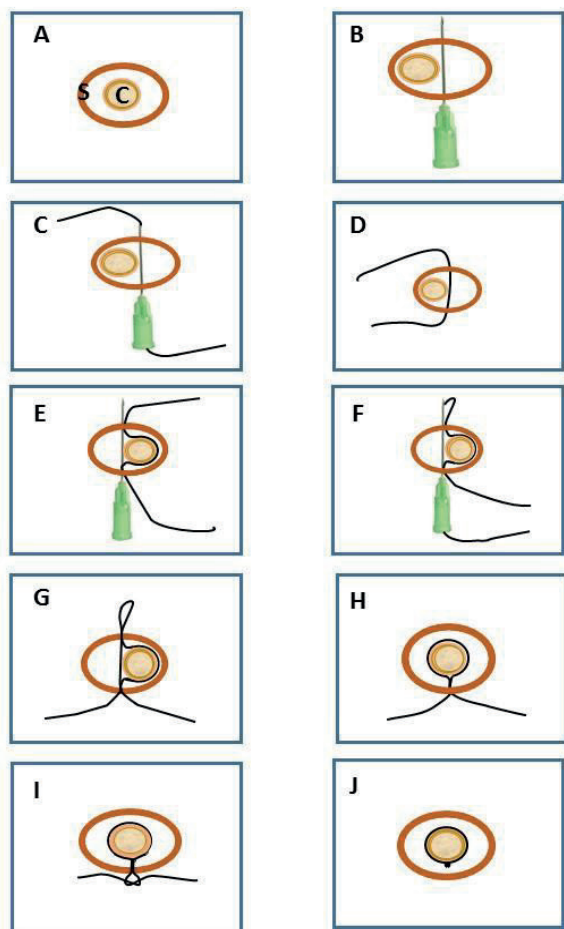


FIGURA 8. Modelo que ilustra la técnica de ligado del cordón espermático. (A) Vista seccional del cordón espermático izquierdo (c) rodeado por la piel del escroto (s) a nivel del cuello scrotal; (B) el cordón espermático se empuja hacia un lado y una aguja hipodérmica 4 cm 18 g se atraviesa en dirección caudo-craneal; (C) hilo de sutura (10 cm) se pasa a través de la aguja; (D) se retira la aguja dejando la sutura en su lugar; (E) se reposiciona el cordón espermático, provocando en la sutura una media luna. Se reintroduce la aguja usando los orificios originales en piel; (F) la terminación craneal de la sutura se regresa a través de la aguja para salir por la parte caudal; (G) se retira la aguja; (H) se aplica tracción en los extremos de la sutura para jalarla a través de la piel, apretando el cordón espermático; (I) se liga el cordón; y (J) se recorta el exceso de sutura. Adaptado de Ponvijay (2007).

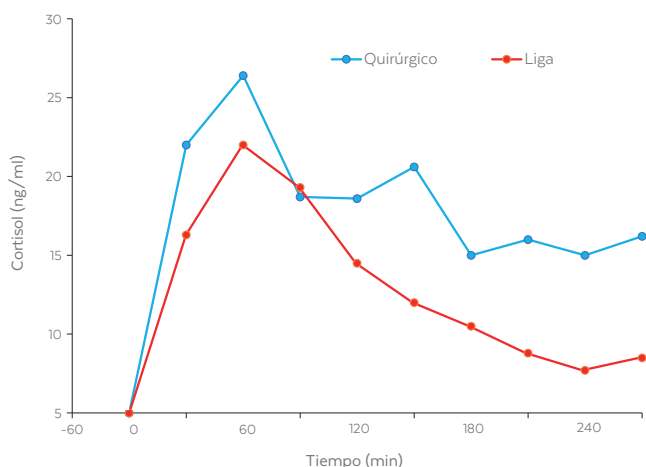


FIGURA 9. El descole quirúrgico o con ligas en corderos provoca un incremento drástico en los niveles de cortisol sanguíneo una hora después de aplicar el procedimiento. Este pico es mayor en el descole quirúrgico y permanece alto durante más tiempo, en comparación con la colocación de las ligas. Adaptado de Lester *et al.* (1996).

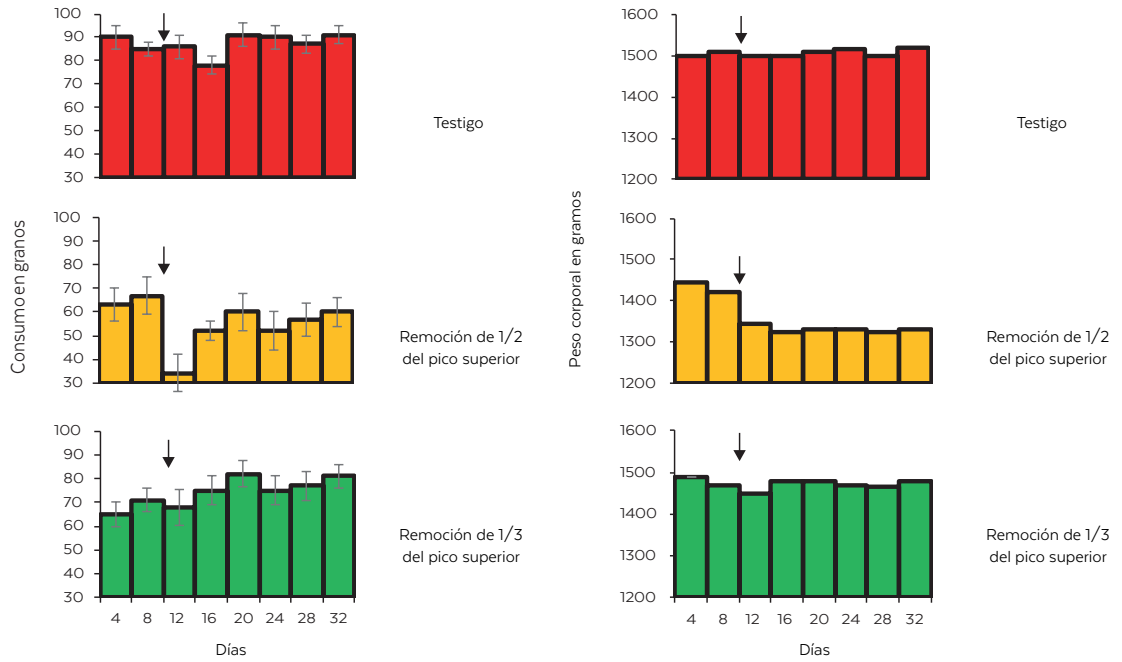


FIGURA 10. Promedios (\pm DE) de consumo y peso corporal por periodos de 4 días, después del recorte de pico (\downarrow), de acuerdo a la severidad del corte. Adaptado de Gentle *et al.* (1982).

ANEXO 1. Resumen de la literatura científica comparando el efecto de la administración de analgésicos en la concentración de cortisol y otras variables de respuesta de la castración de becerros. Adaptado de Coetzee *et al.* (2011a, b).

REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE CASTRACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIO	PROTOCOLO DE ANALGESIA	VARIABLE RESPUESTA	PORCENTAJE DE CAMBIO	SIGNIFICANCIA (PROBABILIDAD)
Faulkner <i>et al.</i> (1992)	Quirúrgica	6-9 meses bovinos de carne	Xilacina 0.02 mg/kg y butorfanol 0.07 mg/kg iv 90 s antes de la castración	Cortisol	-1.03	NS
Fisher <i>et al.</i> (1996)	Burdizzo	5,5 meses bovinos de leche	Lidocaína, 8 mL/testículo, 15 min antes de la castración	Cortisol	-15.61	NS
	Quirúrgica		Lidocaína, 8 mL/testículo, 15 min antes de la castración	Cortisol	-23.04	<0.05
Earley y Crowe (2002)	Quirúrgica	5,5 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-46.07	<0.05
				Cortisol	-55.65	<0.05
			Lidocaína, 6 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-51.75	<0.05
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 6 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-37.12	<0.05
Stafford <i>et al.</i> (2002)	Anillos de goma	2-4 meses bovinos de leche	Lidocaína, 3 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-68.42	<0.05
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 3 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-55.26	<0.05
	Bandas elásticas		Lidocaína, 3 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-72.28	<0.05
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 3 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-74.26	<0.05
Stafford <i>et al.</i> (2002)	Quirúrgica (jalando cordón espermático)	2-4 meses bovinos de leche	Lidocaína, 3 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-2.94	NS
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 3 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-55.88	<0.05
	Quirúrgica (cortando cordón espermático)		Lidocaína, 3 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	52.73	<0.05
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 3 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-43.64	<0.05
	Burdizzo		Lidocaína, 3 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-17.19	NS
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 3 mL/testículo 20 min antes de la castración	Cortisol	-67.19	<0.05
Ting <i>et al.</i> (2003b)	Burdizzo	13 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-33.76	<0.01
			Lidocaína, 8 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Cortisol	-34.55	<0.01
			Xilacina 0.05 mg/kg y lidocaína 0.4 mg/kg epidural, 10 min antes de la castración	Cortisol	-24.65	<0.01
Ting <i>et al.</i> (2003a)	Quirúrgica	11 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	11.82	NS

REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE CASTRACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIO	PROTOCOLO DE ANALGESIA	VARIABLE RESPUESTA	PORCENTAJE DE CAMBIO	SIGNIFICANCIA (PROBABILIDAD)
			Ketoprofeno 1.5 mg/kg iv dos veces; 20 min antes de la castración y se repite a la castración	Cortisol	-2.95	NS
			Ketoprofeno 1.5 mg/kg iv, 20 min antes de la castración, repitiendo a la castración y 3 mg/kg 24 h después de la castración	Cortisol	0.00	NS
Pang et al. (2006)	Bandas elásticas	5.5 meses bovinos de leche	Carprofeno 1.4 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-18.74	NS
	Burdizzo		Carprofeno 1.4 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-4.07	NS
Coetzee et al. (2007)	Quirúrgica	4-6 meses bovinos de carne	Silicato de Sodio 50 mg/kg iv < 30 s antes de la castración	Cortisol	-11.44	NS
			Ácido acetilsalicílico 100 mg/kg < 30 s antes de la castración	Cortisol	23.29	NS
Thürer et al. (2007)	Burdizzo	<1 mes bovinos de leche	Lidocaína, 10 mL 5 min antes de la castración	Cortisol estimado	-35.38	0.01
	Bandas elásticas		Lidocaína, 10 mL anestesia local 5 min antes de la castración	Cortisol	-25.00	NS
Stilwell et al. (2008b)	Burdizzo	6 meses bovinos de leche	Lidocaína, 4 mL epidural 5 min antes de la castración	Cortisol (6 h)	-41.38	NS
				Cortisol (24 h)	-22.41	NS
				Cortisol (48 h)	45.76	NS
			Flunixin meglumina 2.2 mg/kg SC y lidocaína, 4 mL epidural 5 min antes de la castración	Cortisol (6 h)	-51.90	<0.05
				Cortisol (24 h)	-30.69	NS
				Cortisol (48 h)	30.37	NS
			Carprofeno 1.4 mg/kg SC y lidocaína, 4 mL epidural 5 min antes de la castración	Cortisol (6 h)	-58.89	<0.05
				Cortisol (24 h)	-47.52	<0.05
				Cortisol (48 h)	-36.48	<0.05
Boesch et al. (2008)	Burdizzo	1 semana bovinos de leche	Lidocaína, 10 mL 20 min antes de la castración	Cortisol	-35.00	0.06
			Bupivacaína, 10 mL 20 min antes de la castración	Cortisol	-29.17	NS
González et al. (2010)	Bandas elásticas	210 días bovinos de carne	Xilacina 0.07 mg/kg epidural y flunixin meglumina, iv 1.1 mg/kg	Cortisol salival (4 h)	-59.84	0.03
				Cortisol salival (24 h)	-26.04	0.31
				Cortisol salival (14 días)	0.00	0.77
Coetzee et al. (2010a,b)	Quirúrgica	4-6 meses bovinos de carne	Xilacina 0.05 mg/kg iv <30 s antes de la castración	Cortisol	-8.21	NS

REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE CASTRACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIO	PROTOCOLO DE ANALGESIA	VARIABLE RESPUESTA	PORCENTAJE DE CAMBIO	SIGNIFICANCIA (PROBABILIDAD)
			0.05 mg/kg xilacina y 0.1 mg/kg Ketamina iv <30 s antes de la castración	Cortisol	-8.69	NS
Stewart et al. (2010)	Quirúrgica	4 meses bovinos de leche	Lidocaína, 5 mL en el escroto, seguidos de 7 ml en el cuello del escroto	Cortisol	-39.67	<0.05
Webster et al. (2010)	Quirúrgica	2-3 meses bovinos de leche	Flunixin meglumina, 1.1 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-26.37	NS
			2 % Lidocaína bloqueo de anillo (20 cc) e intratesticular (5 mL/testículo), 20 min antes de la castración	Cortisol	-10.56	NS
			2 % Lidocaína bloqueo de anillo (20 cc) e intratesticular (5 mL/testículo) y flunixin meglumina 1.1 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Cortisol	-48.16	NS
Baldrige et al. (2011)	Quirúrgica	2-4 meses bovinos de leche	Salicilato de sodio 2.5-5 mg/mL en el agua para beber (13.62- 151.99 mg de salicilato/kg peso vivo)	Cortisol	1.60	NS
			0.025 mg/kg butorfanol, 0.05 mg/kg xilacina y 0.1 mg/kg ketamina inmediatamente antes de la castración	Cortisol	-12.00	NS
			Salicilato de sodio 2.5-5 mg/mL en el agua para beber (13.62-151.99 mg de salicilato/kg de peso vivo) y 0.025 mg/kg butorfanol, 0.05 mg/kg xilacina y 0.1 mg/kg ketamina inmediatamente antes de la castración	Cortisol	-3.46	NS
Faulkner et al. (1992)	Quirúrgica	6-9 meses bovinos de carne	Xilacina 0.02 mg/kg y butorfanol 0.07 mg/kg iv 90 s antes de la castración	GDP (0-27 días)	-11.11	NS
				Consumo (0-27 días)	-5.00	NS
				Ganancias/consumo	-11.11	NS
				Morbilidad (0-27 días)	-4.17	NS
				Mortalidad (0-27 días)	0.00	NS
Fisher et al. (1996)	Burdizzo	5.5 meses bovinos de leche	Lidocaína, 8 mL/testículo, 15 min antes de la castración	Consumo (día 1-20)	0.49	NS
				GDP (día 0-35)	-1.15	NS
	Quirúrgica		Lidocaína, 8 mL/testículo, 15 min antes de la castración	Consumo (kg) (día 1-20)	0.96	NS
				GDP (día 0-35)	32.79	<0.05
Earley y Crowe (2002)	Quirúrgica	5.5 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Fibrinógeno (día 35)	-8.43	<0.05

REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE CASTRACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIO	PROTOCOLO DE ANALGESIA	VARIABLE RESPUESTA	PORCENTAJE DE CAMBIO	SIGNIFICANCIA (PROBABILIDAD)
				Haptoglobina (día 35)	50.00	NS
				Consumo (día 1-35)	-4.64	NS
				GDP (día 0-35)	71.43	NS
			Lidocaína, 6 mL/testículo, 20 min antes de la castración	Fibrinógeno (día 35)	-13.79	<0.05
				Haptoglobina (día 35)	50.00	NS
				Consumo (día 1-35)	-2.79	NS
				GDP (día 0-35)	17.86	NS
			Ketoprofeno 3 mg/kg iv y lidocaína, 6 mL/testículo 20 min antes de la castración	Fibrinógeno (día 35)	-28.93	<0.05
				Haptoglobina (día 35)	0.00	NS
				Consumo (día 1-35)	-2.48	NS
				GDP (día 0-35)	96.43	< 0.05
Ting et al. (2003b)	Burdizzo	13 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Consumo (día -1 a 33)	4.66	NS
				GDP (día -1 a 35)	46.51	NS
			Lidocaína, 8 ml/testículo, 20 min antes de la castración	Consumo (día -1 a 33)	-0.26	NS
				GDP (día -1 a 35)	0.00	NS
			Xilacina 0.05 mg/kg y lidocaína 0.4 mg/kg epidural, 10 min antes de la castración	Consumo (día -1 a 33)	-0.26	NS
				GDP (día -1 a 35)	20.93	NS
Ting et al. (2003a)	Quirúrgica	11 meses bovinos de leche	Ketoprofeno 3 mg/kg iv, 20 min antes de la castración	Consumo (día -1 a 33)	-0.82	NS
				GDP (día -1 a 35)	7.69	NS
			Ketoprofeno 1,5 mg/kg iv dos veces; 20 min antes de la castración y al momento de la castración	Consumo (día -1 a 33)	6.28	NS
				GDP (día -1 a 35)	-9.23	NS
			Ketoprofeno 1.5 mg/kg iv, 20 min antes de la castración, repitiendo a la castración y 3 mg/kg 24 h post-castración	Consumo (día -1 a 33)	2.73	NS
				GDP (día -1 a 35)	-18.46	NS

REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE CASTRACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIO	PROTOCOLO DE ANALGESIA	VARIABLE RESPUESTA	PORCENTAJE DE CAMBIO	SIGNIFICANCIA (PROBABILIDAD)
Coetzee et al. (2011)	Quirúrgica	8-10 meses (193-285 kg)	Meloxicam tabletas 1 mg/kg en 50 mL de agua en una jeringa y administradas oralmente 24 h antes de la castración	GPD (1-14 días)	21.79	NS
				CMS (1-14 días)	2.13	NS
				G:F Ratio (1-14 días)	18.75	NS
				DMI (15-28 días)	0.86	NS
				Relación G:A (15-28 días)	-4.55	NS

El porcentaje de cambio en el cortisol se calculó mediante la fórmula $[(\text{media del grupo con analgésico}/\text{media del grupo control castrado}) - 1] \times 100$. GDP: ganancia diaria de peso; cfu: colonias formando unidades; VFC: variabilidad en la tasa de frecuencia cardiaca; FB: frecuencia baja; FA: frecuencia alta; CMS: consumo de materia seca; relación G:A: relación grano-alimento.

La leyenda de las estrellas de mar:

Un día, un hombre de negocios caminaba por la playa. En la orilla había muchas estrellas de mar que habían sido arrojadas por la marea y seguro morirían antes de que el agua las arrastrara de nuevo mar adentro. Un muchacho caminaba lentamente entre ellas y con mucho cuidado arrojaba cada una de esas estrellitas de mar varadas, de nuevo al océano.

El hombre de negocios, con la esperanza de enseñar al joven una pequeña lección de sentido común, se acercó y le dijo: “Te he estado observando, muchacho. Se nota que tienes un buen corazón, y que tus intenciones son nobles, pero sólo piensa en la cantidad de playas que hay por aquí y cuántas estrellas de mar son arrojadas en cada playa todos los días. No te afanes. Un chico tan trabajador y de buen corazón como tú podría encontrar algo mucho mejor que hacer con su tiempo. ¿De verdad crees que lo que estás haciendo hace alguna diferencia?”

El muchacho miró al hombre, y luego miró la estrella de mar que tenía en la mano. Caminó mar adentro y al tirarla suavemente de nuevo en el océano, le contestó: “Sin duda, para esta, sí hará una diferencia”.

Los autores de este texto son dos practicantes de la zootecnia con amplio reconocimiento nacional e internacional. A ambos les ha preocupado siempre el sufrimiento animal derivado de prácticas de manejo que generan dolor en los animales. Obviamente es debatible si tales prácticas son necesarias o indispensables; o aun si es correcto utilizar animales para consumo humano. Ese debate excede los propósitos de este trabajo. Aquí se intenta ofrecer al lector herramientas prácticas y científicamente fundamentadas para determinar la necesidad o no de llevar a cabo ciertas prácticas dolorosas en los animales; tales como el descornado, la castración, el recorte de colas, la identificación, el anillado, la electro-eyaculación, los recortes de piel perianal, de dientes, pico y otras amputaciones. Además, se sintetiza información para la correcta elección de las técnicas, ya que estas varían en la intensidad de dolor que pueden provocar, así como en la facilidad de aplicación, velocidad de realización y efectividad. El lector conocerá cuándo y cómo llevarlas a cabo, y estará en condiciones de comparar las diferentes opciones disponibles a través de datos conductuales y fisiológicos.

Se presentan también, en algunos casos; no en todos existen, alternativas indoloras, o la posibilidad de reducir el dolor considerando la edad, sexo y características del individuo a tratar. Por otra parte, es muy importante manejar fármacos para controlar el dolor, pero es necesario conocer cuáles son, y cuándo y cómo usarlos.

Esta obra puede contribuir a fomentar, tanto en técnicos como en productores, una zootecnia moderna tendiente a la erradicación del dolor innecesario en los animales, en pro de su bienestar.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Editorial del Colegio
de Postgraduados



COLEGIO DE
POSTGRADUADOS



Fundación
COLPOS

bba BIBLIOTECA BÁSICA
DE AGRICULTURA

