



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Estudio comparativo de dos técnicas de caudotomía en corderas con aplicación de un tratamiento local

Comparative study of two techniques of caudotomy in lambs with the application of a local treatment

Autor/es

María Pérez Barcia

Director/es

Juan José Ramos Antón

Luis Miguel Ferrer Muyayo

Facultad de Veterinaria

2020

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	2
2.	ABSTRACT.....	3
3.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.1	Ventajas e inconvenientes de la caudectomía.....	5
3.1.1	Miasis.....	6
3.1.2	Carga fecal y fertilidad.....	6
3.1.3	Bienestar animal.....	6
3.2.	Criterios.....	7
3.2.1	Longitud.....	7
3.2.2	Edad.....	7
3.2.3	Métodos.....	8
3.2.4	Tratamientos complementarios.....	11
4.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	13
5.	METODOLOGÍA.....	14
5.1.	Comportamiento.....	16
5.2.	Hematología.....	16
5.3.	Cortisol y amiloide séricos.....	17
5.4.	Estudio de las lesiones.....	17
5.5.	Análisis estadístico.....	17
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
7.	CONCLUSIONES.....	27
8.	CONCLUSIONS.....	27
9.	VALORACIÓN PERSONAL.....	28
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	29

1. RESUMEN

El corte de cola a las corderas de reposición es una práctica habitual entre los ganaderos de todo el mundo que se realiza bajo la premisa de mejorar la limpieza de la zona perianal para aumentar la fertilidad y reducir la incidencia de miasis. Sin embargo, existe una amplia discrepancia, ya que no hay estudios que demuestren de forma veraz el beneficio de la caudectomía. Lo más cuestionable hasta el momento ha sido la nocividad de la práctica, por lo que la Unión Europea decidió promover la realización de la misma bajo anestesia. Es por esta razón, por la que se ha realizado un estudio comparativo entre la técnica tradicional de corte de cola y la amputación quirúrgica bajo anestesia general, y también la evaluación de la aplicación local de un producto anestésico y antiinflamatorio (Tri-Solfen®), tras el corte. Para la realización del estudio y evaluar la eficacia del producto como alternativa a la anestesia general, se realizó una prueba 2x2 para lo que se utilizaron 44 animales, que fueron sometidos a una caudectomía; en 22 se realizó por el procedimiento tradicional (con y sin Trisolfen®) y en los otros 22 se practicó mediante cirugía con anestesia, a su vez, repartidos en dos grupos iguales (con y sin Trisolfen®). Para comparar los distintos procedimientos y el uso del citado anestésico y antiséptico local se evaluaron parámetros conductuales y bioquímicos sanguíneos, relacionados con el estrés y el dolor. Asimismo, se valoró la evolución de las lesiones causadas por la amputación de la cola. Los resultados obtenidos muestran, por un lado, que el comportamiento de dolor fue más manifiesto en los animales sometidos a cirugía bajo anestesia general según la escala de calificación numérica (NRS). Además, los resultados de los análisis de amiloide sérico (SAA) fueron mayores en estos grupos a las 24-48 horas tras la cirugía, lo que sugiere que las corderas de estos lotes sufrieron mayor daño tisular, inflamación y traumatismo que las corderas sometidas al corte tradicional. Sin embargo, éstas mostraron mayores valores de cortisol a los 30 minutos tras la intervención. Estos resultados muestran que cuanto mayor sea la intervención más nociva resulta para el animal, al ocasionarle un mayor traumatismo, en comparación a la simple amputación por el método tradicional. Los grupos en los que se utilizó Tri-Solfen® mostraron índices de dolor más bajos, demostrando que la anestesia tópica local puede ser una alternativa a la anestesia general.

2. ABSTRACT

Tail docking of replacement lambs is a common practice among farmers around the world and is performed under the premise of improving the cleanliness of the perianal area to increase fertility and reduce the incidence of myiasis. However, there is a wide discrepancy, as there are no studies that truthfully demonstrate the benefit of caudectomy. The most questionable aspect so far has been the harmfulness of the practice, which is why the European Union decided to promote the practice under anesthesia. It is for this reason that a comparative study has been carried out between the traditional technique of tail docking and surgical amputation under general anesthesia, and also the evaluation of the local application of an anesthetic and anti-inflammatory product (Tri-Solfen®), after docking. In order to carry out the study and evaluate the effectiveness of the product as an alternative to general anesthesia, a 2x2 test was performed for which 44 animals were used, and they were subjected to a caudectomy; in 22 it was performed by the traditional procedure (with and without Trisolfen®) and in the other 22 it was practiced by surgery with anesthesia, in turn, divided into two equal groups (with and without Trisolfen®). In order to compare the different procedures and the use of the aforementioned anesthetic and local antiseptic, behavioral and biochemical blood parameters related to stress and pain were evaluated. Likewise, the evolution of the injuries caused by the amputation of the tail was evaluated. The results obtained show, on the one hand, that the pain behavior was more evident in the animals submitted to surgery under general anesthesia according to the numerical rating scale (NRS). In addition, the results of the serum amyloid analysis (SAA) were higher in these groups at 24-48 hours after surgery, suggesting that the lambs from these flocks suffered greater tissue damage, inflammation and trauma than the lambs subjected to traditional cutting. However, the latter showed higher cortisol values 30 minutes after the operation. These results show that the greater the intervention, the more harmful it is for the animal, since it causes greater trauma, compared to simple amputation by the traditional method. The groups in which Tri-Solfen® was used showed lower pain rates, demonstrating that local topical anesthesia can be an alternative to general anesthesia.

3. INTRODUCCIÓN

La Unión Europea cuenta con un censo de 98 millones de ovejas y cabras. España es uno de los mayores países productores de carne de estas especies, de hecho, antes del “brexit” ocupaba el segundo lugar en censo, detrás de Reino Unido, con casi 16 millones de cabezas de ovino y casi 3 millones de caprino (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2016).

El valor de las producciones de los pequeños rumiantes representa el 12% de la producción final ganadera y da trabajo a casi 68.000 personas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2016).

El ganadero, además de gestionar una explotación que sea rentable, está cada vez más concienciado en la necesidad de tener una explotación libre de enfermedades y con un buen nivel de bienestar de los animales, puesto que se traduce en producciones óptimas y en mayores beneficios económicos.

Un ganadero que se precie debe seguir un buen programa de manejo y sanitario, proporcionar a sus animales una buena alimentación, buena cama, limpieza adecuada con uso de desinfectantes homologados, planificar correctamente la reproducción y preocuparse por el bienestar animal.

Este último punto es sobre el que existe cierta controversia al no haber estudios que ratifiquen el beneficio de la caudectomía sobre los índices reproductivos y sobre la salud del animal. Aun así, su práctica es habitual a nivel mundial, y existen distintos procedimientos para realizar el corte de cola, que causan distintos grados de estrés y dolor.

La evaluación de las respuestas al dolor es difícil, especialmente en los corderos, principalmente debido a que su comportamiento no lo refleja tan intensamente como en otras especies (Manteca et al., 2017).

Por un lado, dentro de los cambios bioquímicos, el cortisol es la medida fisiológica más utilizada para evaluar la respuesta al corte de colas en ovejas (Graham et al., 1997; Kent et al., 1998; Mellor y Murray, 1989a y b; Morris et al., 1994). Las concentraciones de cortisol aumentan en los corderos en respuesta a la colocación del anillo de goma hasta 1-2 horas después del procedimiento y hasta 4 horas después tras el procedimiento quirúrgico (Lester et al., 1991; Morris et al., 1994), pero vuelven a los valores basales al tercer día. La secreción del cortisol, hormona que se segrega en respuesta al estrés, depende del sistema hipotálamo-hipófisis-adrenocortical (HPA) y ha servido para evaluar en numerosos estudios el dolor, el estrés y la efectividad de los analgésicos en el procedimiento de corte de cola (Sutherland et al., 1999;

Paull et al., 2009; Clark et al., 2011; Small et al., 2018). En estrecha relación a esta hormona encontramos las proteínas de fase aguda (APP) cuya concentración cambia en respuesta a la inflamación, infección, trauma y estrés (Petersen et al., 2004; Eckersall, 2008), siendo el amiloide sérico A (SAA) y la haptoglobina (HP) las principales proteínas. La respuesta SAA es generalmente más fuerte que la de HP, y su concentración tiende a aumentar rápidamente, mientras que HP lo hace a un ritmo más lento (Petersen et al., 2004).

Por otro lado, de manera general, tras el corte de la cola hay una reducción en el tiempo de descanso, revolcándose por el suelo, saltando, pateando el suelo y/o al aire, girando la cabeza hacia sus patas traseras (Graham et al., 1997; Kent et al., 1998; Grant, 2004), mostrando posturas anormales al acostarse, caminar o pararse (Kent et al., 1998; Lester et al., 1996, 2004).

Teniendo en consideración todo lo anteriormente expuesto se plantea el presente trabajo de fin de grado, mediante el análisis de los parámetros conductuales y fisiológicos, además de establecer qué método de caudectomía resulta menos doloroso y estresante, si el método tradicional o el método quirúrgico bajo anestesia general, pretende evaluar la eficacia de la anestesia tópica local como alternativa a la anestesia general durante el procedimiento de caudectomía en corderas.

3.1 Ventajas e inconvenientes de la caudectomía

El corte de cola es una práctica que se realiza en un gran número de rebaños bajo la premisa de que aumenta la fertilidad (Marai y Bahgat, 2003), facilita la monta y reduce la carga de restos fecales en la zona, disminuyendo el riesgo de miasis (French et al., 1994; Webb-Ware et al., 2000; Fisher y Gregory, 2007).

La caudectomía se recomendó por primera vez en Australia en una publicación de 1943 (Anon, 1943), para evitar la acumulación de heces en la lana alrededor de la cola y reducir el riesgo de miasis. Sin embargo, hoy en día, hay autores que critican esta práctica al no haber estudios que demuestren su beneficio en la productividad y considerar que no respeta el bienestar animal.

A pesar de la falta de claridad en este ámbito, el corte de rabo es una medida que adoptan el 90% de los ganaderos de Inglaterra y Gales como recoge French et al. (1994), y que está regulada a nivel europeo.

3.1.1 Miasis

Se considera que esta práctica disminuye el riesgo de miasis, a pesar de que el número de estudios que lo demuestran es limitado. En Holanda se vio que el corte de rabo reducía el riesgo de miasis entre 0,7-2,9% (Snoep et al., 2002) y en Australia entre 0,3-4,1% (Reeve y Thompson, 2005). Además, Heath et al. (1987) descubrieron que basta con una breve exposición de la mosca causante de la miasis, para que el animal experimente una pérdida de peso, afectando así a los índices tanto productivos como reproductivos.

No obstante, el clima podría ser un factor clave a la hora del desarrollo de la miasis, ya que las ovejas criadas en pastos de países con períodos prolongados de clima cálido y húmedo tendrán mayor incidencia de miasis que una crianza en condiciones extensivas en climas secos (Broughan y Wall, 2006; Lihou y Wall, 2019). Así, podemos encontrar afecciones en el 17,6% de las ovejas en Hungría o de casi un 3% en Holanda (Farkas et al., 1997).

3.1.2 Carga fecal y fertilidad

La correlación entre la carga fecal y la mejora de la fertilidad resulta notoria si consideramos que, si hay suciedad en la zona perianal, la monta puede arrastrar bacterias al interior de la vagina (French et al., 1994), viéndose así comprometida además de la salud de la oveja, el éxito de la fecundación. Sin embargo, otros autores sugieren que la cola actúa como barrera protectora frente a patógenos ambientales que pudieran perjudicar el tracto reproductor (Orihuela et al., 2019). Una cola de menor tamaño podría facilitar la monta, al no interferir ésta en la cubrición del carnero (Marai y Bahgat, 2003).

3.1.3 Bienestar animal

En cuanto al bienestar animal, en la especie ovina, al contrario de lo que ocurre en otras especies, resulta difícil valorar el sufrimiento o las situaciones de dolor y estrés. Sin embargo, varios estudios demuestran que sufren un dolor agudo durante el procedimiento de la caudectomía (Mellor y Murray 1989; Molony et al., 1993; Lester et al., 1996; Molony y Kent 1997; Kent et al., 1998; Sutherland y Tucker, 2011). Además del dolor, se considera que el estrés es un factor importante que se produce durante el manejo y el corte de cola (Clark et al. 2011). Los estresores, que se definen como los factores que inducen una respuesta fisiológica al estrés o una alteración en el comportamiento (Mellor y Stafford, 2000), modulan el dolor agudo después del corte de la cola en corderos (Clark et al., 2011) y durante las infecciones, donde las citocinas proinflamatorias, liberadas como resultado de infecciones bacterianas gram negativas, IL-1 e IL-6, activan el eje HPA (You et al., 2008).

3.2. Criterios

Al plantear esta práctica encontramos distintas cuestiones. La primera, hasta dónde hay que cortar; la segunda, a qué edad; y la tercera, cuál es el método menos doloroso para el animal y, a la vez, más útil y rentable para el ganadero.

3.2.1 Longitud

Los ganaderos estadounidenses realizan el corte de la cola con respecto al extremo distal del pliegue caudal, mientras que en Australia la longitud se decide con relación a la punta del extremo de la vulva (Reeve y Thompson, 2005; USDA, 2003).

Una amputación total supone un aumento en el riesgo de prolapso rectal en relación con las colas más largas (Thomas et al., 2003), disminuye el peso de los músculos rectococcígeos (Fisher y Gregory, 2007) y aumenta el riesgo de aparición de carcinoma en la zona perineal (Swan et al., 1984) e incluso se intensifica el riesgo de poliartritis bacteriana en los corderos (Lloyd et al., 2016).

En Europa, se recomienda que las colas se corten lo suficientemente largas como para cubrir al menos el ano y la vulva (AVMA, 2000; MAF, 2005; PISC, 2006). Además, se sugiere la utilización de un tratamiento complementario como podría ser el uso de un cicatrizante.

A pesar de la ausencia de medidas de referencia para el corte de cola, sí que existen estudios que evidencian la disparidad de comportamientos según la longitud a la que se corte la cola. En un estudio realizado por Fisher y Gregory (2007) demostraron la variedad de comportamientos dependiendo de la altura a la que se había colocado el anillo de goma. Estos incluían caminar, pararse, sentarse, acostarse de lado, girarse y, a veces, morderse la cola, revolcarse por el suelo y caminar sobre sus carpos. El comportamiento más obvio fue pasar tiempo alternativamente en el suelo acostado y de pie. Este comportamiento alcanzó su punto máximo aproximadamente 15-35 minutos cuando la aplicación del anillo fue lo más craneal posible, para cortar una mayor porción de cola, y luego disminuyó gradualmente. Además, evidenció una tendencia a exhibir comportamientos anormales durante períodos más largos cuanto más corta era la cola.

3.2.2 Edad

La mayoría de los ganaderos realizan esta práctica cuando los corderos son pequeños, principalmente, por la mayor facilidad de manejo que supone. De manera general, se

recomienda realizar el corte en corderos cuanto antes posible y si supera los 3 meses de edad deberá realizar la operación un veterinario y la mayoría de la legislación del mundo así lo recoge (DEFRA, 2003; FAWC, 2008; MA, 2013).

Se acepta que cuanto mayor sea el animal, más grande será la lesión, lo que también coincide con mayores aumentos en el cortisol (Ting et al., 2005), proteínas de fase aguda que pueden estar asociadas con el dolor (Ting et al., 2005) y un mayor porcentaje de pérdida de peso corporal (Pang et al., 2006). Sin embargo, los datos empíricos sugieren que los corderos más jóvenes sufren las mismas respuestas al dolor que los corderos mayores (Dwyer, 2004) y no son menos sensibles al dolor agudo (Guesgen et al., 2011). De hecho, la especie ovina nace con el sistema nervioso relativamente maduro y es posible que experimenten un menor desarrollo del sistema nervioso en el período postnatal, haciendo que la edad no tenga efectos sobre la sensibilidad al dolor (Wood et al., 2003).

La práctica se realiza en corderos entre 1 y 56 días de vida (French y Morgan, 1992; French et al., 1994), siendo la opción frecuente de corte durante la primera semana de vida (USDA, 2003). En Australia, si el animal es mayor de 6 meses, es necesario el uso de anestesia para realizar el procedimiento (PISC, 2006).

3.2.3 Métodos

Los procedimientos más comunes son: cuchillo afilado, bisturí y cuchillo caliente (Mellor y Stafford, 2000). La cola también se puede cortar después de aplicar presión con una pinza de Burdizzo o utilizando un anillo de goma constrictiva.

Método quirúrgico

Consiste en cortar la cola con un cuchillo afilado o bisturí. Para comenzar, se depila la zona de la cola posterior a la 6ª y anterior a la 8ª vértebras coccígeas que se localizan tomando como referencia el final del sacro (Figura 1). Además de tomar esta referencia, hay que asegurar que el corte vaya a tapar la zona de la vulva. Se desinfecta la zona y después se seca con la ayuda de un papel. Para crear hemostasia se emplea una goma que se coloca por encima de la zona a incidir y mediante el tacto se busca el espacio intervertebral presionando con el dedo entre las vértebras para notar la separación. Cuando ya está localizado el espacio intervertebral se procede a la incisión con el bisturí (Figura 2). Finalmente, se sutura la piel de las zonas opuestas de la herida mediante el uso de puntos sueltos.



Figura 1. Depilación de la cola



Figura 2. Creación de hemostasia con goma e incisión con bisturí

Plancha de corte

Este procedimiento es similar al quirúrgico, con la diferencia de que simultáneamente se corta y cauteriza la herida.

Anillo de goma

El anillo de goma constrictivo implica colocar un anillo de goma en la cola con un aplicador que extiende el anillo lo suficiente como para poder pasar la cola a través de él. Una vez colocado sobre el rabo, el anillo anula el flujo sanguíneo a la porción distal de la cola, que eventualmente se necrosa y se desprende en aproximadamente dos semanas (French y Morgan, 1992). En el Reino Unido, el anillo de goma es el método más empleado (86%), seguido de los métodos quirúrgicos (3%) (French et al., 1992).

Kent et al. (1998) encontraron una reducción en el aumento de cortisol y la manifestación de posturas anormales combinando los anillos con el uso de pinzas de Burdizzo, y luego aplicando presión con las pinzas durante aproximadamente 10 segundos en la parte proximal inmediata del anillo de goma para cortar la comunicación neuronal. Los resultados obtenidos revelaron que el pico de cortisol se alcanza a los 45 minutos empleando solamente el anillo de goma y a los 25 minutos con el método combinado.

Los anillos de goma prolongan los comportamientos asociados con el dolor durante más tiempo (Molony et al., 1993; Kent et al., 1998). Esto se debe a que la goma se suele situar en la base de la cola donde la piel está inervada principalmente por nervios sensoriales que se originan en S3 y S4 causando una sensibilización central. En su estudio, Kent et al., 1998, encontraron que empleando el anillo de goma además de las pinzas Burdizzo, el tiempo dedicado a posturas anormales se redujo marcadamente, excepto en los 6 primeros minutos, y el tiempo que el animal pasa en pie fue significativamente mayor con este método (6 minutos) que empleando solamente el anillo de goma (3 minutos).

En cuanto a los niveles de cortisol, Lester et al. (1991) observaron que los corderos quirúrgicamente castrados y / o sometidos a caudectomía todavía tenían concentraciones de cortisol significativamente elevadas 4 horas después del procedimiento, mientras que los corderos sometidos a procedimientos no quirúrgicos como anillo de goma o corte con cuchillo caliente volvieron a los valores previos a la caudectomía al cabo de 180 y 150 minutos respectivamente. Por otra parte, la respuesta media del cortisol fue al menos 2,8 veces mayor en los corderos amputados con un cuchillo en relación con los amputados con cuchillo y plancha de corte, es decir, con efecto cauterizador. Las quemaduras de tercer grado afectan al tejido epidérmico, dérmico y subcutáneo y, dado que los receptores de los nervios sensoriales (incluidos los nociceptores), que se encuentran en la dermis, son destruidos por una quemadura de tercer grado con la consiguiente pérdida de sensibilidad del área afectada y la reducción así de la capacidad del cordero para percibir la estimulación nociva.

Dependiendo del procedimiento aplicado el comportamiento observado en los corderos es diferente:

- Si se emplea un bisturí o cuchillo caliente se observa un caminar anormal y un mayor tiempo en el que el cordero está en pie (Lester et al., 1996).
- Si se cauteriza la herida con calor se observa una vocalización más frecuente (Grant, 2004).
- Utilizando anillos de goma las vocalizaciones son más frecuentes, los periodos de descanso más breves y se observan más posturas anormales (Kent et al., 1998).

Gran parte de estas observaciones se recogen en un estudio de Lester et al., (1996) en el que se observa que, durante los primeros 60 minutos después del corte de cola, los grupos que habían sido sometidos a los anillos de goma exhibieron significativamente más inquietud, además de una marcha anormal. Los corderos sometidos a corte con cuchillo mostraron una distribución similar entre estar de pie y caminar y acostarse durante los 45 minutos posteriores a la caudectomía, aunque los valores fueron mayores si el corte había sido con cuchillo frío en vez de con cuchillo con placa, es decir, cauterizando la herida. Los corderos sometidos al anillo de goma se mantuvieron en pie durante hora y media y 3 horas tras el procedimiento. Además, durante este tiempo mostraron una postura anormal al tumbarse; aun así, no se correspondía con altos valores de cortisol. De hecho, los valores de cortisol fueron más bajos en corderos con anillos de goma que en los sometidos a cuchillo.

Por lo tanto, podríamos resumir:

- Los anillos de goma y el cuchillo caliente generan niveles parecidos de cortisol (Gregory, 2008), mucho menores que los procedimientos quirúrgicos (Mellor y Stafford, 2000).
- El cuchillo frío es el método que causa la mayor secreción de cortisol.
- El efecto cauterizador con calor tras el corte, aparte de poder generar quemaduras de tercer grado, supone la destrucción de nociceptores de la dermis causando una pérdida de sensibilidad temporal (Bonica, 1990), que se traduce en una mitigación del dolor agudo (Lomax et al., 2010).

3.2.4 Tratamientos complementarios

No se puede negar la ausencia de estrés, dolor u otros efectos ya que se obtienen cambios químicos y comportamentales. Es por ello por lo que se aplican tratamientos que mitigan estos efectos.

Se recomienda emplear bupivacaína local subcutánea alrededor de la cola 1-2 minutos antes de la intervención o justo después de poner el anillo de goma, ya que está demostrado que reduce la manifestación de dolor, además de los niveles de cortisol (Graham et al., 1997; Kent et al., 1998). Sin embargo, resulta complicado y requiere mucho tiempo, es por ello, que el anestésico tópico aplicado en aerosol, que contiene lidocaína y bupivacaína (Tri-Solfen®; Bayer Animal Health, Pymble, NSW, Australia) está disponible para los ganaderos en algunos países y parece ser que resulta mucho más práctico, además de más efectivo para disminuir el dolor agudo por el corte de cola (Sutherland et al., 2011; Lomax y Windsor, 2013). La xilazina podría usarse satisfactoriamente como sedante local, pero en muchos países requiere de supervisión veterinaria (Windsor et al., 2016).

Las explicaciones para no usar analgésicos incluyen los costes de los medicamentos, la disponibilidad y las dificultades prácticas asociadas con los intervalos de tiempo, el tamaño de los rebaños y la disponibilidad de los empleados de la granja (French et al., 1994). En la Unión Europea, los medicamentos no solo están sujetos a prescripción veterinaria, sino que además la administración es competencia exclusiva del veterinario. Sin embargo, la Federación Europea de Veterinarios (FEV) está a la espera de la regulación legal que contemple la obligatoriedad de la administración del anestésico por parte del veterinario o en su presencia (Méndez, 2020). Así mismo, apenas existen anestésicos legalmente permitidos en ovino, lo cual implica recurrir a fármacos destinados a otras especies bajo prescripción excepcional por parte del veterinario.

4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La creciente preocupación por el bienestar animal y por encontrar un método de corte de cola seguro, eficaz y rentable hace necesaria más investigación en este campo. Aunque se desconoce el nivel de relevancia de la caudectomía en la salud animal y en el incremento de los índices reproductivos, no podemos obviar que es una práctica que se realiza a nivel mundial de manera rutinaria en las explotaciones ganaderas y que el impacto económico de los diferentes métodos varía de manera considerable.

Con el presente trabajo de fin de grado se pretende analizar los parámetros relacionados con el dolor y con el estrés en el corte de cola en las corderas, para obtener datos acerca de qué método resulta menos agresivo, monitorizar la curación de las heridas y los cambios comportamentales para evaluar las posibles secuelas de los procedimientos y valorar las diferencias observadas. Por lo tanto, se compara la técnica quirúrgica frente a la tradicional, con la aplicación posterior post-caudectomía de un producto anestésico, antiséptico y antiinflamatorio local (Tri-Solfen®, Bayer Animal Health, Gordon, NSW, Australia), con el fin de determinar qué método resulta el menos doloroso. Con los datos obtenidos, se pretende evaluar la eficacia del producto tópico local como alternativa a la anestesia general.

Por lo tanto, los objetivos concretos de este trabajo son:

- Evaluación de la eficacia de la anestesia tópica local con un producto llamado Tri-Solfen®, que contiene anestésicos locales, lidocaína y bupivacaína además de cetrimida y adrenalina, como alternativa a la anestesia general en corderas.
- Evaluación de dos diferentes técnicas: tradicional con cuchillo y quirúrgica con anestesia en la caudectomía de los animales de reposición.
- Comparación de los distintos procedimientos de caudectomía, con o sin anestesia local, mediante el estudio del comportamiento post operatorio aplicando una escala de calificación numérica (NRS) creada por Lomax y Windsor (2008), valorando la hematología, así como los niveles de cortisol y amiloide sérico.
- Estudio de las lesiones derivadas de la caudectomía y seguimiento mediante la inspección visual y la toma de imágenes.

5. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en una granja de 2000 madres de ganado ovino de la provincia de Zaragoza en colaboración con el Servicio Clínico de Rumiantes (SCRUM) de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Para el estudio comparativo, el cual se llevó a cabo bajo la licencia de proyecto PI 37/19 aprobada por el Comisión de Ética Asesora para la Experimentos Animales de la Universidad de Zaragoza, se utilizaron 44 corderas de raza rasa aragonesa de entre 25 y 35 días de edad y un peso de 8 a 10 kilos. Se dividieron aleatoriamente los animales en cuatro lotes o grupos de 11 animales cada uno:

-Grupo A. La caudectomía se realizó mediante el método tradicional con cuchillo y sin ningún tipo de anestesia.

-Grupo B. El corte de la cola se llevó a cabo tras la tranquilización del animal y posterior anestesia general del mismo, mediante procedimiento quirúrgico y con sutura posterior de los labios de la herida.

-Grupo C. El corte de la cola se realizó mediante el procedimiento tradicional con cuchillo, sin ningún tipo de anestesia y tratando de inmediato la herida con un antiséptico y anestésico local (Tri-Solfen®).

-Grupo D. Los animales se sometieron al procedimiento quirúrgico con tranquilización previa a la anestesia general y se suturó la herida tras la aplicación del producto antiséptico y anestésico local antes citado.

En el caso de la cirugía, se utilizó como sedante dexmedetomidina (2,5-5 mg/kg peso vivo vía intravenosa IV), como analgésico buprenorfina (0,01 mg/Kg IV) y como inductor de la anestesia se empleó propofol (1 mg/Kg IV). El corte de cola se realizó entre la octava y séptima o séptima y sexta vertebrae coccígeas (Figura 3) y se suturó posteriormente la piel con puntos simples. Por otro lado, en el sistema tradicional no se proporcionaron fármacos, se procedió a causar hemostasia con los dedos, entre los mismos espacios vertebrales que en el método quirúrgico, y al corte con cuchillo a ese nivel, sin suturar la piel al finalizar. En los grupos C y D se hizo uso del tratamiento local con Tri-Solfen® (Figura 4). En ningún momento se utilizaron antibióticos, ni durante la cirugía ni posteriormente, para no interferir en la evaluación de los resultados.

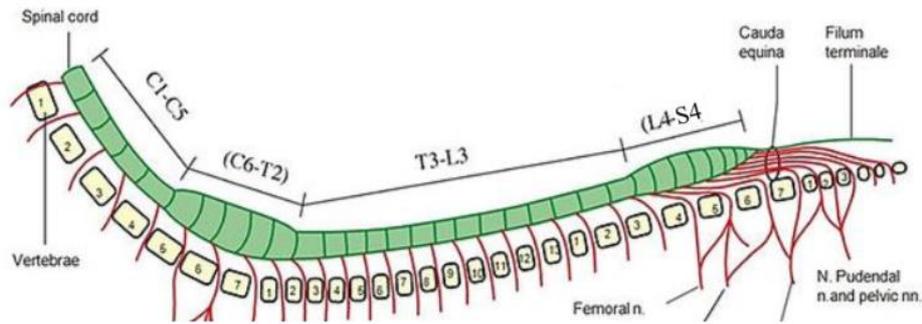


Figura 3. Disposición la médula espinal y vértebras en la especie ovina.



Figura 4. Aplicación de Tri-Solfen® tras la intervención quirúrgica

Las valoraciones que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

- 1 - Evaluación del comportamiento relacionado con el dolor media hora, dos horas y media y 5 horas después de la intervención.
- 2 - Estudio de la hematología a partir de muestras de sangre tomadas antes de realizar la caudectomía y 7 días después.
- 3 - Medición del cortisol y amiloide séricos en el momento previa a la caudectomía y 30 minutos, 5 horas, 48 horas y 7 días después.
- 4 - Toma diaria de fotografías durante 7 días y posteriormente cada 3 días en un plazo de 12 días.

5.1. Comportamiento

El comportamiento relacionado con el dolor se evaluó tras el corte de cola por un experto en la materia, desconocedor del lote al que pertenecía cada cordera. Tras el procedimiento, las corderas fueron liberadas con sus madres y el resto del lote y su comportamiento fue filmado para una evaluación más minuciosa. El experto pudo observar el comportamiento de los corderos al cabo de media hora, dos horas y media y 5 horas después de la caudectomía. Siguiendo una escala de calificación numérica (NRS) asignó a cada cordero un número entre 0-3. Los distintos criterios seguidos aparecen reflejados en la siguiente tabla.

Número	Observaciones
0	No hay comportamiento relacionado con el dolor.
1	Postura, marcha o comportamiento levemente anormales, como cifosis leve sin hiperextensión de las patas traseras, reclinación ventral con patas traseras parcialmente extendidas o rigidez leve de la marcha sin cojera o arrastre de las extremidades posteriores.
2	Postura, marcha o comportamiento moderadamente anormales, como "estatua paralizada" con la cabeza hacia abajo y cifosis prominente, rigidez moderada o ralentización de la marcha o hiperextensión y / o abducción de las extremidades posteriores, reclinación ventral con las patas traseras completamente extendidas.
3	Postura, marcha o comportamiento muy anormales, como agitación marcada con torsiones o retorcimientos, alta frecuencia de cambio postural de estar acostado a arrodillado o de pie, vocalización angustiada, tumbado lateralmente, arrodillado, en posición de perro sentado o con temblores o temblor del labio (curling).

5.2. Hematología

Se tomaron muestras de sangre de todas las corderas 4 días antes del procedimiento y 7 días después. Se sustrajeron 3ml de sangre de la vena yugular con el uso de tubos de vacío (Vacutainer™) con EDTA como anticoagulante. La hematología se realizó con un contador hematológico automático Vet-ABC™ (DIVASA-FARMAVIC S.A, Barcelona, España). Los parámetros medidos fueron: concentración de leucocitos ($10^3 / \text{mm}^3$), eritrocitos ($10^6 / \text{mm}^6$) y

hemoglobina (g /dl), valor hematocrito (%), concentración de plaquetas ($10^3 / \text{mm}^3$), VCM (volumen corpuscular medio; μm^3), HCM (hemoglobina corpuscular media; pg) y CMHC (concentración media de hemoglobina corpuscular; g / dl).

5.3. Cortisol y amiloide séricos

Se tomaron 3 ml de sangre de la vena yugular con tubos de vacío (Vacutainer™) sin anticoagulante para obtener el suero. En el caso del cortisol sérico se tomaron muestras en el momento previo a la caudectomía (C0), 30 minutos (C1), 5 horas (C2) y 48 horas (C3) tras el procedimiento. Para el análisis de SAA se recogieron muestras en el momento previo al procedimiento (S0), 30 minutos (S1), 5 horas (S2), 48 horas (S3) y 7 días después (S3). Para la medición del cortisol sérico se utilizó un ensayo ELISA competitivo (Salivary Cortisol ELISA SLV-2930, DRG Diagnostics®, Marburg, Alemania) y para la medición de SAA se empleó un kit ELISA sándwich en fase sólida (Ensayo PHASE™ de amiloide A en suero, Tridelata Development Ltd., Maynooth, Irlanda).

5.4. Estudio de las lesiones

Durante 7 días consecutivos y, después, cada 3 días hasta en 4 ocasiones, se tomaron fotografías con una cámara Reflex Canon EOS 1000D con objetivo 18-55 mm y se realizó una medición aritmética para valorar la evolución de las heridas producidas por la caudectomía por los diferentes métodos con y sin aplicación posterior de Tri-Solfen®.

5.5. Análisis estadístico

Para el estudio estadístico, se utilizó el programa SPSS STATISTICS 26.0 (2019), software estadístico de la empresa IBM (Armonk, Nueva York, EE. UU.). En todas las pruebas, los valores de $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos. En cuanto a los resultados obtenidos de las variables de tipo cuantitativo, concretamente de recuento de leucocitos y de eritrocitos, se presentaron mediante valores medios, desviación estándar, mediana, índice intercuartílico y media de error estándar. El cortisol y el amiloide sérico se presentaron mediante valores medios y sus desviaciones (error estándar de la media o intervalo de confianza del 95%). Para analizar las variables cualitativas, se aplicaron pruebas no paramétricas como Kaplan-Meyer en las que se mantuvo el mismo nivel de significación ($p < 0,050$).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las cohortes mostraron una diferencia notoria entre los grupos. En la figura 5 podemos apreciar cómo los grupos no sometidos a cirugía con sutura presentan unos valores menores de dolor y una progresión menos acusada (grupos A y C).

Por un lado, en las cohortes de las corderas sometidas a la caudectomía bajo anestesia general (Grupos B y D) los valores de la puntuación de dolor NRS obtenidos en B0 fueron 2,364 para los animales no tratados con Tri-Solfen® y 2,045 para los animales tratados ($p > 0,05$), viéndose una diferencia entre ambos grupos, aunque no significativa. Por otro lado, en las cohortes de las corderas sometidas al corte tradicional sin anestesia general (Grupos A y C), la media de la puntuación de dolor NRS en B0 fue 1,273 para los animales no tratados con Tri-Solfen® y 0,682 para las corderas tratadas ($p=0,013$).

Entre las dos técnicas de caudectomía empleadas se observa una diferencia significativa ($p=0,004$), siendo la técnica tradicional la que menor puntuación de dolor presenta y, concretamente, la técnica tradicional junto con el empleo del producto local es la que obtiene mejores resultados. Al cabo de 2,5 horas (B1), el comportamiento relacionado con el dolor muestra una tendencia descendente en todos los grupos y a igualar sus valores hasta llegar al cabo de 5 horas (B2) en que ningún cordero mostraba ya comportamientos de dolor.

Por lo tanto, apreciamos que media hora después de la intervención el comportamiento natural que expresaban los corderos sometidos a cirugía con anestesia era bastante más anormal que los corderos del grupo tradicional. Las posturas anormales, los andares erráticos, la hiperextensión de las extremidades y demás comportamientos se acentuaron en los grupos B y D, de lo que se desprende que el procedimiento quirúrgico supone un mayor malestar para los animales (Figura 6). Bien es cierto que, a las 5 horas, todas las corderas mostraron un comportamiento muy similar y el dolor, si es que continuaba existiendo, no era apreciable.

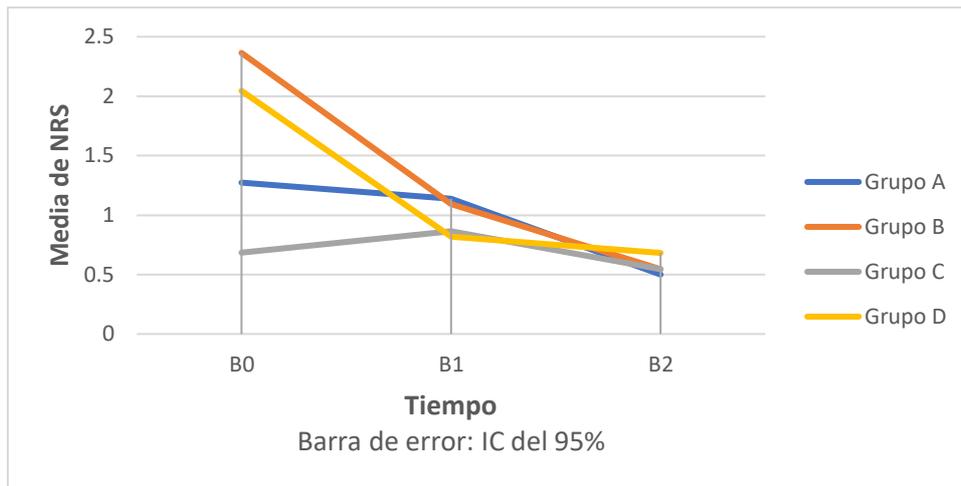


Figura 5. Media de la puntuación de la conducta relacionada con el dolor (NRS) en las cuatro cohortes, inmediatamente (B0), dos horas y media (B1) y 5 h (B2) después del corte de cola (barra de error: IC del 95%).



Figura 6. Postura anormal de una cordera tras la intervención quirúrgica

En cuanto a los resultados hematológicos no revelan una gran diferencia entre ambos métodos. Por un lado, el recuento leucocitario fue similar en los distintos grupos, no encontrándose diferencias significativas ($p = 0,553$) (Tabla 1), a pesar de que el grupo B mostrara un aumento en el segundo muestro (T1) ($p = 0,041$). Aunque no se encontraron diferencias significativas ($p = 0,553$), el número de corderas con leucocitosis en T1 también fue mayor en las cohortes no tratadas con Tri-Solphen®, B y A (B: 5/11, 45,5%; A: 4/11, 36,4%; frente a D: 3/11, 27,3% y C: 2/11, 18,2%).

Por otro lado, el recuento de eritrocitos fue mayor en la primera toma ($p < 0,01,$) previa a la caudectomía (T0) que, en el segundo recuento, 7 días más tarde, (T1) (Tabla 2) en todos los grupos. Además, al comparar la media entre las corderas operadas sin anestesia y las operadas bajo anestesia general, se encontró una diferencia significativa ($p = 0,009$), siendo los valores menores en las corderas sometidas a la caudectomía sin anestesia. Sin embargo, los valores permanecieron en todo momento dentro de los parámetros normales y ningún cordero se vio afectado por anemia.

Tabla 1. Media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico de la concentración de leucocitos en T0 (inmediatamente antes del corte de la cola) y en T1 (7 días tras la intervención) en los grupos sometidos al estudio.

Tiempo	Procedimiento	Trisolphen®	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango intercuartílico
T0	Cirugía	No (Cohorte B)	11	10.273	3.6039	10.100	7.1
		Sí (Cohorte D)	11	8.800	3.1334	8.500	2.8
	Tradicional	No (Cohorte A)	11	9.855	3.7990	9.900	4.8
		Sí (Cohorte C)	11	10.136	5.3584	9.000	1.9
T1	Cirugía	No (Cohorte B)	11	12.345	3.8035	11.900	4.6
		Sí (Cohorte D)	11	10.345	2.2020	10.800	3.4
	Tradicional	No (Cohorte A)	11	10.400	2.9993	9.500	3.9
		Sí (Cohorte C)	11	11.182	8.2531	8.400	2.4

Tabla 2. Media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico de la concentración de eritrocitos en T0 (inmediatamente antes del corte de la cola) y en T1 (7 días tras la intervención) en los grupos sometidos al estudio.

Tiempo	Procedimiento	Tri-Solphen®	N	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango intercuartílico
T0	Cirugía	No (Cohorte B)	11	11.2991	0.81893	11.0400	0.97
		Sí (Cohorte D)	11	10.9918	0.59149	10.7200	0.96
	Tradicional	No (Cohorte A)	11	10.7809	1.30053	10.4300	1.43
		Sí (Cohorte C)	11	10.5136	0.86824	10.3000	1.01
T1	Cirugía	No (Cohorte B)	11	10.3300	0.85028	9.9400	1.52
		Sí (Cohorte D)	11	10.6400	0.79306	10.6200	1.15
	Tradicional	No (Cohorte A)	11	10.1964	1.08706	10.3400	1.84

Los resultados obtenidos en el análisis de cortisol en suero muestran que las concentraciones séricas de los grupos sometidos a cirugía tradicional (Grupos A y C) alcanzan su punto máximo a los 30 minutos después de la intervención (C1) disminuyendo, además, en el grupo tratado con Tri-Solfen®, hasta un valor menor que las corderas sometidas a cirugía a las 5 horas (C2). Sin embargo, las curvas de los grupos B y D se mantienen bastante estables, siendo sus valores incluso un tercio menor que los de las corderas sometidas al corte tradicional en C1, llegando finalmente a las 48 horas (C3) a unos valores similares. Estos resultados los podemos observar en la figura 7 y en ningún momento se apreciaron diferencias significativas.

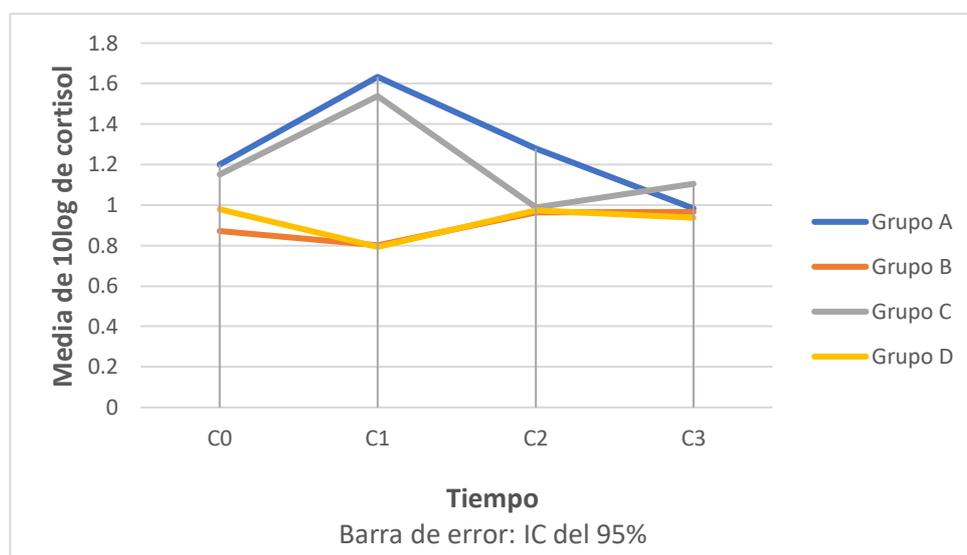


Figura 7. Media de 10log de cortisol en las cuatro cohortes, antes del corte de la cola (C0), y a intervalos de 30 min (C1), 5 h (C2) y 48 h (C3) después de la escisión de la cola.

Los resultados obtenidos tras los análisis de la concentración de amiloide A en suero muestran, por un lado, que los animales sometidos a la anestesia general (Grupos B y D) sufrieron un aumento de las concentraciones de SAA de S0 a S2, es decir, 48 horas tras el procedimiento, donde alcanzan un punto máximo y disminuyen después en S3. El grupo D, es decir, tratado con Tri-Solfen®, presentó niveles de SAA menores que el grupo B, aunque no de carácter significativo.

Paralelamente, los resultados del grupo C muestran unos valores menos fluctuantes donde, además, difieren del grupo A, es decir, del grupo no tratado, en que este último presenta un

pico en S2, 48 horas tras la intervención. Sin embargo, a pesar de que el grupo tratado con Tri-solfen® (C) mostró unos valores de SAA notoriamente más bajos y constantes, los resultados no fueron estadísticamente significativos ($p=0,913$).

Otra diferencia apreciable es que las corderas en S0, es decir, previamente a la caudectomía, parten de unos valores basales mayores en los grupos A y C que en los grupos B y D, como podemos apreciar en la figura 8.

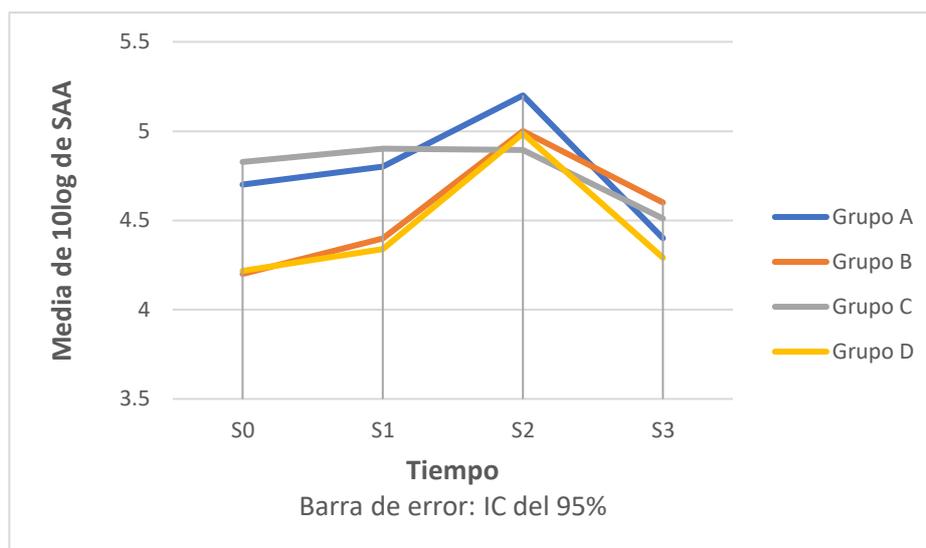


Figura 8. Media de 10 log SAA en las cohortes de los cuatro grupos, antes del corte de la cola (S0), a intervalos de 5 h (S1) y 48 h (S2) y siete días después (S3).

Los resultados obtenidos a raíz de las fotografías tomadas en el periodo analizado (23 días), muestran, por un lado, que el 73% de las corderas sin sutura quirúrgica (Grupos A y C) y el 91% de las corderas sometidas a sutura quirúrgica (Grupos B y D) desarrollaron infección de la herida.

Se obtuvo la media de días en los cuales las corderas no presentaron signos de infección en la herida (A: 7,545, B: 4,273 Grupo, C: 8,727, Grupo D: 3,636) y la mediana, que representa el día en el cual la mitad de las corderas presentaban infección y la otra mitad no (Grupo A: 2 días, Grupo B: 3 días, Grupo C: 4 días, Grupo D: 1 día). Los resultados de carácter significativo se encontraron al comparar el grupo C con el grupo D, donde los valores del grupo C suponen el triple de días sin signos de infección que en el grupo D. Por tanto, los resultados fueron más satisfactorios en los corderos sometidos al corte tradicional, sin anestesia y sin sutura y tratados inmediatamente con Tri-Solfen® (C vs D; $p=0,015$).

Estos resultados nos sugieren que, por un lado, el pico de cortisol, alcanzado a los 30 minutos en el grupo de cirugía tradicional, puede indicar que el cortisol podría ser mayoritariamente un indicador de estrés más que de dolor, ya que las corderas que mayor malestar expresaron fueron las sometidas a cirugía bajo anestesia general. Estos datos concuerdan con otros estudios anteriores donde las concentraciones séricas de cortisol alcanzaron su punto máximo a los 30 minutos después del corte de rabo no quirúrgico y disminuyeron posteriormente (Sutherland et al., 1999; Peers et al., 2002; Clark et al., 2011; Marini et al., 2017). El manejo y la separación del cordero de la madre para realizar el corte de la cola es una fuente importante de estrés para el cordero (Clark et al., 2011; Barrell, 2019). El estrés por el procedimiento está presente en todos los grupos, sin embargo, las corderas sometidas a anestesia podrían presentar valores menores debido a la inconsciencia y relajación inducida por los fármacos, mermando así el estrés. En nuestro estudio, sin embargo, los niveles de cortisol más elevados se dieron en las corderas sometidas a la amputación no quirúrgica y, concretamente, en las corderas en las que no se aplicó el tratamiento local.

Por otro lado, tenemos los resultados obtenidos de las mediciones del SAA que, a pesar de partir de unos niveles basales mayores en los grupos de cirugía tradicional que en los grupos de cirugía bajo anestesia general, muestran una curva con menos pendiente en los grupos de cirugía tradicional. Los investigadores en la última década han demostrado que existe una relación entre el estrés y la respuesta de las proteínas de fase aguda (Murata, 2007). Sin embargo, el grupo C sufrió menor dolor y mostró una concentración de SAA sin cambios a las 48 h posteriores al corte de la cola. El incremento del SAA no solo sirve para valorar el dolor y el estrés que sufre el animal, sino que también podría estar influenciado por otros factores como el daño tisular producido por la operación, la inflamación, la infección de la herida y el traumatismo producido. Esta hipótesis emerge de la ausencia de pico de cortisol en los grupos B y D y de la aun así notoria manifestación de dolor de éstos. Si el SAA fuera un indicador único de estrés, el grupo C debería haber mostrado valores mucho mayores de SAA al ser los animales más conscientes de la operación y del manejo al no estar ni sedados ni anestesiados, lo cual sí que explicaría que los parámetros de cortisol sean mayores en este grupo. Además, vemos que en el grupo A los valores son mayores que en el grupo C, lo cual podría ser consecuencia de la ausencia de Tri-Solfen® y, por tanto, no presentando un anestésico local que merme el dolor y reduzca la inflamación.

El hecho de que los valores de SAA del grupo C sean inferiores hacen suponer que al no experimentar tanta manipulación (ni se anestesian ni se suturan las heridas) e influidos además por el producto empleado, no presenta tanto daño tisular, trauma y la consiguiente

inflamación. Por otro lado, comparando los grupos en los que se hizo uso del Tri-Solfen® (Grupos C y D) con los grupos en los que no se empleó (Grupos A y B) vemos que los resultados obtenidos fueron más satisfactorios al utilizar el producto, alcanzando valores menores de SAA. Con respecto a la evolución de las heridas, en las corderas sometidas a cirugía la curación resultó más lenta, lo cual apoya la idea de que el traumatismo tisular producido supone mayor dolor en comparación con el corte tradicional, en el cual no se incidió en la piel para sutura posteriormente al corte de la cola. Además, se investigó la relación entre la cicatrización de heridas y SSA, y se observó que la infección de la herida también podría haber contribuido a la elevación de SAA 48 horas después de la caudectomía, donde la curva muestra un ascenso más acusado en las corderas sometidas a cirugía. Además, se encontró una correlación negativa bilateral significativa entre los días hasta que se encontró que la herida estaba infectada y la concentración de SAA 48 horas después del corte de la cola, es decir, a medida que disminuyen los días de aparición de infección, aumenta la concentración de SAA. De esta manera, el SAA a las 48 horas podría ser un indicador de una peor curación de la herida.

Un aspecto a tener en cuenta es que casi el 82% de los corderos estudiados presentaron signos de infección de la herida después de cortarles la cola (Figura 9). Es cierto que el uso de antibióticos podría haber prevenido esta alta incidencia de infecciones, sin embargo, el uso habitual e incontrolado de antibióticos tras esta práctica supone un obstáculo más a la lucha contra las resistencias antibióticas. A pesar de que muchos corderos desarrollaran infección, sin el uso de antibióticos las heridas remitieron y en el grupo sometido a corte tradicional la curación fue más rápida que en las corderas sometidas a cirugía. El empleo de Tri-Solfen® podría actuar de manera eficaz tras una práctica traumática disminuyendo el dolor al actuar directamente sobre las fibras nerviosas y los tejidos traumatizados durante la intervención (Lomax et al., 2010).

La idea de emplear un anestésico tópico para mitigar el dolor en las corderas tras un procedimiento traumático proviene de estudios anteriores (Lomax y Windsor, 2008; Paull et al., 2009; Lomax et al., 2010; Lomax et al., 2013) en los que se demostró una reducción significativa del dolor mediante el empleo de un anestesiómetro von Frey, capaz de evaluar la sensibilidad en la herida y en la piel. En un estudio de Paull et al., (2009) se vio que el suministro de un antiinflamatorio no esteroideo vía sanguínea no tenía el mismo efecto que si se aplicaba directamente sobre la herida. Se sugirió que la restricción del suministro de sangre al área inmediatamente después de la colocación del anillo de goma pudiese limitar las concentraciones de AINE que llegaban al sitio principal de inflamación (Paull et al., 2009).

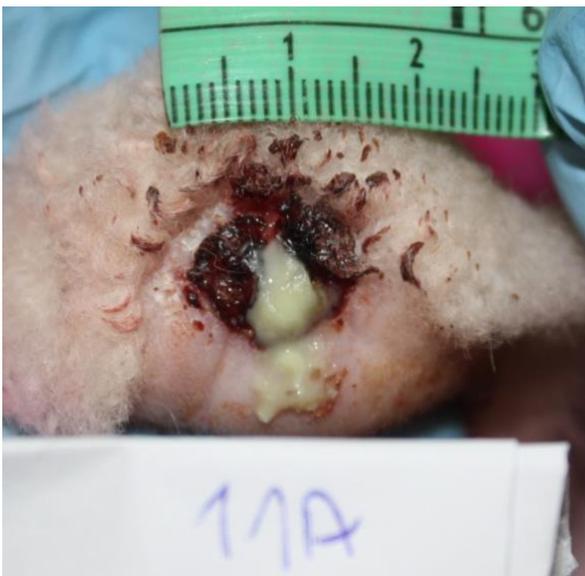


Figura 9. Evolución de las heridas de las corderas 11 A (sometida al procedimiento quirúrgico) y 19 R (sometida a corte tradicional) del día 11/09/2019 en la parte superior al día 23/09/2019 en la parte inferior.

Bien es sabido que la caudectomía es una práctica dolorosa para el animal (Mellor y Murray, 1989; Molony et al., 1993; Lester et al., 1996; Molony y Kent ,1997; Kent et al., 1998; Sutherland y Tucker, 2011), donde, además, se sitúa al procedimiento de anillo de goma como la técnica más dolorosa a largo plazo (Molony et al., 1993; Kent et al., 1998). Los resultados obtenidos en nuestro estudio revelan que el corte de cola por el método quirúrgico bajo

anestesia general, además de suponer mayor inversión de tiempo por cordero, de dinero y de requerir la presencia del veterinario, constituye un procedimiento más doloroso y con mayor probabilidad de infección de la herida causada. Además, la doble manipulación del animal, primero al ser sujetados para llevar a cabo la preanestesia y, posteriormente, la anestesia y después para cortar y suturar la herida, supone una fuente de estrés.

Los datos obtenidos nos sugieren que la anestesia tópica local puede ser una alternativa a la anestesia general, ya que el grupo sometido a cirugía tradicional, en el cual no se realizaron suturas y se trataron las heridas con Tri-Solfen®, la concentración de SAA no cambió en las 48 horas posteriores al procedimiento, las heridas tardaron más en mostrar signos de infección y el comportamiento de dolor fue el que menos marcado. Por lo tanto, comparando esos valores, vemos que en los animales tratados con Tri-Solfen® presentan menor sensibilidad, mostrando así un umbral del dolor mayor. Resultados semejantes se registraron en un estudio sobre castración en terneros. Lomax et al., 2013, comprobaron que los animales castrados y tratados con Tri-Solfen® mostraban menor sensibilidad que los terneros castrados no tratados.

El empleo de un producto antiinflamatorio, antiséptico y anestésico local podría reducir significativamente la inflamación e infección de la zona, ayudando a una temprana curación y reduciendo el dolor en los animales tratados inmediatamente tras el proceso de corte de cola (Lomax y Windsor, 2008; Paull et al., 2009; Lomax et al., 2010; Lomax et al., 2013), al actuar directamente sobre el tejido nervioso para provocar un bloqueo reversible de la conducción de las señales responsables de la sensación de dolor (Lomax et al., 2010), sin realizar quemaduras de tercer grado como causaría el empleo de un bisturí eléctrico o la caudectomía con cuchillo caliente.

7. CONCLUSIONES

1. El comportamiento mostrado por las corderas sometidos al corte de cola por cirugía y bajo anestesia general reveló a la comparación del comportamiento mayores signos de dolor y malestar que el corte tradicional.
2. El empleo de un producto antiinflamatorio, antiséptico y anestésico local ayuda a mitigar el dolor producido por la caudectomía si se utiliza inmediatamente tras el procedimiento, al actuar directamente sobre las fibras nerviosas y los tejidos traumatizados.
3. La anestesia tópica local proporcionada por el Tri-Solfen® en un procedimiento de caudectomía tradicional puede ser una alternativa a la anestesia general.
4. El 82% de las corderas del estudio presentaron infección de la herida tras el procedimiento de caudectomía. La incidencia fue superior en las heridas presentadas por las corderas sometidas al método quirúrgico.

8. CONCLUSIONS

1. The behavior shown by the lambs subjected to tail docking by surgery and under general anesthesia revealed to the comparison of the behavior greater signs of pain and discomfort than the traditional docking.
2. The use of an anti-inflammatory, antiseptic and local anesthetic product helps to mitigate the pain produced by caudectomy if used immediately after the procedure, by acting directly on the nerve fibers and traumatized tissues.
3. The local topical anesthetic provided by Tri-Solfen® in a traditional caudectomy procedure can be an alternative to general anesthesia.
4. 82% of the lambs in the study had wound infection after the caudectomy procedure. The incidence was higher in the wounds presented by the lambs submitted to the surgical method.

9. VALORACIÓN PERSONAL

Personalmente, este trabajo me ha aportado conocimientos, por un lado, sobre un tema con el que no estaba muy familiarizada como es el corte de cola y, por otro lado, me ha ayudado a trabajar con artículos científicos, con la estadística, tan infravalorada en esta carrera. He adquirido también conocimientos sobre la revisión bibliográfica y sobre la estructuración y redacción de trabajos formales, poco exigido en estos cinco cursos.

Este trabajo supone mi último paso en la universidad, que supone el cierre de esta maravillosa etapa, pero el trabajo comenzó hace un año, cuando me dieron la oportunidad de participar en este proyecto. He tenido la suerte de aprender de todas las personas que han participado y han ayudado con en las tomas de muestras, los procesamientos, los análisis y todas las pruebas que se han llevado a cabo.

Quiero aprovechar para dar las gracias a Delia, Juanjo y Luis Miguel, porque ellos fueron los que apostaron por mí para formar parte de su equipo en el SCRUM y brindándome esa oportunidad han conseguido iluminar mi camino y descubrirme el apasionante mundo de los rumiantes, en el cual espero poder seguir creciendo como profesional y como persona. Gracias por vuestra paciencia, vuestros consejos y vuestras ganas de enseñarnos y de que aprendamos, habéis sido más importante de lo que creéis.

Por último, quería agradecerles a mis compañeros su apoyo e implicación cuando he requerido su ayuda y, en especial, a Ángel, por su entusiasmo y por no dudar en venir a Cubel conmigo.

10. BIBLIOGRAFÍA

Anon, 1943. Recent advances in the prevention and treatment of blowfly strike in sheep. Council of Scientific and Industrial Research. Commonwealth of Australia, Melbourne Australia
VICcited by Lloyd et al., 2016.

Barrell, G.K., 2019. An Appraisal of Methods for Measuring Welfare of Grazing Ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*. 6:289.

Bonica, J., 1990. The management of pain: the Future. Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania. pp. 73–92.

Broughan, J.M., Wall, R., 2006. Control of sheep blowfly strike using fly-traps. *Veterinary Parasitology*. 135, 57–63.

Clark, C., Mendl, M., Jamieson, J., Arnone, A., Waterman-Pearson, A., Murrell, J., 2011. Do psychological and physiological stressors alter the acute pain response to castration and tail docking in lambs? *Veterinary Anesthesia and Analgesia* 38(2), 134-45.

Coderre, T.J., Xanthos, D.N., Francis, L., Gary, J.B., 2004. Chronic post-ischemia pain (CPIP): a novel animal model of complex regional pain syndrome-type-1 (CRPS-1; reflex sympathetic dystrophy) produced by prolonged hindpaw ischemia and reperfusion in the rat. *Pain* 112, 94–105.

Dwyer, C.M. 2004. How has the risk predation shaped the behavioural responses of sheep to fear and distress? *Animal Welfare* 13: 269–281.

Eckersall, P.D., 2008. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. In Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (eds): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th eds. Elsevier Academic Press, California. 117-155.

Farkas, R., Hall, M.J.R., Kelemen, F., 1997. Wound myiasis of sheep in Hungary *Veterinary Parasitology* 69, 133–144.

Fisher, N.W., Gregory, N.G., 2007. Reconciling the differences between the length at which lambs' tails are commonly docked and animal welfare recommendations. *Proc. New Zealand Society of Animal Production* 67, 32–38.

French, N.P., Morgan, K.L., 1992. Neuromas in docked lambs' tails. *Research in Veterinary Science* 52, 389–390.

French, N.P., Wall, R., Morgan, K.L., 1994. Lamb tail docking: a controlled field study of the effects of tail amputation on health and productivity. *Veterinary Record* 134, 463–467.

French, N.P., Parkin, T.D., Morgan, K.L., 1996. A case control study of blowfly strike in lambs. *Veterinary Record* 139, 384–388.

Graham, M.J., Kent, J.E., Molony, V., 1997. Effects of four analgesic treatments on the behavioural and cortisol responses of 3-week-old lambs to tail docking. *Veterinary Journal* 153, 87–97.

Grant, C. 2004. Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87: 255–273.

Gregory, N.G., 2008. *Physiology and behaviour of animal suffering*. Blackwell Publishing, Victoria, Australia. pp. 144.

Guesgen, M.J., Beausoleil, N.J., Minot, E.O., Stewart, M., Jones, G. and Stafford, K.J. 2011. The effects of age and sex on pain sensitivity in young lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 135, 51–56.

Heath, A.C.G., Bishop, D.M., Tenquist, J.D., 1987. The effects of artificially- induced fly-strike on food intake and liveweight gain in sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 35, 50–52.

Kent, J.E., Molony, V., Graham, M.J., 1998. Comparison of methods for the reduction of acute pain produced by rubber ring castration or tail docking of week-old lambs. *Veterinary Journal* 155, 39–51.

Lester, S.J., Mellor, D.J., Ward, R. N., Holmes, R.J., 1991. Cortisol responses of young lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 39, 134-8.

Lester, S.J., Mellor, D.J., Ward, R.N., Holmes, R.J., 1996. Behavioural and cortisol responses of lambs to castration and tailing using different methods. *New Zealand Veterinary Journal* 44, 45–54.

Lihou, K., Wall, R., 2019. Sheep blowfly strike: the cost of control in relation to risk. *Animal* 7, 1–6.

Lloyd, J., Kessell, A., Barchia, I., Schröder, J., Rutley, D., 2016. Docked tail length is a risk factor for bacterial arthritis in lambs. *Small Ruminant Research* 144, 17–22.

Lomax, S., Sheil, M., Windsor, P.A., 2008. Impact of topical anaesthesia on pain alleviation and wound healing in lambs after mulesing. *Australian Veterinary Journal*. 86, 159–168.

Lomax, S., Dickson, H., Sheil, M., Windsor, P.A., 2010. Topical anaesthesia alleviates short-term pain of castration and tail docking in lambs. *Australian Veterinary Journal* 88, 67–74.

Lomax, S., Sheil, M., Windsor, P.A., 2013. Duration of action of a topical anaesthetic formulation for pain management of mulesing in sheep. *Australian Veterinary Journal* 91, 160–167.

Manteca, X., Temple, D., Mainau, E., Llonch, P., 2017. Evaluación del dolor en el ganado ovino. *Farm Animal Welfare Education Centre (FAWEC). Pain assessment in sheep.*

Farm Animal Welfare Education Center (FAWEC). Disponible el 20/08/2020 en URL: <https://www.fawec.org/es/fichas-tecnicas/49-ganado-ovino/237-evaluacion-dolor-ovino>

Marai, I.F.M., Bahgat, L.B., 2003. Fat-tailed sheep traits as affected by docking. *Tropical Animal Health Production* 35, 351–363.

Marini, D., Colditz, I.G., Hinch, G., Petherick, J.C., Lee, C., 2017. Self-administration by consumption of flunixin in feed alleviates the pain and inflammation associated with castration and tail docking of lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 188, 26–33.

Mellor, D.J. and Murray, L. 1989. Effects of tail docking and castration on behaviour and plasma cortisol concentrations in young lambs. *Research in Veterinary Science* 46(3). 387-91.

Mellor, D.J., Stafford, K.J., 2000. Acute castration and/or tailing distress and its alleviation in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 48, 33–43.

Méndez, P., 2020. Piden regular que la anestesia en animales solo sea aplicada por veterinarios. *Diario Veterinario*. Disponible el 07/09/2020 en URL: <https://www.diarioveterinario.com/t/2076708/piden-regular-anestesia-animales-solo-sea-aplicada-veterinarios>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2016. Ovino y caprino. Disponible el 08/07/2020 en URL: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/ovino-caprino/default.aspx>

Molony, V., Kent, J.E., Robertson, I.S., 1993. Behavioural responses of lambs of three ages in the first three hours after three methods of castration and tail docking. *Research in Veterinary Science* 55, 236–245.

Molony, V., Kent, J.E., 1997. Assessment of acute pain in farm animals using behavioural and physiological measurements. *Journal Animal Science* 75, 266–272.

Molony, V., Kent, J.E., McKendrick, I.J., 2002. Validation of a method for assessment of an acute pain in lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 76, 215-238.

Morris, D.G., Kuchel, T.R., Maddocks, S., 1994. Stress responses in lambs to different tail docking methods. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 20: 202–205.

Orihuela, A., Fierros-García, A., Hallal-Calleros, C., Robles-Castro, S.R., Ungerfeld, R., 2019. Vaginal biota number is smaller in tailed than docked hair ewes (*Ovis aries*), but is not affected by copulation. *Small Ruminant Res.* 51, 993–995.

Orihuela, A., Ungerfeld, R., Fierros-García, A., Pedernera, M., Aguirre, V., 2018. Rams prefer tailed than docked ewes as sexual partners. *Reproduction in Domestic Animal* 53, 1473–1477.

Pang, W.Y., Earley, B., Sweeney, T., Crowe, M.A., 2006. Effect of carprofen administration during banding or burdizzo castration of bulls on plasma cortisol, in vitro interferon-gamma production, acute phase proteins, feed intake and growth. *Journal of Animal Science* 84, 351–359.

Paull, D.R., Lee, C., Colditz, I.G., Atkinson, S.J., Fisher, A.D., 2009. 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. *Australian Veterinary Journal*. 85, 98–106.

Peers, A.D., Mellor, D.J., Wintour, E.M., Dodic, M., 2002. Blood pressure, heart rate, hormonal and other acute responses to rubber-ring castration and tail docking of lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 50, 56–62.

Petersen, H.H., Nielsen, J.P. and Heegaard, P.M.H., 2004. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Veterinary Research* 35, 163-187.

Primary Industries Standing Committee (PISC), 2006. Model code of practice for the welfare of animals: the sheep. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria. pp. 11.

Reeve, I., Thompson, L., 2005. Integrated parasite management in sheep project: benchmark survey. *Australian Wool Innovation* 83–100.

Snoep, J.J., Sol, J., Sampimon, O.C., Roeters, N., Elbers, A.R.W., Scholten, H.W., Borgsteede, F.H.M., 2002. Myiasis in sheep in the Netherlands. *Veterinary Parasitology* 357–363.

Small, A.H., Marini, D., le Floch, M., Paull, D., Lee, C., 2018. A pen study evaluation of buccal meloxicam and topical anaesthetic at improving welfare of lambs undergoing surgical mulesing and hot knife tail docking. *Research in Veterinary Science* 118, 270-277.

Sutherland, M., Mellor, D., Stafford, K.J., Gregory, N.G., Bruce, R.A., Ward, R.N., Todd, S.E., 1999. 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. *Australian Veterinary Journal* 77, 738–741.

Sutherland, M.A. and Tucker, C. 2011. The long and short of it: a review of tail docking in farm animals. *Applied Animal Behaviour Science* 135: 179–191.

Ting, S.T., Earley, B., Veissier, I., Gupta, S., Crowe, M.A., 2005. Effects of age of Holstein- Friesian calves on plasma cortisol, acute phase proteins, immunological function, scrotal measurements and growth in response to Burdizzo castration. *Animal Science* 80, 377–386.

USDA, 2003. Part III: Lambing Practices, Spring 2001. USDA:APHIS:VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, Colorado.

Wall, R., 2012. Ovine cutaneous myiasis: effects on production and control. *Veterinary Parasitology* 189, 44–51.

Webb-Ware, J.K., Vizard, A. and Lean, G.R., 2000. Effects of tail amputation and treatment with and albendazole controlled-release capsule on the health and productivity of prime lambs. *Australian Veterinary Journal* 78, 838–842.

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, 193–199.

Wood, S.L., Beyer, B.K., Cappon, G.D., 2003. Species comparison of post- natal CNS development: functional measures. *Birth Defects Res. B* 68, 391–407.

You, Q., Karrow, N., Cao, H. et al., 2008. Variation in the ovine cortisol response to systemic bacterial endotoxin challenge is predominantly determined by signalling within the hypothalamic pituitary adrenal axis. *Toxicology Applied Pharmacology* 230, 1–8.