



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo”.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

LUIS IGNACIO HERRERA HERNANDEZ

Asesor: M.C. Paolo Cesar Cano Suárez

Co-asesora: Dra. Angélica María Terrazas García

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: **Tesis**

Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo

Que presenta el pasante: **Luis Ignacio Herrera Hernández**

Con número de cuenta: **310270881** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de noviembre de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Muñoz Muñoz	
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	
SECRETARIO	M. en C. Paolo Cesar Cano Suárez	
1er. SUPLENTE	Dra. Norhan Cortés Fernández de Arcipreste	
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Vanessa Alfaro Carbajal	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: **Tesis**

Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo

Que presenta el pasante: **Luis Ignacio Herrera Hernández**

Con número de cuenta: **310270881** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de noviembre de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Muñoz Muñoz	
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	
SECRETARIO	M. en C. Paolo Cesar Cano Suárez	
1er. SUPLENTE	Dra. Norhan Cortés Fernández de Arcipreste	
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Vanessa Alfaro Carbajal	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: **Tesis**

Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo

Que presenta el pasante: **Luis Ignacio Herrera Hernández**

Con número de cuenta: **310270881** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de noviembre de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Muñoz Muñoz	_____
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	_____
SECRETARIO	M. en C. Paolo Cesar Cano Suárez	_____
1er. SUPLENTE	Dra. Norhan Cortés Fernández de Arcipreste	_____
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Vanessa Alfaro Carbajal	_____

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: **Tesis**

Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo

Que presenta el pasante: **Luis Ignacio Herrera Hernández**

Con número de cuenta: **310270881** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de noviembre de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Muñoz Muñoz	_____
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	_____
SECRETARIO	M. en C. Paolo Cesar Cano Suárez	_____
1er. SUPLENTE	Dra. Norhan Cortés Fernández de Arcipreste	
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Vanessa Alfaro Carbajal	_____

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: Tesis

Evaluación del dolor utilizando la escala Grimace y las constantes fisiológicas, en corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y burdizzo

Que presenta el pasante: Luis Ignacio Herrera Hernández

Con número de cuenta: 310270881 para obtener el Título de: Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de noviembre de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Jorge Muñoz Muñoz	
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	
SECRETARIO	M. en C. Paolo Cesar Cano Suárez	
1er. SUPLENTE	Dra. Norhan Cortés Fernández de Arcipreste	
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Vanessa Alfaro Carbajal	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

DEDICATORIA

Rocky “El Perro”, porque a raíz de tu llegada decidí aventurarme en esta hermosa profesión, eres el empujoncito que llegó cuando más lo necesité y del que aprendo día con día. Eres el mejor y quisiera fueras eterno. Ahora tú y Junior “El Crío” son mis viejitos que estarán en mi corazón para siempre y serán un motivo para ser mejor y realizar siempre un buen desempeño profesional.

Mis padres: Ignacio Herrera Olivares y Esperanza Hernandez Pérez quienes me aconsejaron desde pequeño, me inculcaron valores, desearon que su hijo tuviera una carrera y estamos a nada de lograrlo. Dicen que eso hacen los papás, pero la manera en que me procuraron y llenaron de buenas experiencias es de otro mundo y solo se explica con una palabra “Amor”. Siempre agradecí me apoyaran en toooooooooodas y cada una de las locuras que se me ocurrían, desde las más pequeñas como “tunear mi bicicleta” hasta el irme a otro estado a trabajar o ir a hablar con los papás de mi novia porque casi casi “me la robaba”.

Mis hermanas mayores: Adriana y Yuridia, consentidoras y amigas, muy buenas consejeras y siempre echándome la mano, y sobretodo, soportando lo llevado que soy con ellas. Mi hermana menor Alondra, que me permitió ser su “adulto responsable” y que es una buena mascota y será la mejor psicóloga del mundo mundial.

No puede faltar la mujer “que me robé”, Actualmente mi prometida, Stephany Serrano. Te amo, gracias por ser mi compañera de aventuras y el amor de mi vida. Tenemos una vida por delante, las cosas se van acomodando poco a poco y nuestra historia será mejor aún. Nuestra bendición llamada “Aventuras de Animales” seguirá despegando y a pesar que tú y yo estamos locos. Seremos una pareja de enamorados cuando seamos viejecitos.

Mis asesores, no tendría vida para agradecer su tiempo, sus consejos, comprensión y el apoyo en mi vida académica y personal. Se convirtieron en un ejemplo y de ahí el deseo de desempeñarme de una manera profesional y ética. Dando importancia a mi profesión, pero sin dejar de lado los valores y la familia.

Padrino Fernando, Madrina Queta y el gatito Siamés llamado Peluchín que me regalaron cuando iba en preescolar y tuvimos que dar en adopción porque “Luisillo” era alérgico. De mis primeros acercamientos a los animales y a la responsabilidad que implica tenerlos en un hogar.

Para los Herrera y los Bautista. Familia muy numerosa y buena, de alguna u otra manera siempre a la orden, unos a la distancia, otros se adelantaron en el camino pero hasta el cielo mi agradecimiento.

Sra. Rocío, Sra. Martha, Don Beto y familia, viejo Don Jorge, vecinos y amigos de “La colonia de los Artistas, Prados Ecatepec” que si bien parecían espías pagados por mi mamá, estaban dispuestos a ayudar y siempre a echar la mano en lo que se necesitara. A esas personas que me conocieron siendo un bebé o un niño y ahora dicen que sienten bonito que ya soy el doctor.

Sam’s Club Ecatepec Centro, porque ser Socio Sam’s Club bien lo vale.

Médico Ángel y “mis amigos señores”: Don Lipe, Don Cruz, Don Lupe, tenerlos me ayudó a adquirir madurez, los años no pasan en vano y si bien, nadie escarmienta en cabeza ajena, sus vivencias y experiencias me enseñaron a vivir un día a la vez, aprender de todos y sortear lo que venga como venga.

Los docentes que me dieron cátedra durante mi vida académica, sumados a los distintos médicos veterinarios que me emplearon y apoyaron durante mi formación: Alejandra Santana, Joel Rodríguez, Patricia Mejía, Octavio González. De todos obtuve lo mejor y aprendí demasiado. El creer en mí y permitirme desenvolverme en sus clínicas, permitiendo que desde 4to semestre adquiriera experiencia; y justo hablando de experiencia, gracias al Doc Canales Díaz que me enseñó que “La experiencia es una serie de pendejadas no repetitivas”. Demasiada sabiduría en una sola frase.

En cada vet había celebridades y personas que se convirtieron en amigos, lo malo de chapulinear en varios empleos es que son un buen de amigos por mencionar, y faltarían los de la universidad, la prepa, el sams, secundaria, primaria, kínder y muchos más. Tengo la fortuna y el orgullo de tener grandes amigos de pocos y de muchos años, que si bien no enlisto porque se corre el riesgo de que este documento sea más agradecimientos que tesis, “Los quiero mucho” y en verdad amigos, gracias por acompañarme en las buenas, las malas y las peores.

Claustro de Ovinos y Caprinos, servicios sociales, voluntarios del módulo de caprinos que apoyaron en la realización de este trabajo, que también es suyo.

Irónicamente una persona sin nombre me introdujo al equipo de caprinos, donde se ideó y logró este trabajo y casualmente donde conocí al amor de mi vida. También gracias a ti.

Clientes, pacientes, familia, amigos para todos ellos que me dieron su confianza cuando ni yo creía en mí. MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

1.-Resumen.....	1
2.-Introducción.....	2
2.1.- La Especie Ovina.....	2
2.2.- Ovinocultura En El Mundo.....	4
2.3.- Ovinocultura En México.....	6
2.4.- Descole.....	8
2.4.1.-Consideraciones Anatómicas.....	11
2.4.2.- Consideraciones Zootécnicas.....	12
2.4.3.-Técnicas De Descole.....	14
2.5.- Escala Grimace.....	21
2.6.- Dolor.....	28
2.6.1.- Transducción.....	29
2.6.2.- Transmisión.....	31
2.6.3.-Modulación.....	33
2.6.4.- Percepción.....	34
3.- Objetivos.....	36
4.- Hipótesis.....	36
5.- Material Y Métodos.....	36
5.1- Individuos Y Lugar De Estudio.....	36
5.2.-Proceso Experimental.....	37
5.3.- Análisis Estadístico.....	39
6.- Resultados.....	40
6.1- Constantes fisiológicas.....	40
6.2.- Diferencia de peso corporal.....	42
6.3.- Escala Grimace de dolor FESC.....	43

6.4.- Escala Grimace de dolor.....	44
7.-Discusión.....	46
8.-Conclusión.....	51
9.-Bibliografía.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Origen y dispersión de las especies en Medio Oriente.....	2
Figura 2.- Domesticación de los pequeños rumiantes en el Medio Oriente.....	3
Figura 3.- Expansión de los ovinos domésticos desde su origen.....	4
Figura 4.- Comportamiento mundial de la población ovina.....	5
Figura 5.- Países con mayor cantidad de cabezas ovinas.....	6
Figura 6.- Comportamiento del inventario ovino en los últimos años.....	7
Figura 7.- Distribución nacional de la producción ovina.....	7
Figura 8.- Palpación y selección de la zona de corte.....	12
Figura 9.- Vértebras coccígeas del ovino.....	12
Figura 10.- Sujeción del cordero.....	13
Figura 11.- Descolador eléctrico.....	14
Figura 12.- Uso del descolador eléctrico.....	15
Figura 13.- Descole con cuchillo afilado.....	16
Figura 14.- Pinza de Burdizzo.....	16
Figura 15.- Descole con Pinza de Burdizzo.....	17
Figura 16.- Extensor de anillos de goma o “Elastrador”.....	18
Figura 17.- Esquema de la zona de incisión para descole de ovinos adultos.....	20
Figura 18.- Escala Grimace del ratón.....	23
Figura 19.- Escala Grimace de la oveja (Häger et al., 2017).....	24
Figura 20.- Escala Grimace de la oveja (McLennan et al, 2016).....	25
Figura 21.- Cordero con etiquetas de calibración para evaluación de dolor.....	26
Figura 22.- Localización de marcadores faciales en imágenes de corderos.....	27
Figura 23.- Vías del dolor.....	29
Figura 24.- Neurotransmisores implicados en la nocicepción.....	31
Figura 25.- Vías ascendentes del dolor.....	32
Figura 26.- Láminas superficiales del asta dorsal y su relación con las fibras nociceptivas.....	33
Figura 27.- Cambios fisiológicos asociados a la presencia de dolor.....	35

Figura 28.- Descole con anillo de goma.....	37
Figura 29.- Descole con pinza de Burdizzo	38
Figura 30.- Cordero grupo control	38
Figura 31.- Toma de constantes y registro	39
Figura 32.- Promedio de Frecuencia cardiaca (media \pm e.e.).....	40
Figura 33.- Promedio de Frecuencia Respiratoria (media \pm e.e.).....	41
Figura 34.- Promedio de temperatura corporal (media \pm e.e.)	42
Figura 35.- Promedio de peso corporal (media \pm e.e.)	42
Figura 36.- Escala Grimace del cordero (imagen propia)	43
Figura 37.- Promedio de puntuación en la Escala Grimace del Cordero.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución continental de las ovejas (tomado de FAO, 2018)	5
Tabla 2 Tiempo de hemostasia de acuerdo a la edad del cordero (tomado de (Chávez, 1988).....	17

1.-RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue medir la respuesta conductual y fisiológica al dolor relacionado a la caudectomía mediante los métodos de anillo de goma y Burdizzo, midiendo la variación en la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, peso y la puntuación en la escala Grimace. El trabajo se realizó en el módulo de ovinos del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, U.N.A.M, localizado a 19° 41' 15" N, 99° 11' 45" O y 2,252 msnm, utilizando 27 corderos raza Columbia con una edad promedio de 9 días de edad, repartidos en tres grupos experimentales (n=9): Control, Anillo y Burdizzo. Los registros se realizaron en siete etapas: 24 horas y 1.5 horas previas al descole, hora cero (durante el descole) y 1.5, 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo. En cada etapa se filmó la región facial del cordero y se tomaron las siguientes constantes fisiológicas: temperatura rectal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, así como el peso. De los videos se obtuvieron tres capturas representativas de cada etapa, mismas que tres observadores puntuaron de acuerdo a la escala facial establecida por McLennan et al., (2016). Los datos obtenidos de la escala Grimace se compararon usando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, mientras que la frecuencia respiratoria, cardíaca y temperatura rectal y el peso se compararon con una prueba de ANOVA, usando Systat 13.0.

Respecto a la escala Grimace, se encontró un efecto significativo debido al método de descole utilizado en los corderos en la medición a cero horas ($P \leq 0.0001$). Encontrando mayores valores en los corderos del grupo "Burdizzo" (valores que disminuyeron de manera significativa hasta la medición 24 horas posteriores al descole), seguido del grupo "Anillo" (cuyos valores disminuyeron 1.5 horas después del descole), en los corderos del grupo control no se encontraron variaciones en la escala facial a lo largo de las siete mediciones. El promedio de la frecuencia cardíaca de los tres tratamientos se vio afectado de manera significativa ($P \leq 0.001$) solo en la medición de cero horas, al momento del descole se encontraron mayores valores en el grupo control, seguido del grupo Burdizzo y el grupo anillo. Los promedios de la frecuencia respiratoria registrados en los tres grupos experimentales solo fueron afectados de manera significativa ($P \leq 0.001$) durante el procedimiento de descole, con valores más elevados en el grupo "Burdizzo", seguido del grupo "Anillo" y del grupo control; la temperatura corporal y el peso no mostraron afectación significativa en ninguna etapa.

Se concluye que la respuesta fisiológica observada en corderos descolados con anillo de goma y Burdizzo, sirve para identificar la presencia de dolor y el grado del mismo, tras una caudectomía, ya que los corderos no sometidos a caudectomía, muestran menores cambios fisiológicos, y al medir la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y evaluar la escala Grimace, es fácil discernir entre un cordero con dolor y sin él.

2.- INTRODUCCIÓN

2.1.- LA ESPECIE OVINA

Las ovejas se clasifican como pertenecientes al orden Artiodactyla, sub-orden Ruminantia familia Bovidae, subfamilia Caprinae y al género *Ovis*. El número de cromosomas de la oveja domestica (*Ovis aries*) es 54 (Aitken, 2007).

Investigaciones basadas en los cambios morfológicos de los ovinos a lo largo de la historia (cambios en el tamaño corporal total, cornamenta, etc.), ubican la domesticación ovina hace aproximadamente 9000 u 11000 años en el Medio Oriente (figura 1), en la zona donde actualmente se ubican países como Egipto, Israel, Cisjordania, Siria, Irak, el sudeste de Turquía y el sudoeste de Irán (Zeder, 2008), desde donde se fueron extendiendo a todo el mundo.

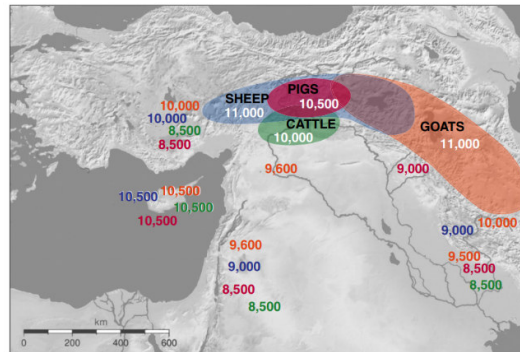


Figura 1 Origen y dispersión de las especies en Medio Oriente, (tomado de Zeder, 2008)

Para lograr la domesticación de los ovinos, su comportamiento social fue clave, ya que su instinto natural de unirse en rebaños y seguir a un líder al trasladarse, permitió que el hombre controlara a esta especie de una manera relativamente fácil (Mendoza *et al.*, 2010) También se favoreció cazando animales adultos (con o sin sus crías) para su consumo, en algunas ocasiones manteniendo a las crías como reserva de alimento, lo que le permitió conocer más sobre la especie, pudiendo mantener a estos animales dentro del grupo humano hasta su edad adulta (figura 2). Esta fase de cautiverio se prolongó hasta que su reproducción se dio dentro del

ámbito humano (Manzanilla *et al.*, 2014), brindando al humano fibras, pieles, carne, leche, grasa, excreta y fuerza de trabajo persiste hasta nuestros días (De Lucas, 2000).

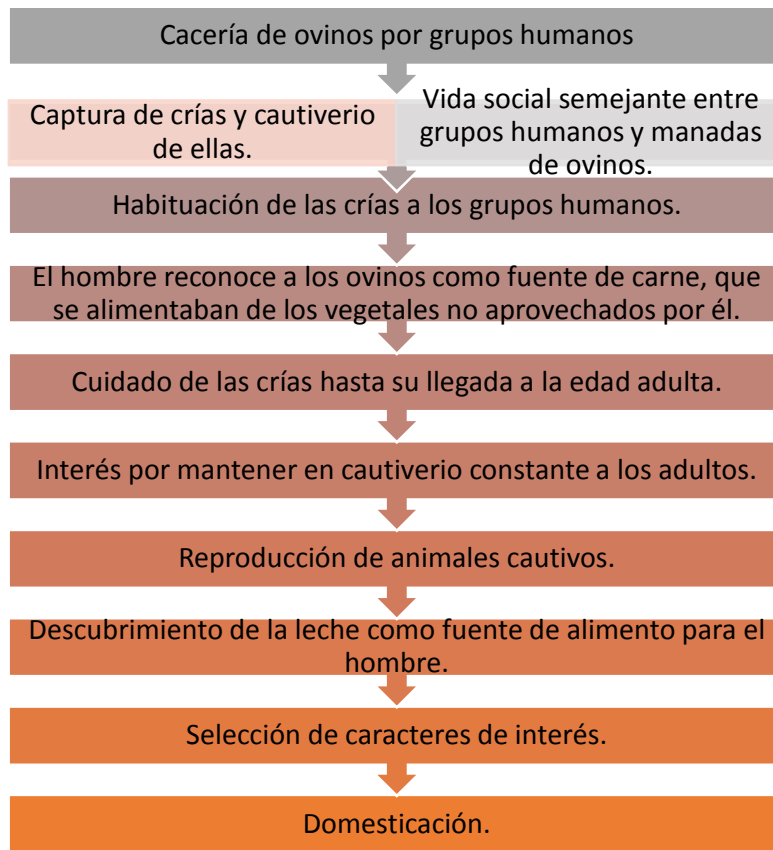


Figura 2 Domesticación de los pequeños rumiantes en el Medio Oriente, modificado de (adaptado de Manzanilla *et al.*, 2014).

La difusión de los ovinos en las diversas regiones del mundo se dio gracias a los movimientos migratorios, en un inicio, las poblaciones humanas avanzaron a lo largo de Europa siguiendo el trayecto del río Danubio y a través de las costas del mar Mediterráneo; tiempo después llegaron a Asia y al Sur de África (figura 3). El Norte de África se pobló de ovinos con una expansión propia por la costa mediterránea de África, desde donde saltaron al sur de la Península Ibérica (Delgado *et al.*, 2010).

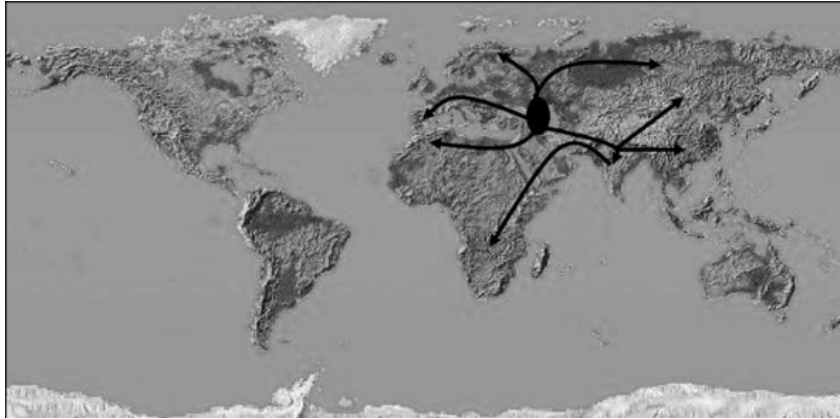


Figura 3 Expansión de los ovinos domésticos desde su origen (tomado de Delgado *et al.*, 2010)

Los ovinos domésticos no existían en el Continente Americano y los primeros ejemplares introducidos tienen su origen en las razas europeas que llegaron poco después de los viajes de conquista y colonización a principios del siglo XVI, siendo pocos ejemplares los que dieron origen a múltiples razas primero en las Islas del Caribe y después en el continente. Durante el período colonial llegaron a México ovinos de tipo lanar: Merino, Churras y Lachas, los cuales se multiplicaron por la abundancia de forraje en los agostaderos vírgenes y la ausencia de enfermedades que pudieran diezmarlos (López Morales, 2004). Posteriormente, a lo largo del periodo colonial que corrió de 1521 a 1821, las oleadas de ovinos españoles que llegaron fueron creando un mosaico genético conocido como borrego criollo que se difundió ampliamente en gran parte de la Nueva España (Martínez Rojero, 2016).

2.2.- OVINOCULTURA EN EL MUNDO

La oveja doméstica es una especie muy extendida en el mundo, que ha desarrollado en una multitud de razas, adaptadas para servir a diferentes propósitos en diversos entornos. Actualmente se crían con diversos objetivos (carne, lana, leche, pieles), en una amplia gama de sistemas de producción en todo el mundo, lo que refleja las condiciones ambientales y el contexto socioeconómico prevaletentes (Partida de la Peña *et al.*, 2013).

La población mundial de ovinos (figura 4) al año 2017 era de 1,202,430,935 cabezas, distribuidas en los 5 continentes poblados, mostrando una tendencia positiva en los últimos años (FAO, 2018).



Figura 4 Comportamiento mundial de la población ovina (tomado de FAO, 2018)

Asia figura como el continente con mayor cantidad de ovinos, seguida de África y Europa; América constituye el continente con menor cantidad de cabezas (tabla 1). Dentro de los países con mayor cantidad de ovinos figuran China, Australia, India, Nigeria y Sudán (figura 5).

	NÚMERO TOTAL DE CABEZAS
■ OCEANIA	99685963
■ EUROPA	132168743
■ ASIA	508038793
■ AMÉRICA	81307871
■ ÁFRICA	381229566

Tabla 1 Distribución continental de las ovejas (tomado de FAO, 2018)

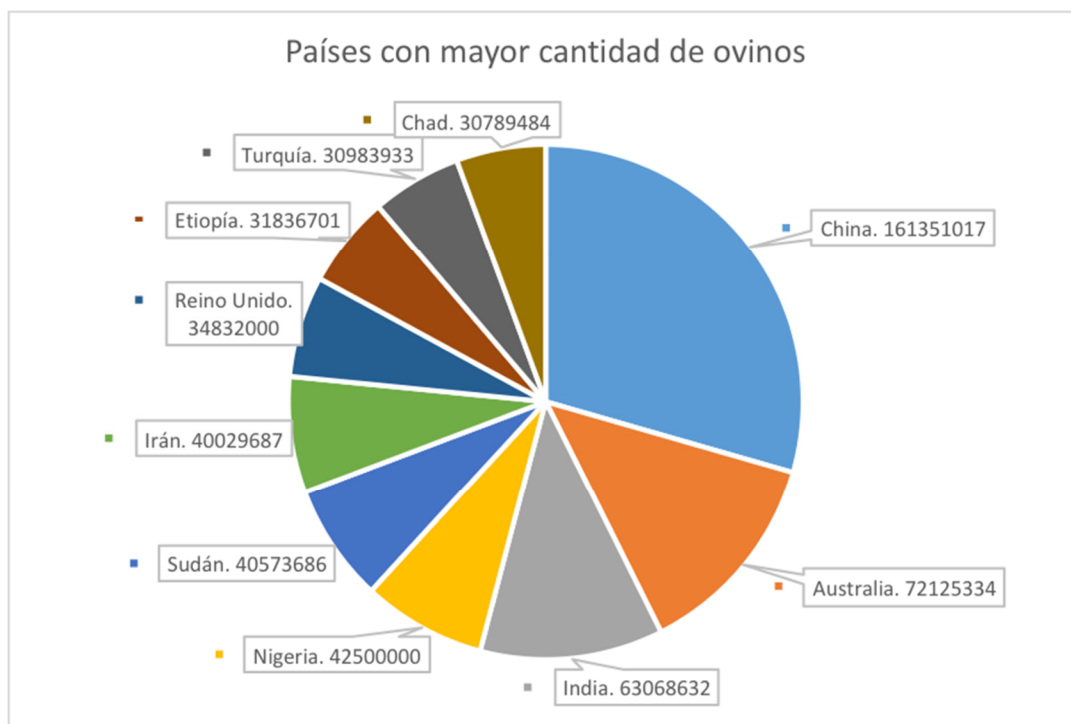


Figura 5 Países con mayor cantidad de cabezas ovinas (tomado de FAO, 2018)

2.3.- OVINOCULTURA EN MÉXICO

En México, la ovinocultura se desarrolla en diferentes regiones y está condicionada por la disponibilidad de recursos y el mercado, por lo que la dimensión de la explotación está determinada por las condiciones socioeconómicas, el acceso a tierra, la disponibilidad de insumos y la tecnología utilizada (Vázquez-Martínez *et al.*, 2018). Lo anterior se traduce a distintos sistemas de producción, que difieren por su modalidad (estabulación, semiestabulación y pastoreo), por su grado de intensidad (intensivo, semiintensivo, extensivo) y por el nivel tecnológico que tienen (tecnificado, semitecnificado y tradicional) (Partida de la Peña *et al.*, 2017).

Entre el 2001 y 2017 la producción en el sector ovino creció 70 por ciento (figura 6), pasando de 36 mil a más de 61 mil toneladas de carne, con un inventario actual de casi nueve millones de cabezas; destacando a nivel nacional el estado de México e Hidalgo, ya que son los estados que cuentan con mayor cantidad de ovinos (figura 7) (SAGARPA, 2018).

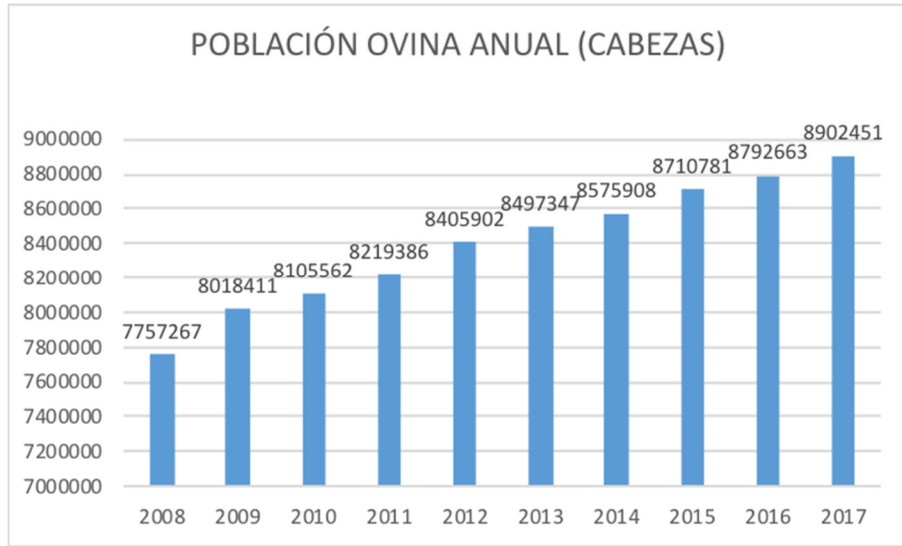


Figura 6.- Comportamiento del inventario ovino en los últimos años (modificado de FAO, 2018)



Figura 7 Distribución nacional de la producción ovina (modificado de FAO, 2018)

2.4.- DESCOLE

El incremento en la demanda de productos provenientes de la especie ovina exige un manejo eficiente de la producción, dentro de las pautas de manejo de los rebaños una práctica frecuente es el descole, realizado regularmente en ovejas en países occidentales, a excepción de los países europeos (Fubini, 2005). Los fines de esta actividad se orientan, principalmente, a la mejora de la higiene y salud de los animales, al tiempo que suele tener un sentido estético (Rodríguez, 2016).

No todas las ovejas requieren descolarse, las razas de pelo, por ejemplo, no tienen colas largas y lanudas, por lo que generalmente no es necesario cortar sus colas. Los corderos de las razas de cola corta del norte de Europa tampoco requieren acoplamiento. Las ovejas de cola gorda no suelen ser descoladas (Schoenian, 2019). Algunos corderos vendidos en mercados específicos no requieren ser descolados, y en algunas razas (por ejemplo, karakul), la cola debe dejarse de largo, porque la grasa en la base de la cola se considera una mercancía preciada (Pugh, 2012).

Algunos productores de corderos de lana no descolan a sus corderos o solo descolan a las hembras. Si los corderos se venden a una edad temprana o si se pueden mantener limpios los cuartos traseros, es posible dejar sus colas sin afectar la salud y la higiene (Schoenian, 2019). La mayoría de los criadores de ovejas aceptan que el descole se realice solo después de una cuidadosa consideración del costo-beneficio para los animales, dueños y consumidores, aunque existen otros productores que llevan a cabo estos procedimientos como parte de una tradición establecida y pueden no reconocer la necesidad de justificarlos (Aitken, 2007).

El descole, generalmente se realiza al mismo tiempo que la castración (FAWC, 2008). El corte de cola o “descole” consiste en la eliminación parcial de la cola de los corderos, dejando un remanente del rabo, el corte se realiza entre dos vértebras, si la operación se hace adecuadamente el sangrado es mínimo, el punto de corte adecuado es a una pulgada del cuerpo

que corresponde a las dos primeras vértebras caudales (en machos se pueden dejar 3 vértebras) (Rabanales *et al.*, 2011). La cola debe dejarse lo suficiente larga para cubrir el ano y se puede extender hasta la parte dorsal de la vulva en las hembras (Pugh, 2012). Se debe cuidar lo anterior ya que la longitud de la cola cortada tiene consecuencias de por vida para el bienestar de los animales, ya que si se realiza de forma incorrecta (en su mayoría, demasiado corta), predispone al cordero a sufrir prolapso rectal (Miesner *et al.*, 2009) y, más adelante en la vida, al carcinoma de células escamosas de la región perineal (Swan *et al.*, 1984). Al realizar la técnica de una manera no aséptica puede haber otras consecuencias patológicas como infecciones de la medula espinal, abscesos, lesiones epidurales, artritis bacteriana y tétanos (Rodríguez A., 2016, Pereira *et al.*, 2013, Lloyd *et al.*, 2016).

En la mayoría de los ambientes en los que se mantienen corderos, las colas largas pueden ensuciarse con heces sueltas o diarrea (como resultado de dietas ricas en cereales, pastos exuberantes o parásitos internos), lo que provoca el ataque con mosca o la infestación de la lana con gusanos, además, la presencia de colas largas en las hembras parece deprimir el rendimiento reproductivo normal (Pugh, 2012). Si bien, el descole suele realizarse a todo el corderaje, se recomienda priorizar a las hembras seleccionadas como vientres de reemplazo y en los machos seleccionados como reproductores (Fernández, 2009).

La eficiencia reproductiva suele reducirse en animales con colas largas, ya que la acumulación de heces puede ocasionar atracción de moscas y puede predisponer a infecciones, la cola larga es más propensa a tener adherencias extrañas, que pueden golpear la glándula mamaria o los testículos cuando el animal está en movimiento, adicional a que puede dificultar la cópula (Fubini, 2017). Por el contrario, hembras descoladas tienen menores dificultades al momento de la monta, existe mayor facilidad al parto y permite una mejor visualización de la región del perineo por parte del médico, en el postparto, se mantiene limpia la zona vaginal permitiendo observar la existencia de retención placentaria. (Fernández, 2009).

En corderos de exhibición en América del norte, es común dejar las colas muy cortas para optimizar la apariencia de los cuartos traseros, fundamentalmente en razas de biotipo carnívero (Fubini, 2017)

En el aspecto productivo, el descole aumenta el valor comercial de los corderos, por la apariencia sucia de los animales con rabo y por el peso de más que se paga por los lotes de corderos comprados en pie (Rabanales *et al.*, 2011), además de proporcionar canales más equilibradas para el mercado de la carne (Fubini, 2005).

Se recomienda que el descole sea realizado lo más temprano posible entre las 24 horas después del nacimiento del cordero (luego que se establezca el vínculo madre-hijo) y las 8 semanas de vida del mismo (INIA, 2016), idealmente durante el primer mes de vida, ya que en esta etapa la sensación sensitiva del cordero es mínima, siendo menor el dolor y el estrés ocasionado, dado que el tejido es menos sensible, lo que resulta en una escasa o nula hemorragia y una mejor cicatrización (Fernández, 2009).

Se debe evitar realizar el descole en corderos con menos de 24 horas de vida, ya que el estrés asociado con la extracción de la cola puede disminuir la absorción de los anticuerpos del calostro, dando como resultado las enfermedades asociadas con el fracaso o el fracaso parcial de la transferencia pasiva (FAWC, 2008; Pugh, 2012).

Se recomienda utilizar como referencia o base, la edad promedio de los corderos del rebaño, autores recomiendan que el descole se realice en las primeras dos semanas de vida del cordero en general, por lo tanto, los corderos deben tener de 2 a 3 días a 2 semanas de edad en el momento del descole. Posterior a los 15 días de nacido, un descole puede ocasionar hemorragias y retrasar el crecimiento de los corderos debido al estrés que puede ocasionar (Fubini, 2005; Rabanales *et al.*, 2011; Pugh, 2012).

En ocasiones se debe descolar una oveja madura, pasada por alto durante su etapa juvenil, en esa situación el manejo de dolor y la hemostasia tendrán mayor importancia. Rara vez un

descole requiere anestesia, con la obvia excepción de animales adultos. Si se va a utilizar anestesia, bastará un sedante o una epidural y un bloqueo del anillo. En ovejas mayores de seis meses se requiere anestesia. El cordero neonatal responde tanto o posiblemente más a la inyección de un anestésico local como a la extirpación quirúrgica de la cola sin anestesia. (Fubini, 2005; Pugh, 2012).

En el descole, la cola se puede aplastar, cortar, cauterizar o eliminar usando una combinación de estos métodos. El descole se puede realizar por una variedad de medios, que incluyen un hierro en caliente, un emasculador, una abrazadera Burdizzo, una banda de goma elástica o un cuchillo afilado (Fubini, 2017) Cuatro métodos principales se utilizan actualmente en el Reino Unido: Elastración (anillo de goma); remoción quirúrgica; hierro de acoplamiento caliente; y extracción quirúrgica más pinza, en la que parte de la cola se corta después de aplicar una pinza a la cola (FAWC, 2008).

Todos estos métodos producen cambios de comportamiento y fisiológicos que se han interpretado como indicativos de un dolor agudo considerable y que requieren métodos para su reducción o alivio para mejorar el bienestar de los corderos.

2.4.1.-Consideraciones anatómicas:

La cantidad de vértebras que quedan en un cordero descolado se puede determinar con la siguiente la secuencia, en donde la palpación de la zona es primordial (Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013) (figura 8):

- Sacro
- Articulación sacro-coccígea.
- Primera vértebra coccígea.
- Primera articulación vertebral inter-coccígea (primera articulación palpable libre)
- Segunda vértebra coccígea.

- Segunda articulación vertebral inter-coccígea (segunda articulación palpable libre)
- Tercera vértebra coccígea.

Dos articulaciones vertebrales coccígeas palpables significarán la existencia de tres vértebras coccígeas en una cola, si el descole ocurre según lo recomendado (figura 9) (Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013).



Figura 8 Palpación y selección de la zona de corte (tomado de INIA, 2016)

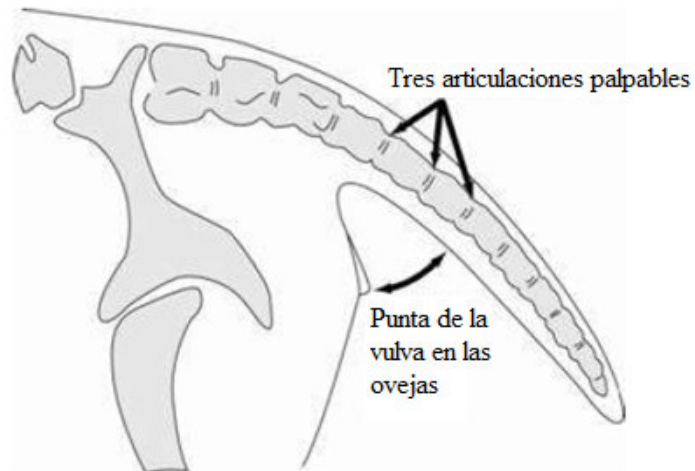


Figura 9 Vértebras coccígeas del ovino (tomado de Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013)

2.4.2.- Consideraciones zootécnicas

El descole se debe planificar teniendo en cuenta la edad de los corderos, el clima, el personal, disponibilidad e instalaciones, incluyendo el uso de patios temporales o permanentes.

1. Los corderos deben separarse de sus madres por el menor tiempo posible.
2. Como acción principal, se deben limpiar las colas de suciedad y heces.
3. Las buenas prácticas de higiene deben practicarse en relación con las instalaciones, personal, manejo e instrumental, desinfectantes y su cambio frecuente.
4. Los operadores deben adoptar estrategias apropiadas para minimizar el riesgo y el impacto de infecciones, como por *Erysipelothrix rhusiopathiae* y *Clostridium tetani*, a través de vacunación de corderos y / o sus madres.
5. El cordero debe ser restringido manualmente (figura 10) mientras el médico determina el punto exacto de la extracción de la cola, en caso de contar con una base para cordero, deberá sujetarse de manera idónea.

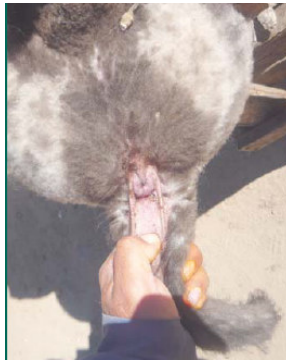


Figura 10.- Delimitación de la zona de descole (tomado de INIA, 2016)

6. Al concluir con el descole, se debe cuidar que, al liberar al cordero, aterrice con sus miembros para evitar el contacto de la herida con el suelo.
7. Al finalizar el procedimiento, se recomienda que los corderos vuelvan a la pastura o a un corral limpio y seco, junto a sus madres.

8. Las ovejas deben ser inspeccionadas regularmente y con una perturbación mínima para detectar signos de posoperatorio, ya que pueden existir complicaciones y se debe actuar contra las mismas
9. Las ovejas deben manejarse para optimizar la producción de leche para maximizar la disponibilidad de proteínas para el cordero para ayudar a la curación de heridas. (Pugh, 2012; INIA, 2016; Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013).

2.4.3.-Técnicas de descole

1. DESCOLADOR ELÉCTRICO

Este método consiste en cortar la cola mediante cauterización utilizando un dispositivo de metal cincelado y calentado diseñado para tal fin (figura 11) (FAWC, 2008).



Figura 11.- Descolador eléctrico (tomado de <http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>)

El dispositivo eléctrico corta y cauteriza la cola simultáneamente y es probablemente el método más humano para descolar (figura 12), una ventaja es que puede ser utilizado en corderos mayores (Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013).



Figura 12.- Uso del descolador eléctrico (tomado de Fubini, 2017).

Si se usan unidades de cauterio y se quema la lana, algunas ovejas pueden rechazar los corderos. El descolador debe utilizarse con precaución para evitar quemar la vulva, el ano o la piel perineal (Pugh, 2012), una situación que debe considerarse es la disponibilidad de energía eléctrica en el alojamiento de los animales, que es primordial para realizar este método (Chavez, 1988).

2. CUCHILLO

Método que consiste en cortar la cola utilizando un cuchillo afilado. Una persona sujeta al cordero por sus extremidades dejando libre la zona de la cola, la otra persona sostiene la misma con una mano y ubica el lugar donde se realizará el corte, desinfecta la zona, recoge la piel hacia la base de la cola y se hace el corte con un bisturí limpio y desinfectado en el espacio intervertebral entre la 2da y 3ra vertebra coccígea desinfectando posteriormente la zona tratada (figura 13). El cuchillo debe desinfectarse entre el descole de un animal y otro, de ser posible, deberá quedar sumergido en una solución (Fernández, 2009)



Figura 13.- Descole con cuchillo afilado (INIA, 2016).

3. EMASCULADOR/ BURDIZZO

Tiene el mismo procedimiento del método de bisturí, con la diferencia de que se utiliza un instrumento especial que produce aguillotinamiento en el sitio de corte (figura 14; Fernández , 2009)



Figura 14.- Pinza de Burdizzo (tomado de <http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>)

Un emasculador tiene un mecanismo de corte y trituración. El mecanismo de trituración sella los vasos sanguíneos en la cola que queda en el cordero, mientras que el borde de corte elimina efectivamente la cola. Una pinza de Burdizzo es similar a un emasculador, excepto que no tiene un mecanismo de corte, por lo que se debe usar un cuchillo para cortar la cola. Si bien, ambos instrumentos deben dejarse en la cola al menos 30 segundos para ayudar a prevenir el sangrado (Schoenian, 2019) (figura 15); Chavez (1988) reporta una tabla con los tiempos para una asegurar una hemostasia adecuada, considerando la edad del cordero (tabla 2).

Tabla 2 Tiempo de hemostasia de acuerdo a la edad del cordero (tomado de (Chávez, 1988)

Edad	Tiempo
1 a 2 semanas	3-5 minutos
3 a 4 semanas	8-10 minutos
4 a 8 semanas	10-15 minutos



Figura 15.-Descole con Pinza de Burdizzo (tomado de <http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>)

Se puede utilizar combinado con la aplicación de anillos de goma y también con la extracción quirúrgica después del aguillotamiento (FAWC, 2008).

Las principales ventajas son que, debido a que la piel permanece intacta, hay menos posibilidades de infección, es más rápida y algunos la consideran más fácil de realizar que el método quirúrgico. El aguillotamiento exitoso implicará la obstrucción del suministro de sangre y la destrucción de las vías nerviosas aferentes y eferentes de los tejidos implicados, lo que garantizará que los tejidos se vuelvan insensibles de inmediato y causen atrofia del tejido (Aitken, 2007).

Las principales desventajas son que la ruptura de los vasos sanguíneos triturados puede conducir a hematomas, además puede producir un estallido de dolor intenso a medida que se aplica, que debe ser de corta duración, pero puede ir seguido de un dolor considerable en los tejidos dañados proximales a la línea del aplastamiento (Aitken, 2007).

4. ELASTRADOR O EXTENSOR DE ANILLO DE GOMA

El método más fácil y común de descole es aplicar un anillo de goma (o banda) a la cola con un elastrador o extensor de anillo (figura 16). Las bandas son un “método sin sangre”, ya que restringe el suministro de sangre a la cola, lo que provoca que la cola se atrofie y se caiga en varias semanas, algunos productores optan por cortar la cola antes de que se caiga. Se sabe que es un procedimiento doloroso, pero el dolor es generalmente de corta duración si se realiza de manera adecuada ya que el grado de dolor puede tener que ver con la colocación de la banda, ya que si se coloca “en” y no “entre” las vértebras, suele ser más doloroso y tener una recuperación más lenta (Schoenian, 2019)

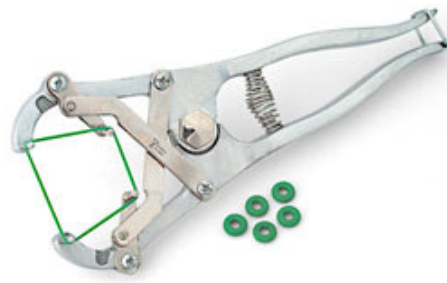


Figura 16.- Extensor de anillos de goma o “Elastrador” (tomado de <http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>)

Al utilizar anillos de goma, es muy importante que los corderos estén protegidos contra el tétanos, ya que el anillo de goma crea un ambiente anaeróbico (sin oxígeno) que es favorable para el organismo del tétanos. Si la madre del cordero no fue vacunada o se desconoce su estado de vacunación, se puede administrar antitoxina contra el tétanos en el momento del descole. La antitoxina proporciona inmunidad inmediata a corto plazo mientras que el toxoide tetánico dura más, toma de 10 días a 2 semanas para provocar cualquier respuesta inmune.

Las desventajas son que los corderos experimentan dolor agudo durante hasta 2 horas seguido de inflamación crónica, sepsis y más dolor hasta que las partes afectadas se caen y se produce la curación (Hempstead *et al.*, 2017).

En general es un método fácil, rápido y confiable, sin embargo, el dolor agudo y estrés ocasionado, puede evitar que los animales ingieran cantidades protectoras de calostro (Australian Animal Welfare Standards and Guidelines, 2013), lo que se traduce en una afección negativa a la salud y el bienestar animal, ya que un evento estresante implica un compromiso inmunológico, pérdida de temperatura corporal, debilidad e incluso la muerte (Sáez Gutiérrez, 2002; Freitas de Melo & Ungerfeld, 2016).

QUIRÚRGICO

Animales adultos que no fueron descolados pueden requerir que se corte la cola como consecuencia de un trauma, bajo esta circunstancia está indicada la amputación quirúrgica, un procedimiento exigente para los médicos veterinarios (Fubini, 2005).

Para el corte de la cola de las ovejas, se puede utilizar un bloqueo de anillo local o epidural justo proximal al sitio de descole, aunque dependiendo la severidad de la lesión, también puede optarse por una anestesia epidural (Lin & Walz, 2014).

Se recomienda que los adultos estén sedados para permitir reducir el estrés de manejo; una combinación de butorfanol 0,05 mg / kg, xilacina 0,1 mg / kg y ketamina 0,2 mg / kg iv es una combinación segura y confiable para proporcionar una sedación intensa en ovejas y cabras. La sedación sumada a una técnica epidural caudal y una dosis de 40 mg de lidocaína es suficiente para la mayoría de las ovejas adultas (Fubini, 2017).

Una técnica epidural caudal es eficaz para proporcionar anestesia temporal total a la cola. La inyección del anestésico local se realiza en la fosa existente entre la última vértebra sacra y la primera vertebra coccígea. El mover la cola del animal hacia arriba y abajo permite verificar la articulación e iniciar el procedimiento: Previa asepsia de la zona, la aguja calibre 22 o 20 se inserta en el espacio intervertebral, en la línea media dorsal y se dirige perpendicularmente a la superficie de la piel, Una vez se penetra la piel, coloque una gota de solución anestésica local

en el centro de la aguja (técnica de caída colgante). La aguja debe entonces avanzar lentamente hasta que la solución anestésica es atraída hacia el espacio epidural por presión negativa. La jeringa se puede unir entonces a la aguja, y la solución anestésica se inyecta lentamente sin resistencia (Guerrero García, 2017).

El sitio de descole se selecciona en función de la lesión y/o trauma que afecte al individuo; tras la preparación quirúrgica de la zona, la cola distal se envuelve para permitir su manejo durante el procedimiento. El uso de un torniquete proximal al lugar del corte permite controlar la hemorragia al realizar las incisiones: Las incisiones en forma de “v” invertidas se hacen distales al espacio intervertebral deseado en cada aspecto lateral de la cola, creando aletas en forma de v dorsal y ventralmente (figura 17). Los tejidos blandos se inciden circunferencialmente hasta que solo quedan las vértebras coccígeas y las uniones de los ligamentos, se utiliza una hoja de bisturí como sonda para identificar el espacio intervertebral y desarticular la porción distal de la cola, las aletas de la piel se juntan sobre la vértebra expuesta, la síntesis se completa con material de sutura no absorbible 0 a 2-0, en un patrón de sutura interrumpida o en “u” horizontal simple, sutura que se retirará 10-14 días posteriores (Fubini, 2017).

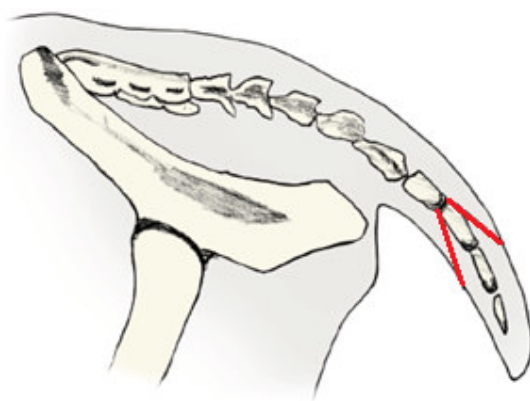


Figura 17.- Esquema de la zona de incisión para descole de ovinos adultos (tomado de Fubini, 2017)

2.5.- ESCALA GRIMACE

La investigación biomédica utiliza a menudo animales (grandes y pequeños) para evaluar la existencia y gravedad de dolor, utilizando principalmente hojas de puntuación específicas para el estudio en cuestión, todas ellas basadas en investigaciones clínicas de la fisiología y el comportamiento natural del animal (Häger *et al.*, 2017)

Darwin observó y estipuló que los animales son capaces de mostrar emociones mediante expresiones faciales, siendo estas innatas o adaptativas; la evaluación del dolor mediante el análisis de las expresiones faciales de los animales recientemente ha tomado importancia en la investigación (Ekman, 2009).

La implementación de escalas basadas en expresiones faciales se realizó por la necesidad existente de identificar el dolor y la analgesia en poblaciones donde la comunicación es limitada o inexistente: ejemplo de ello es la inhabilidad de los animales para reportar síntomas al médico veterinario, en el caso de la especie humana, personas con incapacidad de expresarse de manera verbal, niños o adultos con déficit cognitivo presentan la misma dificultad (Holden *et al.*, 2014) Por las repercusiones que tiene el dolor en los animales, es preciso estudiarlo, utilizando signos clínicos (apariciencia, vocalizaciones y comportamiento), consumo de agua, alimento, peso y relacionar los cambios con la intensidad del estímulo doloroso (Keating *et al.*, 2012).

Los cambios posturales o del movimiento, las variables fisiológicas, el llanto y la expresión facial pueden servir como herramienta para la identificación del dolor. En la especie humana se creó la primera escala basada en unidades de acción facial para la identificación de emociones (Langford *et al.*, 2010)

Una vez iniciado este estudio, se volvió común en animales no humanos, viéndose beneficiada la practica veterinaria al establecerse escalas en diversos animales de granja y de experimentación (Langford *et al.*, 2010; Sotocinal *et al.*, 2011; Keating *et al.*, 2012; Dalla Costa *et al.*, 2014; Holden *et al.*, 2014; Andersen *et al.*, 2015; Di Giminiani *et al.*, 2016; Häger *et al.*, 2017).

Las escalas Grimace cobran importancia dentro de la investigación al presentar mayores ventajas sobre otros métodos de identificación de dolor en animales (Dalla Costa *et al.*, 2014; Holden *et al.*, 2014), esas ventajas se enlistan a continuación:

1. Las escalas Grimace consumen poco tiempo al observador para realizarse.

2. Los observadores son fáciles de entrenar y el proceso es rápido.
3. La escala Grimace se concentra en la cara para puntuar el dolor.
4. Se pueden utilizar para un gran rango de condiciones y/o manejos, evaluando el dolor de nulo a moderado.
5. Brindan seguridad al observador, principalmente cuando se utilizan grandes especies, ya que permiten que el observador se mantenga alejado y evitan que deba sujetar o manejar al animal con dolor, exponiéndose a alguna lesión.
6. Permite una aproximación al dolor en cualquier situación clínica, al obtener imágenes faciales para compararlas antes y después de la administración de analgesia y asumir si la administración del fármaco reduce la intensidad de dolor

Como desventaja, se tiene que la presencia y/o cercanía del observador al momento de tomar las imágenes faciales puede afectar los resultados obtenidos, también el ángulo de la fotografía puede limitar el uso de las escalas (Häger *et al.*, 2017); además existe un sesgo individual que puede llevar a puntuaciones inconsistentes (Lu *et al.*, 2017). Sin embargo, el uso de escalas de expresión facial es considerado un indicador sensitivo de procedimientos agresivos, que bien puede incorporarse y combinarse con el comportamiento y los parámetros fisiológicos para identificar y manejar el dolor de una manera integral (Holden *et al.*, 2014).

El desarrollo en animales de sistemas de codificación de comportamiento basado en expresiones faciales con la finalidad de detectar signos de dolor inició en el año 2010, año en que se creó la escala Grimace del ratón de laboratorio (figura 18), en la cual se utilizó un estímulo doloroso (administración intraperitoneal de ácido acético al 0.9% lo que ocasionó en los ratones constricción abdominal), y se identificó mediante fotografía digital los cambios en los rasgos faciales en respuesta al estímulo doloroso (Langford *et al.*, 2010).

Una vez identificados los rasgos faciales (órbita ocular, posición de la nariz, región macetera, posición de las orejas, posición de los bigotes), se utilizaron tres calificaciones (0=no presenta dolor, 1=dolor moderado, 2=dolor severo). Para brindar sensibilidad y utilidad a la escala creada se implementó la misma en experimentos posteriores, en donde se utilizaba analgesia (Acetaminofén/morfina) (Langford *et al.*, 2010).


	Dolor No Presente	Dolor Moderado	Dolor Severo
Ajuste orbital			
Posición de la nariz			
Región macetera			
Posición de las orejas			
Posición de los bigotes			

Figura 18.- Escala Grimace del ratón (tomado de Langford et al, 2010)

La escala Grimace del ratón sirvió como base para la creación de otras escalas en donde el principio era el mismo y solo se realizaban cambios adecuando el estímulo doloroso y los rasgos faciales a la especie.

En la especie ovina se han realizado estudios referentes a dolor y a escalas Grimace: Häger *et al.*, (2017) evaluaron el dolor y la angustia post operatoria en ovinos de laboratorio y estableció la escala Grimace de la oveja (figura 19).

Las imágenes de ovejas no sometidas al procedimiento doloroso (osteotomía tibial unilateral) se analizaron para clasificar el estado de "dolor no presente" y se clasificaron como 0 (Los animales estiraron las orejas y las cabezas, presentaron los ojos muy abiertos y la boca cerrada). Para definir mejor la escala de Grimace, se analizaron las imágenes con respecto al patrón de ajuste orbital, la posición de la oreja y la cabeza, así como la aparición de flehmen. En el ajuste orbital, los ojos semicerrados se definieron como una expresión de "dolor moderado" (puntuación 1), mientras que los ojos completamente cerrados se asignaron con dolor "severo" (puntuación 2). Con respecto a la posición de la oreja y la cabeza, las orejas aplanadas y la cabeza inclinada se definieron como una expresión de dolor moderado (puntuación 1), y las orejas y la cabeza colgantes se definieron como graves (puntuación 2). Flehmen representa un signo de dolor severo. Los labios fruncidos se definieron como una expresión de dolor moderado con una puntuación de 1 (Häger et al., 2017).

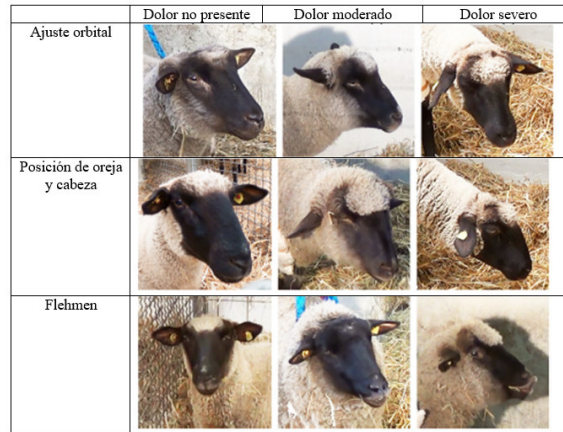


Figura 19.- Escala Grimace de la oveja (tomado de Häger et al., 2017)

McLennan *et al.*, (2016) por su parte, desarrollaron una escala de expresión facial utilizando en ovejas con mastitis y pododermatitis como modelos de dolor en ovejas; tomando imágenes frontales y de perfil de los animales el día que es diagnosticada la enfermedad (considerándose como día 0), y continuando los días 7 y 42 para los casos de mastitis y en el día 90 para la presencia de pododermatitis. Posteriormente se recortaron para eliminar la postura del cuerpo y así evitar que los observadores se vieran influenciados por cambios posturales de los individuos. Las fotografías de los días 0 y 90 se compararon para identificar cambios en la expresión facial asociados con la presencia de la enfermedad y la cojera. La escala se utiliza para evaluar la expresión dentro de cinco áreas faciales; ajuste orbital, opresión en las mejillas, posición de la oreja, perfil de los labios y la mandíbula, y posición del filo nasal.

Las fotografías se utilizaron para otorgar una puntuación a cada una de las áreas faciales mediante la escala de tres puntos (0 = no presente, 1 = parcialmente presente, 2 = presente). La puntuación máxima posible fue de 10 (es decir, una puntuación de 2 para cada una de las 5 áreas faciales) (figura 20).
















Ajuste orbital			
Mejilla (presión muscular masetero)			
Posición anormal de las orejas			
Perfil anormal de los labios y la mandíbula			
Fosa nasal y hendidura medial anormal			

Figura 20.- Escala Grimace de la oveja (tomado de McLennan et al, 2016)

Por su parte Guesgen y colaboradores (2016), enfocaron su trabajo a la codificación y cuantificación de la expresión facial de dolor en corderos, utilizando dos grupos de corderos, uno en el que se hacía el descole con anillo de goma y en el otro grupo se hacía la “simulación de un descole”, siendo éste el grupo control, la cara de los corderos se grabó durante un minuto antes del procedimiento y diez minutos posteriores al tratamiento.

Las unidades de acción facial (ajuste orbital, características de la nariz, rasgos bucales, aplanamiento de las mejillas y oreja) se seleccionaron en función de su presencia y consistencia en los corderos con dolor, estableciendo la descripción a cada unidad de acción:

- Ajuste orbital: Los corderos con un grado de dolor muestran tensión orbital, que ocurre generalmente en un ojo o con mayor fuerza en un ojo, si el cierre del ojo reduce la visibilidad del ojo en más de la mitad, el dolor es calificable como obvio.
- Características de la nariz: La nariz de los corderos en dolor aparece apretada con una disminución en el tamaño de las fosas nasales. El ajuste se puede representar mediante aplanamiento o "señalización". El aplanamiento hace que la nariz se parezca más a una línea horizontal en los disparos frontales, mientras que al apuntar hace que la nariz parezca más una "V" en lugar de una "U" en forma de disparos frontales.

- Rasgos bucales: Los labios de un cordero con dolor son aplanados y apretados. Los labios aparecen más como una línea horizontal en disparos frontales. Falta la "curvatura hacia arriba" en el borde de los labios que le da a los corderos su apariencia de "sonrisa" cuando no tienen dolor.
- Aplanamiento de mejillas: Los corderos con dolor muestran menos protuberancias en la zona de la nariz y las mejillas. En los casos obvios, la mejilla tiene una apariencia "cóncava". Cuando no están en el dolor, las mejillas aparecen redondeadas en disparos frontales de cabeza.
- Posición de las orejas: Los corderos con dolor tienen orejas tensas y apuntan hacia atrás o hacia abajo haciendo que la parte interna de la oreja no sea visible. Como resultado, las orejas pueden aparecer más estrechas y aplanadas dorsalmente. Cuando los corderos no tienen dolor, sus orejas están relajadas y horizontales, o ligeramente por delante de la cabeza y el oído interno es visible.

El mismo grupo de investigadores, realizó un experimento posterior, en el cual los corderos fungían como sus propios controles en el experimento, cada cordero de la prueba fue capturado y le fueron colocadas etiquetas de calibración, con la finalidad de realizar un análisis de las fotografías tomando en cuenta el número de píxeles en una longitud real (figura 21).

Todos los videos fueron grabados desde un ángulo frontal, brindando un primer plano de la cara del cordero. Adicional a la calificación de la escala Grimace, cada archivo de imagen fue analizado cuantitativamente mediante software especializado.

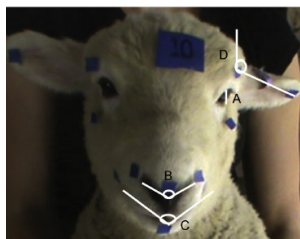


Figura 21.- Imagen de cordero con etiquetas de calibración para evaluación de dolor (tomado de Guesgen et al., 2016).

Lu y colaboradores (2017) utilizando técnicas normalmente implementadas en el reconocimiento de emociones humanas abordaron el problema de evaluar de manera automatizada el dolor en ovejas, ya que la calificación de dolor de manera manual es la práctica más habitual y la evaluación automática se encuentra como un área subdesarrollada. Su trabajo se basó en lo descrito por McLennan *et al.*, (2016), quienes establecieron la escala Grimace de

la oveja) y por lo planteado por Yang *et al.*, (2015), quienes propusieron la localización de nuevos puntos de referencia faciales, utilizando marcadores y software especializado) (figura 22). Analizaron bancos de imágenes de ovejas con dolor y desarrollaron tres adecuaciones a las escalas ya descritas: En la escala Grimace tradicional se definen tres niveles de dolor con respecto a la extensión de la rotación de la oreja, teniendo en cuenta tanto el perfil como las caras frontales. Por su parte, mapearon los tres niveles de dolor, pero solo en la posición frontal (el autor considera la posición de las orejas el indicador más importante de dolor), mapeando también los tres niveles de dolor observando solo características de la nariz.

En los ojos, la escala tradicional maneja dolor no presente, parcialmente presente y presente, la escala propuesta por los investigadores plantea: Dolor presente, dolor no presente y dolor no clasificable, debido a que la posición o desviación de la cabeza no le permite al software establecer una medida confiable (Lu et al., 2017).



Figura 22.- Localización de marcadores faciales en imágenes de corderos, para evaluación automatizada del dolor (tomado de Lu et al., 2017).

2.6.- DOLOR

Dolor se define como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial, o que se describe en términos de dicho daño” (SIAP, 2019). Es un mecanismo de protección que implica cambios fisiológicos y de comportamiento, cuya función es reducir o evitar el daño tisular y facilitar la recuperación del animal, modificando los rasgos de comportamiento específico de la especie, incluido el comportamiento social (Lorenz *et al.*, 2011).

La incapacidad de comunicarse verbalmente no implica que un individuo esté experimentando dolor y necesite un tratamiento apropiado. El cuantificar el dolor experimentado por los animales ayuda a evaluar su bienestar y da información útil para disminuirlo (Stubsjøen, *et al.*, 2009). Muchas de las dolencias del organismo, si no la mayoría, generan dolor, por lo que la capacidad para diagnosticar las diferentes enfermedades depende en gran medida de los conocimientos que posea el médico sobre las diversas cualidades del dolor (Hall *et al.*, 2016)

El dolor puede clasificarse según su origen y su duración.

a).- El dolor agudo es una respuesta normal, predecible y evidente a un estímulo indeseable (torsión, aplastamiento, quemadura) o lesión tisular (magulladuras, heridas o incisiones quirúrgicas), pudiendo presentar una intensidad moderada o severa, tener un pico máximo de dolor 24 a 72 horas posteriores al estímulo doloroso y está asociado con un aumento en la concentración de glucocorticoides plasmáticos, contrastando con el dolor crónico, el cual presenta una duración mayor a tres meses, es causado por osteoartritis, cáncer o amputaciones, no se asocia a un aumento plasmático de corticoides pero si a la sensibilización del individuo a otros estímulos de tipo agudo, el dolor crónico suele definirse como dolor patológico (Merck, 2012; Camps & Amat, 2013).

b).- El dolor somático puede dividirse en somático superficial (si afecta a estructuras externas como piel y músculos superficiales) o profundo (músculos profundos, tendones, periostio y ligamentos), es un dolor bien localizado, circunscrito a la zona dañada producido cuando se excitan los nociceptores presentes en estos tejidos. El dolor visceral está producido por la estimulación de los receptores presentes en las vísceras torácicas y abdominales, suele ser difuso, difícil de localizar y al ser fluctuante, presentar picos de mucho dolor. Los nociceptores viscerales establecen sinapsis en las mismas neuronas de segundo orden que algunos receptores somáticos, por lo que el SNC lo interpreta como procedente de la superficie del cuerpo y no de las vísceras dolor referido, (Antón *et al.*, 2007; Camps & Amat, 2013).

c).- El dolor neuropático es el resultado de una lesión y alteración de la transmisión de la información nociceptiva a nivel del sistema nervioso central o periférico, puede ser punzante, intenso, chocante o penetrante y ser muy persistente ya que no suele responder tan bien a las terapias convencionales contra el dolor (Zegarra, 2007).

El dolor consta de un componente fisiológico (nocicepción), que engloba los procesos de transducción, transmisión y modulación, y un componente afectivo o emocional, que se denomina percepción (Camps & Amat, 2013) (figura 23).

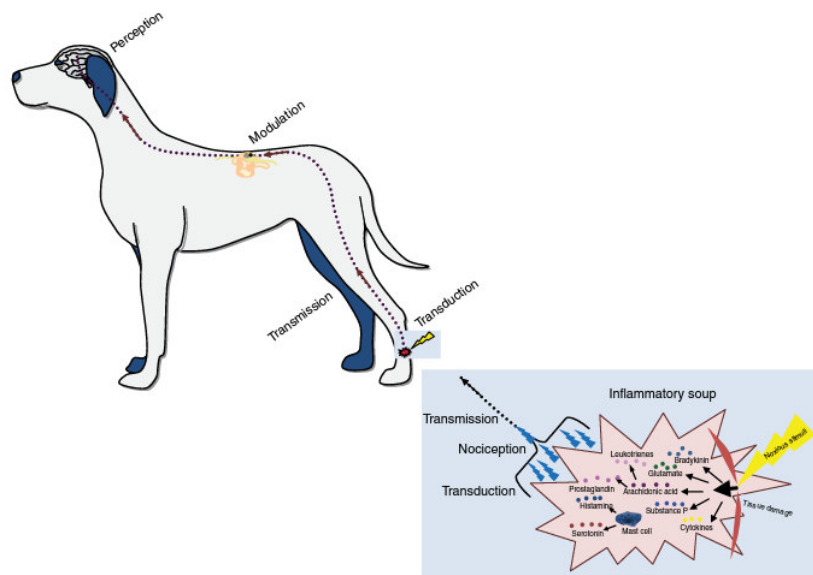


Figura 23.- Vía del dolor (tomado de Goldberg et al., 2015)

2.6.1.- Transducción

El término “Nocicepción” se refiere a la recepción sensorial de estímulos nocivos o lesivos por parte de los nociceptores. Los nociceptores son neuronas sensitivas con terminaciones nerviosas libres, sin mielinizar, que se encuentran extendidos por las capas superficiales de la piel y en algunos tejidos internos como periostio, paredes arteriales, superficies articulares y en la bóveda craneal. Existen tres tipos funcionales: mecánicos, térmicos y químicos; y que, desde un punto de vista anatómico, se clasifican en A-delta o en C-polimodal. (Smith, 2010; Hall et al., 2016).

--Fibras A delta: responden a estímulos nocivos, o potencialmente nocivos, de tipo mecánico y térmico. Son fibras mielinizadas de gran diámetro que transmiten la información a alta velocidad (5-30 m/s). En consecuencia, los receptores A son los responsables de lo que se

conoce como primer dolor, producen una señal aguda, bien localizada y transitoria. Tendrán una reacción directa con las respuestas reflejas. (Zegarra, 2007).

--Fibras C: Responden sobre todo a estímulos mecánicos y químicos. También pueden responder a estímulos térmicos si son extremos. Son fibras de pequeño diámetro no mielinizadas que conducen el estímulo de forma lenta (0,5-2 m/s). Intensifican la señal producida por los receptores A y la sensación resultante de su estimulación es más difusa y prolongada. La sensación de dolor perdura incluso una vez que el estímulo nocivo ha parado. Son las responsables del llamado segundo dolor o dolor lento. (Zegarra, 2007).

Los receptores A delta y C poseen un umbral de estimulación alto (aunque existen diferencias según su localización), por lo que estímulos de baja intensidad no van a activarlos, y solo se percibirá dolor cuando el estímulo sea muy intenso y susceptible a causar daño tisular. (Zegarra, 2007).

Existe un último tipo de receptores involucrados en la respuesta dolorosa general, los constituidos por fibras A beta, también llamados mecanorreceptores. Son fibras mielinizadas que transmiten el impulso rápidamente (30-70 m/s) y su umbral de estimulación es muy bajo, y por lo tanto se verán activados por estímulos que, por su baja intensidad, no activan los receptores A y C. Por consiguiente, estas fibras serán las encargadas de recibir la información de estímulos como el tacto, la presión, la vibración y el movimiento articular (Antón, 2007).

Ante un estímulo nocivo o daño tisular, se liberan una serie de neurotransmisores que se conocen en conjunto como “Sopa inflamatoria” (figura 24): Prostaglandinas (PG), bradicinina (BK), factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), hidrogeniones (H), factor de crecimiento neural (NGF), histamina, ATP y de manera retrograda sustancia P (Sp) y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) que producen vasodilatación y degranulación de mastocitos. Esta sopa inflamatoria va a sensibilizar al nociceptor e incrementar la expresión de canales de sodio facilitando así la generación y transmisión de estímulos. Esto se conoce como sensibilización periférica y en esencia disminuye el umbral nociceptivo y facilita las respuestas defensivas para promover una adecuada recuperación de los tejidos (García, 2017).

NEUROTRANSMISORES EXCITATORIOS	Aminoácidos excitatorios	Glutamato
		Aspartato
		Sustancia P
	Neuropéptidos	Neurotensina
		Péptido intestinal vasoactivo
		Péptido relacionado con el gen de la calcitonina
	Colecistoquinina	
NEUROTRANSMISORES INHIBITORIOS	GABA	
	Glicina	
	Serotonina	
	Dopamina	
	Noradrenalina	
	Acetilcolina	
	Histamina	
	Endorfinas, encefalinas y dinorfinas (liberadas por la SGP)	

Figura 24.- Neurotransmisores implicados en la nocicepción según su acción (tomado de Camps & Amat, 2013).

Los nociceptores al ser estimulados actúan como transductores que convierten la energía química, mecánica o térmica del estímulo nocivo en actividad eléctrica, permitiendo al sistema nervioso interpretarla para después propagarse a lo largo de las fibras nerviosas aferentes (Goldberg *et al.*, 2015).

2.6.2.- Transmisión

Una vez que la información detectada se traduce (por transducción) en señales eléctricas llamadas potenciales de acción, las terminaciones nerviosas especializadas recogen la información nociva y la transmiten al SNC a través de las fibras nerviosas, esta transmisión inicia en el sitio de lesión y llega hasta el asta dorsal de la médula espinal, llegando hasta el tronco encefálico y luego a lo largo de los tractos sensoriales hasta el cerebro (figura 25). (Lorenz *et al.*, 2011)

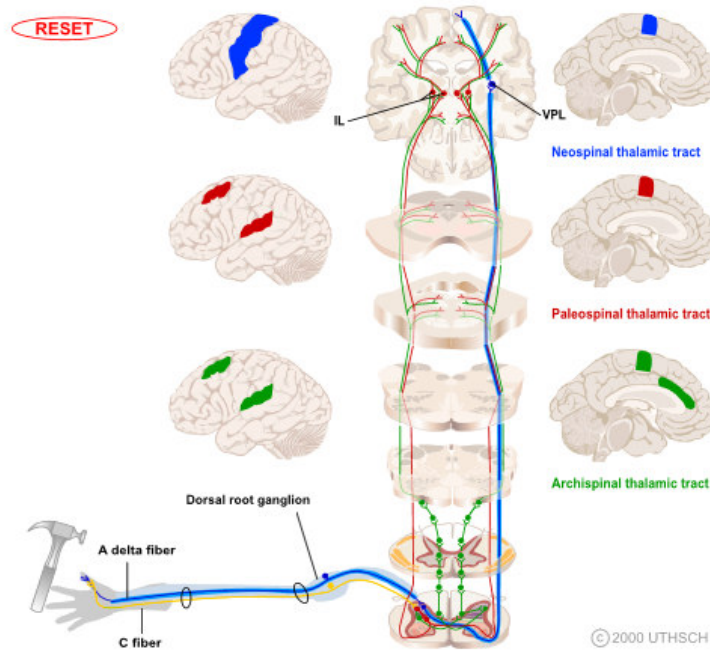


Figura 25.- Vías ascendentes del dolor (tomado de Neuroscience Online - Department of Neurobiology and Anatomy, 2019)

Las fibras A delta y C (neuronas de orden primario) al llegar a la sustancia gelatinosa del asta dorsal (figura 26), forman sinapsis con interneuronas excitadoras o inhibitoras (neuronas de segundo orden), continuando los impulsos hasta hacer sinapsis con las neuronas de proyección (neuronas de tercer orden), cruzan la línea media de la médula espinal y ascienden al cerebro a través de dos vías espinotalámicas diferentes: El tracto neospinal (llevando impulsos rápidos para el dolor agudo) y el tracto paleospinal (encargado de los impulsos lentos para el dolor crónico) (Ellison, 2017).

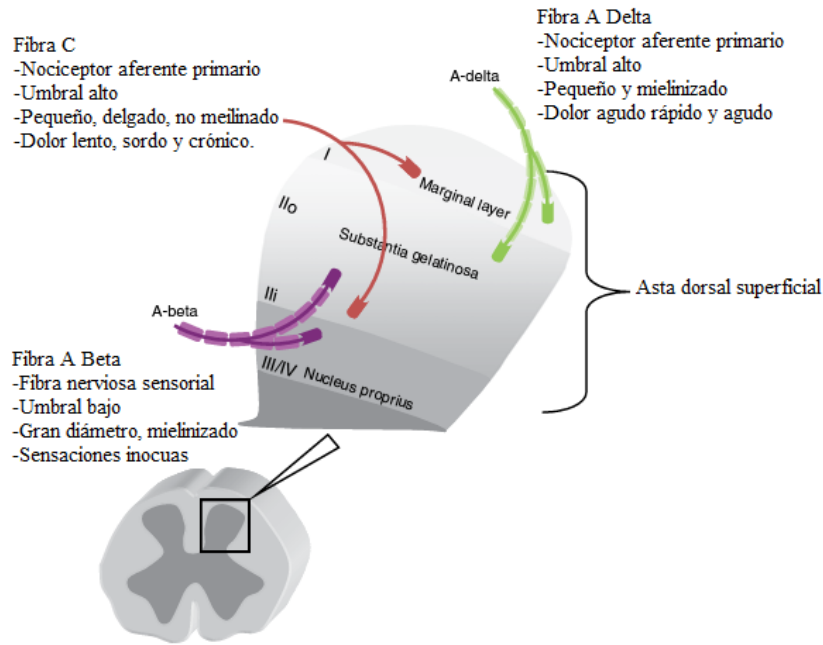


Figura 26.- Láminas superficiales del asta dorsal y su relación con las fibras nociceptivas. (Goldberg et al., 2015)

2.6.3.-Modulación

Los animales poseen un sistema analgésico intrínseco que inhibe los mensajes dolorosos ascendentes y su percepción mediante señales descendentes. La modulación del dolor implica el cambio, la inhibición o la amplificación de los impulsos de transmisión dentro de la médula espinal, si bien, las sensaciones de dolor se modulan durante su camino hacia el cerebro a través de vías ascendentes en el asta dorsal, también existen vías descendentes para controlar el dolor enviando señales desde los centros superiores del cerebro, la inhibición descendente está dada por zonas del tronco encefálico utilizando neurotransmisores como serotonina y norepinefrina, así como los opioides endógenos (entre otros). El resultado de la suma de las señales procedentes de los nociceptores y la señal procedente del sistema endógeno de control será la magnitud de la señal dolorosa que llegará al cerebro (Moreno & Prada, 2001; Camps & Amat, 2013).

Lo anterior se conoce como la “Teoría de Compuerta de Control del dolor”, postulada por Ronald Melzack y Patrick Wall y que expone que la transmisión de los impulsos nerviosos de las fibras aferentes hacia las neuronas de segundo orden (ubicadas en la medula espinal) está modulada por un mecanismo de compuerta en las astas dorsales, mecanismo influenciado por las fibras aferentes, siendo las fibras Aβ inhibitoras de la transmisión (cierre de compuerta) y las fibras nociceptivas Aδ y C las facilitadoras de la transmisión (apertura de compuerta). La

compuerta espinal está influenciada por estímulos que descienden del SNC (Moreno & Prada, 2001).

2.6.4.- Percepción

La percepción se refiere a la "decodificación" / interpretación de la entrada aferente en el cerebro que da lugar a la experiencia sensorial específica del individuo, que resulta de la actividad de varias estructuras encefálicas constituyendo un componente emocional-afectivo. La anticipación del dolor, el aprendizaje relacionado a las experiencias dolorosas y las respuestas conductuales complejas están dadas por la corteza cerebral; el componente emocional y motivacional está mediado por el sistema límbico y el tálamo; la información neuronal y hormonal está integrada por el hipotálamo (Bragard *et al.*, 2010).

Existen tres sistemas que interactúan para producir la percepción del dolor, que en conjunto se conocen como "Matriz del dolor":

-Sistema sensorial discriminatorio: Mediado por la corteza somatosensorial y es responsable de identificar la presencia, el carácter, la ubicación y la intensidad del dolor.

-Sistema afectivo-motivacional: Mediado por la formación reticular, el sistema límbico y el tronco encefálico y determina las conductas de evitación condicionadas de un individuo y las respuestas emocionales al dolor.

-Sistema cognitivo-evaluativo: Mediado a través de la corteza cerebral, se superpone al comportamiento aprendido del individuo con respecto a la experiencia del dolor y, por lo tanto, puede modular la percepción del dolor (Ellison, 2017).

Los efectos negativos que el dolor y el estrés tienen sobre la salud son similares, estos efectos derivan de la actividad que el dolor inicia en el hipotálamo, quien coordina las respuestas autónomas e integra reacciones fisiológicas y emocionales y en este caso, activa el sistema nervioso simpático, ocasionando aumento de adrenalina y glucocorticoides circulantes (figura 27, Goldberg *et al.*, 2015).

Los estudios relacionados a la analgesia y el manejo de dolor en rumiantes se ha traspulado de la medicina de pequeñas especies, aunque existe una complicación: Los ovinos y los camelidos son especies estoicas y suelen demostrar pocos signos de dolor y solo alteraciones en comportamiento, apetito, micción o defecación (Plummer *et al.*, 2008). Inicialmente el dolor

puede indicarse por vocalizaciones y patrones respiratorios y cardiacos anormales, la conducta de dolor 24 a 96 horas después del procedimiento doloroso puede estar indicada por postración ó intranquilidad (Millis *et al.*, 2013).

Existen alteraciones fisiológicas que se presentan en todas las especies; en los ovinos se ha reportado tensión en la mandíbula, rechinado de dientes, presión de su cabeza en diversos objetos y cambios sutiles en su comportamiento (Lorenz *et al.*, 2011).

Cardiopulmonar	Comportamiento	Otros
Frecuencia cardiaca ↑	Vocalización	Midriasis
Presión arterial ↑	Contemplar y roer partes afectadas	Sialorrea
Arritmias cardiacas	Alteración de la expresión facial	Glucosa ↑
Frecuencia respiratoria ↑	Automutilación	
Respiración superficial	Rigidez y/o debilidad muscular	
Mucosas pálidas	Inquietud	
	Apatía, inactividad	
	Agresividad, miedo, depresión	
	Falta de apetito	
	Reducción del aseo	

Figura 27.- Cambios fisiológicos asociados a la presencia de dolor (tomado de Ruiz *et al.*, 2014).

Un manejo inadecuado de dolor, puede llevar a un exceso de incomodidad y con ello un retraso en la recuperación, aumento de la actividad simpática, producción y liberación de corticosteroides endógenos, producción de mediadores inflamatorios y citoquinas, alterando la función inmunitaria y alentizando la curación y aumentando el riesgo de una infección postquirúrgica (Millis *et al.*, 2013).

3.- OBJETIVOS

General: Medir la respuesta conductual y fisiológica al dolor relacionado a la caudectomía mediante los métodos de: Anillo de goma y Burdizzo, en corderos durante las primeras semanas de vida.

Particulares

1. Medir la variación de constantes fisiológicas asociadas al dolor en corderos, cuando son sometidos a caudectomía con dos métodos.
2. Medir la variación de peso en los corderos antes y después de la caudectomía.
3. Determinar la escala de dolor mediante expresiones faciales utilizando la escala de Grimace en corderos sometidos a caudectomía con dos métodos.

4.- HIPÓTESIS

Los corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma o Burdizzo mostrarán valores más altos en la escala de dolor Grimace, se deteriorará su peso corporal y sus constantes fisiológicas se verán alteradas, comparado con aquellos animales que no son sometidos a este procedimiento.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS

5.1- Individuos y lugar de estudio

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del módulo de ovinos del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, U.N.A.M, localizado a 19° 41' 15" N, 99° 11' 45" O y 2,252 msnm.

Se utilizaron 27 corderos raza Columbia con una edad promedio de 9 días de edad, sometidos a las mismas condiciones medio ambientales. Los corderos nacieron de hembras sometidas a un empadre controlado durante la estación sexual, con el fin de tener uniformidad en la edad al descole. Los corderos y las madres permanecieron en estabulación durante el estudio, estas últimas fueron alimentadas con ensilaje de maíz, avena henificada, concentrado comercial y agua *ad libitum*.

5.2.-Diseño experimental

Los corderos fueron sexados y marcados con crayones de distinto color para facilitar su identificación en el corral. Los corderos fueron asignados de manera aleatoria en tres grupos experimentales, cada uno con 9 individuos:

- 1.- Grupo Control (Animales que no fueron sometidos a ningún método de descole).
- 2.-Grupo Anillo: Descole utilizando anillo de goma.
- 3.- Grupo Burdizzo: Descole utilizando pinza de Burdizzo.

El manejo de descole fue el siguiente:

- 1.- Anillo de goma: Este método consistió en que una persona sostuvo al cordero en posición de "perro sentado", (figura 28) sujetando los miembros y dejando libre la cola, se determinó el 2do espacio intervertebral y utilizando un "elastrador", otra persona colocó un anillo de goma en el espacio referido.



Figura 28.- Descole con anillo de goma UNAM FESC

- 2.- Pinza de Burdizzo: Este método consistió en que una persona sostuvo al cordero en la misma posición que con la técnica anterior, mientras que otra persona realizó la antisepsia de la zona utilizando una gasa con yodo y una vez identificado el 2do espacio intervertebral, se colocó la Pinza de Burdizzo sobre el mismo (figura 29), dando tiempo para que su mecanismo de trituración sellara los vasos sanguíneos de la zona (de 5 a 8 minutos), para después utilizando

un cuchillo afilado cortar la cola. Una vez verificada la ausencia de hemorragia, se colocó cicatrizante comercial.



Figura 29.- Descole con pinza de Burdizzo UNAM FESC

3.- Grupo control: Un experimentador sujetó al cordero al cual no se le realizó ningún procedimiento de descole (figura 30).



Figura 30.- Cordero grupo control UNAM FESC

En equipos de 2-3 personas, las variables fisiológicas se tomaron de la siguiente manera. Los registros se realizaron en siete etapas: 24 horas y 1.5 horas previas al descole, hora cero (durante el descole), y 1.5, 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo. En cada etapa se filmó la región facial del cordero y se tomaron las siguientes constantes fisiológicas: temperatura rectal, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, así como el peso (figura 31).

1.- Toma de constantes: La frecuencia cardiaca y respiratoria se obtuvieron auscultando al animal con la ayuda de un estetoscopio, la temperatura corporal se tomó utilizando un termómetro digital. El peso se obtuvo usando una piola y una báscula digital.



Figura 31.- Toma de constantes y registro UNAM FESC

2.- Filmación de la región facial del cordero: Utilizando una cámara digital, un experimentador enfocó y grabó durante 2 minutos la región facial del cordero (sujeto por un ayudante a una distancia máxima de 1m), tratando de obtener tomas de frente y de los costados de la cara. Estos videos fueron transferidos a una PC, en donde se reprodujeron y se tomaron tres capturas de pantalla (de toma representativa y presente a lo largo del video), mismas que fueron almacenadas y transferidas a un archivo de texto (un archivo por cordero), que contenía la identificación del cordero y tres imágenes representativas de cada etapa de la observación. Tres observadores valoraron las imágenes de cada etapa, otorgando una puntuación de 0 (ausencia de dolor), 1 es dolor leve a moderado y 2 es dolor severo, considerando la escala establecida por McLennan *et al.*, (2016). Los observadores no conocían el grupo experimental al que pertenecía el cordero.

5.3.- Análisis Estadístico

Los datos obtenidos por la escala de Grimace fueron comparados entre grupos, con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, mientras que la frecuencia respiratoria, cardíaca y temperatura rectal y el peso se compararon con una prueba de ANOVA. Toda la información se procesó con ayuda del programa estadístico Systat 13.0. Los datos son presentados en términos de medias y errores estándar.

6.- RESULTADOS

6.1.- Constantes fisiológicas

6.1.1.- Frecuencia cardiaca

El promedio de la frecuencia cardiaca de los tres tratamientos se vio afectado de manera significativa ($P \leq 0.001$, figura 32) solo en la medición de cero horas, en las demás mediciones no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos. De esta manera mientras se estaba realizando el descole a los grupos correspondientes o en la medición cero se encontró que el promedio de frecuencia cardiaca en el grupo control fue de 135 latidos/minuto, contrastando con el grupo Burdizzo (108) y el grupo anillo (100).

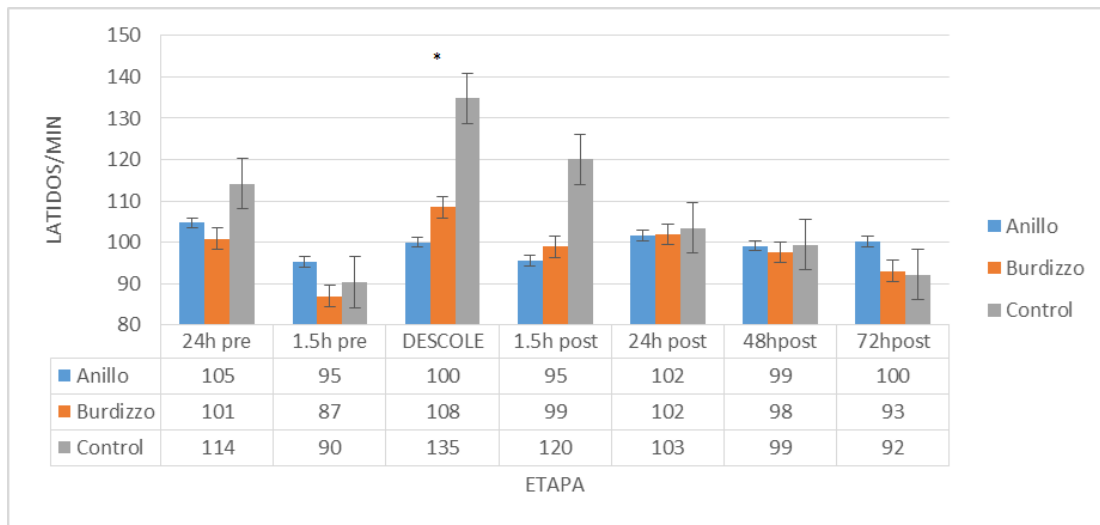


Figura 32.- Promedio de Frecuencia cardiaca (media \pm e.e.) registrada en tres grupos de corderos sometidos a descole, la medición se realizó 24 y 1.5 horas previas, durante el descole y 1.5, 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo. (* $P=0.000$)

6.1.2.- Frecuencia respiratoria

Los promedios de la frecuencia respiratoria registrados en los tres grupos experimentales solo fueron afectados de manera significativa ($P \leq 0.001$, figura 33) durante el procedimiento de descole. Los valores de frecuencia respiratoria pudieron observarse más elevados en el grupo “Burdizzo” (57 respiraciones/minuto), contrastando con el grupo “Anillo” (41 respiraciones/minuto) y el grupo control (35 respiraciones por minuto).

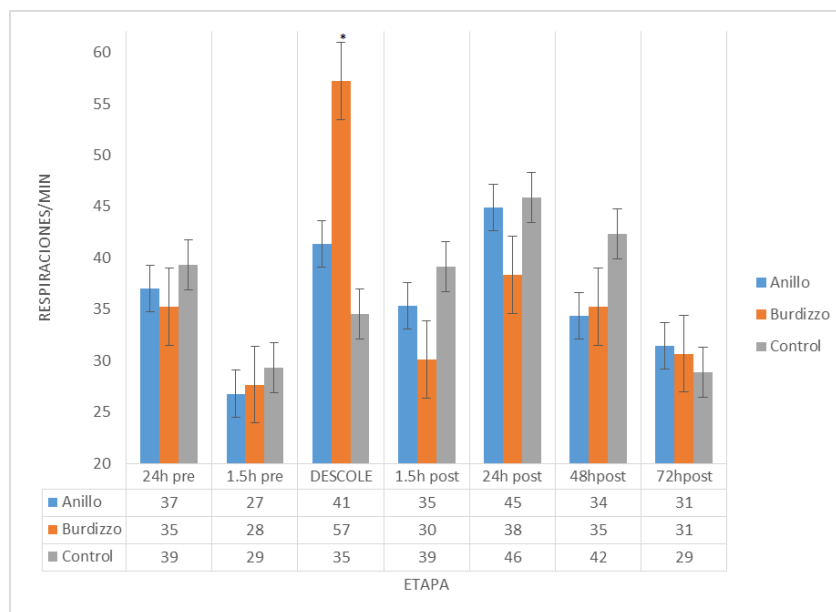


Figura 33.- Promedio de Frecuencia Respiratoria (media \pm e.e.) registrada en tres grupos de corderos sometidos a descole, la medición se realizó 24 y 1.5 horas previas, durante el descole y 1.5, 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo. (* $P=0.000$)

6.1.3.- Temperatura corporal

Los promedios de temperatura corporal de los tres grupos experimentales no mostraron afectación significativa en ninguna etapa, sin embargo, a 1.5 horas previas al descole se observó que los corderos del grupo que se asignó al Burdizzo tuvieron menor temperatura que los corderos de los otros dos grupos (figura 34, $P=0.046$).

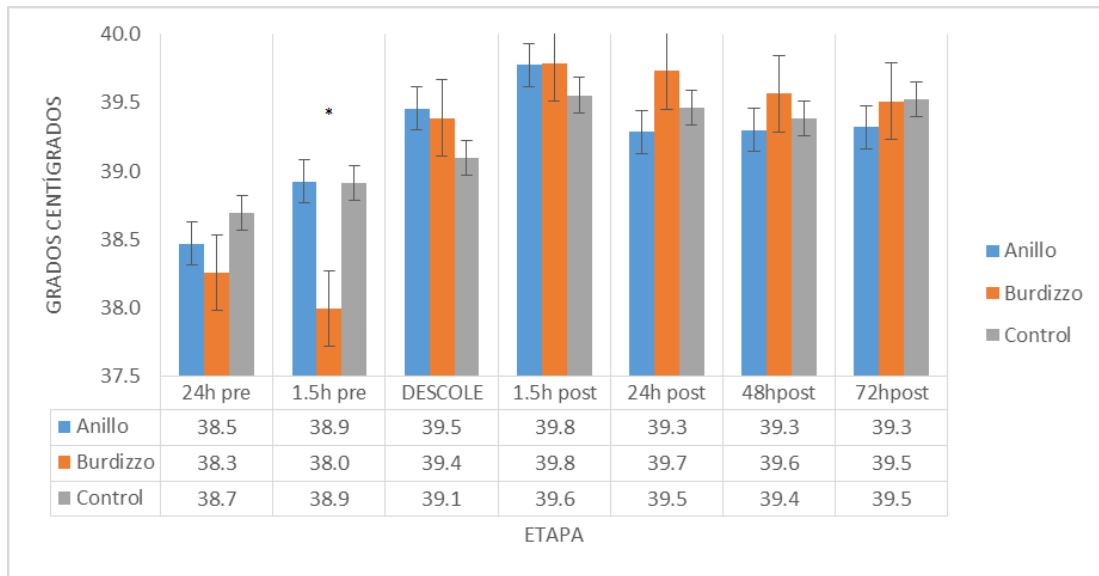


Figura 34.- Promedio de temperatura corporal (media ± e.e.) registrada en tres grupos de corderos sometidos a descole, la medición se realizó 24 y 1.5 horas previas, durante el descole y 1.5, 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo (*P=0.046)

6.2.- Diferencia de peso corporal

Los promedios de diferencia de peso no mostraron afectación significativa en ninguna etapa (figura 35 *P=0.0093, **P=0.82, ***P=0.60, ****P= 0.71)

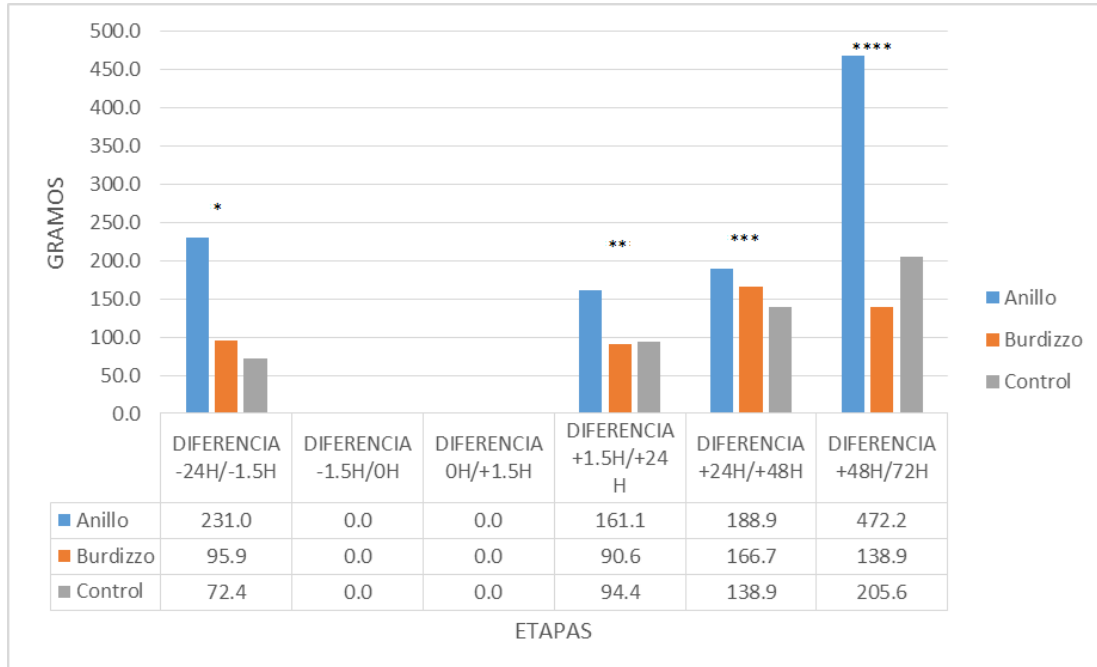


Figura 35.- Promedio de peso corporal (media ± e.e.) registrada en tres grupos de corderos sometidos a descole, la medición se realizó 24 y 1.5 horas previas (este valor se consideró para hora 0 y +1.5horas), 24, 48 y 72 horas posteriores al mismo. (P=0.0093, **P=0.82, *P=0.60, ****P= 0.71)**

6.3.- Escala Grimace de dolor FESC

Una vez recopiladas las 567 imágenes obtenidas del análisis de la región facial, se realizó una tabla ajustando la escala Grimace de la oveja (McLennan et al, 2016) a los corderos utilizados en el trabajo experimental (figura 36).

AJUSTE ORBITAL		
		
Hay un cierre del ángulo palpebral y un estrechamiento del ojo. si el ojo se cierra más de la mitad, se debe calificar como presente		
MEJILLA (PRESIÓN MUSCULO MASETERO)		
		
Existe una conformación convexa en la mejilla, en el área del musculo masetero, el arco cigomático aumenta la tensión.		
POSICIÓN ANORMAL DE LAS OREJAS		
		
Las orejas se rotan completamente ventralmente y caudalmente y el pabellón interno de la oreja se hace menos visible.		
PERFIL ANORMAL DE LOS LABIOS Y LA MANDÍBULA		
		
El labio inferior se retrae caudalmente y el perfil de la mandíbula aparece recto a cóncavo. La línea de la barbilla y la mandíbula se endereza. la línea de los labios hasta la comisura de la boca es recta o incluso rotada ventralmente		
FOSA NASAL Y HENDIDURA MEDIAL ANORMAL		
		
A medida que la hendidura medial se acorta y se estrecha, se incrementa la apariencia cóncava del perfil del labio superior. Una forma de "v" entre las fosas nasales está presente en la zona de la nariz		

NOTA: TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LA TABLA, SE TOMARÁ UNA SOLA EVALUACIÓN EN ESCALA 0 AL 2 DE LA MANERA SIGUIENTE
 0= NO PRESENTA DOLOR APARENTE
 1=PRESENTA DOLOR DE MANERA PARCIAL
 2=PRESENTA DOLOR APARENTE

Figura 36.- Escala Grimace del cordero (imagen propia)

6.4.- Escala Grimace de dolor

Al comparar los valores de la escala facial Grimace, se encontró que hubo un efecto significativo debido al método de descole utilizado en los corderos en la medición a cero horas ($P \leq 0.0001$). Durante esta medición se encontró que los corderos del grupo “Burdizzo” tuvieron una escala mayor de dolor que los corderos pertenecientes al grupo “Anillo” ($P=0.01$) y que los corderos del grupo “Control” ($P \leq 0.0001$). Asimismo los corderos del grupo anillo tuvieron mayor escala de dolor que los corderos del grupo control ($P=0.025$) (figura 37).

En la medición realizada a los corderos a 1.5 horas después de realizado el descole también se encontró que los corderos del grupo “Burdizzo” tuvieron mayores valores en la escala Grimace, que los corderos del grupo control ($P=0.004$) y los corderos del grupo “Anillo” ($P=0.017$). No hubo diferencias en este momento de la medición entre los cordero del grupo anillo versus el control ($P=0.57$).

Respecto al tiempo, en los corderos del grupo control no se encontraron variaciones en la escala facial a lo largo de las siete mediciones (mostrando promedios muy cercanos a cero); el grupo Anillo presentó un aumento significativo en la medición 24 previas al descole respecto al momento del descole ($P \leq 0.014$) y a medida que avanzó el tiempo, la puntuación disminuyó de manera significativa (≤ 0.009). El grupo Burdizzo mostró un aumento significativo 24 horas previas al descole respecto al momento del descole ($P \leq 0.003$). Asimismo dicha escala permaneció alta hasta 1.5 horas posteriores al descole y ésta fue significativamente mayor que en las mediciones de menos 24 y 1.5 horas previas al descole (≤ 0.016).

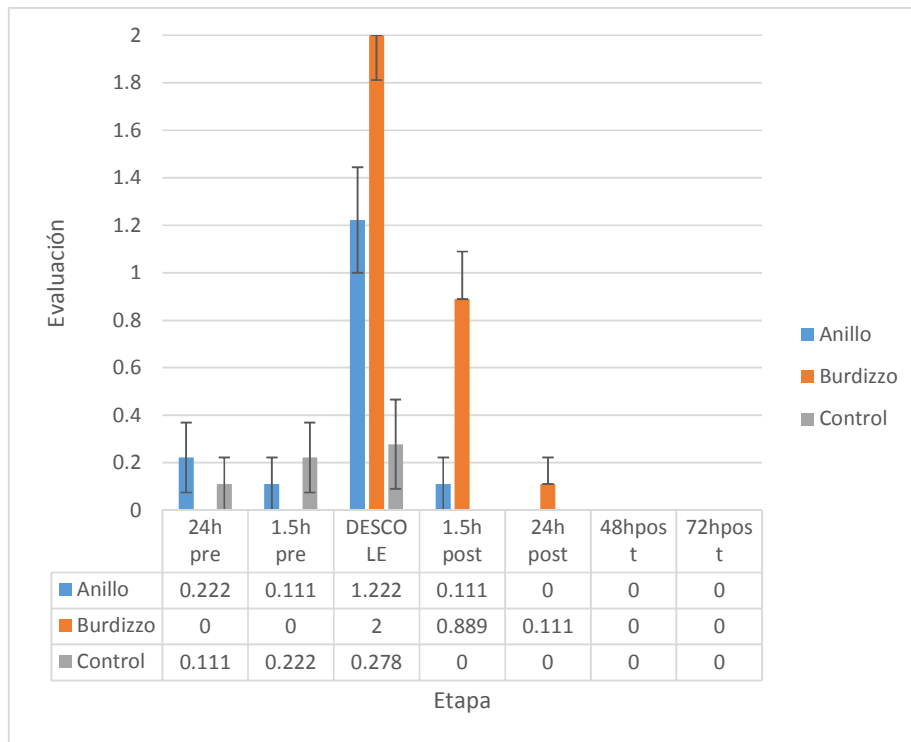


Figura 37 Promedio de puntuación en la Escala Grimace del Cordero (media \pm e.e.) registrada en tres grupos de corderos sometidos a descole, la medición se realizó 24 y 1.5 horas previas (este valor se consideró para hora 0 y +1.5horas), 24, 48 y 72 horas posterior mismo

7.-DISCUSIÓN

En este trabajo se demostró el dolor ocasionado por el descole desde la perspectiva de la escala facial Grimace y de las constantes fisiológicas; la caudectomía es un procedimiento plenamente identificado como doloroso por investigadores y productores, que compromete el bienestar animal y obliga al médico veterinario zootecnista a crear estrategias para identificarlo, prevenirlo y aliviarlo (Lizarraga & Chambers, 2011; Larrondo *et al.*, 2018).

El dolor es un poderoso estresante, y como tal, afecta la hemostasis, desencadenando respuestas que comprenden cambios en la conducta, en la respuesta inmune, la activación del sistema nervioso autónomo (incremento de la frecuencia cardíaca) y la activación del eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA), ocasionando la liberación de cortisol al torrente sanguíneo (Arias & Velapatiño, 2015; Prunier *et al.*, 2013).

Lo anterior nos permite aceptar la hipótesis propuesta, ya que los corderos sometidos a caudectomía con anillo de goma y con Burdizzo, mostraron mayores valores en la escala de dolor Grimace y constantes fisiológicas alteradas comparadas con aquellos que no fueron sometidos a este procedimiento.

Los cambios fisiológicos asociados a dolor como las alteraciones en la escala Grimace, aumento en los niveles de cortisol, ACTH y beta endorfina, cambios posturales/vocales, así como respuestas autónomas (frecuencia cardíaca, presión sistólica y diastólica) suelen identificarse, sin embargo es poco práctico evaluarlos de manera eficaz a nivel producción (Clutton, 2018).

Existe una respuesta conductual y fisiológica natural del cordero tras realizarle una caudectomía, que incluye inquietud, salto, rodamiento, patear, girar la cabeza, etc., lo que dificulta comparar directamente la nocividad de los distintos métodos, utilizando solo indicadores conductuales, el uso de anillo de goma es el método más doloroso, contrastando con el método quirúrgico (Sutherland *et al.*, 2011).

Los valores de la escala de dolor Grimace fueron mayores durante el procedimiento en el grupo Burdizzo (en la medición durante el descole, 1.5 horas posteriores y 24 horas posteriores a este) seguidos del grupo Anillo (medición durante el descole y 1.5 horas posteriores), resultados que demuestran que el procedimiento de descole es doloroso (el grupo control mostró valores de la

escala Grimace cercanos a cero durante las mediciones) y que coinciden con el trabajo de Guesgen et al (2016), quienes con su escala facial de dolor, identificaron cambios faciales presentes en corderos descolados y calificaciones mas altas según el grado de dolor; La observación de rasgos faciales permite identificar problemas que aquejan a un individuo (Taneja & Kumari, 2016; Reefmann *et al.*, 2009).

Siguiendo con la misma línea, McLennan et al., (2016) desarrolló la Escala de Expresión Facial de Dolor en ovejas adultas, herramienta confiable y precisa para detectar dolor por enfermedades como la pododermatitis y la mastitis, encontrando que las ovejas afectadas con tales enfermedades mostraron cambios anormales en su expresión facial después del tratamiento y que los cambios anormales disminuyeron con el tiempo, y una vez recuperadas, sus puntuaciones se homologaron a las ovejas del grupo control.

El trabajo de (McLennan et al., 2016) fue continuado por (Lu et al., 2017), quien con un enfoque automatizado, le añade mayor precisión y respalda la idea que mayor puntuación implica mayor grado de dolor.

En el trabajo de Häger (2017) se estableció una escala de dolor en la oveja, y midieron el dolor y la angustia después de osteotomía tibial unilateral, calificando en días previos a la cirugía (puntuaciones bajas) y durante el postoperatorio (puntuaciones altas, encontrando que la severidad clínica y la puntuación se correlaciona de manera positiva.

Respecto al peso, las diferencias de pesos existentes en los corderos de los tres grupos no mostraron diferencias significativas, (Wang et al., 2018) tampoco encontró cambios en el peso de los corderos descolados con anillo de goma, comparados con corderos sin descolar, la diferencia encontrada en el experimental de este autor fue que en los corderos descolados, la grasa de la zona se redirigió al musculo, mejorando la calidad de la carne, reduciendo acidos grasos poliinsaturados y aumentando acidos grasos saturados. En otro trabajo (Bodenchuk L., 2015); evaluó el peso y patrones en comportamiento dos grupos de corderas (un grupo descolado con anillo de goma y el otro grupo con pinza caliente), no existiendo diferencias significativas de peso a los días 22 y 93, concluyendo que los corderos pueden compensar el peso después de un episodio estresante. Las conductas de comportamiento indicativas de dolor, se identificaron durante los primeros 60 minutos posteriores al tratamiento, después de ese tiempo, el comportamiento de los corderos fue normal.

Generalmente, durante las primeras horas posteriores al descole, se encuentra un mayor grado de dolor: Los corderos descolados con anillos de goma muestran dolor moderado a extremo, según la región en que se haya colocado el anillo, pero se mantiene presente durante varias horas (Windsor *et al.*, 2016). Se puede reducir este período de dolor a 60 minutos usando medicación analgésica previa al descole, reduciendo la tasa de recuperación física de los corderos (Pollard *et al.*, 2001). En cabritos sometidos a descome térmico, el comportamiento de dolor aumenta durante el proceso y permanece hasta 5 horas después (Alvarez *et al.*, 2015).

Molony (2002) en un primer trabajo, usando descole con anillo de goma con analgesia y un grupo control sin analgesia, encontraron mayores cambios posturales en el grupo sin analgesia, concluyendo que el anillo de goma es un método doloroso ya que ocasiona una mayor cantidad de daño, en un segundo trabajo (Molony *et al.*, 2012) aplicando descole con anillo de goma, cuchillo y control, se identificó mayor signología de dolor durante los primeros 60 minutos, en general, los anillos de goma no generan disminución en el dolor de los corderos, ya que no logran ejercer suficiente presión sobre los nervios adyacentes como para desensibilizar la zona previo al corte con un objeto afilado (Jongman *et al.*, 2016).

Considerando lo anterior, coinciden los resultados de este trabajo, ya que los cambios en las constantes fisiológicas fueron ausentes en las mediciones previas al tratamiento y los cambios mayores se presentaron durante el tratamiento y una medición posterior a este (+1.5 horas): Las frecuencias respiratoria y cardiaca se vieron afectada durante el descole, siendo mayor la afectación en la FC: aumentando en el grupo control, seguido del grupo Burdizzo y el grupo anillo; la temperatura corporal no mostró diferencia significativa en ninguna etapa. Lo anterior permite inferir que el dolor solo se desarrolló durante ese lapso de medición.

Lo encontrado en la medición a cero horas, referente a la temperatura corporal y la frecuencia cardiaca (aumento en los valores de frecuencia cardiaca de los tres grupos y una ausencia de cambios en la temperatura corporal) ya había sido mencionado en la literatura; Stubsjøen (2009) determinó cambios en la termografía y la variabilidad de la frecuencia cardiaca en respuesta a un estímulo doloroso (isquemia), concluyendo que la termografía es un método poco fiable para detectar dolor (no encontró diferencias significativas) y que la variabilidad de la frecuencia cardiaca que es buen método para identificar el dolor leve a moderado en ovejas (los valores encontrados aumentaron en las ovejas con dolor). En un trabajo posterior, el mismo autor (Stubsjøen *et al.*, 2015) encontró resultados similares tras inocular *Dichelobacter nodosus*, la

FC aumentó entre los días 1 y 9, aunque disminuyó del día 9 al 17 y aumentó del día 17-21, reflejando un tono vagal reducido temporalmente y una respuesta al estrés crónico, ya que en los últimos días la infección se encontraba presente y en desarrollo.

La baja variabilidad en los resultados de las mediciones posteriores al tratamiento, así como la presencia de mayores valores de frecuencia cardiaca en el grupo control puede cotejarse con lo establecido por Colditz (2012), quien en su trabajo resalta la importancia de la amortiguación social (la presencia de conespecíficos puede mejorar la respuesta a estímulos nocivos), el contagio social (un conespecífico angustiado puede invocar una respuesta de angustia en un animal observador que no recibe un insulto orgánico nocivo) y la sincronía de comportamientos normales que puede ocurrir en un grupo; El estímulo doloroso que ocupó fue la castración y examinó el impacto de la agrupación social en la temperatura corporal y comportamientos posturales, concluyendo que mezclar corderos con distintos tratamientos de castración se modifica el perfil de actividad, pero no sustancialmente los cambios conductuales o fisiológicos; la sugerencia es realizar mayor investigación, ya que las respuestas no necesariamente ocurren en todos los ovinos y en todos los grupos sociales.

Estímulos desagradables y estresores, pueden ocasionar una respuesta de hipertermia transitoria (Pascual Alonso *et al.*, 2016), dada por una respuesta simpática a consecuencia del estrés experimentado, si bien, nuestros valores de temperatura corporal aumentaron de manera no significativa, mostraron tendencia a aumentar durante el descole.

Los procedimientos zootécnicos como el descole y el desmule producen una respuesta inicial en el animal asociado al dolor, continuando con una respuesta secundaria al trauma tisular y la inflamación resultante, por lo que la medicación es primordial para evitar una mayor lesión y un incremento en la magnitud del dolor (Fisher, 2011), los manejos que involucran anillos de goma generan mayor cantidad de cambios posturales y conductuales en corderos (Grant, 2004), esta conclusión fue resultado de un trabajo en donde compararon varios grupos (muesca en orejas, descole con pinza caliente, descole con anillo, castración con anillo de goma, castración y descole con anillo de goma).

Al realizar la castración usando anillos de goma se observa mayor cantidad de vocalizaciones, giros sobre la espalda y presencia de hiperventilación, al usar cuchillo afilado se observa un movimiento más lento por parte de los animales, así como una disminución de conductas sociales y exploratorias (González *et al.*, 2013.)

El uso de lidocaína en conjunto con anillos de goma se ha reportado con resultados debatibles, ya que, si bien la lidocaína disminuye las respuestas de dolor durante la castración no tiene un efecto de larga duración, por lo que el dolor se refleja minutos posteriores, esto se debe a que la absorción de la lidocaína suele ser lenta y no alcanza los niveles adecuados (Stewart et al., 2014).

El poco grado de variación en las constantes tratadas en este trabajo, también pudo ser resultado del contexto social en el que se encontraban los corderos, ya que la presencia de familiares relacionados (gemelos) ocasiona que corderos descolados presenten un aumento menor de las conductas asociadas al dolor (Guesgen *et al.*, 2014)

Se ha reportado el uso conjunto de la abrazadera Burdizzo y el anillo de goma, con la finalidad de aplastar y destruir los nervios de la zona, evitando que el cordero experimente sensación nociva cuando la cola distal al anillo se torna hipóxica, resultando en una disminución de los niveles de cortisol sanguíneo posterior al descole (Sutherland *et al.*, 2011), considerando lo anterior, aplicar la escala facial Grimace y la medición de las constantes fisiológicas para descolar corderos usando Burdizzo y anillo de goma, lograría identificar el dolor agudo y la viabilidad de la técnica, haciendo un balance costo-beneficio, ya que los valores para dolor agudo (al aplicar el Burdizzo y la liga) podrían ser mayores a los valores previos a la pérdida de la cola (dolor crónico).

El uso de fármacos para ocasionar un alivio de dolor previo, inmediato a la cirugía es primordial, incluso, debe valorarse si se requiere una dosis adicional en el postoperatorio (Miller *et al.*, 2016), productos comerciales que involucran un efecto anestésico, antiséptico y hemostático han demostrado un efecto fuerte durante las primeras 4-8 horas posteriores al descole quirúrgico, heridas por castración, desmule y puede mantenerse hasta por 24 horas (Lomax *et al.*, 2009; Windsor *et al.*, 2016); Contrastando con lo anterior, la administración de flunixin genera una reducción mayor de dolor y la hiperalgesia tras el procedimiento (Marini et al., 2017); la combinación de meloxicam oral y analgesia tópica reduce la signología de dolor ocasionado por el desmule y por la castración con cuchillo caliente (Holdhus Small *et al.*, 2018).

Independientemente del método que se utilice para la castración y el descole (anillo de goma o cuchillo afilado), la recomendación es realizarlos en distinto momento, por el dolor que significan ambos manejos (Del Campo, 2014)

8.-CONCLUSIÓN

La respuesta fisiológica observada en corderos descolados con anillo de goma y Burdizzo, sirve para identificar la presencia de dolor y el grado del mismo, tras una caudectomía.

Los corderos no sometidos a caudectomía, muestran menores cambios fisiológicos, y al medir la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y evaluar la escala Grimace, es fácil discernir entre un cordero con dolor y sin él.

- Diferencias significativas en la frecuencia cardiaca y la frecuencia respiratoria solo se encontraron en la medición a cero horas; existiendo mayores valores de frecuencia cardiaca en el grupo control, seguido por el grupo Burdizzo y anillo de goma. La frecuencia respiratoria fue mayor en el grupo Burdizzo, seguido del grupo anillo de goma y el grupo control.
- Dejando a un lado los valores incrementados de FC del grupo control, los valores de FC y FR de los corderos descolados con Burdizzo fueron mayores a los valores de los corderos descolados con anillo de goma, lo que indica que el método de Burdizzo es más doloroso.
- La temperatura corporal de los tres grupos experimentales no mostró afectaciones en ninguna etapa, por lo que no se considera un indicador fiable de dolor.
- Respecto a la escala Grimace de dolor, en los grupos “anillo de goma” y “Burdizzo”, las calificaciones fueron mayores en la medición a cero horas, si bien, las puntuaciones del grupo Burdizzo fueron mayores y fueron presentes durante mayor tiempo (durante el procedimiento, 1.5 horas y 24 horas posteriores al descole) comparadas con el grupo “anillo” (durante el descole y 1.5 horas posteriores al descole), ambos métodos son dolorosos. La escala Grimace se determinó y demostró ser viable para identificar el dolor en corderos.
- El peso de los corderos tras efectuar el descole no se ve afectado al utilizar anillo de goma o Burdizzo.

9.- BIBLIOGRAFÍA

Aitken, I. D. (2007). *Diseases of sheep*. Oxford : Blackwell Science.

Alvarez, L., De Luna, J. B., Gamboa, D., Reyes, M., Sánchez, A., Terrazas, A., . . . Galindo, F. (2015). Cortisol and pain-related behavior in disbudded goat kids with and without cornual nerve block. *Physiology & Behavior* 138, 58–61.

Andersen, P. H., Munksgaard, L., Forkman, B., & Glerup, K. B. (2015). Pain evaluation in dairy cattle. *Appl Anim Behav Sci*.

Antón Jiménez, M., & Abellán Van Kan, G. (2007). *Tratado de geriatría para residentes*. Madrid: Sociedad Española de Geriatría y Gerontología.

Arias, N., & Velapatiño, B. (2015). Cortisol como Indicador Fiable del Estrés en Alpacas y Llamas. *Rev Inv Vet Perú* 26(1):, 1-8.

Australian Animal Welfare Standards and Guidelines. (2013). *SHEEP STANDARDS AND GUIDELINES – TAIL DOCKING*. Australia.

BODENCHUK, L. A. (2015). *IMPACTS OF CASTRATION AND DOCKING METHOD ON LAMB STRESS AND PERFORMANCE*. Texas: Faculty of the College of Graduate Studies of Angelo State University.

Bragard , D., & Decruynaere , C. (2010). Evaluación del dolor: Aspectos metodológicos y uso clínico. *Medicina Física* , 31((4)), 1-11.

Camps Morey , T., & Amat Grau, M. (2013). *Cambios de comportamiento asociados al dolor en animales de compañía*. Zaragoza: Servet editorial - Grupo Asís Biomedica S.L.

Chavez Hernández, A. (1988). *Manual de las técnicas de cirugía mas comunes en ovinos*. Cuautitlán Izcalli: UNAM.

Clutton, R. E. ((2018)). A review of factors affecting analgesic selection in large animals undergoing translational research. *The Veterinary Journal* 236 , 12–22.

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 , 136– 145.

Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., & Leach, M. C. (March de 2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. *PLOS ONE*, 9 (3).

De Lucas, T.J. y Arbiza, A.S. 2000. Producción Ovina en el Mundo y México. Editores Mexicanos Unidos, S. A.

- Del Campo, M. (2014). Resultados experimentales: métodos de castración y descole en corderos. *Bienestar animal seminario de actualización , alternativas tecnologicas para los sistemas ganaderos de Basalto*, (pág. 64). Uruguay.
- Delgado Vermejo, J. V., & Nogales Baena, S. (2010). *Biodiversidad ovina Iberoamericana, caracterización y uso sustentable*. España: Universidad de Cordoba.
- Di Giminiani, P., Brierley, V. L., Scollo, A., Gottardo , F., Malcolm, E. M., Edwards, S. A., & Leach, M. C. (2016). The Assessment of Facial Expressions in Piglets Undergoing Tail Docking and Castration: Toward the Development of the Piglet Grimace Scale. *Front Vet Sci*.
- Ellison, D. L. (December de 2017). Physiology of Pain. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 29(4,), 397-406.
- FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, División De Estadística*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FAWC. (2008). *FAWC Report on the Implications of Castration and Tail Docking for the Welfare of Lambs*. Londres: FAWC.
- Fernández E., F. (2009). *Descole*. Chile: INIA RAIHUEN.
- Fisher, A. D. (2011). Addressing pain caused by mulesing in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 135 , 232– 240.
- Freitas de Melo, A., & Ungerfeld, R. (2016). Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bienestar animal. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 7(núm. 3), 361-375.
- Fubini, S. L. (2005). *Cirugía en animales de granja*. Argentina: 2005.
- Fubini, S. L. (2017). *Farm Animal Surgery*. St Louis Missouri: Elsevier.
- García Andreu , J. (2017). Manejo básico del dolor agudo y crónico. *Anestesia en México*, vol.29 supl.1.
- Goldberg,, M. E., & Shaffran,, N. (2015). *Pain Management for Veterinary Technicians and Nurses*. iowa: Wiley-Blackwell.
- González, C., Civit, D., Díaz, M., & Faverio, I. (2013.). Bienestar animal en ovinos, en establecimientos agropecuarios, durante el transporte y en frigoríficos. *Vet. Arg. - Vol. XXX - N° 299*.
- Grant, C. (2004). Behavioural responses of lambs to common painful husbandry procedures. *Applied Animal Behaviour Science* 87, 255–273.

Guerrero-García, A. R. (2017). *Guía práctica para la aplicación de anestesia local en rumiantes. Documento de Docencia #22. Bogotá Colombia: Ediciones Universidad cooperativa de Colombia.*

Guesgen, M. J., Beausoleil, N. J., Leach, M., Minot, E. O., Stewart, M., & Stafford, K. J. (2016). *Coding and quantification of a facial expression for pain in lambs.* Nueva Zelanda: Behavioural Processes 132 49–56.

Guesgen, M. J., Beausoleil, N. J., Minot, E. O., Stewart, M., & Stafford, K. J. (2014). Social context and other factors influence the behavioural expression of pain by lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 159, 41–49.

Häger, C., Biernot, S., Buettner, M., Glage, S., Keubler, L. M., Held, N., . . . Bleich, A. (2017). *The Sheep Grimace Scale as an indicator of post-operative distress and pain in laboratory sheep.* PLOS ONE.

Hall, J. E. (2016). *tratado de fisiologia medica.* Elsevier.

Hempstead, M. N., Waas, J. R., Stewart, M., Cave, V. M., & Sutherland, M. A. (2017). Behavioural response of dairy goat kids to cautery disbudding. *Applied Animal Behaviour Science* 194, 42–47.

Hild, S., Andersen, I. L., & Zanella, A. J. (2010). The relationship between thermal nociceptive threshold in lambs and ewe–lamb interactions. *Small Ruminant Research* 90, 142–145.

Hild, S., Clark, C. C., Dwyer, C. M., Murrell, J. C., Mendl, M., & Zanella, A. J. (2011). Ewes are more attentive to their offspring experiencing pain but not stress. *Applied Animal Behaviour Science* 132, 114–120.

Holden, E., Calvo, G., Collins, M., Bell, A., Reid, J., Scott, E. M., & Nolan, A. M. (2014). Evaluation of facial expression in acute pain in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 55, 615–621.

Holdhus Small, A., Marini, D., Dyll, T., Paull, D., & Lee, C. (2018). a randomised field study evaluating the effectiveness of buccal meloxicam and topical local anaesthetic formulations administered singly or in combination at improving welfare of female Merino lambs undergoing surgical mulesing and hot knife tail docking. *Research in veterinary science* 118, 305-311.

<http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>

INIA. (2016). *Bienestar animal en ovinos para carne y lana, Guía para la producción ética en ovinos en Uruguay.* Uruguay: INIA.

Jongman, E. C., Borg, S., & Hemsworth, P. H. (2016). Assessment of pain responses associated with castration of 10 week old lambs using Callicrate WEE Bander compared with a standard elastrator. *Applied animal behavior science* 179, 46-52.

- Keating, S. C., Thomas, A. A., Flecknell, P. A., & Leach, M. C. (Septiembre de 2012). Evaluation of EMLA Cream for Preventing Pain during Tattooing of Rabbits: Changes in Physiological, Behavioural and Facial Expression Responses. *PLOS ONE*, 7(9).
- Langford, D. J., Bailey, A. L., Chanda, M. L., Clarke, S. E., Drummond, T. E., Echols, S., . . . Mogil, J. S. (Junio de 2010). Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nature methods* , VOL.7(NO.6), 447-452.
- Larrondo, C., Bustamante, H., & Gallo, C. (2018). Sheep Farmers' Perception of Welfare and Pain Associated with Routine Husbandry Practices in Chile. *Animals* 8(12) 225 .
- Lin , H., & Walz, P. (2014). *Farm Animal Anesthesia: Cattle, Small Ruminants, Camelids, and Pigs. Estados Unidos: Wiley-Blackwell.*
- Lizarraga, I., & Chambers, J. P. (2011). Use of analgesic drugs for pain management in sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 60:2, 87-94,.
- 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. ((2009)). Use of local anaesthesia for pain management during husbandry procedures in Australian sheep flocks. *Small Ruminant Research* 86 , 56–58.
- López Morales, C. A. (2004). *Evaluación de la diversidad genética de razas de ovinos en México mediante el uso de marcadores microsatélites*. Tamaulipas, México: IPN.
- Lorenz, M. D., Coates, J. R., & Kent, M. (2011). *Handbook of Veterinary Neurology*. St Louis, Missouri: Elsevier.
- Lu, Y., Mahmoud, M., & Robinson, P. (2017). *Estimating Sheep Pain Level Using Facial Action Unit Detection*. UK: IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition .
- Manzanilla, L., & López Luján, L. (2014). *Historia Antigua de México Vol. I: El México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte Preclásico*. México.: CONACULTA-INAH, Miguel Ángel Porrua, UNAM, Instituto de Investigaciones antropológicas.
- 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 behavior Science* 188, 26-33.
- Martínez Rojero, R. D. (2016). El borrego "Obispo" de la montaña de Guerrero. *Elementos* 103, 35-39.

- McLennan, K. M., Rebelo, C. J., Corke, M. J., Holmes, M. A., Leach, M. C., & Constantino-Casas, F. (2016). *Development of a facial expression scale using footrot and mastitis as models of pain in sheep*. UK: Applied Animal Behaviour Science 176 19–26.
- Mendoza Gonzalez, A., Berumen Alatorre, A. C., Santamaría Mayo, E., & Vera y Cuspinera, G. G. (2010). *Diagnóstico clínico del ovino*. Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Merck. (2012). *Manual Merck para la salud de las mascotas*. España: Paidotribo.
- MIESNER, M. D., & ANDERSON, D. E. (2009). Vaginal and Uterine Prolapse. En D. E. Anderson, & D. M. Rings, *Food Animal Practice* (págs. 382-391). Saunders.
- Miller, A. L., Kitson, G. L., Skalkoyannis, B., Flecknell, P. A., & Leach, M. C. (2016). Using the mouse grimace scale and behaviour to assess pain in CBA mice following vasectomy. *Applied Animal Behaviour Science* 181, 160–165.
- Millis, D. L. (2013). Manejo postoperatorio y rehabilitación. En J. E. Houlton, J. L. Cook, J. F. Innes, & S. J. Langley-Hobbs, *Manual de alteraciones musculoesqueléticas en pequeños animales* (pág. 269). Barcelona: BSAVA.
- 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.
- Molony, V., Kent, J. E., Viñuela-Fernández, I., Anderson, C., & Dwyer, C. M. (2012). Pain in lambs castrated at 2 days using novel smaller and tighter rubber rings without and with local anaesthetic. *The Veterinary Journal* 193, 81–86.
- Moreno, C., & Prada, D. M. (2001). Fisiopatología del dolor clínico. En M. Uribe Granja, *Guía neurológica, Asociación Colombiana de Neurología* (págs. 9-21). Bogotá: ExLibris Editores.
- Neuroscience Online - Department of Neurobiology & Anatomy*. (2 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter06.html>
- Partida de la Peña, J. A., Braña Varela, D., Jiménez Severiano, H., Ríos Rincón, F. G., & Buendía Rodríguez, G. (2013). *Producción de carne ovina*. Querétaro: CENID INIFAP.
- Partida de la Peña, J. A., Ríos Rincón, F. G., de la Cruz Colín, L., Domínguez Vara, I. A., & Buendía Rodríguez, G. (2017). Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8 (3), 269-277.
- Pascual Alonso, M., Miranda de la Lama, G. C., Aguayo Ulloa, L., Villarroel, M., Mitchell, M., & Maria, G. A. (2016). Thermophysiological, haematological, biochemical and behavioural stress responses of sheep transported on road. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101, 541–551.

- Pereira Terra, J., Ferreira Junior, J. A., Nunes Moreira, C., Elias Rabelo, R., Alves Gouveia, A. P., & Pacheco Miguel, M. (2013). MANEJO INADEQUADO PROVOCA MIELITE SUPURATIVA PÓS CAUDECTOMIA EM OVINOS. *Archives of Veterinary Science*, v. 18, (supl.2), 041.
- Plummer, P. J., & Schleining, J. A. (2008). Assessment and Management of Pain in Small Ruminants and Camelids. En D. D. Anderson, & M. Rings, *Current Veterinary Therapy, Food Animal Practice*, (págs. 185-186). Saunders.
- Pollard, J. C., Roos, V., & Littlejohn, R. P. (2001). Effects of an oral dose of acetyl salicylate at tail docking on the behaviour of lambs aged three to six weeks. *Applied Animal Behaviour Science* 71, 29-42.
- Prunier, A., Mounier, L., Le Neindre, P., Leterrier, C., Morme` de, P., Paulmier, V., . . . Guatteo, R. (2013). Identifying and monitoring pain in farm animals: a review. *Animal* 7:6, 998–1010.
- Pugh, D. G. (2012). *Sheep and goat medicine*. Elsevier.
- Rabanales Morales , J. L., & Ruiz Rodríguez , E. (2011). *Manual de producción ovina para pequeños y medianos*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Reefmann, N., Bu` tikofer Kasza` s, F., Wechsler, B., & Gygax, L. (2009). Ear and tail postures as indicators of emotional valence in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 118 , 99–207.
- Rodríguez, A. (2016). *Descole*. Argentina: Cuenca Informa N° 41.
- Ruiz Cervantes, J. G., & Hernández Ávalos, I. (2014). *Farmacología para Médicos Veterinarios Zootecnistas*. México: UNAM.
- Sáez Gutiérrez, T. (2002). *PATOLOGÍA Y MANEJO DEL CORDERO RECIÉN NACIDO*. Zaragoza
- SAGARPA. (2018). *Creció 70% la producción en el sector ovino nacional con alta calidad genética*. México.
- Schoenian, S. (10 de Febrero de 2019). *SHEEP 201 INDEX*. Obtenido de Docking and castrating: <http://www.sheep101.info/201/dockcastrate.html>
- SIAP (2019) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <https://www.gob.mx/siap>
- SMITH, B. P. (2010). *Medicina interna de grandes animales*. España: Elsevier.

Sotocinal, S. G., Sorge, R. E., Zaloum, A., Tuttle, A. H., Martin, L. v., Wieskopf, J. S., . . . Mogil, J. S. (2011). The Rat Grimace Scale: A partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. *Molecular pain*, 7(55), 1-10.

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.

Stubsjøen, S. M., Flø, A. S., Moe, R. O., Janczak, A. M., Skjerve, E., Valle, P. S., & Zanella, A. J. (2009). Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep. *Physiology & Behavior* Volume 98, Issue 5, Pages 640-648.

Stubsjøen, S. M., Flø, A. S., Moe, R. O., Janczak, A. M., Skjerve, E., Valle, P. S., & Zanella, A. J. (2009). Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep. Physiology & Behavior Volume 98, Issue 5, Pages 640-648.

Stubsjøen, S. M., Knappe- Poindecker, M., Langbein, J., Fjeldaas, T., & Bohlin, J. (2015). Assessment of chronic stress in sheep part II, Exploring heart rate variability as a non invasive measure to evaluate cardiac regulation. *Small Ruminant Research*.

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

Taneja, R., Goel, A., & Kumari, M. (2016). Facial Features: A Study for Pain Expression Recognition. *International Conference on Computing for Sustainable Global Development* . INDIA.

Vázquez- Martínez, I., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Calderón-Sánchez, F., Torres-Hernández, G., & Pittroff, W. (2018). Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 15, 85-97.

Wang, Y. Q., Zhong, R. Z., Fang, Y., & Zhou, D. W. (2018). Influence of tail docking on carcass characteristics, meat quality and fatty acid composition of fat-tail lambs. *Small Ruminant Research* 162 , 17–21.

Windsor, P. A., Lomax, S., & White, P. (2016). Progress in pain management to improve small ruminant farm welfare. *Small Ruminant Research* 142 , 55–57.

Yang, H., Zhang, R., & Robinson, P. (2015). Human and Sheep Facial Landmarks Localisation by Triplet Interpolated Features. *University of Cambridge*.

Zeder, M. A. (19 de August de 2008). Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 11597-11598.

Zegarra Piérola, J. W. (2007). Bases fisiopatológicas del dolor. *Acta Med Per* 24(2) , 105-108.

