

**COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE CASTRACIÓN CON ANALGESIA MULTIMODAL
EN CORDEROS: EFECTOS EN EL COMPORTAMIENTO, BIENESTAR ANIMAL Y
PRODUCTIVIDAD**

Modalidad Trabajo de investigación

**Facultad de Medicina Veterinaria
Estudiante: Luisa Fernanda Morales cruz**

**Director: Jaime Andrés Cubides Cárdenas
Codirectora: Luisa Fernanda Triana Arévalo**

Bogotá, Febrero 2025

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE CASTRACIÓN CON ANALGESIA MULTIMODAL EN CORDEROS: EFECTOS EN EL COMPORTAMIENTO, BIENESTAR ANIMAL Y PRODUCTIVIDAD

Introducción

La producción ovina en Colombia ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, consolidándose como una actividad ganadera importante en diversas regiones del país. Aunque históricamente ha sido menos prominente que la producción bovina, la cría de ovejas se ha establecido como una alternativa rentable y sostenible para muchos productores colombianos.

La castración a temprana edad permite a los productores aumentar sus ganancias netas y la rentabilidad de la producción. Este procedimiento, que se lleva a cabo en las primeras semanas de vida del animal, tiene un impacto significativo en su crecimiento. Se puede realizar utilizando métodos sin sangre, como la castración con banda, o mediante técnicas quirúrgicas.

En las técnicas empleadas comúnmente, incluyen la castración quirúrgica a través de una incisión abierta; otro método utilizado es castración con pinza Burdizzo, y bandas con anillos de goma (Steagall et al., (2021).

En el estudio desarrollado por (Melches et al., (2007). Se describen tres tipos de castración; la castración quirúrgica, donde los testículos pueden extirparse en su totalidad, se utiliza un bisturí para incidir el tercio inferior del saco escrotal, se extirpan los testículos, la herida se puede dejar drenar y sanar naturalmente, en los procedimientos de castraciones cerradas como lo son los anillos de goma y la técnica con pinza de Burdizzo, se utilizan de manera frecuente para la castración de los corderos, con la

castración con el anillo de goma se provoca isquemia, lo que conlleva a la muerte del tejido y a su desprendimiento total, mientras que la castración con pinza de burdizzo, nos induce daños en piel, en tejidos subcutáneos, en los cordones espermáticos, en plexo pampiniforme, esto nos provoca isquemia y finalmente la atrofia del testículo, se debe tener en cuenta que no se recomienda realizar estos procedimientos durante la temporada de proliferación de moscas, para disminuir los riesgos de infección y miasis (Melches et al., (2007).

El objetivo del presente estudio es comparar tres técnicas de castración: banda elástica, castración quirúrgica y el uso de pinza de Burdizzo. Estas técnicas serán llevadas a cabo siguiendo un estricto manejo de anestesia y analgesia. Se pretende analizar el impacto de estas técnicas sobre el estrés agudo, peso y dolor del animal, evaluando también su comportamiento y realizando mediciones de cortisol en sangre como indicadores. El propósito es determinar cuál de los métodos de castración genera menos efectos adversos en la salud y bienestar animal.

Objetivo general:

Comparar el impacto de tres técnicas de castración utilizadas, quirúrgica, pinza de Burdizo y banda, aplicadas con analgesia multimodal, en corderos, evaluando sus efectos en el comportamiento, bienestar animal y productividad.

Objetivos específicos:

1. Determinar los tiempos promedios de realización de las técnicas (tiempo de restricción) y tiempo de contacto con la madre posterior al proceso como indicadores de bienestar animal.
2. Comparar el efecto de las tres técnicas de castración en la ganancia de peso e inflamación medida a través de la circunferencia escrotal posterior al proceso.
3. Evaluar el comportamiento de los corderos sometidos a cada una de las tres técnicas de castración posterior al proceso.

Resumen

- El conocer el concepto de bienestar animal y su implementación son una necesidad actual de los productores ovinos debido a las dinámicas del mercado y la presión a gestionar sistemas productivos éticamente aceptables. Siendo así, uno de las principales de la producción de rumiantes es el manejo del dolor en procedimientos zootécnicos de rutina como la castración. El objetivo del presente estudio es comparar tres técnicas convencionales de castración bajo esquemas de analgesia multimodal (combinación de analgesia local con AINE) para por medio de indicadores comportamentales (posturas y comportamientos activos relacionados al dolor), bienestar animal (molestia inmediata y tiempo de restricción o duración de la técnica correctamente realizada) y productivos como es la ganancia de peso definir cuál es la técnica con menor afectación al bienestar animal incluyendo el manejo del dolor como pilar de la comparación. En la metodología se incluyeron 7 corderos por grupo experimental donde a cada grupo se realizó la técnica de castración (Banda, pinza de burdizo y quirúrgica) y un grupo control donde solo se aplicó solución salina de la misma manera que la analgesia local para simular la molestia de la aplicación. Los resultados demostraron diferencias significativas en el tiempo de duración de la técnica siendo el más largo el quirúrgico y corto el procedimiento con banda. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en la ganancia de peso demostrando el beneficio del uso de la analgesia multimodal pero si encontraron diferencias en los tiempos de molestia inmediata medido por

el acercamiento a la madre y se puede concluir que la implementación de la técnica de la pinza de burdizo con el uso de la analgesia multimodal presento menor tiempo de ejecución, menor molestia inmediatamente después del procedimiento como menos dolor medido a través de las posturas y comportamientos activos evaluados siendo para las condiciones evaluadas la técnica con mayores beneficios para el bienestar animal de los corderos de 14 días de nacidos.

- **Abstract**

- Understanding the concept of animal welfare and its implementation is a current need for sheep producers due to market dynamics and the pressure to manage ethically acceptable production systems. Thus, one of the main issues in ruminant production is pain management in routine zootechnical procedures such as castration. The objective of the present study is to compare three conventional castration techniques under multimodal analgesia schemes (combination of local analgesia with NSAIDs) in order to define, by means of behavioral indicators (postures and active behaviors related to pain), animal welfare (immediate discomfort and restriction time or duration of the correctly performed technique) and productive indicators such as weight gain, which is the technique with less affectation to animal welfare, including pain management as a pillar of the comparison. The methodology included 7 lambs per experimental group where each group underwent the castration technique (band, burdizo clamp and surgical) and a control group where only saline solution was applied in the same way as local analgesia to simulate the discomfort of the application.

- The results showed significant differences in the duration time of the technique being the longest the surgical and the shortest the banding procedure. No significant statistical differences were found between treatments in weight gain demonstrating the benefit of the use of multimodal analgesia but differences were found in the immediate discomfort times measured by the approach to the mother and it can be concluded that the implementation of the burdizo clamp technique with the use of multimodal analgesia presented less execution time, less discomfort immediately after the procedure as well as less pain measured through the postures and active behaviors evaluated, being for the conditions evaluated the technique with the greatest benefits for the animal welfare of the 14-day-old lambs.

Keywords: Animal welfare, cortisol, castration, multimodal analgesia

Palabras claves: Bienestar de los animales, cortisol, castración, analgesia multimodal

Marco de referencia

Contexto del bienestar animal en ovinos en Colombia

Según el (Programa Nacional de Ovinos/Caprinos, 2020) los sistemas en Colombia a nivel Nacional en el Gremio Ovino y Caprino están siendo representados por la Asociación Nacional de Caprino Ovinocultores de Colombia (ANCO) y la Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Colombia (ASOOVINOS).

Teniendo en cuenta que la producción ganadera ovina/caprina se define como una de las actividades ganaderas más antiguas del mundo según lo citado por (Programa Nacional de Ovinos/Caprinos, 2020). Esta industria siempre ha sido considerada en Colombia como una alternativa de producción muy elevada en zonas con climas donde las temperaturas son bajas, siendo este un producto alternativo en la economía familiar, teniendo en consideración los subproductos lácteos de los caprinos y la lana ya que esta siempre ha sido un producto muy valioso teniendo en cuenta que es no perecedero (Programa Nacional de Ovinos / Caprinos, 2020).

-

El instituto colombiano agropecuario (ICA) tiene un gran conocimiento del impacto que ejerce a nivel nacional esta especie, de esta manera retoma estas especies dentro de las actividades misionales de la Subgerencia de Protección Animal y la Dirección Técnica de Sanidad Animal trabajando en conjunto con los productores y así ser un aliado para el crecimiento y conservación sanitaria de la especie en el país como lo menciona (Programa Nacional de Ovinos/Caprinos, 2020).

Como lo encuentra el (Programa Nacional de Ovinos/Caprinos, (2020), donde describe que el propósito de este programa es trabajar con el productor y contribuir desde el ámbito

nacional del ICA, para la proteger la especie y la importancia económica que tiene en la actualidad, preservando las normas sanitarias, y a su vez aportando a la seguridad alimentaria, garantizando así la salud de los consumidores y el acceso a mercados contando con todos los estándares de calidad e inocuidad.

De acuerdo con (Resolución No. 000136 de (2020) y (Brito et al; (2019.) “Por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal propias de cada una de las especies de producción en el sector agropecuario para las especies Équidas, Porcinas, Ovinas y Caprinas”, se considera que el bienestar animal debe ser abarcado desde un concepto multidimensional, esto debe incluir temas como la salud física y mental de los animales, comprendiendo así diversos aspectos como el confort físico o térmico, ausencia de hambre, sed o enfermedad y el poder expresar conductas importantes para su especie, entre otras .

(Brito et al.:(2019.) se debe tener en cuenta los grupos de indicadores que permitirán evaluar el bienestar de los animales, los cuales ayudan a realizar una evaluación conjunta y completa, dichos indicadores involucran tres aspectos importantes los cuales son basados esencialmente en el animal, en los recursos y en la gestión, los mismos autores destacan que se deben usar principalmente aquellos indicadores que estén basados en el animal, ya que estos nos aportan información verídica e importante del estado de bienestar de estos y son paralelamente aplicables a cualquier producción.

Para obtener una buena medición y abarcar un amplio concepto de bienestar animal según lo mencionado por (Brito et al;(2019). en todos los sistemas de producción, pero específicamente para esta especie, dichos indicadores pueden estimarse teniendo en cuenta los siguientes ítems, la observación directa a los animales, entrevista con el productor, manejador o persona responsable, y la revisión de procedimientos o registros

que se tengan de manera escrita. Al finalizar la evaluación teniendo en cuenta el resultado de todos los indicadores, se obtiene una medida del nivel de bienestar observado en los animales, la cual se evalúa de “Excelente, Alto, Medio y Bajo”.

Teniendo en cuenta lo dicho por (Brito et al; (2019) y; Resolución No. 000136-(2020) se puede evidenciar que en el presente artículo se cumple a severidad, lo descrito anteriormente con el bienestar animal en los métodos de castración de los ovinos lanares utilizados.

Castración en ovinos

Según (Melches et al., 2007) La castración quirúrgica no es recomendable en corderos mayores de 10 semanas. Aunque los anillos de goma son fáciles y rápidos de aplicar, su uso puede causar infecciones y dolor prolongado. En el caso de la castración con pinzas Burdizzo, ninguno de los anestésicos evaluados logró eliminar completamente el dolor agudo. Sin embargo, el aumento de cortisol tras el procedimiento no mostró diferencias significativas en comparación con los corderos de control. Los signos de dolor y la cicatrización de heridas en los corderos castrados con Burdizzo fueron de corta duración, desapareciendo en pocos días.

La castración se realiza en animales machos jóvenes la finalidad de este estudio es llegar a generar menos dolor en dicho proceso, mejorar la facilidad de manejo, prevenir la reproducción no deseada y mejorar la palatabilidad de la carne de ganado ovino, la carne de animales que no están castrados en general puede llegar a presentar una pérdida de calidad sensorial por causa de la presencia de hormonas testiculares (testosterona). (Mckie, 2023).

No obstante, el impacto de las castraciones en animales jóvenes nos genera

particularidades en la cría, como lo son, disminuir el tiempo necesario para alcanzar el peso al sacrificio, facilitar su manipulación, prevenir olores posteriores que se puedan presentar en la carne de animales sacrificados a edades muy avanzadas y así mejorar su calidad (Bonelli et al., 2008).

Estrés y dolor en ovinos por el proceso de castración

Cuando se produce estrés en los ovinos, se generan diversas alteraciones fisiológicas y bioquímicas en el cuerpo, estas serán utilizadas para evaluar el estado de estrés. Algunos exámenes como el perfil sanguíneo, hormonas séricas, enzimas y la toma de constantes fisiológicas como la temperatura corporal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria son los biomarcadores de estrés más utilizados, factores como la exposición previa, la genética, la adaptación al estrés, la intensidad, la duración y las prácticas de crianza generan variaciones en la expresión de biomarcadores de estrés (Contreras-Aguilar et al., (2019).

En la industria ovina nacional, los sistemas de pequeños productores con poca tecnificación implementan las castraciones en los sistemas productivos como una práctica rutinaria, utilizando la castración para facilita su manejo, previniendo problemas de salud, mejora el rendimiento y calidad del producto (Brito et al;(2019).

Como menciona (Andanson et al.; (2020), el cortisol se mide como indicador de estrés en la investigación del comportamiento de los animales; las tomas de muestra de cortisol se miden generalmente en plasma o en saliva. La saliva contiene el cortisol en forma libre, este es biológicamente activo, se considera que este método genera menos estrés para el animal ya que es poco invasivo.

El dolor en los animales se define como una experiencia sensorial y emocional que provoca cambios fisiológicos y comportamentales. Estas respuestas se manifiestan en

posturas y conductas específicas, como la evitación, la defensa, las vocalizaciones y el autocuidado en las áreas afectadas. Estas conductas buscan minimizar el daño, reducir la probabilidad de que el dolor se repita y facilitar la recuperación. Esto destaca la función del dolor como un importante mecanismo de alerta que advierte a los animales sobre situaciones perjudiciales (Marquette et al., (2023).

La castración en animales según (Marquette et al.,(2023), genera factores estresantes como dolorosos, por lo tanto, los procedimientos se realicen de una manera que genere el menor estrés y dolor.

De acuerdo con (Marquette et al., (2023).la respuesta al estrés por la castración en el ganado macho es la secreción de un exceso de cortisol, el dolor en los animales es poco probable que se pueda determinar, sin embargo, la concentración plasmática de la hormona (cortisol) se utiliza como un indicador de dolor relacionado con el estrés inducido por la castración. (Marquette et al., (2023).

Según (Bonelli et al.; (2008) Para obtener una adecuada evaluación de bienestar de los corderos machos que se sometieron a las castraciones, es necesario evaluar el dolor crónico y el tiempo necesario que se requiere para la resolución total de las lesiones; cuando realizamos una castración esta deber ser impecable, efectiva y tener una baja incidencia de complicaciones antes, durante y después del procedimiento esto es demasiado importante cuando se realizan castraciones en grandes parvadas en donde los animales tienen generalmente más probabilidades de contraer infecciones o infestaciones de parásitos. (Bonelli et al.; (2008)

Manejo del dolor (analgesia multimodal)

Según (Small et al.; (2021), en los últimos años se ha investigado ampliamente la

mitigación del dolor en diversos procedimientos en ovinos, lo que conllevó al alcance de amplios usos de analgésicos específicos en varios países. Sin embargo, aun utilizando anestésicos locales y antiinflamatorios no esteroideos (AINE), el dolor no se elimina en su totalidad y persiste el desafío de disminuirlo o eliminarlo gradualmente.

Como afirma (Durand et al.;(2019) para tener una adecuada analgesia multimodal que combine compuestos que actúen sobre diferentes receptores diana hay que tener en cuenta diferentes tipos de medicamentos como lo son (flunixin, meloxicam y fenilbutazona), La analgesia multimodal combina varios fármacos con diferentes mecanismos de acción para lograr una antinocicepción efectiva. Actúa a distintos niveles, bloqueando mediadores tisulares, modulando la nocicepción espinal, alterando la transmisión supraespinal y activando la inhibición descendente. Esta estrategia genera un efecto sinérgico que potencia la analgesia, mejora la biodisponibilidad y permite reducir las dosis de los fármacos, disminuyendo así el riesgo de efectos secundarios.(Habana et al., 2014)

ya que este método no solo corresponde al uso de un agente analgésico; En ovejas la lidocaína reduce notoriamente la respuesta al dolor durante un tiempo aproximado de 120 minutos después de las castraciones con anillo de goma o la castración con pinza de Burdizzo, (Durand et al., 2019). El dolor se puede evaluar en los animales mediante el seguimiento de las respuestas al dolor ante estímulos nocivo, con una correcta inspección de los animales se puede evidenciar un patrón de comportamiento claramente definido, como la posición de las orejas y la cabeza, estar de pie o acostado anormalmente, dicha respuesta de dolor también se puede medir por la activación del eje hipotalámico-pituitario-suprarrenal como la liberación de cortisol y la activación del

sistema nervioso autónomo, como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Durand et al., 2019).

MELOXICAM

- Propiedades Farmacodinámicas

El meloxicam, un AINE utilizado para tratar la osteoartritis en humanos y animales, está disponible en formulaciones inyectables y orales. En EE. UU., se aprueba su administración subcutánea en gatos y perros para el dolor posoperatorio, mientras que la formulación oral se recomienda para el tratamiento continuo en perros, ofreciendo mayor comodidad y cumplimiento terapéutico (Stock et al., 2013)

Es un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) del grupo oxicam que inhibe la síntesis de prostaglandinas, proporcionando efectos antiinflamatorios, analgésicos, antiexudativos y antipiréticos. Reduce la infiltración de leucocitos en los tejidos inflamados e inhibe moderadamente la agregación plaquetaria inducida por colágeno. Estudios in vitro e in vivo confirman que el meloxicam tiene una mayor selectividad hacia la ciclooxigenasa-2 (COX-2) en comparación con la ciclooxigenasa-1 (COX-1).

- Propiedades Farmacocinéticas

El meloxicam se absorbe completamente tras su administración oral, alcanzando concentraciones plasmáticas máximas en aproximadamente 6.1 horas. Con el régimen posológico recomendado, los niveles plasmáticos en estado estacionario se logran al segundo día de tratamiento, este es detectado principalmente en plasma y se excreta mayoritariamente por la bilis, mientras que solo trazas del compuesto original se eliminan por la orina. Es metabolizado en compuestos como un alcohol, un derivado ácido y varios metabolitos polares, todos farmacológicamente inactivos.

Distribución

El meloxicam presenta una relación lineal entre la dosis administrada y la concentración plasmática dentro del rango terapéutico. Alrededor del 97% se une a proteínas plasmáticas, con un volumen de distribución de 0.3 L/kg.

Métodos y técnicas de trabajo

- Selección de los animales:

Se seleccionaron 28 corderos lanares (Raza Hampshire) menores de un mes de edad como muestra para el estudio (la edad promedio de los corderos fueron 14 días de vida).

Todos los procedimientos se realizaron el mismo día.

A los animales previo al ensayo estaban en pastoreo con kikuyo, trébol blanco y carretón, como también las madres suplementaban con 150gr de concentrado comercial con 12% de proteína cruda.

Se tomaron los datos de peso y circunferencia escrotal en 4 fechas diferentes; día 0, día 7, día 14 y día 21; para así observar la evolución de cada uno de los animales castrados, los valores se almacenaron en tablas que posteriormente se insertaron en un cuadro de Excel teniendo en cuenta el peso, circunferencia escrotal, posturas y tiempo de acercamiento a la madre después del método de castración utilizado en cada grupo experimental.

- Asignación de grupos:

Los corderos se distribuyeron en cuatro grupos de siete animales cada uno. Se tuvieron 3 grupos tratamiento donde cada grupo fue sometido a uno de los métodos de castración descritos y un grupo control el cual no se castro, pero se realizaron todas las mediciones.

Se selecciono un potrero adecuado, que será dividido en 5 espacios identificados como c1-c4 (Tabla 1). Estos espacios son destinados para alojar a los animales según el método de castración al que sean sometidos, mientras que la quinta zona, identificada como la "zona de castración", es utilizada exclusivamente para llevar a cabo los procedimientos de castración

Tabla 1. Grupos experimentales C1, C2, C3, C4

GRUPO EXPERIMENTAL C1 (n=7 corderos)	GRUPO EXPERIMENTAL C2 (n=7 corderos)	GRUPO EXPERIMENTAL C3 (n=7 corderos)	GRUPO EXPERIMENTAL C4 (n=7 corderos)
Orquiectomía con banda utilizando lidocaína y Meloxicam inyectable	Orquiectomía quirúrgica utilizando lidocaína y Meloxicam inyectable	Orquiectomía con pinza de burdizzo utilizando lidocaína y Meloxicam inyectable	Control con aplicación de solución salina estéril (placebo)
Dosis tratamientos analgésicos			
Lidocaína Dosis: Superficie escrotal 4 mg/kg Meloxicam Dosis: Subcutáneo 0,4 mg/kg	Lidocaína Dosis: Superficie escrotal 4 mg/kg Meloxicam Dosis: Subcutáneo 0,4 mg/kg	Lidocaína Dosis: Superficie escrotal 4 mg/kg Meloxicam Dosis: Subcutáneo 0,4 mg/kg	

Las dosis y administraciones de los medicamentos utilizados en cada grupo experimental de este artículo se basaron según (Pugh & Baird, 2012), siendo así en todos los grupos se usó lidocaína y meloxicam y el grupo cuarto con solución salina.1.

- Técnicas de castración y procedimientos de seguimiento:

Se utilizo tres técnicas de castración: banda elástica, quirúrgica, pinza de Burdizzo y un tratamiento placebo (aplicación de solución salina estéril).

En relación al desarrollo corporal y grado de inflamación postquirúrgico se evaluó la el rendimiento productivo a través de la ganancia de peso y la circunferencia escrotal, correspondientemente.

En términos comportamentales se evaluó el tiempo que tarda cada cordero en regresar a la madre después de la castración, así como su postura durante el proceso de recuperación.

- Flujo de trabajo durante y posterior al procedimiento de castración

El procedimiento de castración se realizará en el siguiente orden: C4, C1, C2 y C3.

- Se registró el tiempo en segundos en cada procedimiento se demoró.
 - Se tomó los segundos exactos que tarda cada cordero en desplazarse hasta su madre al finalizar cada castración.
- Observaciones de comportamiento
 1. Al terminar cada castración se midió los segundos exactos en que el cordero se demora en desplazarse hasta la madre.
 2. A partir de los 5 minutos hasta los 50 minutos pos-castración se tabuló cada 5 minutos los comportamientos y posturas, completando un minuto en total por toma.
 3. Los datos fueron registrados por tres personas previamente entrenadas.
 4. Las posturas y comportamientos fueron evaluados según por su descripción en estudios anteriores como se resume en las siguientes tablas.

Pararse normalmente	Estar en pie, caminar, jugar mientras exhibe una postura o andar habitual; movimientos suaves. Amamantándose o pastoreando.
Pararse anormal	En pie exhibiendo una postura inusual, Apariencia encorvada; ataxia; movimientos bruscos; caminar tambaleándose, hacia atrás, sobre las rodillas.
Acostado normalmente	Decúbito ventral, todas las piernas metidas debajo del cuerpo o muy cerca del cuerpo.
Acostado anormal	Posición decúbito ventral con las extremidades anteriores debajo del cuerpo, una o ambas extremidades posteriores extendidas; incluyendo perro sentado y tumbado de cubito lateral.

Adaptados de Colditz, I. G., Paull, D. R., & Lee, C. (2012).

Tabla 2. Posturas evaluadas

Intranquilidad	Se puso en pie y se acuesta. Intentos de levantarse hasta las rodillas incluidas en el conteo.
Patadas/ pisoteo	Se levantó una extremidad delantera o trasera y se colocó con fuerza en el suelo mientras estaba de pie o se usó para patear mientras estaba de pie o acostado.
Rodar	Rodó pasa de estar acostado de un lado al otro sin levantarse. Medios rollos donde el cordero rueda sobre su lomo y luego vuelve a acostarse sobre el mismo lado.
Saltar	pone los miembros anteriores y posteriores en el aire
Lamer/morder la herida	Movimiento de la cabeza más allá del hombro, que incluye mirar y tocar la fuente del dolor y acicalarse.
Bate la cabeza	Sacudidas voluntarias y forzadas de la cabeza.
Evitar contacto con el suelo	Baja anormalmente los cuartos traseros (de pie) o intenta mantener los cuartos separados del suelo (acostado).

Adaptados de Colditz, I. G., Paull, D. R., & Lee, C. (2012).

Tabla 3. Comportamientos activos evaluados en los corderos

- Análisis estadístico

Se comprobó de normalidad con el test de Shapiro wilk, posteriormente para los tiempos se compararon con ANOVA de una vía siendo el factor de comparación el tipo de procedimiento de castración y posterior para el análisis entre grupos se utilizó el test post hoc de Tukey utilizando los softwares Microsoft Excel y R estudio.

Resultados

Tiempo de realización del procedimiento

Grupo	Promedio	Desviación estándar	Máx.	Min.
Banda elástica	139 b	43	185	53
Quirúrgico	632 a	100,29	822	508
Pinzas de Burdizo	230,43 b	82,44	351	120
Control	0 c	0	0	0

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el promedio basada en el test de Tukey.

Tabla 4. Tiempo promedio en segundos, utilizado para la realización de la técnica de castración.

El tiempo que se midió fue desde la aplicación de analgésico local (Lidocaína) y el procedimiento como tal sin incluir la aplicación de los analgésicos y antibiótico, que fue el proceso tipo placebo que recibió el grupo control (único estrés fue el de la inyección como si fuera el analgésico).

Acercamiento a la madre

	Banda elastica	Burdizo	Control	Quirurgic o	Total general
Promedio de Tiempo en acercarse (s)	38,13ab	22,95b	20,81b	59,7a	35,3
Desviación estandar	27,06	17,71	15,75	87,72	

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el promedio basada en el test de Tukey.

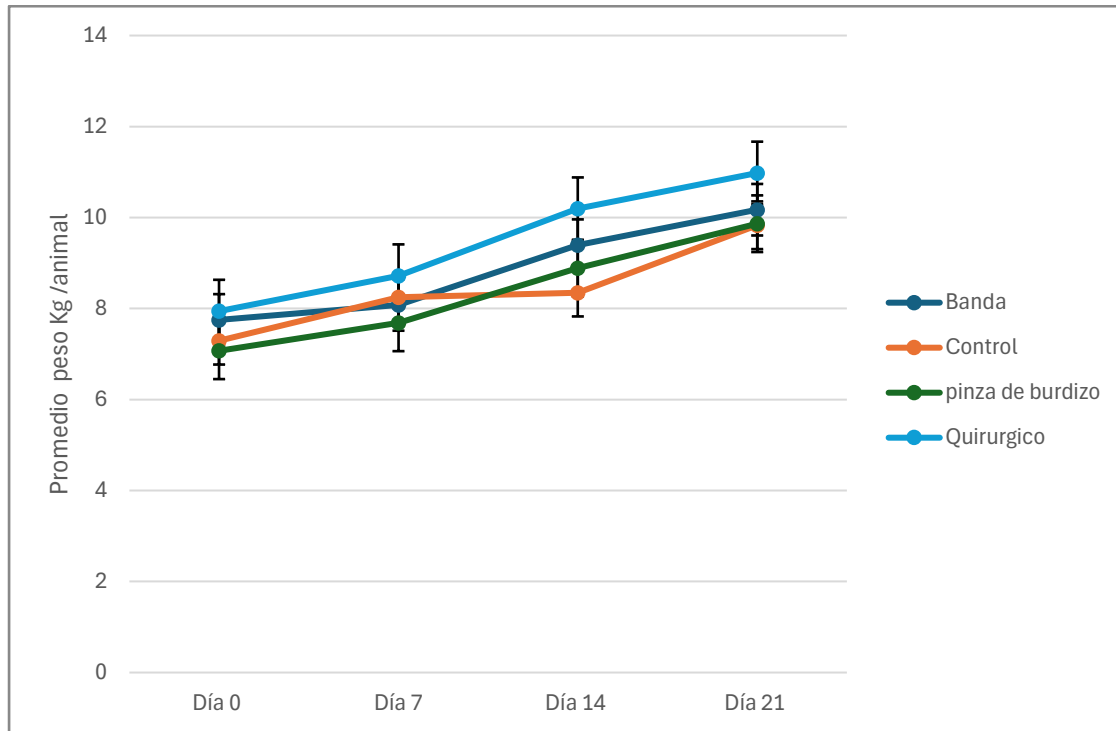
Tabla 5. Tiempo promedio utilizado por el cordero para acercarse a su madre posterior a la realización de la técnica de castración por el mismo técnico.

En términos de promedio, después de la castración se evidencia que los corderos castrados quirúrgicamente se demoraron más en acercarse a la madre (59.7 seg), los corderos castrados con banda elástica se demoraron igualmente en acercarse a la madre (38.13 seg) en comparación los corderos castrados con pinza de Burdizo se demoraron menos en acercarse a la madre (22.95 seg) de manera muy similar al grupo de control que tuvo un promedio (20.81 seg), estos mostrando un acercamiento más rápido. Lo que indicaría que de todas las técnicas de castración la que genera menor molestia y dolor inmediatamente después de la castración fue la pinza de burdizo.

Ganancia de peso

Figura 1. Peso promedio en Kg de los grupos bajo diferentes protocolos de

castración.

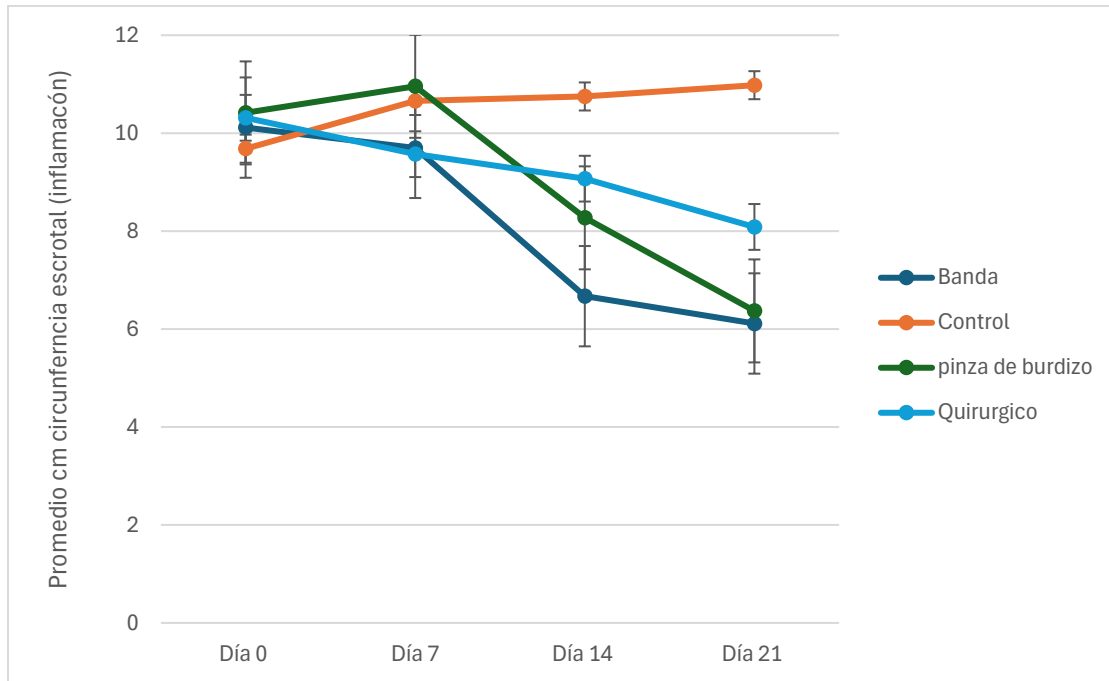


Elaboracion propia

El día antes de la castración día 0, el peso de los corderos oscilaba entre (7 kg y 8kg). Después de las castraciones, al día 7 del tratamiento, el aumento de peso diario se vio significativamente aumentado, los corderos al día 7 aumentaron una media (0.5 kg y 1.0 kg) de peso corporal; Por lo tanto, el aumento de peso fue significativamente elevado para cada grupo utilizado, El día 14 se evidencia un aumento significativo de peso en los cuatro grupos de tratamiento (0.8 kg y 2.0 kg), al día 21 el aumento de peso diario fue mayor entre los grupos. No se encontraron diferencias significativas en relación a la ganancia de peso de los diferentes tratamientos ($p > 0,05$) aunque se tuvo un leve mejor aumento (1 Kg de diferencia) del grupo quirúrgico en relación al grupo de pinza de burdizo.

Circunferencia escrotal (inflamación)

Figura 2. Circunferencia escrotal (cm) de los grupos bajo diferentes protocolos de castración (inflamación).

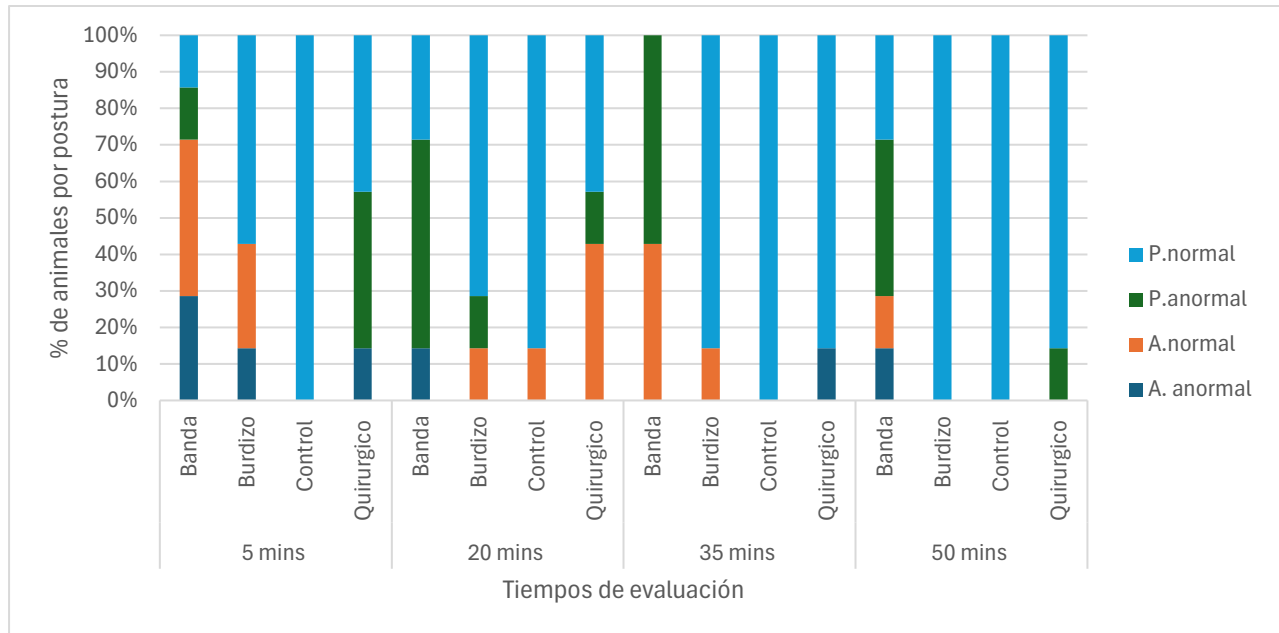


Elaboracion propia

El día de la castración, los grupos no mostraron diferencia a nivel escrotal ya que en la banda reduce tamaño por atrofia. Pinza de burdizo inflamación inicial y posterior atrofia por falta de irrigación. En el método quirúrgico hay injuria del tejido y se mantiene la inflamación al día 1 y luego se evidencia un aumento importante con pinza de Burdizo al día 7, mientras en los demás grupos de evidencia una leve inflamación; Los días 14 y 21 después de la castración, la inflamación ya había disminuido notablemente y el grupo de castración quirúrgica siempre se mostró una inflamación mayor con diferencias significativas únicamente en el día 21 ($p < 0,05$). En este caso aunque la pinza de burdizo a los primeros 7 días tuvo mayor inflamación posterior al día 21 la inflamación disminuyo totalmente a diferencia del grupo quirúrgico y como lo muestra la gráfica el grupo control aumento si circunferencia de manera natural por el desarrollo testicular.

Posturas

Figura 3. Proporción de corderos que mostraban diferentes posturas en los tiempos de observación

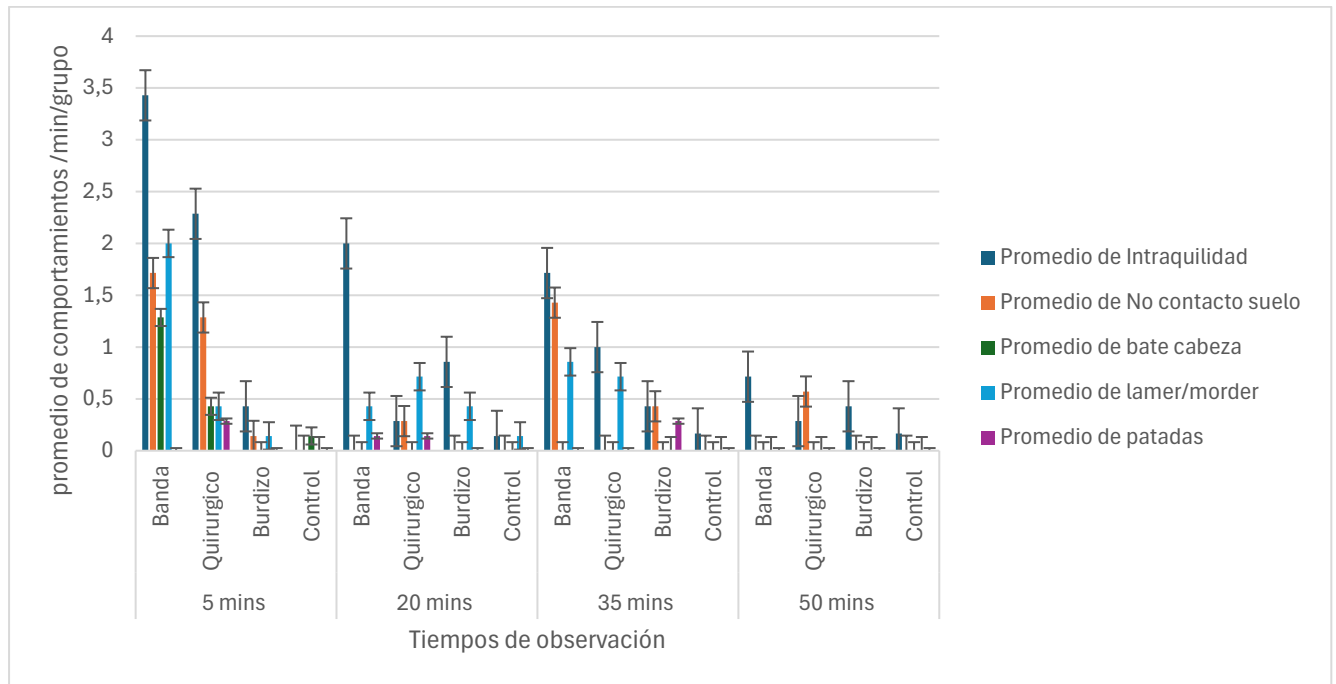


Elaboracion propia

La figura 3 demuestra que el grupo de castración con banda a pesar de que pasa el tiempo mantiene una proporción alta (42,8 a 57,1%) de los animales con la postura de estar parado de manera anormal, para el caso del grupo con pinza de burdizo la proporción de animales acostados de manera anormal es de solamente 14% a los cinco minutos siendo que para los 35 minutos y 50 minutos todos los animales estaban acostados o de pie en postura normal.

Comportamientos

Figura 4. Comportamientos activos registrados durante un minuto en cada grupo durante los tiempos de observación



Elaboracion propia

La figura 4. muestra claramente que el procedimiento con mayor número de comportamientos promedio en un minuto fue la banda en los tiempos de 5 y 35 minutos (específicamente para el comportamiento de intranquilidad como no poner en contacto con el suelo la herida) mostrando diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El procedimiento quirúrgico mostró un promedio alto a los 5 minutos de algunos comportamientos que se mantuvieron inclusive hasta los 50 minutos (específicamente el no poner en contacto con el suelo la herida). Finalmente, el grupo de pinza de burdizo presento pocos comportamientos activos siendo principalmente observado el comportamiento de intranquilidad. No se presentó en ningún grupo el comportamiento de rodar y por eso no se incluye en la Figura 4.

Discusión

La presente investigación se centra en el marco teórico y en los hallazgos experimentales del estudio, considerando la implementación de un protocolo de analgesia multimodal que combina lidocaína y AINE para mitigar las respuestas de dolor y estrés en corderos sometidos a diferentes técnicas de castración. La integración de esta estrategia terapéutica se sustenta en la premisa en que la reducción de la duración del procedimiento y el manejo adecuado del dolor repercuten favorablemente en la estabilidad fisiológica y conductual del animal.

Tiempo de realización de las castraciones

Teniendo en cuenta los tiempos de ejecución de cada una de las técnicas de castración utilizadas se evidencia que este está relacionado directamente con el estímulo de dolor y, por ende, con la respuesta conductual inmediata. Los métodos que permiten una ejecución más rápida, como la castración mediante banda elástica o la utilización de la pinza de burdizo, se asocian con un menor tiempo de exposición al dolor.

(Mellema, 2007) sostiene que la aplicación de anestesia local es determinante para reducir la percepción del dolor en procedimientos que, a pesar de generar daños tisulares, no implican una prolongada manipulación.

Esta teoría respalda la observación ya que, al integrar un protocolo de analgesia multimodal, se evidencian diferencias significativas en los tiempos de ejecución de las castraciones y en la calidad de la respuesta postoperatoria.

La sinergia generada por la combinación de lidocaína y AINE permite actuar a distintos niveles de la cascada del dolor, bloqueando mediadores inflamatorios y modulando la transmisión de estímulos nocivos.

Algunos datos de tiempo de realización de cada castración fueron observados y citados por (Melches et al., 2007) en el cual utilizó corderos de más de 10 semanas de edad de nacidos, se evidencio que la castración quirúrgica fue de alrededor de 14 minutos, en comparación con los 5 minutos utilizado para la técnica de castración con pinza y los 0,7 minutos para el método de castración de anillo de goma, en comparación con el presente estudio se pudo observar que el tiempo de castración por cada uno de los métodos es menor que el empleado por (Melches et al., 2007) , el grupo con método de castración quirúrgica en el cual utilizado 10 minutos, el grupo con método de castración con pinza de burdizo tuvo un tiempo 3 minutos, castración con banda elástica estuvo en promedio de tiempo utilizado 2 minutos, generando así resultados favorables esperados para cada uno de ellos.

La integración de estos hallazgos teóricos sustenta la adopción de protocolos y procedimientos de manejo del dolor que favorecen tanto la respuesta inmediata como el rendimiento productivo a corto plazo, teniendo como referencia esto, se evidencia que al castrar los corderos con estos tres métodos y teniendo una analgesia multimodal acorde, podemos mejorar de manera satisfactoria los tiempos utilizados en cada castración.

Esta observación se interpretó como indicativo de una menor percepción del dolor y del estrés, corroborando la hipótesis de que una intervención menos invasiva, combinada con una adecuada analgesia, reducía el estímulo nocivo y facilitaba la recuperación inmediata. En contraste, la castración quirúrgica, al requerir una manipulación tisular más extensa, presentó una duración mayor del procedimiento, lo que se asoció a un aumento en las manifestaciones de malestar y a una prolongada respuesta conductual.

Acercamiento a la madre

(González De Mejía, 2005) sugiere que la correcta implementación de una analgesia multimodal no solo disminuye la intensidad del dolor durante y después del procedimiento, sino que también facilita el mantenimiento del vínculo madre cordero y contribuye a la estabilidad del comportamiento en el entorno de producción. Esta aproximación integral resulta esencial para el desarrollo de prácticas que promuevan el bienestar animal y optimicen los resultados en sistemas de producción ovino.

Se entiende que el tiempo de realización de los procedimientos y el intervalo transcurrido hasta el reacercamiento a la madre constituyen indicadores sensibles del bienestar animal (Marini,2024) menciona que la aplicación de lidocaína en el cuello escrotal puede disminuir y generar una respuesta inmediata y menos dolorosa, e inclusive un rápido acercamiento con la madre. Esto se relaciona con la teoría que precisa a una minimización de estímulos nocivos, reduciendo así la activación del eje del estrés.

Teniendo como referencia (A. H. Small et al., 2020) los corderos utilizados en dicho estudio no tuvieron un acercamiento esperado la madre después de los procedimientos, de acuerdo a las dosis de medicamentos utilizados y los procesos que utilizaron para tener un contacto nuevamente con la madre se evidencio que demoraron unos minutos más de tiempo en acercarse a ella y en otros casos llegando a acercarse a otras ovejas, contrariamente, en este estudio se pudo evidenciar que por el tiempo en el que estuvieron alejados de la madre y el tipo de medicamentos que se utilizó , no se perdió el lazo madre e cordero y de esta manera se logró mejorar evidentemente el contacto con la madre, este proceso se llevó a cabo midiendo al terminar cada castración los segundos en el que el cordero se demora en desplazarse hasta la madre, arrojando como resultados en un tiempo estimado de 59.7 segundos en promedio.

La discusión se amplió considerando de manera integral los efectos del manejo del dolor a través de un protocolo de analgesia multimodal que combinó lidocaína y AINE en corderos sometidos a diversas técnicas de castración. Se evidenció que la aplicación de este protocolo redujo significativamente la intensidad de las respuestas nociceptivas y permitió mantener un equilibrio en la respuesta fisiológica y conductual de los animales. La utilización de la lidocaína, aplicada en la zona específica del cuello escrotal, se asoció a una reducción del tiempo de ejecución de la técnica y a una rápida reintegración con el contacto materno, lo que reflejó un control efectivo del dolor agudo. Además, la incorporación de un AINE permitió modular la respuesta inflamatoria, evitando que la inflamación secundaria derivada del daño tisular alterase significativamente el rendimiento productivo.

Posturas y comportamientos

En el presente estudio, se comparó las diferencias sobre el comportamiento de los animales utilizados, teniendo tanto la incidencia de posturas anormales y los comportamientos activos, se evidencio que estas no eran distintas como se ha descrito en otros estudios pues todos corderos recibieron anestesia local.

(Ross,2021) aporta evidencia en la cual las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de la lidocaína favorecen una acción prolongada que modula la respuesta inflamatoria, permitiendo que las alteraciones fisiológicas sean mínimas.

Este efecto se puede ver representado en parámetros productivos, ya que al disminuir el dolor y el estrés mitiga efectos secundarios hacia el crecimiento, sin desviar la respuesta fisiológica inflamatoria normal.

(Small, 2021) demuestra que la evaluación de las respuestas conductuales post-

castración y el uso de anestesia local reduce significativamente la manifestación de conductas dolorosas en los animales, reflejada en la disminución de posturas anormales y comportamientos de intranquilidad, como consta en la presente investigación el grupo de castración con banda entre el 42,8 a 57,1% de los animales mantenían una postura manera anormal, para el caso del grupo con pinza de burdizo la proporción de animales acostados de manera anormal es solamente 14% entre los 35 a 50 minutos todos los animales estaban acostados o de pie manteniendo posturas normales.

En paralelo (Cho ,2020) argumenta que las conductas pueden ser moduladas por factores sociales y ambientales, de modo que una adecuada intervención analgésica permite que estas respuestas se aproximen a los patrones observados en animales no intervenidos. Así, la reducción de movimientos bruscos y de comportamientos de evasión se interpreta como una señal de menor sufrimiento y de mayor bienestar.

En estudios previos se ha demostrado que la anestesia local mejora las conductas por el método de castración con banda de hecho, el estudio actual demostró que, aunque este procedimiento tuvo mayores comportamientos activos a los 5 y 20 minutos, se tuvo un efecto benéfico de la anestesia local a los 50 minutos posterior a la colocación de la banda como también en el momento en que la lesión es aguda la respuesta al comportamiento de dolor como son posturas anormales fue mayor.

(Mellor y Stafford, 2000) concluyeron que no era necesario 1) retrasar la aplicación de la banda después de la administración del anestésico local, conclusión corroborada posteriormente por Stewart et al. (2014), y 2) tampoco fue necesario inyectar todo el cuello escrotal, testículos y cordones espermáticos como en el caso del presente estudio donde se realizó únicamente en los cordones espermáticos y sigue teniendo efecto en relación a la expresión de dolor a través de las posturas.

(Dinniss et al. en 1999) proponen que las respuestas conductuales al procedimiento quirúrgico pueden relacionarse a cinco factores a continuación analizados

En primer lugar, es probable que una conducta sea un indicador útil de un proceso doloroso que al traducirse la información sensorial produce dolor y angustia si no se observa en los animales de control, pero sí se observa después del tratamiento en los animales tratados. En segundo lugar, la conducta provocada por el tratamiento puede validarse como medida de información sensorial nociva si la anestesia local eficaz arroja niveles cercanos a los observados en el grupo control como sucedió de manera clara en los diferentes grupos excepto en la banda. En tercer lugar, los comportamientos únicos provocados por diferentes tratamientos no pueden usarse de manera significativa para comparar las respuestas de dolor o angustia a estos tratamientos (Lester et al., 1996): para cada comparación se requieren respuestas conductuales comunes a ambos tratamientos por eso mismo fue la razón de escoger 6 diferentes comportamientos que se registraron de la misma manera y tiempo en los cuatro grupos.

En cuarto lugar, cuando diferentes tratamientos provocan respuestas conductuales únicas, esto probablemente ocurre porque las sensaciones experimentadas por los animales no serán las mismas, si se dañan diferentes tejidos o los mismos tejidos se dañan de diferentes maneras. Así, la castración quirúrgica provoca aparente renuencia a moverse, mientras que la castración con anillo causa inquietud (Lester et al., 1996).

Quinto, la comparación sólo debe hacerse entre animales similares (edad, sexo, genotipo, manejo) en condiciones similares como se realizó en el presente estudio (Stafford y Mellor, 1993)

Conclusiones

- En términos de tiempo de ejecución de la técnica y el tiempo de acercarse a la madre como indicadores de tiempo de restricción y molestia para desplazarse inmediatamente después del procedimiento, se encontró que la técnica de banda resultó ser la más rápida sin tener diferencias estadísticas significativas en comparación a la técnica de pinza de burdizo pero en relación al tiempo de acercarse a la madre la técnica de pinza de burdizo si represento el menor tiempo equiparable al grupo control, lo que indica que aunque la técnica de pinza de burdizo es un poco más demorada el procedimiento genera menor molestia inmediatamente después de realizar el proceso.
- Al evaluar la ganancia de peso posterior al proceso de castración no se encontraron diferencias estadísticas significativas en relación al grupo control hasta los 21 días aun así el grupo que tuvo mejor ganancia de peso fue el grupo por la técnica quirúrgica teniendo de diferencia en promedio de 0,8 Kg con el grupo castrado con banda y 1 Kg con el grupo con pinza de burdizo aun así se recomienda para próximos estudios hacer un seguimiento más amplio (hasta el destete) para evidenciar diferencias a largo plazo.
- La circunferencia escrotal demostró de manera controversial en este estudio comparado con otros que la técnica de banda desarrollo menor inflamación postquirúrgica que la técnica quirúrgica, cabe resaltar que tanto la técnica de banda generando atrofia por isquemia o la técnica de pinza

de burdizo generando inflamación inicialmente a los 7 días y posterior atrofia tienen menor inflamación a los 21 días posterior al procedimiento.

- Las posturas y comportamientos activos mostraron hasta los 35 minutos un mayor molestia y dolor producida por la técnica de castración de la banda y en menor medida la castración quirúrgica definido esto por la proporción de animales que presentabas posturas anormales como el promedio de comportamientos activos en un minuto durante los momentos de observación.
- A modo de conclusión de cierre, este estudio recomienda la implementación de la técnica de la pinza de burdizo con el uso de la analgesia multimodal puesto presento menor tiempo de ejecución, menor molestia inmediatamente después del procedimiento como menos dolor medido a través de las posturas y comportamientos activos evaluados siendo para las condiciones evaluadas la técnica con mayores beneficios para el bienestar animal de los corderos de 14 días de nacidos.

Referencias

- Andanson, S., Boissy, A., & Veissier, I. (2020). Conditions for assessing cortisol in sheep: the total form in blood v. the free form in saliva. *Animal*, 14(9), 1916–1922. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000695>
- Bonelli, P., Dimauro, C., Pau, S., Dattena, M., Mollica, A., & Nicolussi, P. S. (2008). Stress responses in lambs castrated with three different methods. *Italian Journal of Animal Science*, 7(2), 207–217. <https://doi.org/10.4081/ijas.2008.207>
- Brito, E., Luis, S., Garnica, F., Victor, G., Montoya, A., Carlos, A., Figueroa Escobar, E., López, A., Mabel, S., Vargas Rodríguez, R., Enrique, F., Castro, G., Andrés, J., Cárdenas, C., Paola, J., Benítez, H., Constanza, N., José, V., Pizano, D. Restrepo, A. (2024). EQUIPO TÉCNICO ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL MESA SANITARIA CADENA OVINO-CAPRINA NACIONAL.
- Cho, A. I., Lee, C., & Small, A (2020). Attention behaviours but not pain-related behaviours are modified by the presence of a twin in lambs undergoing castration by rubber ring. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.10081>
- Contreras-Aguilar, M. D., Escribano, D., Quiles, A., López-Arjona, M., Cerón, J. J., Martínez-Subiela, S., Hevia, M. L., & Tecles, F. (2019). Evaluation of new biomarkers of stress in saliva of sheep. *Animal*, 13(6), 1278–1286.

<https://doi.org/10.1017/S1751731118002707>

- Chen, Y.-A., Chen, J.-Y., Chen, W.-Q., Wang, W.-Y., & Wu, H.-H. (2022). Effects of Castration Age on the Growth Performance of Nubian Crossbred Male Goats. *Animals*, 12(24), 3516. <https://doi.org/10.3390/ani12243516>
- Colditz, I. G., Paull, D. R., & Lee, C. (2012). Social transmission of physiological and behavioural responses to castration in suckling Merino lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 136(2-4), 136-145.
- Dinniss, A. S., Stafford, K. J., Mellor, D. J., Bruce, R. A., & Ward, R. N. (1999). The behaviour pattern of lambs after castration using a rubber ring and/or castrating clamp with or without local anaesthetic. *New Zealand Veterinary Journal*, 47(6), 198-203.
- Durand, D., Faure, M., De La Foye, A., & De Boyer Des Roches, A. (2019). Benefits of a multimodal analgesia compared to local anesthesia alone to alleviate pain following castration in sheep: A multiparametric approach. *Animal*, 13(9), 2034–2043. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000314>
- Habana, L., en *Anestesiología Reanimación*, E., & Rosa-Díaz, J. (2014) Abreviaturas: IASP = International Association for the Study of Pain DPO = dolor postoperatorio PKA = proteína cinasa A PKC = proteína cinasa C SNC = sistema nervioso central GABA = ácido gamma-aminobutírico AINE = antiinflamatorios no esteroideos COX = ciclooxigenasas NMDA = N-metil-diaspartato NA = noradrenalina eCBs = endocannabinoides.
- Lester, S. J., Mellor, D. J., Holmes, R. J., Ward, R. N., & Stafford, K. J. (1996). Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand veterinary journal*, 44(2), 45–54.

<https://doi.org/10.1080/00480169.1996.35933>

- Mainau, E., Temple, D., Llonch, P., & Manteca, X. (2014). EFECTOS DE LA CASTRACIÓN Y EL CORTE DE COLA SOBRE EL BIENESTAR DEL GANADO OVINO FICHA TÉCNICA SOBRE BIENESTAR DE ANIMALES DE GRANJA.
- Marini, D., Kalinowski, T., & Small, A. (2024). Efficacy of a single central injection of lignocaine at the scrotal neck on the behavioural response of lambs to castration. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*.
<https://doi.org/10.1016/j.vaa.2024.09.006>
- Marquette, G. A., Ronan, S., & Earley, B. (2023). Review: castration–animal welfare considerations. In *Journal of Applied Animal Research* (Vol. 51, Issue 1, pp. 703–718). Taylor and Francis Ltd.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2273270>
- Mckie, D. (2023). Effects of Pre-weaning Castration and Age at Slaughter on Growth Performance and Carcass Characteristics of Crossbred Dorper Lambs.
<https://www.researchgate.net/publication/350735743>
- Melches, S., Mellema, S. C., Doherr, M. G., Wechsler, B., & Steiner, A. (2007). Castration of lambs: A welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. *Veterinary Journal*, 173(3), 554–563.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.01.006>
- Mellema, S. C., Doherr, M. G., Wechsler, B., Thueer, S., & Steiner, A. (2006). Influence of local anaesthesia on pain and distress induced by two bloodless castration methods in young lambs. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 172(2), 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.06.002>

- Mellema, S. C., Doherr, M. G., Wechsler, B., Thüer, S., & Steiner, A. (2007). [Influence of local anaesthesia on pain and distress induced by bloodless castration methods in young lambs]. [Artículo en alemán].
-
- Mellor, D. J., & Stafford, K. J. (2000). Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *New Zealand veterinary journal*, 48(2), 33–43. <https://doi.org/10.1080/00480169.2000.36156>
- Programa Nacional de Ovinos/Caprinos (2020).
- Pugh, D. G. (David G.), & Baird, A. N. (Aubrey N. (2012). sheep and goat medicine. Elsevier/Saunders.
- Resolución No. 000136 de 2020.
- Ross, J. A., & Roche, S. M. (2021). Assessment of the Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Injectable Lidocaine and a Lidocaine-Impregnated Latex Band for Castration and Tail Docking in Lambs. *Animals*, 11(12), 3583. <https://doi.org/10.3390/ani11123583>
-
- Small, A., Fisher, A. D., Lee, C., & Colditz, I. (2021). Analgesia for sheep in commercial production: Where to next? In *Animals* (Vol. 11, Issue 4). MDPI AG.
- Small, A., Fétiqueau, M., Smith, R., & Colditz, I. (2021). Three Studies Evaluating the Potential for Lidocaine, Bupivacaine or Procaine to Reduce Pain-Related Behaviors following Ring Castration and/or Tail Docking in Lambs. *Animals*, 11, 23583. <https://doi.org/10.3390/ani11123583>
-

- Small, A. H., Jongman, E. C., Niemeyer, D., Lee, C., & Colditz, I. G. (2020). Efficacy of precisely injected single local bolus of lignocaine for alleviation of behavioural responses to pain during tail docking and castration of lambs with rubber rings. *Research in Veterinary Science*, 133, 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.09.025>
- Stafford, K. J., & Mellor, D. J. (1993). Castration, tail docking and dehorning—what are the constraints. In *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* (Vol. 53, pp. 189-195)
- Steagall, P. V., Bustamante, H., Johnson, C. B., & Turner, P. V. (2021). Pain management in farm animals: Focus on cattle, sheep and pigs. In *Animals* (Vol. 11, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani11061483>
- Stewart, M., Beausoleil, N. J., Johnson, C. B., Webster, J. R., Schütz, K. E., Cox, N., & Stafford, K. J. (2014). Do rubber rings coated with lignocaine reduce the pain associated with ring castration of lambs?. *Applied Animal Behaviour Science*, 160, 56-63.
- Stock, M. L., Coetzee, J. F., Kukanich, B., Smith, B. I., Kristula, M., Garber, J., Schroeder, O., Barth, L., & Shelton, J. (2013). Pharmacokinetics of intravenously and orally administered meloxicam in sheep. In *AJVR* (Vol. 74, Issue 5).
- Wood, G. N., Molony, V., Fleetwood-Walker, S. M., Hodgson, J. C., & Mellor, D. J. (1991). Effects of local anesthesia 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. *Research in veterinary science*, 51(2), 193–199.