



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y LA SALUD ANIMAL
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA MATERNA SOBRE LA RESPUESTA
CONDUCTUAL Y FISIOLÓGICA AL DOLOR DEL PERIPARTO EN CABRAS”

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL

PRESENTA

M.V.Z. Karla Paola Urban Esquivel

TUTORA:

Dra. Angélica María Terrazas García
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM

COMITÉ TUTOR:

Dr. DMTV, MSc., PhD. Juan Pablo Damián Cabrera
Facultad de Veterinaria, Universidad de la República
MVZ PhD Andrés Ernesto Ducoing Watty
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, Julio 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dedicatoria

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por UNAM-PAPIIT IN224220 y FESC-UNAM-PIAPI2052.

Se agradece la participación y colaboración de

Dr. Víctor M. Díaz Sánchez
MVZ EPOC César P. Cano Suárez
Dr. Jesús J. Ramírez Espinosa
Dra. Esperanza López García
M.V.Z. Reyna María de la Rosa

Por su asistencia y asesoría en la realización y conclusión de este proyecto.

También se agradece el invaluable apoyo de los compañeros alumnos de la carrera de MVZ que ayudaron en la colecta de datos:

eM. en C. Carlos Martínez
e MVZ Gladys Itzel Pérez Alaniz
e MVZ Ulises Smith Gómez
e MVZ Patricia Jimena Martínez Beltrán
e MVZ Ángel Martín Pérez

Agradezco el apoyo del comité tutorial el Dr. Juan Pablo Damián Cabrera y al Dr. Andrés Ducoing Watty

Ofrezco un especial agradecimiento a mi tutora principal, la Doctora Angélica María Terrazas García por su paciencia, dedicación, tiempo, compromiso y atención sinceramente ofrecidos hacia mí durante todo este proceso. Todo su apoyo hizo posible la realización de este proyecto.

Índice general

1.- Resumen	7
2.- Abstract	8
3.- Introducción	9
4.- Marco Teórico	12
4.1. Conducta Materna	13
4.1.1. Vínculo materno filial en caprinos	13
4.1.2. El valor de la experiencia	15
4.2. El parto, un proceso doloroso	15
4.2.1 Anatomía y fisiología del dolor al parto	16
4.2.2 Consecuencias del dolor al parto	18
4.2.3 La evaluación del dolor alrededor del proceso de parto	19
4.3. El estudio del dolor	20
4.3.1. Tipos de dolor	21
4.4. Estudio del dolor en animales	22
4.4.2. Fuentes de dolor en rumiantes	23
4.5. Evaluación del dolor en rumiantes	23
4.5.1. Evaluación Conductual	24
4.5.1.1. Evaluación del dolor por el método GRIMACE	26
4.5.2. Evaluación Fisiológica	29
4.5.2.1. Albúmina y Proteína total	31
4.5.2.2. Cortisol	34
4.5.2.3. Estradiol	35
5.- Objetivos	37
5.1. General	37
5. 2. Particulares	37
6.- Hipótesis	37
7.- Materiales y Métodos	38
7.1. Sujetos y lugar de estudio	38
7.2. Proceso Experimental	39
7.2.1. Grupos experimentales	39
7.2.2. Pesaje, condición corporal y recolección de muestras de sangre	39
7.2.3.-Observaciones en el periparto	40
A).- Observaciones conductuales directas e indirectas	40
b).- Determinación de la escala GRIMACE	42
c).- Determinaciones fisiológicas	43

7.3. Análisis Estadístico	43
8.- Resultados	44
8.1 Observaciones en el periparto	44
8.2.1.- Observaciones conductuales directas e indirectas	45
8.2.1.1.- Comportamiento de la madre.	45
Intensidad y registro de las vocalizaciones en la hembra	46
8.2.1.2.- Proporción de las cabras de acuerdo con la posición que tuvieron para parir.	46
8.2.1.3.- Proporción de las hembras que requirieron ayuda al parto	47
8.2.1.4.-Comportamiento de las crías después del parto.	47
8.1.3.- Escala Grimace	48
8.2 Determinaciones Fisiológicas	48
8.2.1.- Niveles de cortisol y estradiol en plasma.	48
8.2.2.- Niveles de proteínas totales, albúmina y globulina.	49
Figura 4. Valores (media \pm e. e.) de a)Proteínas totales, b)Albúmina y c)Globulinas medidos alrededor del parto a las cabras de los grupos Primíparas y Multíparas.	50
9.- Discusión	51
9.1 Observaciones conductuales y no conductuales en el periparto	51
9.2 Determinaciones Fisiológicas	53
10.- Conclusión	55
11.- Bibliografía	56

Índice de tablas y figuras

<i>Figura 1.</i> Peso (kg) durante el periparto de cabras Primíparas y Multíparas	45
<i>Tabla 1.</i> Conductas (media \pm e.e.) registradas durante las primeras 2 h postparto a en cabras Primíparas y Multíparas.	46
<i>Figura 2.</i> Proporción (%) de hembras que parieron paradas (P=0.006) o echadas (P<0.0001) en cabras Primíparas y Multíparas.	47
<i>Tabla 2.</i> Intensidad de las vocalizaciones (media \pm e.e.) registradas durante el preparto, parto y postparto a cabras pertenecientes a los grupos Primíparas y Multíparas.	47
<i>Tabla 3.</i> Conductas (media \pm e.e.) registradas durante las primeras 2 h postparto de las crías nacidas de cabras Primíparas y Multíparas.	48
<i>Tabla 4.</i> Valores de GRIMACE (media \pm e.e.) registrados durante el periparto a cabras pertenecientes a los grupos Primíparas y Multíparas.	49
<i>Figura 3.</i> Valores de a) Cortisol (media \pm e. e.) y b) Estradiol (media \pm e. e.) medidos alrededor del parto a las cabras de los grupos Nulíparas y Multíparas.	49
<i>Figura 4.</i> Valores (media \pm e. e.) de a) Proteínas totales, b) Albúmina y c) Globulinas medidos alrededor del parto a las cabras de los grupos Primíparas y Multíparas.	50

1.- Resumen

El comportamiento materno y la formación de las relaciones madre-cría es afectado por distintos factores como la falta de experiencia materna, ocasionando repercusiones negativas y afectando la sobrevivencia de la cría. En los caprinos existen muy pocos trabajos al respecto y los hallazgos son inconsistentes; además, poco se sabe de la relación entre paridad y endocrinología en el comportamiento materno. Nuestro objetivo fue evaluar en cabras si la experiencia materna afecta la respuesta conductual y fisiológica al dolor en el periodo del parto. Se evaluaron 19 hembras caprinas (10 primíparas y 9 multíparas) que permanecieron en estabulación con una dieta balanceada. Se monitorearon desde el día 147 de gestación y una vez al parto, se realizó una filmación focal continua de 2 horas, registrando las conductas de cabra y cabrito; asimismo se evaluó la motivación materna al parto. Utilizando el método GRIMACE se analizaron los rostros de las cabras al parto, parto y posparto para la evaluación del dolor. Se tomaron muestras sanguíneas en los días -12 y -8 preparto, durante parto y 4, 8, 24, 48 horas postparto para determinar cortisol y estradiol, así como proteínas totales, albúmina y globulinas. Los videos fueron analizados con The Observer Video Pro Noldus®. Las cabras primíparas tendieron a expulsar más tardíamente la bolsa amniótica que las multíparas (253 ± 79 vs. 66.5 ± 30.4 segundos, $P=0.08$). Asimismo, las primíparas tardaron más en expulsar a la cría que las multíparas (572.5 ± 201.5 vs 197.7 ± 61.5 segundos, $P=0.042$). La proporción de cabras que parió echada y que requirió ayuda al parto fue mayor en las primíparas que en las multíparas ($P=0.001$). Las concentraciones de cortisol en suero no se afectaron por la paridad ($P=0.66$), ni por el tiempo en el parto ($P=0.64$). La concentración de estradiol en suero no se afectó por la paridad ($P=0.43$), pero si por el tiempo ($P=0.038$), incrementándose del día -8 de gestación hasta el parto y descendiendo del parto a las 8 horas postparto. Aunque conductas importantes como la latencia de limpiar y de amamantar a la cría no se afectaron por la paridad materna, se observó variación en las etapas del inicio del parto, posiblemente asociado a las circunstancias relacionadas con el parto mismo en la hembra y posiblemente al dolor que ocasiona esta labor. No se encontró evidencia indicativa de que la endocrinología estuviera afectada por la paridad, pudiendo sugerir que las hembras caprinas primíparas y multíparas tienen un control fisiológico de la maternidad similar.

2.- Abstract

Maternal behavior and the establishment of mother-offspring relationships it's affected by several factors such as the lack of maternal experience, causing negative effects and it affects the survival of the offspring. There's little information regarding this issue in the goat and such findings so far appear to be inconsistent, moreover the relationship between parity and endocrinology within maternal behavior has few information available. Our main focus was assess if the maternal experience in the goat affects the behavioral and physiological response to pain during the peripartum period. We evaluated 19 female goats (10 primiparous and 9 multiparous) kept in a pen with a balanced diet. From day 147 of gestation the goats were monitored to register each parturition as it happened. Each delivery was filmed focally under 2 continuous hours, during this period the behaviors of the mother and kid were registered and a motivation test was run. Images of the faces of the goats were analyzed to assess the level of pain during prepartum, partum and postpartum, based on the GRIMACE Pain Scale for sheep. Blood samples were drawn around the -12 and -8 days prepartum, during labor and 4, 8, 24 and 48 hours postpartum, to determine cortisol, estradiol, total protein levels, albumin and globulins. Each video taken was analyzed using the program The Observer Video Pro Noldus®. Primiparous goats tended to expulse the amniotic bag belatedly in comparison with multiparous ones (253 ± 79 vs. 66.5 ± 30.4 seconds, $P=0.08$). Likewise primiparous females took longer on the expulsion of the kid than multiparous ones (572.5 ± 201.5 vs 197.7 ± 61.5 seconds, $P=0.042$). The proportion of goats that gave birth laying down and needed help during the delivery was greater on primiparous goats than multiparous ones ($P=0.001$). The levels of cortisol were not affected by parity ($P=0.66$) either by the peripartum time elapsed ($P=0.64$). Estradiol didn't appear to be affected by parity ($P=0.43$), but time did cause changes ($P=0.038$) in which the levels increased around the -8 day prepartum and until delivery, where they started descending at 8h postpartum.

Although important behaviors such as kidding and cleaning of the kid latencies were not affected by parity, during the early stages of labor it was possible to observe changes likely associated with the circumstances of the process itself and the pain labor may cause. There was no evidence whatsoever indicating that the endocrinology was affected by parity, suggesting that primiparous and multiparous goats have a similar physiologic control of maternity.

3.- Introducción

El etograma del comportamiento materno en los pequeños ruminantes incluye conductas encaminadas a la filiación con sus crías, así como a la estimulación de las mismas para el inicio de la vida neonatal (González-Mariscal y Poindron, 2002; Jensen, 2009). El desarrollo del vínculo materno-filial es un evento multifactorial, algunos de éstos factores son inmediatos al parto o se desarrollan a lo largo del transcurso de éste (Gubernick, 1980; Romeyer y Poindron, 1992). La presencia y el contacto de la madre con su cría inmediatamente después del parto ha demostrado efectos positivos en el desarrollo de este vínculo. Así mismo la estimulación que representa el paso de la cría por el canal de parto facilita la liberación de hormonas esteroideas a nivel central como oxitocina y estradiol, éstas a su vez estimulan la sensibilidad y el interés en la madre.

La forma en que el vínculo se desarrolla, a pesar de deberse a distintas variables, principalmente se atribuye a factores fisiológicos específicos como son los hormonales (Klopfer y Klopfer, 1977; Gubernick, 1980). Se ha comprobado en especies como la oveja que hormonas como la oxitocina y el estradiol son cruciales para el desarrollo de este vínculo. Sin embargo, el tratamiento con hormonas esteroideas en la cabra ha demostrado resultados insatisfactorios (Poindron y Le Neindre, 1980).

Durante el parto, la estimulación vagino-cervical afecta la liberación de oxitocina, hormona relacionada con la contractilidad de la musculatura lisa, así como con la bajada de la leche (Pfaff *et al.*, 2002). La liberación de oxitocina ocurre a nivel central en el núcleo paraventricular (Kendrick *et al.*, 1997a; Lévy *et al.*, 1996; Numan *et al.*, 2006).

De forma individual, la capacidad de un organismo de mantenerse en homeostasis lo vuelve más apto para la supervivencia (Klopfer, 2005). En el caso de la relación madre-cría, la intensidad del vínculo, la selectividad y motivación materna en caprinos pueden verse afectados tanto por el factor hormonal, como por otros elementos como la paridad, la edad de la madre, el estado nutricional de

la madre durante la gestación, entre otros (Herscher *et al.*, 1963; Klopfer y Klopfer, 1977; Neumann *et al.*, 2009; Terrazas *et al.*, 2012).

La paridad en la cabra ha demostrado afectar la aceptación de la cría y el despliegue de un adecuado comportamiento materno hacia el cabrito cuando existe un periodo de separación temporal inmediato al parto, en la hembra múltipara, la experiencia reproductiva previa facilita que ésta sea más sensible a su cría posterior a una separación breve y aumenta la probabilidad de que despliegue un comportamiento materno apropiado hacia su cría en el momento de la reunión (Lickliter, R.E., 1982).

El malestar durante la gestación y parto se han relacionado con cambios en el organismo de la hembra asociados a estas etapas, tales como el dolor de adaptación (Ness y Gebhart, 1990) y los cambios ocurridos en los órganos involucrados (Shnol *et al.*, 2014). Evolutivamente se ha determinado que la importancia de experimentar dolor durante el parto es un indicativo para el individuo de un proceso importante, así como una respuesta fisiológica intensa que sugiere la búsqueda de un área segura para su desarrollo (Russell *et al.*, 2001); elementos que en conjunto beneficiarán a la supervivencia de la progenie (Broom, 2001; Rutherford, 2002). La percepción del dolor es un sistema de alerta crucial para el monitoreo de la integridad física del cuerpo (Monteiro *et al.*, 2019).

El dolor al parto es considerado de tipo agudo y posee al menos las dimensiones sensorial y emocional básicas del dolor (Melzack, 1993; Lowe, 2002). En medicina veterinaria diversos estudios han evaluado la expresión del dolor al parto desde puntos de vista como el etológico en la cerda (Ison *et al.*, 2016), los cambios endócrinos y la respuesta adrenal en bovinos (Barrier *et al.*, 2012; Mohammad y Mohammad, 2013; Vannucchi *et al.*, 2015) y caprinos (Hydbring *et al.* 1999; Olson *et al.* 2004). Dentro de la medicina veterinaria el reconocimiento de la capacidad de los animales de experimentar dolor independientemente de la forma en que lo comunican ha sido de gran importancia para su evaluación en diferentes especies (Keating *et al.*, 2012; Häger *et al.*, 2017; Dalla Costa *et al.*, 2018; Rebecca *et al.*, 2019). Las señales no verbales, comportamentales y fisiológicas expresadas por las diferentes especies animales como respuesta a

diversos estímulos pueden ser utilizadas para la evaluación del dolor en éstos (Thorpe, 1965; Bateson, 1991).

La mayoría de los mamíferos son capaces de cambiar su expresión facial en respuesta a diferentes estímulos o experiencias (Diogo *et al.*, 2009). Se han desarrollado escalas de medición del dolor basadas en la expresión facial como una herramienta clínica para la atención de pacientes que no pueden expresarse verbalmente como los infantes humanos (Craig *et al.*, 1992). El análisis de la expresión facial se basa en los cambios y alteraciones que puede producir un rostro bajo diversas situaciones, es por ello que se denominan “escalas del dolor facial” o GRIMACE (Sotocinal *et al.*, 2011).

La evaluación del dolor mediante el análisis de la expresión facial ha sido reportada en diversas especies de animales de laboratorio y de granja. Los primeros estudios fueron realizados en ratones por Langford *et al.* dando como resultado el desarrollo de la Escala Grimace para Ratones o MGS por sus siglas en inglés (Langford *et al.*, 2010). La evaluación de la expresión facial es la valoración de los cambios en el rostro o grupos de músculos conocidos como “unidades de acción” a un estímulo y son considerados involuntarios a la experiencia de dolor en el animal. Adicionalmente la expresión facial permite evaluar la naturaleza temporal del dolor proporcionando información sobre el nivel de fluctuación o la naturaleza constante del dolor mediante la observación sostenida de una determinada expresión (Ajuda *et al.*, 2020).

En vista del enfoque de este tipo de escalas como herramienta clínica en pacientes con los que se dificulta la comunicación, se ha buscado su aplicación en medicina veterinaria en donde el estudio de la expresión facial para la medición del dolor ha sido de gran utilidad en especies como la rata (Rebecca *et al.*, 2019), el conejo (Keating *et al.*, 2012), el caballo (Dalla Costa *et al.*, 2018) y la oveja (Häger *et al.*, 2017). Por otra parte, la aplicación de esta escala en cabras aún no se ha hecho.

Las diferentes especies estudiadas en medicina veterinaria poseen respuestas distintas a estados de enfermedad, estímulos potencialmente dañinos y a lesiones

externas e internas (Bateson, 1991), lo cual implica cierto grado de dificultad para la estandarización de la evaluación del dolor entre especies.

De manera integral, la evaluación del dolor en animales puede utilizarse como una herramienta para la medición del estado de bienestar en los mismos (Dawkins, 2004; Broom, 2001).

4.- Marco Teórico

4.1. Conducta Materna

En los caprinos el comportamiento materno está altamente asociado con el momento del parto, y el desarrollo de una respuesta adecuada depende del contacto que existe entre la cría y la madre inmediatamente al parto y durante las primeras horas posparto (Ramírez et al., 1996). A los pocos minutos al parto las hembras caprinas demuestran conducta materna hacia su cría (Poindron y Lévy, 2006).

4.1.1. Vínculo materno filial en caprinos

Las hembras caprinas forman rápidamente un vínculo con sus crías durante los primeros momentos postparto y se ha descrito que 5 minutos de contacto con su cría son suficientes para la formación del vínculo materno-filial (Klopfer y Klopfer, 1968; Klopfer, 1971). Las hembras caprinas son capaces de discriminar entre la cría propia y una ajena mostrando signos de rechazo hacia ésta como el impedir el amamantamiento a la cría ajena (Romeyer y Poindron, 1992; Ramírez et al., 1996).

Cabras que han tenido contacto de al menos 5 minutos con su cría inmediatamente al parto son capaces de aceptarla cuando se les reúne con ésta después de un periodo de separación de 1 a 3h (Klopfer y Klopfer, 1968; Gubernick *et al.*, 1979). A esta ventana de tiempo se denomina como “período sensible” durante el cual se establece la respuesta materna hacia la descendencia (Hersher *et al.*, 1957). El periodo sensible puede definirse como la fase durante la cual la respuesta materna se mantiene gracias a la experiencia que la madre ha obtenido de la interacción con su cría. Éste periodo sensible no dura más allá de las 12 horas en la mayoría de las hembras caprinas (Poindron y Lévy, 2006). Si la madre es privada del contacto con su cría inmediatamente al parto la respuesta materna desaparecerán alrededor de las 4 y 12 horas subsecuentes y en la mayoría de los casos las madres serán incapaces de cuidar de su cría, incluso

cuando son reunidas de nuevo con ésta (Klopfer *et al.*, 1964; Poindron y Le Neindre, 1980; Lickliter, 1982; Ramírez *et al.*, 1996).

En los caprinos así como en los ovinos, la expulsión de la cría facilita la formación del vínculo madre-cría; dado que el estímulo que representa el paso de la cría por el canal de parto promueve el aprendizaje e identificación del neonato (Romeyer *et al.*, 1994). El sentido del olfato está involucrado en el desarrollo inicial del amamantamiento selectivo en caprinos, especie en la que la hembra desarrolla un reconocimiento olfativo de su cría (Romeyer y Poindrón, 1992; Romeyer *et al.*, 1993). Dentro de los factores fisiológicos involucrados en el comportamiento materno se encuentra la liberación de oxitocina a nivel cerebral. La liberación de oxitocina ocurre por la estimulación del canal vagino-cervical al paso de la cría por éste. La oxitocina estimula el bulbo olfatorio de la madre facilitando el reconocimiento y aprendizaje de las señales específicas de la cría propia favoreciendo el establecimiento del vínculo materno (Romeyer *et al.*, 1994).

Por otra parte, la separación de madre y cría induce un estado agudo de agitación en la madre ocasionando un aumento en la actividad locomotriz y la emisión de balidos de alta frecuencia (Addae *et al.*, 2000).

El vínculo materno filial tiene como característica que una vez establecido no se rompe fácilmente, disminuyendo al mínimo la posibilidad de hacer adopciones una vez que la madre se ha vinculado con su cría (Poindron y Lévy, 2006).

Una vez establecido el vínculo materno filial, la hembra se vuelve selectiva hacia su cría, impidiendo el amamantamiento de crías ajenas e incluso presentando comportamientos antagonistas hacia éstas (Klopfer & Gamble, 1966). El contacto durante 30 minutos con la cría son suficientes para que la hembra se vuelva selectiva hacia ésta (Keller *et al.*, 2003; Poindron y Le Neindre, 1980). El establecimiento de la selectividad materna durante el periodo sensible es clave para el correcto desarrollo del comportamiento materno en las hembras caprinas. Así mismo, el mantenimiento del comportamiento materno más allá del periodo sensible es posible gracias al correcto desarrollo de la selectividad materna (Keller *et al.*, 2005).

Existe evidencia sugerente que la selectividad resulta de marcas olfativas en la cría hechas por la madre a través de la limpieza y amamantamiento de la misma. El vínculo y reconocimiento ocurre hasta que la madre amamanta a la cría o crías y el periodo sensible puede durar más tiempo en caprinos (Poindron *et al.*, 2003; Lévy *et al.*, 2004).

4.1.2. El valor de la experiencia

Se ha reportado que el comportamiento materno es más eficiente en hembras multíparas que primíparas en diversas especies de mamíferos. En el caso de los caprinos, Ramírez *et al.* (1996) describieron que la exposición de la madre a la cría la vuelve más sensible a ésta y a descendencias posteriores, dando como resultado un mejor desarrollo del vínculo materno filial en hembras multíparas en comparación con las madres primíparas.

Se ha descrito en caprinos la existencia de conductas dirigidas hacia el cuidado de las crías que las madres primíparas desarrollarán inadecuadamente en comparación con las hembras multíparas. Conductas como el rechazo a levantarse y permitir el amamantamiento, ausencia de la conducta de limpieza de la cría y el abandono de ésta son más frecuentes en las hembras que han tenido poca o nula experiencia con partos previos (Lickliter, 1982).

El desempeño inadecuado de estas conductas puede afectar el desarrollo y sobrevivencia de la cría. El adecuado comportamiento materno y la protección de las crías son principalmente el resultado de un correcto establecimiento del vínculo materno filial, el cual promueve el cuidado y protección de ésta así como el aumento del número de amamantamientos exitosos que apoyan el crecimiento de la misma (Théoret-Gosselin *et al.*, 2015).

En el caso de los caprinos se ha reportado que la duración del periodo sensible es más corto en las hembras primíparas en comparación con las hembras multíparas (Lickliter, 1982).

4.2. El parto, un proceso doloroso

El discomfort durante la gestación y parto se han relacionado con cambios en el organismo de la hembra asociados a estas etapas, tales como el dolor de adaptación o aquél que se encuentra como resultado de la expansión del útero (Ness y Gebhart, 1990), folículos ováricos quísticos, estiramiento de los ligamentos y la presión interna por el crecimiento del feto (Shnol et al., 2014).

Evolutivamente, se ha determinado que la importancia de experimentar dolor durante el parto es un indicativo para el individuo de un proceso importante, así como una respuesta fisiológica intensa que sugiere la búsqueda de un área segura para su desarrollo (Russell et al., 2001), elementos que en conjunto beneficiarán a la supervivencia de la progenie (Broom, 2001; Rutherford, 2002). La percepción del dolor es un sistema de alerta crucial para el monitoreo de la integridad física del cuerpo (Monteiro et al., 2019)

El dolor al parto es considerado de tipo agudo y posee al menos las dimensiones sensorial y emocional básicas del dolor (Melzack, 1993; Lowe, 2002). En humanos se ha sugerido que el dolor al parto es una experiencia subjetiva cuya percepción e intensidad se apoya principalmente en la descripción que cada individuo es capaz de dar con respecto al mismo (Jones et al., 2015). En medicina veterinaria, diversos estudios han evaluado la expresión del dolor al parto desde puntos de vista como el etológico en la cerda (Ison et al., 2016), los cambios endócrinos y la respuesta adrenal en bovinos (Barrier et al., 2012; Mohammad y Mohammad, 2013; Vannucchi et al., 2015) y caprinos (Hydbring et al. 1999; Olson et al., 2004).

4.2.1 Anatomía y fisiología del dolor al parto

El proceso de parto puede dividirse comúnmente en tres etapas. La primera etapa incluye la dilatación del cérvix, contracciones del miometrio y el posicionamiento del feto para su expulsión (Noakes et al., 2001). En esta etapa la intensidad del dolor al parto aumenta cuando la dilatación del cérvix es mayor y en humanos existe una correlación positiva con la intensidad, duración y frecuencia de las contracciones uterinas. Durante la fase de dilatación el colágeno contenido en el tejido del cérvix responde a la actividad de los estrógenos y la relaxina para

su distensión (Taverne, 1992). Sin embargo, las contracciones miométriales varían de especie a especie (Mainau y Manteca, 2011) y el dolor visceral predomina en respuesta a la estimulación de los nociceptores en el tejido, consecuencia de la distensión mecánica del útero (Noakes et al., 2001).

La presión en las raíces del plexo lumbosacro, tracción y presión de anexos como el peritoneo parietal y las estructuras que rodea, presión y estiramiento de la uretra, vejiga y recto, así como estructuras ubicadas en la pelvis, son parte de los estímulos dentro del parto que se pueden identificar como estímulos nociceptivos desencadenantes de un proceso doloroso (Shnol et al., 2014). En general, el aumento en intensidad de dolor al parto comúnmente observado a la dilatación puede atribuirse parcialmente al bajo umbral de activación a la estimulación que poseen los mecanorreceptores y quimiorreceptores, producida por las contracciones uterinas (Ness y Gebhart, 1990).

El inicio del dolor perineal al final de la primera etapa indica el descenso del feto y el inicio de la segunda etapa de parto. Durante la segunda etapa tienen lugar las contracciones abdominales, ruptura del alantoides y la expulsión de la cría. En dicha etapa de parto (etapa pélvica o de descenso) el dolor somático predominante se asocia a la distensión y tracción de las estructuras pélvicas y a la distensión del piso pélvico y perineo (Shnol et al., 2014). La intensidad, duración y frecuencia de las contracciones uterinas pueden relacionarse con la intensidad del dolor en esta etapa (Brown et al., 1989; Bonica et al., 1990; Lowe, 2002). La distensión del canal de parto estimula la liberación de oxitocina que en consecuencia acentuará las contracciones miométriales (Noakes et al., 2001). En bovinos la liberación de oxitocina se ha encontrado correlacionada con el tipo de parto, en donde la estancia sostenida de la cría en el canal de parto aumenta la estimulación de éste, dando como resultado una mayor concentración de oxitocina en comparación con las hembras que tuvieron un parto eutócico (Barrier et al., 2012; Mohammad y Mohammad, 2013; Vannucchi et al., 2015).

Por último, la tercera etapa se refiere a la expulsión de las membranas fetales y ésta sucede posterior a la expulsión de la cría única en especies monotocas como

la vaca y a la expulsión de la última cría en especies politocas como la cabra (Noakes et al., 2001).

Un parto en el que no han existido dificultades durante ninguna de las etapas antes mencionadas se denomina eutócico y tiende a progresar en un lapso alrededor de dos horas en la mayoría de las especies (Mainau y Manteca, 2011). Sin embargo, cuando el progreso del parto presenta dificultades y éste se extiende más allá de este periodo se denomina distócico, y se acompaña de un aumento en los niveles de dolor experimentado por la madre. Generalmente se considera que la mayor incidencia de distocia se encuentra en las hembras primíparas (Nix et al. 1998; Barrier et al., 2012). Diversas hipótesis sugieren que la intensidad del dolor se relaciona con la posición del feto, isquemia uterina, el flujo sanguíneo miometrial, y las contracciones uterinas bajo condiciones isoméricas (Molina et al., 1997; Bonica et al., 1990). Otras fuentes de dolor al parto son es la presión en el cérvix y la vejiga, así como el estiramiento del canal de parto y la vagina (Bonica et al., 1990; Lowe, 2002; Shnol et al., 2014).

La mayoría de los estudios del parto en animales se refieren al estado endócrino y los cambios asociados con cada etapa reproductiva (Cruz et al., 1996; Mohammad y Mohammad, 2013); pero pocos se enfocan a la evaluación del dolor alrededor del parto mediante una evaluación integral incluyendo la conducta, y que se limite a éste proceso.

4.2.2 Consecuencias del dolor al parto

El parto es un proceso demandante tanto para la madre, como la cría; la reacción de estrés es un proceso fisiológico que acompaña los estados de tensión en busca de lograr la adaptación al medio o las situaciones que se enfrentan en el mismo. Al parto se han observado cambios en el perfil adrenal de hembras con distocia, de esta manera se ha reportado que vacas que han presentado dificultad al parto muestran niveles elevados de cortisol en sangre (Mohammad y Mohammad, 2013; Vannucchi et al., 2015). Tal incremento de cortisol puede ser una respuesta a los factores inductores de estrés intrínsecos del parto como el dolor y la novedad (Hydbring et al., 1999). Otras hormonas como la vasopresina

se han relacionado con la respuesta de estrés en caprinos (Hydbring et al., 1999). Durante el parto se ha encontrado una correlación entre el aumento en las contracciones uterinas y la concentración en suero de vasopresina en humanos (Åkerlund et al., 1995). En un estudio realizado en caprinos, se analizó la expresión de dolor mediante la escala de VAS entre un grupo tratado con buprenorfina y uno control, encontrando correlación positiva entre el periodo de dilatación del cérvix y la concentración de vasopresina en sangre (Olsson, 2004).

Por otra parte, en un estudio realizado en bovinos, ha descrito que cambios en el perfil de las hormonas adrenales en partos distócicos y en los niveles de glucosa no sólo afectan a la madre; los becerros nacidos de hembras que presentaron dificultad al parto tuvieron un aumento en los niveles de cortisol y glucosa en sangre al nacimiento así como una disminución en su supervivencia en comparación con las crías nacidas de madres con partos eutócicos (Vannucchi et al., 2015). Las dificultades al parto en bovinos se asocian con un aumento en la mortalidad de las crías en esta especie (Lombard et al., 2007). Las hembras primíparas tienden a tener un primer parto más prolongado y el esfuerzo asociado con ello puede ser visiblemente mayor que en las hembras múltiparas (Noakes et al., 2011).

4.2.3 La evaluación del dolor alrededor del proceso de parto

En medicina veterinaria, uno de los primeros estudios que evaluaron los patrones de dolor asociado a diferentes estados fisiológicos se realizó en ratas (Cruz et al., 1996). En este estudio se evaluó la respuesta al dolor mediante el test de Tail Flick en dos experimentos distintos, una primera evaluación en donde los individuos se encontraban en periodo de apareamiento y una segunda durante la gestación (Cruz et al., 1996). Con respecto a los animales de producción, el estudio del dolor al parto se ha centrado en las diferencias comportamentales y fisiológicas que existen entre los tipos de parto cuando existe dificultad (distocia), como la vaca (Barrier et al., 2012; Vannucchi et al., 2015) y la cerda (Ison et al., 2016); así como también las diferencias encontradas en las concentraciones de

distintas hormonas del estrés, principalmente cortisol y vasopresina en especies como la cabra (Hydbring et al., 1999; Olson et al., 2004).

4.3. El estudio del dolor

De acuerdo con la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP International Association on the Study of Pain) el dolor se define como “Una experiencia sensorial y emocional no placentera asociada con lesión existente o potencial del tejido, o descrita en términos de tal daño”. Conforme a esta definición, la IASP considera al dolor como una experiencia subjetiva en la cual la inhabilidad de expresar verbalmente su existencia no es indicativo de su ausencia. Así mismo, en el sentido de su asociación al daño real o potencial del tejido, el carácter de experiencia desagradable es una constante en la definición y es por ello que la IASP lo caracteriza como una experiencia tanto sensorial como emocional (Merskey, 1979).

Dentro de la medicina veterinaria el reconocimiento de la capacidad de los animales de experimentar dolor independientemente de la forma en que lo comunican ha sido de gran importancia para su evaluación en diferentes especies. Se considera que un organismo es capaz de experimentar dolor sí cumple con criterios como la posesión de nociceptores, receptores que detectan estímulos dañinos dentro o fuera del cuerpo; vías que conecten a los nociceptores con el cerebro; estructuras cerebrales análogas a la corteza cerebral humana que procesan el dolor, receptores opioides y sustancias opioides endógenas dentro de un sistema neural nociceptivo; reducción en los efectos comportamentales y fisiológicos adversos a la aplicación de analgésicos y la habilidad de aprender a evitar los estímulos dolorosos (Bateson, 1991; Gregory, 2004).

Con respecto a la medicina humana, el uso de escalas de evaluación validadas como la Escala Visual Análoga (VAS; Visser, 2009), la Escala de Clasificación Numérica y la Escala McGill del Dolor son utilizadas tanto para el análisis del dolor clínico como en el ámbito de la investigación y el dolor al parto es uno de los modelos que se han evaluado con éstas escalas en humanos (Roberts *et al.*,

2019). Existen diversas similitudes entre las vías anatómicas y químicas de percepción del dolor en humanos y animales, en consecuencia es generalmente aceptado que la percepción del dolor es similar en ambos, asumiendo entonces que un estímulo doloroso en humanos lo es también en animales (Morton y Griffiths, 1985). Sin embargo, el dolor es sin duda el resultado de diversos cambios fisiológicos que experimenta el organismo (Broom, 2001).

4.3.1. Tipos de dolor

Dentro del aspecto clínico, el dolor puede dividirse en dos tipos: agudo y crónico. El dolor agudo, dolor ocasionado por una herida repentina, incluye a) el reconocimiento sensorial del daño en el tejido y b) una numerosa cantidad de eventos fisiológicos normalmente protectivos (Chapman y Nakamura, 1999). Evolutivamente la capacidad de experimentar dolor se considera una respuesta adaptativa que incrementa la capacidad de supervivencia en un medio adverso. Por otro lado, el dolor agudo se reconoce como una respuesta protectora a corto plazo que promueve el reconocimiento de la lesión y evita su avance.

Cuando la experiencia dolorosa persiste más allá del tiempo necesario para la recuperación de la lesión, es reconocida como dolor crónico. En el dolor crónico la experiencia dolorosa suele tener poca o ninguna relación con la lesión inicial, y los factores que determinan su duración pueden no estar relacionados con la causa original (Chapman y Nakamura, 1999). El dolor crónico puede describirse como dolor severo persistente de duración moderada o larga que ha cesado en servir una función protectora y más allá de ello deteriora la salud y el bienestar (Chapman y Stillman, 1996; Broom, 2001).

Dolor somático y visceral.

El dolor somático y visceral se originan en partes diferentes del cuerpo, el dolor somático es generalmente bien localizado mientras que la ubicación del dolor visceral es pobre y puede hacer referencia a partes distantes del cuerpo (Molony y Kent, 1997).

4.4. Estudio del dolor en animales

El dolor animal puede definirse como una experiencia sensorial y emocionalmente aversiva, representando una conciencia del daño o amenaza a la integridad de los tejidos del animal; éste cambia la fisiología y comportamiento del animal para evitar o minimizar el daño, reducir la probabilidad de recurrencia y promover la recuperación (Molony y Kent, 1997).

Dado que la medición de experiencias subjetivas es compleja, la importancia de contar con herramientas de evaluación indirecta que provean evidencia sobre una experiencia dolorosa en animales es de gran importancia (Molony *et al.*, 2002).

Las señales no verbales, comportamentales y fisiológicas expresadas por las diferentes especies animales como respuesta a diferentes estímulos, pueden ser utilizadas para la evaluación del dolor en estos (Thorpe, 1965; Bateson, 1991).

Las diferentes especies estudiadas en medicina veterinaria poseen respuestas distintas a estados de enfermedad, estímulos potencialmente dañinos y a las lesiones externas e internas (Bateson, 1991), lo cual implica cierto grado de dificultad para la estandarización de la evaluación del dolor entre especies. De manera integral el hecho de que la evaluación del dolor implica la respuesta a las situaciones antes mencionadas, la evaluación del dolor en animales puede utilizarse como una herramienta para la medición del estado de bienestar en los mismos (Broom, 2001; Dawkins, 2004).

En medicina veterinaria uno de los primeros estudios que evaluaron los patrones de dolor asociado a diferentes estados fisiológicos se realizó en ratas mediante el test de Tail Flick en dos experimentos distintos, una primera evaluación en donde los individuos se encontraban en periodo de apareamiento y una segunda durante la gestación (Cruz *et al.*, 1996). Con respecto a los animales de producción, el estudio del dolor al parto se ha centrado en las diferencias comportamentales y fisiológicas que existen entre los tipos de parto cuando existe dificultad (distocia), ésto en especies como la vaca (Barrier *et al.*, 2012; Vannucchi *et al.*, 2015) y la cerda (Ison *et al.*, 2016); así como las diferencias encontradas en las concentraciones de distintas hormonas del estrés, principalmente cortisol y vasopresina en especies como la cabra (Hydbring *et al.*, 1999; Olson *et al.*, 2004).

4.4.1. Tipos de respuesta al dolor

Es posible reconocer cuatro tipos de respuesta al dolor: 1) aquellos que modifican el comportamiento animal por aprendizaje, y por lo tanto permiten al animal evitar la recurrencia de la experiencia, 2) respuestas automáticas que protegen de forma parcial o total al animal como el reflejo de retirada, 3) aquellas que minimizan el dolor y asisten la curación, como echarse o mantenerse quieto, y 4) las que están diseñadas para pedir ayuda o evitar que otro animal cause dolor y en ésta categoría se consideran las herramientas de comunicación de las que puede hacer uso un animal como vocalizaciones, posturas y elementos como el olor (Molony y Kent, 1997; Molony *et al.*, 2002).

4.4.2. Fuentes de dolor en rumiantes

Los rumiantes pueden experimentar dolor bajo diferentes contextos, enfermedad y lesión o procesos fisiológicos como el parto (Stafford, 2014). En rumiantes como los bovinos lecheros, las fuentes de dolor más comunes son la laminitis y mastitis aguda (Parkinson *et al.*, 2010), mientras que en pequeños rumiantes estados de enfermedad como pododermatitis infecciosa (West *et al.*, 2009) y procedimientos de rutina como es descorne, aretado y castración son los motivos más frecuentes (Álvarez y Gutiérrez, 2010).

4.5. Evaluación del dolor en rumiantes

De forma general, las herramientas de evaluación del dolor en rumiantes incluyen la observación de la postura, movimientos, evaluación de las vocalizaciones y los cambios en éstas, así como la medición de las frecuencias fisiológicas (frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y temperatura rectal) (Stafford, 2014).

En la medicina y producción de rumiantes uno de los motivos del interés en la expresión de dolor radica en la seguridad humana. Un animal que atraviesa un proceso doloroso puede ser más peligroso de manipular que aquel que se encuentra libre de dolor (Stafford, 2014).

La evaluación del dolor en animales frecuentemente incluye indicadores tanto fisiológicos como comportamentales (Morisse *et al.*, 1995; Molony y Kent, 1997).

4.5.1. Evaluación Conductual

La evaluación conductual es de alta utilidad en medicina veterinaria y especialmente en las especies de producción (Viñuela-Fernández *et al.*, 2007). El aumento general de actividad, así como la inquietud alrededor del parto se han encontrado presentes en diversas especies, entre ellas se ha sugerido que el discomfort durante esta etapa está relacionado con dicho proceso en la vaca (von Keyserlingk y Weary, 2007) y la cerda (Damm *et al.*, 2002).

La evaluación de las vocalizaciones en bovinos ha sido útil como indicador de bienestar durante condiciones dolorosas (Watts y Stookey, 2000). Dentro del análisis de las vocalizaciones es posible evaluar la frecuencia e intensidad de éstas. En el cerdo se evaluó de forma análoga la emisión de sonidos al momento de la castración y se observó que la presencia de vocalizaciones de alta frecuencia es más común asociada a procedimientos dolorosos (Taylor y Weary, 2000). En el caso específico del periodo periparto sin embargo, es posible que algunos individuos eviten emitir vocalizaciones para evitar atraer depredadores (Lefebvre y Carli, 1985). Así mismo, las vocalizaciones como característica a evaluar pueden presentar alta variabilidad individual y situacional y en casos en los que no se ocupa una herramienta física para ello su interpretación se vuelve compleja (Weary *et al.*, 2006).

Con respecto a observaciones realizadas durante la última etapa del parto, el retraso en la latencia de levantarse se ha asociado a partos distócicos en la vaca (Edwards and Broom, 1982). Es necesario tomar en cuenta otros factores ambientales y de manejo alrededor del parto para considerar ésta una característica específica como es el caso específico de la manipulación de la cría al nacimiento y si ésta se deja o no con la madre en donde se presume que de acuerdo con el etograma de la especie la madre tenderá a responder de forma distinta durante el periodo postparto a la presencia de la cría, dificultando la

percepción de algunos comportamientos como específicos al dolor (Mainau y Manteca, 2011).

Los indicadores comportamentales son menos invasivos y pueden ser más específicos al tipo de dolor (Kavaliers, 1988) y ofrecen una herramienta útil para la evaluación de los animales de producción (Mogil y Crager, 2004; Ajuda *et al.*, 2020).

Se considera que los indicadores positivos de bienestar pueden utilizarse como una herramienta de evaluación. Algunos de éstos incluyen los comportamientos de alimentación, exploración y juego y su medición permite distinguir entre una situación que es resultado de la ausencia de experiencias negativas y una situación en la que las experiencias positivas están presentes (Ajuda *et al.*, 2020).

La valoración de la tendencia de los animales de observar hacia el lugar en el que existe aparente discomfort o presentan una lesión es un elemento conductual utilizado con frecuencia (Ajuda *et al.*, 2020). En un estudio realizado en cabritos al descorne, se observó una mayor frecuencia de presentación de este comportamiento en aquellos a los que no se les había administrado un tratamiento analgésico, el descorne es descrito como un procedimiento de rutina doloroso con consecuencias importantes para la integridad del animal (Morisse *et al.*, 1995; Álvarez y Gutiérrez, 2010). A diferencia de la evaluación de comportamientos como el rascado, el cual se ha relacionado con eventos de discomfort moderado como molestia a nivel cutáneo (Anzuino *et al.*, 2010), la valoración de la observación frecuente de los flancos y en algunos casos específicos de una zona bien determinada de lesión se han asociado con eventos de que ocasionan un dolor destacable como es el caso del descorne y el parto.

Cambios en la actividad locomotriz.

Junto a los cambios posturales se puede observar también un incremento en la actividad locomotriz incluyendo inquietud, pateo, pateo del suelo, saltos, movimientos de la cola así como voltear a ver y lamer/morder el sitio de lesión (Molony y Kent, 1997; Ajuda *et al.*, 2020).

Los cambios en la postura pueden ser voluntarios o involuntarios, los reflejos espinales pueden producirse al estimularse los nociceptores, los cuales pueden

causar hiperreflexia, incluyendo el aumento en el tono muscular, un ejemplo de ello puede ser la hiperextensión de las extremidades posteriores (Molony y Kent, 1997).

4.5.1.1. Evaluación del dolor por el método GRIMACE

Dentro de la medicina veterinaria el reconocimiento de la capacidad de los animales de experimentar dolor independientemente de la forma en que lo comunican ha sido de gran importancia para su evaluación en diferentes especies (Keating *et al.*, 2012; Häger *et al.*, 2017; Dalla Costa *et al.*, 2018; Rebecca *et al.*, 2019). Las señales no verbales, comportamentales y fisiológicas expresadas por las diferentes especies animales como respuesta a diversos estímulos pueden ser utilizadas para la evaluación del dolor en estos (Thorpe, 1965; Bateson, 1991).

La evaluación de la expresión facial se ha utilizado para reconocer y cuantificar el dolor en pacientes humanos que son incapaces de expresarse verbalmente como es el caso de los neonatos y personas con discapacidades verbales (Mogil *et al.* 2020). Por otra parte, en animales se han utilizado algunos métodos como el test de tail flick en ratas desde 1941 (Cruz *et al.*, 1996).

La mayoría de los mamíferos son capaces de cambiar su expresión facial en respuesta a diferentes estímulos o experiencias (Diogo *et al.*, 2009). Es por ello que se han desarrollado escalas de medición del dolor basadas en la expresión facial como una herramienta clínica para la atención de pacientes que no pueden expresarse verbalmente como los infantes (Craig *et al.*, 1992).

En vista del enfoque de este tipo de escalas como herramienta clínica en pacientes con los que se dificulta la comunicación, se ha buscado su aplicación en medicina veterinaria en donde el estudio de la expresión facial para la medición del dolor ha sido de gran utilidad en especies como la rata (Rebecca *et al.*, 2019), el conejo (Keating *et al.*, 2012), la oveja (Häger *et al.*, 2017) y el caballo (Dalla Costa *et al.*, 2018).

El análisis de la expresión facial se basa en los cambios y alteraciones que puede producir un rostro bajo diversas situaciones, es por ello que se denominan “escalas del dolor facial”, “escalas de mueca” o “GRIMACE ¹ scale” en inglés, en

donde “grimace”¹ puede entenderse directamente como gesto o mueca (Langford *et al.*, 2010).

La evaluación del dolor mediante el análisis de la expresión facial ha sido reportada en diversas especies de animales de laboratorio y de granja. Los primeros estudios fueron realizados en ratones por Langford *et al.*, dando como resultado el desarrollo de la Escala Grimace para Ratones o MGS por sus siglas en inglés. La evaluación de la expresión facial GRIMACE es la valoración de los cambios en el rostro o grupos de músculos conocidos como “unidades de acción” a un estímulo y son considerados involuntarios a la experiencia de dolor en el animal. Adicionalmente la expresión facial permite evaluar la naturaleza temporal del dolor proporcionando información sobre el nivel de fluctuación o la naturaleza constante del dolor mediante la observación sostenida de una determinada expresión (Langford *et al.*, 2010).

Las diferentes especies estudiadas en medicina veterinaria poseen respuestas distintas a estados de enfermedad, estímulos potencialmente dañinos y a lesiones externas e internas (Bateson, 1991), lo cual implica cierto grado de dificultad para la estandarización de la evaluación del dolor entre especies.

En pequeños rumiantes, específicamente en ovinos se ha desarrollado la Escala de Expresión Facial del Dolor ó SPFES (Sheep Pain Facial Expression Scale) por sus siglas en inglés. En esta escala se describen 5 unidades de acción: 1) cambios en la tensión de la órbita ocular, 2) tensión de las mejillas/ músculos maseteros, 3) posición de las orejas, 4) perfil de labios y mentón, 5) posición de los ollares y filtro (Imagen 1). Estas áreas fueron evaluadas de acuerdo a la presencia de cambios ó expresión anormal, parcialmente presente y ausente; y los valores de la escala fueron asignados a cada unidad de acción de acuerdo a esta referencia como: 2, 1 y 0 respectivamente (McLennan *et al.*, 2016).

La SPFES fue utilizada para la evaluación del dolor ocasionado por pododermatitis recurrente y demostró un alto nivel de precisión al diferenciar a los individuos con laminitis, de los control, a través de la identificación de los cambios

¹ Grimace . 2019 . en Merriam-Webster.com . consulta Nov. 21, 2019, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/grimace>

en la expresión facial en concordancia con el grado de enfermedad que presentó cada animal (McLennan *et al.*, 2016).

Así mismo, los corderos también son capaces de demostrar cambios en la expresión facial ocasionados por dolor agudo. En un estudio realizado en 2016 se evaluó la expresión del dolor en corderos utilizando la Escala GRIMACE para Corderos o LGS (Lamb GRIMACE Scale) por sus siglas en inglés. Los animales fueron sometidos a descole con banda de goma. Como resultado se obtuvieron 5 unidades de acción que se alteraron de forma consistente con el procedimiento de descole. Éstas fueron: a) el área orbital (contorno de los ojos), b) mejillas (músculos maseteros), c) posición de las orejas, d) perfil de labios y mandíbula, e) la forma de nariz y filtro. (Guesgen *et al.*, 2016).

Por su parte en caprinos se ha utilizado la escala VAS o Visual Analogue Scale. Esta escala es considerada más sensible y considera valores intermedios en lugar de categorías. En este estudio se evaluaron sementales caprinos bajo sedación durante el procedimiento de electroeyaculación. La escala VAS utilizada constó de una línea horizontal de 0 a 100 mm, 0 indicando la ausencia de dolor y 100 mm como el valor máximo de éste (Abril-Sánchez *et al.*, 2018). Los valores en la escala VAS para el dolor tomaron en cuenta el número, intensidad y duración de las vocalizaciones, contracciones y movimientos provocados por el procedimiento de electroeyaculación así como la intensidad y número de contracciones faciales. Por otra parte, la escala VAS para la evaluación de la sedación consideró la actividad y postura de los animales, tomando en cuenta si los animales estaban despiertos y en movimiento, parados, echados, o en alerta. La aplicación en este estudio de la escala VAS en caprinos demostró resultados congruentes con el estado de sedación de los animales (Abril-Sánchez *et al.*, 2018).

En estudios más recientes se ha tratado de desarrollar un sistema automatizado de detección de la expresión facial del dolor en ovinos basada en la aplicación de la SPFES. Éste sistema busca aplicar la detección facial automatizada por medio de una computadora con la capacidad de: 1) detectar el rostro de la oveja en una imagen o video, 2) señalar automáticamente los puntos faciales de interés y 3) habilitar el sistema para detectar los cambios en estos puntos faciales o “unidades

de acción”. La finalidad de la automatización es disminuir las alteraciones en la evaluación provocadas por la presencia del observador (McLennan y Mahmoud, 2019).

Hasta donde tenemos conocimiento, actualmente no existe una escala GRIMACE exclusiva para la evaluación del dolor en caprinos.

4.5.2. Evaluación Fisiológica

Los indicadores fisiológicos son altamente útiles para la evaluación del dolor en animales, especialmente en los animales de laboratorio (Cruz, 1996; Weary *et al.*, 2006). Dentro de éstos se han tomado en cuenta cambios en las constantes fisiológicas como la frecuencia cardiaca y respiratoria, así como la temperatura rectal (Noakes *et al.*, 2001). En 1999, un estudio realizado en caprinos se tomaron muestras en cada una de las etapas del parto se reportaron niveles elevados en las concentraciones de adrenalina y noradrenalina en plasma durante la expulsión de las crías, así como un aumento en la presión sanguínea y frecuencia cardiaca que en conjunto con las catecolaminas no presumieron estar relacionados con la severidad del parto. Dentro de los metabolitos estudiados, los cambios hormonales en los niveles de cortisol, adrenalina, noradrenalina, β -endorfina, met-enkefalina, vasopresina y oxitocina se relacionaron con las diversas fases del parto y no se reporta una asociación con la duración de éste; el aumento de los niveles hormonales en la etapa de expulsión se ha asociado con el esfuerzo muscular, estrés y dolor (Hydbring *et al.*, 1999).

Como se ha mencionado anteriormente, un aumento en el tiempo del proceso de parto se ha asociado con mayores niveles de estrés fisiológico y mayor exigencia en la musculatura lisa. En bovinos, las dificultades al parto se han correlacionado con el aumento en los niveles de glucosa en sangre (Vannucchi *et al.*, 2015).

La concentración en suero de proteínas plasmáticas como las proteínas de fase aguda (APPs) pueden ser indicativos de la presencia de enfermedad o estrés (Piñeiro *et al.*, 2013). Dentro del tiempo que rodea al parto, se han observado

cambios en la concentración de algunas APPs en la madre. Haptoglobina y Amiloide Sérico A aumentan alrededor del parto y sus valores son mayores en vaquillas que en vacas multíparas indicando inflamación y mayores niveles de dolor en las prímiparas (Mainau *et al.*, 2009; Murata *et al.*, 2004)

La estimulación de los nociceptores produce un aumento significativo en la actividad de los nervios aferentes. El aumento en la actividad de los nociceptores puede correlacionarse con una elevada concentración de cortisol en plasma, así como cambios conductuales (Rice y Castle, 1994).

Existen diversas formas de evaluar la actividad del sistema nervioso simpático y éstas incluyen la observación de los cambios en la frecuencia cardiaca y pulso, el diámetro de las pupilas así como el flujo sanguíneo periférico. Dado que este sistema funciona como un todo integrado estos cambios pueden llegar a observarse en paralelo (Molony y Kent, 1997).

La evaluación del eje hipotalámico es más comúnmente realizado mediante la medición de la concentración de las hormonas corticosteroides en plasma y saliva (Morisse *et al.*, 1995; Molony y Kent, 1997). Sin embargo, existen variables que pueden limitar el uso de estos elementos de medición para la evaluación del dolor como es el caso de la variación individual, los cambios diurnos y la gran variedad de estresores que activan el eje hipotálamo-pituitaria-adrenal (Mellor y Murray, 1989; Molony y Kent, 1997).

Dentro de las hormonas consideradas como indicadores bioquímicos u hormonal de estrés se encuentra el cortisol, y su medición es comúnmente empleado para evaluar el estrés asociado al dolor (Mellor y Murray, 1989). El cortisol puede presentar limitaciones, siendo una de las más importantes que no es una hormona exclusiva a un solo evento; el cortisol puede responder a diversos tipos de estímulos como el ciclo reproductivo, la manipulación del individuo e inmovilización del mismo (Endo *et al.*, 2018).

La estimación de parámetros bioquímicos en sangre como enzimas, metabolitos y proteínas son una herramienta complementaria útil como herramienta diagnóstica (Kaneko *et al.*, 1997). La gestación y lactancia son considerados estados que producen estrés metabólico, el cual puede asociarse con

enfermedades metabólicas durante el parto (Celi *et al.*, 2008). La evaluación de metabolitos como el cortisol, estradiol, proteínas totales, albúmina y globulinas sirve como herramienta para el estudio del dolor en animales.

4.5.2.1. Albúmina y Proteína total

En medicina veterinaria su uso se ha encaminado al estudio y respuesta de estrés en la mayoría de las especies animales (Mazzaferro *et al.*, 2002; Damian *et al.*, 2020). De forma general, en todas las especies la albúmina es una de las proteínas más importantes en la sangre, contribuyendo a una gran variedad de funciones incluyendo el mantenimiento de la presión osmótica de coloides, sustrato de transporte, así como mediador en la curación de lesiones (Doweiko y Nompelggi, 1991). Esta proteína tiene la característica de unirse a radicales libres y toxinas. Durante un proceso inflamatorio, la extravasación de plasma con albúmina permite el transporte de sustancias como Zinc, aminoácidos y ácidos grasos al sitio de inflamación, promoviendo de esta forma la recuperación de una lesión y proveyendo los sustratos necesarios para ello (Mazzaferro *et al.*, 2002).

Se considera que la albúmina en suero es un marcador útil para determinar el estado general del animal, así como de enfermedad y de esta forma provee información útil para el pronóstico (Doweiko y Nompelggi, 1991). En conjunto con la evaluación de los niveles de proteína total, ambos marcadores funcionan como una herramienta para evaluar el estado general de salud de un individuo, en un estudio realizado en cabritos, las concentraciones de albúmina, proteína total y globulina aumentaron de forma similar después del primer amamantamiento, éste aumento en la concentración fue observable a partir de la primera hora al nacimiento y alcanzó su valor máximo a las 24 h (Celi *et al.*, 2008). Anteriormente, ya se había demostrado una fuerte correlación entre la proteína plasmática total y la inmunoglobulina G (IgG) en cabras y vaquillas (O'Brien y Sherman, 1993; Campbell *et al.*, 2007).

En un estudio realizado en la India se reportaron las alteraciones observadas en el perfil metabólico de cabras en estabulación. Cabritos que atravesaron un

periodo de estrés calórico antes del destete tuvieron niveles más bajos de albúmina y proteína total en plasma (Inbaraj *et al.*, 2018). El organismo trata de mantenerse en homeostasis produciendo vasoconstricción durante la cual el volumen de plasma disminuye y por lo tanto los niveles de albúmina y proteína total se ven afectados negativamente (Inbaraj *et al.*, 2018; Perveen *et al.*, 2019). Como parte de los cambios adaptativos que sufre un organismo para enfrentar el estrés calórico, la variación en las concentraciones plasmáticas de proteínas se deben al intercambio de fluidos entre los compartimentos del organismo, este mecanismo funciona como regulador de la temperatura dando como resultado la disminución en la concentración de éstos metabolitos (Abdel-Fattah, 2014).

En cabras gestantes los niveles plasmáticos de albúmina se encuentran elevados en comparación con hembras de edad similar no gestantes. En las hembras gestantes la albúmina en sangre es dirigida al desarrollo del feto, mientras que la globulina estará concentrada en la síntesis de leche (Soares *et al.*, 2018; Yassen *et al.*, 2019). Conforme se acerca la fecha de parto, los niveles de albúmina disminuyen con relación al crecimiento exponencial que atraviesa el feto en esta etapa, otro factor que influye en la disminución de la concentración de proteínas totales y albúmina es el aumento en el volumen de plasma que ocurre durante la gestación debido a la elevada concentración de estrógenos (Soares *et al.*, 2018).

Así mismo durante el parto la disminución de los niveles de albúmina indican que los animales atravesaron un periodo de estrés oxidativo (Celi *et al.*, 2008a). La albúmina es la mayor fuente extracelular de tioles que se encargan de atraer a los radicales libres permitiendo a la albúmina funcionar como un antioxidante (Halliwell 1988).

El periodo de transición tiene un efecto sobre el perfil metabólico de las cabras, el estrés ocasionado por la gestación y lactancia está relacionado con dichos cambios, y en esta especie los niveles de proteína y globulina se ven incrementados después del amamantamiento (Soares *et al.*, 2018). El aumento en la concentración de proteína total es el resultado de la formación de inmunoglobulinas (Tharwat *et al.*, 2015).

Así mismo la albúmina es un indicador de la función hepática (Nehra *et al.*, 2001). A la evaluación durante el periodo de transición en caprinos, la albúmina puede verse disminuida al postparto en esta especie, sin embargo se señala que los cambios fisiológicos de esta etapa reproductiva son los responsables de dicha variación y no necesariamente de un estado de enfermedad (Tharwat *et al.*, 2015).

Alteraciones en los niveles de albúmina

Los niveles de albúmina en suero pueden ser considerados un indicador fisiológico para evaluar el estrés oxidativo (Celi *et al.*, 2008). La hipoalbuminemia se ha correlacionado con altos niveles de morbilidad y mortalidad tanto en humanos como animales (Doweiko y Nompelggi, 1991; Drobotz y Macintire, 1996).

En estados de estrés metabólico, la síntesis de albúmina pasa a un plano secundario. Durante el estrés agudo, los niveles de albúmina disminuyen debido a la síntesis de proteínas de fase aguda por parte del hígado. Pero si la nutrición es adecuada, la síntesis de albúmina será restablecida de un lapso alrededor de 16 a 18 horas (Rothschild *et al.*, 1988).

En un estudio conducido en 2008 se monitorearon los perfiles hormonal y metabólico de cabritos al nacimiento, los grupos de las madres fueron divididos de acuerdo con el valor nutricional de la dieta ofrecida, obteniendo dos grupos uno con una dieta alta en energía y otro con energía baja. Los niveles de albúmina aumentaron en los cabritos nacidos de las madres de ambos grupos después del primer amamantamiento como consecuencia de la absorción de inmunoglobulina (Celi *et al.*, 2008). De forma general en todo proceso inflamatorio la hipoalbuminemia se ha asociado al cambio en la permeabilidad vascular ocurrido por la misma inflamación. La pérdida de albúmina por extravasación, disminución en la producción, degradación de albúmina unida a toxinas y la desnaturalización de la albúmina en el sitio de lesión son algunas de las causas de hipoalbuminemia en los casos de Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SRIS) (Fleck *et al.*, 1985; Emerson, 1989).

4.5.2.2. Cortisol

Dentro de los determinantes hormonales o bioquímicos más empleados para la evaluación del estrés se encuentra el cortisol (Pol *et al.*, 2002; Bertoni *et al.*, 2010). Un aumento significativo en los niveles de cortisol en sangre puede ser indicativo de una respuesta activa al estrés (Ja'afaru *et al.*, 2019), y la evaluación de los niveles de cortisol en plasma pueden ofrecer una vista al funcionamiento del eje hipotalámico (Pol *et al.*, 2002)

En los organismos existe el efecto de habituación a un estresor, éste hace referencia a la reducción de la respuesta de estrés producido ante la exposición repetida al estímulo del mismo estresor (Grissom y Bhatnagar, 2009). Una forma de evaluar la habituación a un estresor en animales es la medición de los niveles de cortisol en sangre (Damián y Ungerfeld, 2011).

En hembras caprinas gestantes los niveles de cortisol en plasma tienden a ir en disminución a partir del último tercio de gestación y continúan disminuyendo durante la lactancia, esto en aquellos animales que no presentan ninguna dificultad durante la gestación (Bani *et al.*, 2008). Sin embargo, en un estudio en cabras en el que se comparó hembras bien alimentadas versus malnutridas durante la segunda mitad de la gestación, se encontró que el cortisol se mantuvo ligeramente elevado en hembras bien alimentadas que las malnutridas, sin embargo en ambos grupos hubo un incremento significativo llegando a un pico al momento del parto (Terrazas *et al.*, 2012)

En caprinos, el aumento inicial al parto de la concentración de cortisol en plasma se debe al intercambio que existe entre la madre y la cría por vía intraplacentaria (Tharwat *et al.*, 2015). Durante la última etapa de la gestación existe un aumento en la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) en la glándula pituitaria fetal, lo cual estimula el rápido crecimiento de las adrenales fetales conduciendo a un aumento en la concentración de cortisol en suero. El cortisol resultante entra a la circulación materna induciendo el parto mediante la activación de la producción de prostaglandina F_{2α} (Suganya y Gomathy, 2009). De esta forma los niveles de cortisol pueden ser utilizados como un indicador del parto (Magistrelli y Rosi, 2014). La elevación de la concentración de cortisol al

parto son parcialmente resultado del dolor y estrés que acompañan dicho evento, de tal forma que se correlacionan con la necesidad creciente de glucocorticoides para acelerar el crecimiento mamario e inducir la lactancia (Probo *et al.*, 2011)

Mientras tanto en cabritos al nacimiento los niveles altos de cortisol en plasma son resultado de la hipersecreción por parte de las glándulas adrenales fetales, sin embargo esta respuesta puede presentar variaciones entre animales debido a la reacción individual al estrés del nacimiento (Celi *et al.*, 2008b). En la misma especie caprina, el periodo de transición hacia el destete es una etapa fisiológicamente demandante para la cría, la cual aún necesita que su sistema digestivo se desarrolle lo suficiente para poder asimilar correctamente la nueva dieta sólida. En una comparación entre dos grupos de cabritos destetados a diferentes periodos se reportan cambios poco significativos en las concentraciones de cortisol de ambos grupos y los valores se encontraron dentro de los rangos fisiológicos normales (Alila-Johansson *et al.*, 2003). Éstas variaciones se atribuyen a las diferencias entre los tiempos de vaciado estomacal entre grupos y a la velocidad de absorción de nutrientes (Magistrelli *et al.*, 2012).

4.5.2.3. Estradiol

Tanto en bovinos como ovinos y caprinos la activación del comportamiento sexual es dependiente de estrógenos (E2) (D'occhio y Brooks, 1980). Alrededor de la fase folicular del ciclo estral los niveles de progesterona circulante descienden seguido por un aumento en la concentración de estradiol. Durante el periodo de anestro estacional en caprinos la concentración de ambas hormonas (P4 y E2) permanece en niveles bajos (Katz, 2007).

En dos estudios realizados en hembras caprinas alpina francesa se observó que el estradiol es capaz de inducir el comportamiento estral durante el periodo reproductivo (Kaplan and Katz, 1994; Billings and Katz, 1998).

En caprinos durante el parto, después del aumento de cortisol ocasionado por el feto, la síntesis placentaria de progesterona se redirige hacia la síntesis de estrógenos (E2) ocasionando un aumento en la proporción E2:P4 (Ford *et al.* 1998; Probo *et al.*, 2011).

El aumento en los niveles de estradiol es necesario en la contractilidad uterina ya que es un estímulo favorable para la hormona oxitocina y desencadena la liberación de prostaglandina por contracción miometrial (Patel *et al.*, 1992).

El estradiol (E2) estimula la producción uterina de PGF2 α . En la especie caprina la concentración de E2 aumenta de forma gradual alrededor el parto, alcanzando sus valores máximos al parto, seguida por una rápida y significativa reducción durante las primeras 24 h posparto hasta alcanzar niveles basales durante la semana siguiente (Capezzuto *et al.*, 2008; Probo *et al.*, 2011).

En los caprinos no se han reportado cambios en la concentración de E2 cuando el parto es eutócico versus distócico. Por otra parte, la inmadurez placentaria podría afectar negativamente los niveles de estrógenos al parto promoviendo problemas de retención placentaria (Probo *et al.*, 2011).

El estradiol como un indicador de estrés ha sido estudiado en humanos y ratones, especies en las que los estrógenos inducen un aumento en la concentración de corticosterona y hormona adrenocorticotrópica (ACTH) en respuesta a estrés (Handa *et al.*, 1994). Sin embargo, en el caso de los caprinos el estradiol ha demostrado no afectar la respuesta al estrés en esta especie (Aoyama *et al.*, 2003).

5.- Objetivos

5.1. General

Evaluar si la experiencia materna en cabras afecta la respuesta conductual y fisiológica al dolor en el periodo del parto.

5.2. Particulares

1. Evaluar si la experiencia materna en cabras afecta el comportamiento de la madre y de la cría en las primeras dos horas posparto.
2. Evaluar si la experiencia materna en cabras afecta el perfil de cortisol y estradiol en plasma alrededor del parto, así como su relación con el dolor de parto.
3. Evaluar si la experiencia materna en cabras afecta la respuesta fisiológica del dolor de parto en la producción de proteínas totales, albúmina y globulina en suero
4. Caracterizar si la experiencia materna en cabras afecta conductualmente la respuesta al dolor del parto.

6.- Hipótesis

Las concentraciones plasmáticas de cortisol, estradiol, proteínas totales albúmina y globulinas, así como los cambios conductuales determinados durante el parto en cabras reflejan la respuesta de dolor al parto, lo cual está afectado por la experiencia materna.

7.- Materiales y Métodos

Nota ética: Este protocolo fue revisado y aprobado por el Subcomité de Uso y Cuidado de los Animales para la Experimentación del Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal con número SICUAE.MC-2019/2-16.

7.1. Sujetos y lugar de estudio

El trabajo se realizó en el módulo de producción caprina de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán Campo 4 de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se encuentra ubicado en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México (19°40'50" N; 99°12' 25" W; 2,250 m por encima del nivel del mar; García, 2004).

Se utilizaron 40 hembras caprinas adultas tipo lechero con encastes de las razas Alpino Francesa y Toggenburg con una edad promedio que osciló entre 2 y 5 años, entre ellas 23 eran multíparas y 17 primíparas.

Las hembras estuvieron alojadas en 2 corrales con suelo de tierra, cuyas dimensiones de cada uno fue de 12 m x 12 m (144 m²). Éstos corrales cuentan con un espacio techado que cubre alrededor del 50% del área total del corral. Las cabras fueron alimentadas de acuerdo con sus necesidades nutricionales indicadas en el NRC (2007), con una dieta que estaba compuesta por Ensilado de Maíz (M.S. 21% y PC 8% y 3.4 Mcal/kg de energía); heno de avena (M.S. 31.0%, P.C. 10% y 90 Mcal/kg de energía), alfalfa y un concentrado comercial balanceado con un contenido de P.C. del 18%. Los animales tuvieron libre acceso al agua.

Con el fin de tener un grupo de hembras gestantes en un periodo corto de tiempo, el estro de dichas hembras fue sincronizado aplicando esponjas intravaginales que contenían acetato de flurogestona (20mg, Chronogest ®CR, Intervet), las cuales permanecieron por 12 días. Un día previo al retiro de la esponja se les aplicó 1 ml (IM) de Lutalyse® que contiene 5 mg de Trometamina de Dinoprost.-PGF2 α (Zoetis CR). En el día 12, al retiro de la esponja, a cada cabra se le aplicó vía intramuscular una inyección de 200 a 400 UI de Novormon 5000®, que contiene gonadotropina coriónica equina (Zoetis CR). Inmediatamente las hembras fueron expuestas a machos caprinos sexualmente activos, provistos de un arnés con crayón marcador.

Aproximadamente a los 60 días de introducción de los machos se realizó un diagnóstico de gestación con un equipo de ultrasonido de tiempo real.

7.2. Proceso Experimental

7.2.1. Grupos experimentales

Una vez determinada la de gestación las cabras fueron asignadas de a dos grupos, homogeneizados por edad y condición corporal:

- Grupo Primíparas (n=10): hembras sin ningún parto previo y edad aproximada de 2 años.
- Grupo múltíparas (n=9): hembras que han tenido al menos un parto previo y edad aproximada 3 a 5 años.

7.2.2. Pesaje, condición corporal y recolección de muestras de sangre

En los días 12 y 8 antes de parir las cabras fueron pesadas y medida su condición corporal de acuerdo a la escala descrita por Santucci *et al.* (1991). El principio de este método consiste en la palpación del esternón y vértebras lumbares, evaluando el volumen de la grasa esternal y el espesor de las capas de tejido que cubren las articulaciones condroesternales por medio del tacto de igual forma se evalúa el espesor del tejido que cubre las vértebras lumbares. Los valores de la escala van de 0 a 5, siendo 5 el valor más alto dado a un animal con un espesor del tejido considerable en ambas regiones evaluadas.

Una vez al parto las cabras también fueron pesadas. El pesaje se hizo con una báscula digital con una precisión de 50 gramos.

Se tomaron muestras de sangre en los días 12 y 8 antes del parto, durante el parto, a las 4, 8, 24 y 48 horas postparto. La muestra se colectó a través de punción yugular en dos tubos, uno con EDTA y otro sin anticoagulante, este procedimiento se llevó a cabo por una persona experimentada para evitar perturbar al animal y disminuir en lo posible el tiempo de manejo por contacto directo durante el procedimiento.

7.2.3.-Observaciones en el parto

Una vez que la hembra inició la labor de parto fue colocada en un corral individual en el cual se realizó una video filmación para cuantificar las conductas previas, durante y posteriores al parto, asociadas a la maternidad, así como la intensidad de los sonidos emitidos por las hembras durante dicho proceso. La filmación finalizó una vez que la hembra había expulsado completamente la placenta. Con ayuda del programa The Observer Video Pro® (Noldus, The Netherland), los videos fueron analizados y se determinaron las conductas de las cabras y sus crías, propias del etograma maternal que se describen abajo.

A).- Observaciones conductuales directas e indirectas

Este proceso se realizó de manera similar al descrito por Freitas de Melo *et al.*, (2018).

Una vez que inició el primer parto comenzó la supervisión continua del rebaño de hembras que comprendía cada día un periodo de 07:00 a 19:00 horas. Estas observaciones se realizaban con apoyo de observadores entrenados quienes se ubicaban de 3 a 5 m de los animales (una distancia suficiente para evitar perturbar el comportamiento normal de los animales).

Cuando comenzaba el nacimiento la cabra fue colocada en un corral individual de 2 x 2 metros. Dicho corral se construyó alrededor de la madre, manteniéndola así en el lugar que esta había elegido previamente para iniciar el proceso de parto. En los casos en los que la madre ha parido en la madrugada esta contención no se realizó, sin embargo este hecho sucedió solamente en un par de partos. Los comportamientos de la cabra y su cría(s) fueron registrados en una hoja pre-formateada y además filmados con ayuda de videocámaras portátiles, registrando de manera continua por aproximadamente 1.6 horas posteriores a la expulsión de la primera cría.

En esta observación se registró:

a) La duración de la segunda etapa del parto, desde la aparición de las patas delanteras o traseras del feto, hasta la expulsión completa del cabrito.

b) Latencia del nacimiento, tiempo desde que aparece la bolsa amniótica hasta que la cría fue expulsada completamente.

c) Latencia de lamer a la cría, tiempo en que por primera vez la cabra lame al cabrito.

d) Duración del primer lamido, el tiempo durante el cual la cabra lame en un primer episodio al cabrito.

e) Latencia de la cría en intentar pararse, tiempo en que por primera vez la cría intenta ponerse de pie.

f) Latencia de la cría en ponerse de pie, tiempo que tarda por primera vez la cría en ponerse en una posición erguida en las piernas extendidas durante al menos 5 segundos continuos.

g) Latencia del primer amamantamiento, tiempo en que por primera vez el cabrito hizo una succión durante al menos 5 segundos continuos.

h) Duración de la primera succión, tiempo total empleado por los cabritos en succionar por primera vez.

i) Postura del cuerpo al parir: Se registró si la cabra tuvo su parto echada o de pie.

j) Movimientos de la grupa: Cuando al parir en la posición echada, la cabra realizaba movimientos en la zona de la grupa.

k) Movimientos de los miembros: Cuando al parir en la posición echada la cabra realizaba movimientos o estiramientos de los miembros traseros o delanteros.

l) Mirarse los flancos: Número de veces que la cabra, al estar en trabajo de parto, se miraba los flancos.

m) Ayuda al parto: la cabra fue ayudada a parir tomando en cuenta el criterio de parto distócico o cuando habían transcurrido 30 minutos de que se expusieron las extremidades de la cría y el parto no tenía progreso.

n) Registro de intensidad y número de vocalizaciones de la cabra: Simultáneo a la observación conductual, alrededor del parto se midió la intensidad (dB) de 60 vocalizaciones emitidas por la hembra, con la ayuda de un decibelímetro modelo Steren HER-402, China. La información de las 60 vocalizaciones se recolectó en tres etapas distintas de la observación, 20 vocalizaciones al parto, 20 durante

el parto y 20 al posparto. El muestreo de las vocalizaciones fue dividido en tres sesiones: durante el parto, al parto y en el posparto. El registro de las vocalizaciones al parto comenzó cuando el animal iniciaba labor de parto (bolsa amniótica expuesta) y finalizó el momento en que se avistaron las extremidades de la cría. El registro al parto comenzó en este momento y hasta la completa expulsión de la cría. Finalmente, el registro postparto fue a partir de que terminó el parto y hasta minutos posteriores a éste, o hasta que se completaron las vocalizaciones.

- **Determinación de la motivación materna**

Esta variable se registró dentro del mismo corral de parto, mientras se maneja al cabrito para medirle lo anterior. Se anotará en tres categorías, identificadas por un número:

1 = Poco o nulo interés: cuando a la madre no le interesa el manejo de su cría, se voltea o hace otra cosa y tampoco emite balidos bajos.

2 = Mediano interés: cuando la madre no se acerca a su cría, pero si la sigue con la vista y le emite balidos bajos.

3 = Muy interesada: cuando la madre sigue al lugar en donde está su cría, se acerca a ella, la olfatea y lame, además de vocalizar continuamente.

b).- Determinación de la escala GRIMACE

Con ayuda de la video filmación realizada en el periparto se tomaron 3 fracciones de video con una duración de 3 minutos cada una. Éstas fracciones corresponden a tres etapas del proceso, una durante el parto, al parto y otra al posparto (una vez que la madre se encuentra limpiando al cabrito).

El análisis de estas secciones de video filmación se realizó por una persona capacitada para reconocer los puntos de la escala y determinar el valor de GRIMACE. Utilizando como base la escala utilizada en ovinos y el procedimiento descrito por McLennan *et al.* (2016) se consideraron 5 puntos faciales a analizar: a) el área orbital (contorno de los ojos), b) mejillas (músculos maseteros), c) posición de las orejas, d) perfil de labios y mandíbula, e) la forma de nariz y filtro. A cada punto facial se le asignó un valor de 0, 1 ó 2. Cero (0) correspondiente a cambio no presente o "posición normal", 1 = parcialmente presente y 2 = presente.

De esta forma cada animal obtuvo una calificación por cada uno de los 5 puntos facial analizados. Estas fueron sumadas para determinar el valor final de GRIMACE, siendo así 10 la calificación máxima obtenible por cada animal y 0 la calificación mínima.

c).- Determinaciones fisiológicas

Las muestras una vez colectadas fueron refrigeradas y posteriormente se sometieron a centrifugación durante 20 minutos a 1500 rpm. Se recolectó el suero y plasma en tubos de eppendorf los cuales fueron posteriormente identificados con los datos necesarios para generar un inventario.

Las muestras fueron analizadas para determinar cortisol y estrógenos en plasma así como proteínas totales, albúmina y globulina en suero. Para la determinación de cortisol y estradiol, el análisis de las muestras se llevó a cabo por la técnica de ELISA conforme a los lineamientos indicados en el kit comercial con un rango dinámico de 2,5 – 800 ng/mL y sensibilidad analítica de 2,5 ng/ml (6,9 nmol/L). La medición de proteínas se realizó mediante espectrofotometría utilizando como estándar una solución de albúmina. La concentración de globulina en plasma (G, g/dL) fue obtenida mediante la diferencia entre las proteínas totales en plasma y albúmina (Damián et al., 2020).

7.3. Análisis Estadístico

Las variables fisiológicas y productivas (cortisol, estradiol, proteínas, peso y condición corporal) se analizaron mediante la prueba de ANOVA para variables repetidas, considerando paridad y tiempo como los factores fijos.. Mientras que los comportamientos fueron analizados con las pruebas de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney para comparaciones entre grupos, así como las pruebas de Friedman y Wilcoxon para comparaciones dentro de grupos. Las proporciones de la posición al parto de las madres y sí éstas necesitaron ayuda durante el proceso de parto fueron analizadas con la ayuda de una prueba de Fisher. Los datos fueron analizados con ayuda del programa SYSTAT 13.0 (SPSS Inc; Chicago Illinois, USA).

8.- Resultados

8.1 Observaciones en el parto

8.1.1 Pesaje y Condición corporal

El peso de las cabras fue afectado por la paridad, las multíparas pesaron más que las primíparas ($P=0.010$, Figura 1). Asimismo, se observó un efecto significativo de tiempo ($P<0.001$), en ambos grupos hubo un incremento de peso desde el día 12 al 7 previo al parto, asimismo se observa una pérdida de peso en el momento del parto (Figura 1). No se encontró efecto de la interacción peso x tiempo ($P=0.55$). Con respecto a la condición corporal al parto no existió diferencia significativa entre las cabras primíparas y multíparas (2.24 ± 0.10 vs 2.42 ± 0.25 , respectivamente, $P=0.45$)

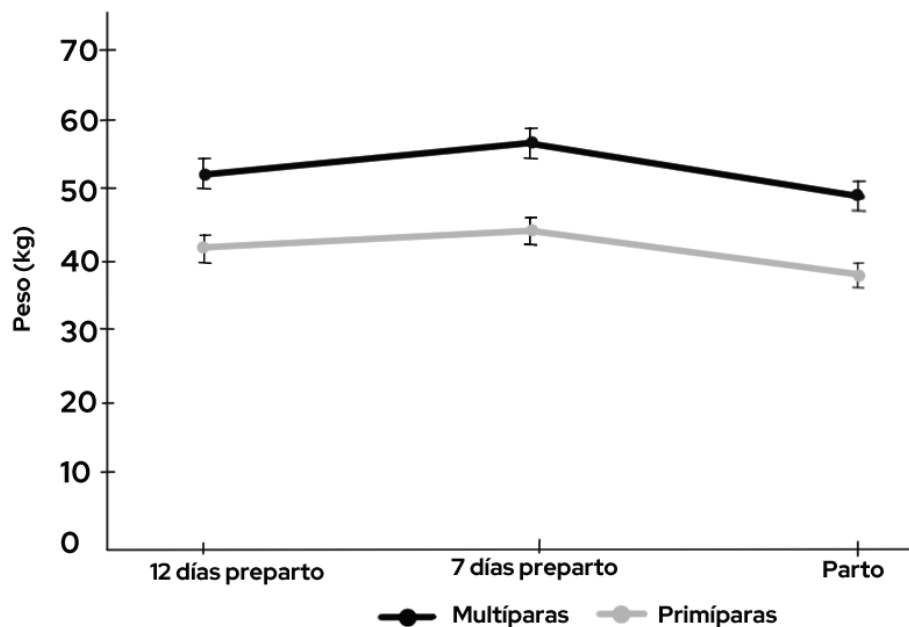


Figura 1. Peso corporal (media \pm e.e.) de cabras primíparas y multíparas en el día -12, -7 de gestación y al parto.

8.2.1.- Observaciones conductuales directas e indirectas

8.2.1.1.- Comportamiento de la madre.

Entre los grupos de madres primíparas y multíparas no se observó diferencia significativa en los movimientos de los miembros ($P=0.806$), en los movimientos de la grupa ($P=0.38$) ni en la frecuencia de mirar a los flancos ($P=0.685$, Tabla 1).

Hubo una tendencia a que las hembras primíparas tardaran más tiempo en expulsar la bolsa amniótica que las multíparas ($P=0.089$, Tabla 1). Mientras que la latencia de expulsión de la cría fue mayor en las hembras primíparas que en multíparas ($P=0.042$, Tabla 1).

La latencia de lamer a la cría ($P=0.407$, Tabla 1) y la duración del primer lamido ($P=0.932$, Tabla 1) no difirieron entre los grupos. Tampoco se encontraron diferencias en el número de vocalizaciones que emitieron las madres primíparas y multíparas hasta el primer amamantamiento ($P=0.308$, Tabla 1). La motivación materna no demostró diferencia significativa entre grupos ($P=0.29$, Tabla.1).

Tabla 1. Conductas (media \pm e.e.) registradas durante las primeras 2 h postparto a cabras pertenecientes a los grupos Primíparas y Multíparas.

	Primíparas (n=10)	Multíparas (n=9)	Valor de P
Movimientos de los miembros (frecuencia)	5.75 \pm 2.14	8.2 \pm 3.48	0.806
Movimientos de la grupa (frecuencia)	6.8 \pm 2.89	7	0.38
Mirar a los flancos (frecuencia)	4.6 \pm 1.57	8.5 \pm 7.5	0.685
Latencia de expulsión de la bolsa (segundos)	253 \pm 74.31	66.5 \pm 35.8	0.089
Latencia de expulsión de la cría (segundos)	572.5 \pm 141.96	197.75 \pm 62.39	0.042
Latencia de lamer a la cría (segundos)	3.43 \pm 0.43	4.33 \pm 0.88	0.407
Duración del primer lamido (segundos)	99.38 \pm 28.33	109.75 \pm 51.55	0.932
Vocalizaciones hasta el primer amamantamiento (frecuencia)	94.86 \pm 10.09	78.75 \pm 20.25	0.308
Motivación materna	2.97 \pm 0.24	2.4 \pm 0.22	0.29

Intensidad y registro de las vocalizaciones en la hembra

En el caso del análisis de las vocalizaciones, entre los grupos de madres primíparas y multíparas no se observó diferencia significativa en los valores registrados 1 hora preparto ($P=0.302$), al parto ($P=0.835$) ni durante el posparto ($P=0.349$, Tabla 2).

Tabla 2. Intensidad de las vocalizaciones (media \pm e.e.) registradas durante el preparto, parto y posparto a cabras pertenecientes a los grupos Primíparas y Multíparas.

	Primíparas (n=10)	Multíparas (n=9)	Valor de P
Preparto	65.8 \pm 3.9	60.8 \pm 1.8	0.302
Parto	63.03 \pm 3.5	62.07 \pm 2.8	0.835
Posparto	57.28 \pm 1.5	61.15 \pm 2.6	0.349

8.2.1.2.- Proporción de las cabras de acuerdo con la posición que tuvieron para parir.

Cuando se comparó la proporción de cabras que parieron de pie o echadas, entre el grupo primíparas y multíparas se encontró lo siguiente: en el grupo primíparas el 73% de las cabras (n=8) parieron echadas y el 27% parió parada (n=3). Por otra parte en el grupo de multíparas el 50% parió parada (n=5) y el 50% echada (n=5, Figura 2). Así mismo existió diferencia significativa al comparar entre grupos de acuerdo a la paridad entre las hembras que parieron paradas ($P=0.006$) y las hembras que parieron echadas ($P<0.0001$).

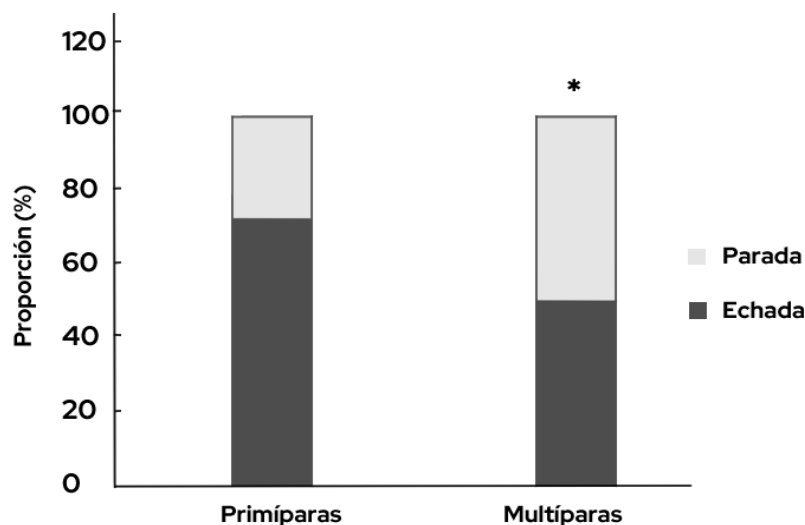


Figura 2. Porcentaje de hembras primíparas o multíparas que parieron de pie o echadas (* $P<0.006$).

8.2.1.3.- Proporción de las hembras que requirieron ayuda al parto

Al analizar la proporción de hembras que requirieron ayuda se encontró que las hembras primíparas (8/11) requirieron mayor ayuda que las hembras multíparas (3/10, $P=0.0001$).

8.2.1.4.-Comportamiento de las crías después del parto.

El análisis de los comportamientos registrados en las crías mostró que la latencia de intentar pararse y de estar de pie no difirió entre los nacidos de las madres primíparas versus multíparas ($P > 0.188$, Tabla 3).

Asimismo la latencia de búsqueda de la ubre ($P=0.308$) y latencia de amamantar ($P=0.257$) tampoco mostraron diferencia significativa entre los cabritos nacidos de ambos grupos (Tabla 3).

Tabla 3. Conductas (media \pm e.e.) registradas durante las primeras 2 h postparto en las crías nacidas de cabras de los grupos Primíparas y Multíparas.

	Primíparas	Multíparas	Valor de P
Latencia de intentar pararse (segundos)	278.5 \pm 87.23	237.25 \pm 115.62	1.0
Latencia de estar de pie (segundos)	940.63 \pm 245.88	491 \pm 180.12	0.188
Latencia de búsqueda de la ubre (segundos)	1059 \pm 291.15	698.5 \pm 248.8	0.308
Latencia de amamantar (segundos)	1234.57 \pm 362.95	698 \pm 248.73	0.257

8.1.3.- Escala Grimace

En el análisis por la escala por expresiones faciales Grimace (Tabla 4) entre las cabras primíparas y multíparas no se observó diferencia significativa ni durante el parto (P=0.44) ni al parto (P=0.278). Mientras que en la medición realizada en el postparto hubo tendencia a que las cabras multíparas tuvieran mayores puntajes en la escala de dolor que las primíparas (P=0.096, Tabla 4).

Cuando se comparó dentro de cada grupo, a lo largo de los tres periodos de observación, se encontró que los puntajes de la escala tendieron a ser mayores en el parto en comparación con el parto (primíparas P= 0.066 y multíparas P= 0.068). Mientras que la escala fue significativamente mayor en el parto que en el postparto (primíparas P=0.011 y multíparas P=0.026).

Tabla 4. Valores de GRIMACE (media \pm e.e.) registrados durante el periparto a cabras pertenecientes a los grupos Primíparas y Multíparas.

	Multíparas	Primíparas	Valor de P
Preparto	4.75 \pm 1.031	3.83 \pm 0.601	0.44
Parto	8 \pm 0.535	7.125 \pm 0.581	0.278
Posparto	3.286 \pm 0.286	2.5 \pm 0.307	0.096

8.2 Determinaciones Fisiológicas

8.2.1.- Niveles de cortisol y estradiol en plasma.

Los niveles de cortisol en plasma (Figura 3-a) no fueron afectados ni por la paridad (P=0.62) ni por el tiempo antes y después del parto (P=0.64).

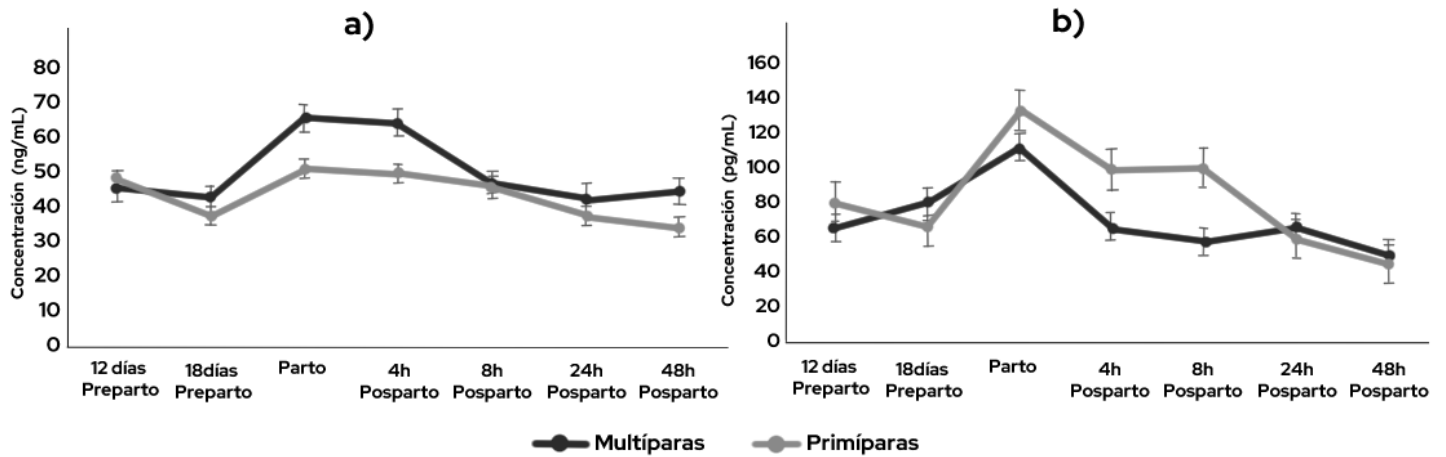


Figura 3. Valores de **a)** Cortisol (media \pm e. e.) y **b)** Estradiol (media \pm e. e.) medidos alrededor del parto en cabras primíparas y múltiparas.

Por su parte, los niveles de estradiol tampoco fueron diferentes entre hembras primíparas y múltiparas ($P=0.43$), aunque sí fueron afectados por el tiempo de la medición ($P=0.038$). Se observa en la figura 3-b que el estradiol incrementó de manera significativa del día -8 a el parto y posterior a este inició un descenso progresivo a lo largo de las 48 horas posteriores al parto.

8.2.2.- Niveles de proteínas totales, albúmina y globulina.

Los niveles detectados de proteínas totales, albúmina y globulina no fueron afectados ni por la paridad ($P>0.05$), ni por el tiempo de medición ($P>0.05$)

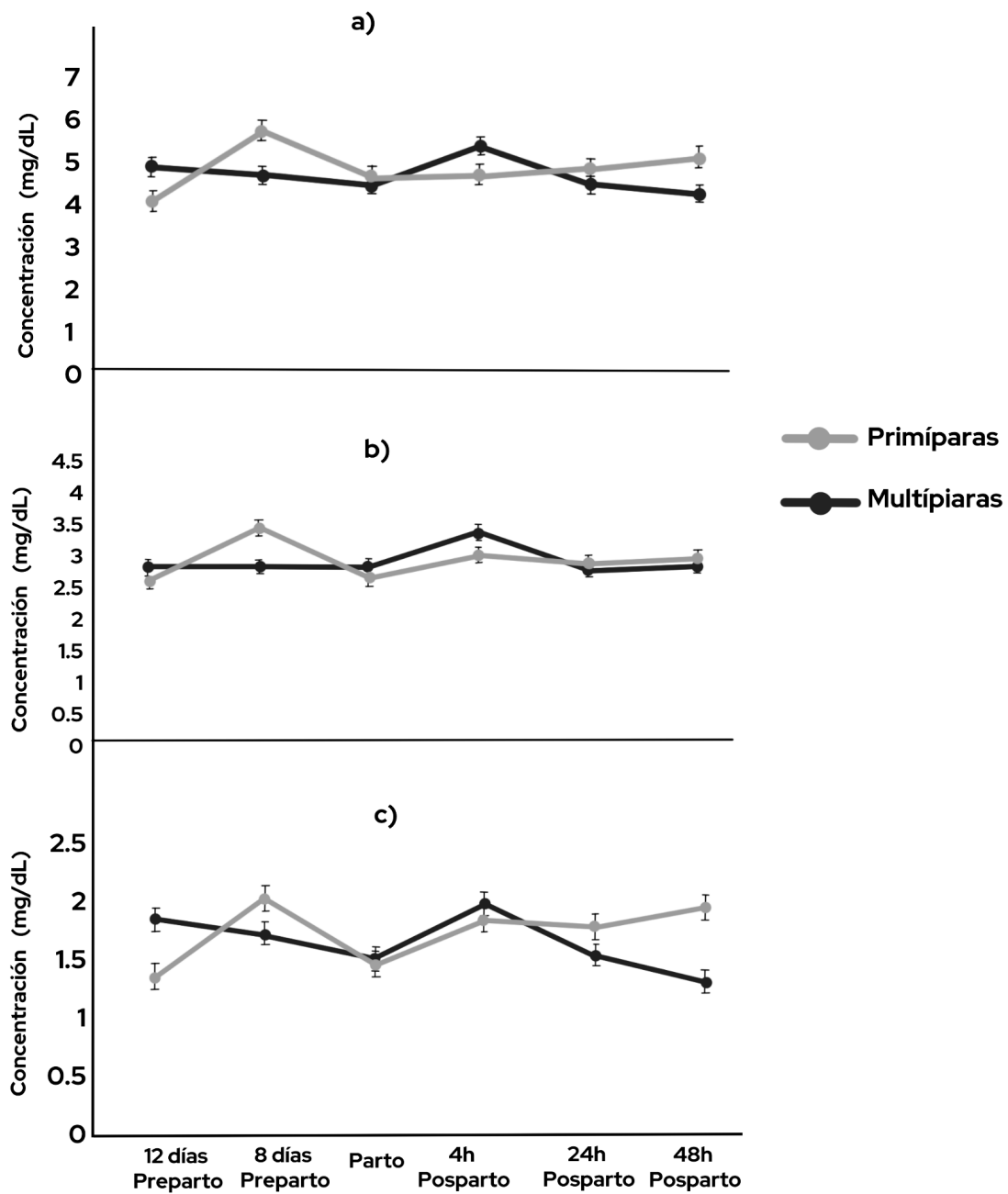


Figura 4. Valores (media \pm e. e.) de **a)**Proteínas totales, **b)**Albúmina y **c)**Globulinas medidos alrededor del parto a las cabras de los grupos Primíparas y Multiparas.

9.- Discusión

9.1 Observaciones conductuales y no conductuales en el parto

En el presente estudio los cambios en los pesos alrededor del parto de las cabras, tanto en primíparas como multíparas, concuerdan con lo reportado anteriormente, en este periodo, para hembras caprinas de la raza alpina, (Rojo-Rubio *et al.*, 2015). Así mismo, el cambio en el valor de condición corporal de estos animales está en concordancia con los valores sugeridos para animales en gestación mantenidos con una dieta que cubre sus necesidades (Santucci *et al.* en 1991).

En referencia a las observaciones conductuales en la madre, en el periodo de expulsión se encontró una tendencia a que las cabras multíparas expulsaron más rápidamente la bolsa amniótica que las primíparas, lo cual ocasionó que estas últimas tardaran más tiempo en expulsar a su cría. Del resto de las conductas no se encontraron efectos importantes de la experiencia materna, de hecho, las cabras de ambos grupos mostraron resultados similares a lo reportado en hembras caprinas mantenidas en estabulación con una dieta que cubre el 100% de sus necesidades durante el parto (Terrazas *et al.*, 2009).

Se pudo observar que las madres de ambos grupos iniciaron casi inmediatamente la limpieza de la cría y emitieron de manera frecuente vocalizaciones maternas, lo cual es un indicativo de una buena motivación materna. De hecho, el score de motivación materna determinado a las 2 horas postparto fue cercano a 3 lo cual es indicativo de una adecuada atención materna hacia las crías, y que coincide con la consolidación de una selectividad materna (Romeyer *et al.*, 1992)

Con relación a las conductas que podrían ser indicativas de dolor en la madre tampoco se encontraron diferencias entre primíparas y multíparas. Además, es importante reconocer que es la primera vez que se evalúan comportamientos como la frecuencia de movimientos de los miembros y de la grupa, así como

mirarse los flancos. Como lo demuestra el presente estudio, dichas conductas están presentes de manera más evidente durante el proceso de expulsión o segunda fase del parto.

La nutrición adecuada posibilita que las hembras caprinas puedan manifestar un comportamiento adecuado al parto (Terrazas *et al.* 2009 y 2012). Al permitir el cambio en los niveles de hormonas como la progesterona y el estradiol, como se sugiere en ovejas (Dwyer *et al.* 2003;) que a su vez facilitan la expresión de la conducta materna en la especie caprina (Poindron y Le Neindre, 1980).

De forma general en caprinos se considera como distócico un parto que no progresa después de transcurridos 30 min al primer avistamiento de la cría y posterior a la ruptura del saco amniótico, a partir de este punto el trabajo muscular requerido para la expulsión de la cría es mayor en comparación con un parto eutócico (Braun, 2007). En el presente estudio se encontró que la mayor proporción de hembras que necesitó ayuda al parto fueron las primíparas, asimismo y como se mencionó anteriormente la diferencia en la latencia expulsión de la cría entre grupos fue estadísticamente significativa. Sería posible considerar tomar en cuenta estas variaciones para hacer distinción entre el nivel de estrés físico que este grupo atravesó en comparación con las hembras múltiparas.

En el caso de las crías, los comportamientos evaluados se encuentran en concordancia a lo anteriormente reportado para crías de hembras mantenidas en estabulación que han atravesado el periodo de gestación con un mínimo de estresores (Baxter *et al.*, 2016) o cuyas madres fueron alimentadas con suplementos energéticos al final de la gestación (Ramírez-Vera *et al* 2012a). De hecho, el comportamiento de las crías como las latencias de pararse, buscar la ubre y amamantarse fueron menores a lo reportado en la literatura incluso en el grupo de las hembras primíparas. Lo que indica que la vitalidad de los cabritos en el presente estudio, tanto de primíparas como múltiparas, está en los niveles adecuados para asegurar una alimentación temprana y una adecuada afiliación con sus madres.

En conclusión, el comportamiento de la madre y de las crías no se vio afectado en las primeras dos horas posparto con respecto a la paridad, tanto las madres

como los cabritos fueron capaces de expresar adecuadamente sus conducta durante el periodo evaluado.

En referencia a la evaluación por el método GRIMACE los valores obtenidos fueron similares en ambos grupos de estudio independientemente a la paridad. Las calificaciones obtenidas son similares a las reportadas en estudios realizados en ovinos que fueron expuestos a procedimientos dolorosos o padecieron enfermedad (Guesgen *et al.*, 2016; McLennan *et al.*, 2016). Se pudo observar que la mayor escala fue durante el parto, para ambos grupos, en comparación a los valores obtenidos en el pre y postparto, donde el puntaje fue bajo o disminuyó. Estos resultados apoyan la consideración del parto como un proceso doloroso y estresante en las hembras caprinas, similar al experimentado por la especie ovina en otros eventos dolorosos.

9.2 Determinaciones Fisiológicas

Las similitudes en el comportamiento de las curvas de cortisol y estradiol en plasma independientemente a la experiencia materna indican una regulación adrenal similar en las hembras caprinas. En caprinos con partos eutócicos este aumento de cortisol ocurre durante el periparto (Olsson y Dahlborn, 1989). Ya es evidente desde 10 días previos al parto como lo reportado en cabras malnutridas y bien alimentadas en la gestación (Terrazas *et al.*, 2012). En nuestros hallazgos se pudo observar que tanto en primíparas como multíparas el incremento en los niveles de cortisol fueron observador desde la medición a 8 días previos al parto. Por su parte, ocurre una significativa reducción 24h después de la expulsión de la cría (Olsson y Dahlborn, 1989), que también coincide con lo observado en el presente estudio. A pesar de que no se encontró un efecto significativo del tiempo, se puede apreciar que hay un descenso del cortisol en plasma que va desde el parto hasta las 24 horas posteriores a éste. En partos distócicos el pico de cortisol se alcanza exactamente durante la expulsión y la disminución comienza después de 36h posparto, sin embargo, en el presente estudio no se determinó este tiempo. Un parto distócico requiere un mayor trabajo muscular, asimismo estimula

el inicio de procesos inflamatorios y de estrés en la madre, por lo que un aumento en los valores plasmáticos de esta hormona es esperado y resaltan el nivel de estrés asociado al parto (Probo *et al.*, 2011).

En nuestro estudio, el patrón de la curva de cortisol en plasma es similar en ambos grupos durante el periparto, indicando una regulación similar del parto independientemente a la experiencia. Así mismo el estrés fisiológico requiere de la movilización de fuentes de energía y los glucocorticoides que tienen un rol central en la regulación del metabolismo mediante la vía hipotálamo-hipófisis-adrenal (Oyola y Handa, 2017).

Durante el periparto la síntesis placentaria de progesterona cambia a estrógenos ocasionando un aumento en la proporción E2:P4 (Ford *et al.* 1998; Probo *et al.*, 2011). En la cabra vacía la regresión del CL ocasiona la disminución en la concentración de progesterona, afectando la proporción E2:P4 (Fleming *et al.*, 1990). En el presente trabajo no se observaron efectos de la experiencia materna sobre los niveles de estradiol, lo que indica que esta hormona tiene un progreso normal independiente de la paridad, contrario a lo que se había sugerido en ovejas (Dwyer *et al.*, 2003). Sin embargo, sí se encontró una variación significativa a lo largo del tiempo, lo cual coincide con estudios previos en los que se determinó, en cabras bien alimentadas y malnutridas, que los niveles de estradiol inician su ascenso 12 días previos al parto (Terrazas *et al.*, 2012) y en el caso de nuestro estudio estos valores disminuyeron de manera importante desde el parto hasta 24 horas posteriores a éste. Las diferencias significativas relacionadas al tiempo de muestreo en el presente estudio sugiere que esta variación puede ser normal en la especie caprina. De acuerdo con lo reportado por Currie *et al.* (1988) y Capezzuto *et al.* (2008) en caprinos no existe diferencia en el patrón de E2 al periparto con relación al tipo de parto (eutócico o distócico), independientemente a este factor el aumento preparto de E2 es gradual y alcanza su valor máximo al parto seguido por una rápida y significativa al primer día posterior a la expulsión (Olsson y Dahlborn, 1989, Chakhma *et al.*, 2019).

En el caso de las proteínas en suero el comportamiento de la curva de concentración es similar en ambas (Doweiko y Nompelggi, 1991; Mazzaferro *et al.*,

2002). Tomando en cuenta la paridad de las cabras, los patrones obtenidos de las curvas de proteínas, albúmina y globulinas fueron similares entre grupos, sugiriendo un mantenimiento semejante durante este periodo.

El cambio de la concentración de albúmina se ha relacionado con los mecanismos de respuesta al estrés calórico en donde los valores se ven afectados negativamente (Inbaraj *et al.*, 2018; Perveen *et al.*, 2019), por su parte en nuestro caso el estado de estrés que sugiere el parto no afectó de manera significativa ni observable a la representación gráfica la concentración de estos metabolitos en nuestros grupos de estudio.

10.- Conclusión

Los resultados de este estudio ofrecen una vista más amplia sobre la endocrinología caprina asociada al parto y el efecto de la paridad en ésta. Así como una integración entre el comportamiento materno y la fisiología de esta etapa. Por otra parte, se confirman los patrones hormonales reportados en estudios anteriores y provee información sobre los efectos diferenciales asociados a la experiencia materna.

En este trabajo la endocrinología no fue afectada por la paridad, pudiendo sugerir que las primíparas y multíparas tienen un patrón fisiológico similar de la maternidad al parto.

11.- Bibliografía

Addae, P. C., Awotwi, E. K., Oppong-Anane, K., y Oddoye, E. O. K., (2000). Behavioural interactions between West African dwarf nanny goats and their single-born kids during the first 48 hours post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*, 67; pp.77–88.

Abdel-Fattah, M. S. (2014). Effect of Summer Shearing on Some Blood Constituents, Thyroid Gland and Cortisol Responses of Balady and Damascus Goats in Desert of Sinai, Egypt; *World Applied Sciences Journal*, 30:(5); pp.543-555.

Abril-Sánchez, S., Beracochea, F., Silveira, P., Ungerfeld, R., Crosignani, N., Freitas-De-Melo, A., Damián, J. P. y Terrazas, A., (2018). Sedation or anaesthesia decrease the stress response to electroejaculation and improve the quality of the collected semen in goat bucks; *Animal*, 12(12); pp.2598–2608. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000320>

Ajuda, I., Battini, M., Mattiello, S., Arcuri, C. y Stilwell, G.. (2020). Evaluation of Pain Mitigation Strategies in Goat Kids after Cautery Disbudding. *Animals*, 2, 277. <https://doi.org/10.3390/ani10020277>

Åkerlund M., Melin P., Maggi M. (1995). Potential use of oxytocin and vasopressin V1a antagonists in the treatment of preterm labour and primary dysmenorrhea. *Advan. Exp. Med. Biol.* 395, 595-600

Alila-Johansson, A., Eriksson, L., Soveri, T., y Laakso, M.-L. (2003). Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. *Chronobiology International*, 1; pp.65–79.

Alvarez, L. & Gutierrez, J. (2010). A first description of the physiological and behavioral responses to disbudding in goat kids. *Animal Welfare*, 19, 55–59.

Anzuino, K.; Bell, N.J.; Bazeley, K.J.; Nicol, C.J. (2010). Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. *Vet. Rec.*, 167; pp.774–780.

Aoyama, M., Negishi, A., Abe, A., Maejima, Y. y Sugita S. (2003). Sex differences in stress responses to transportation in goats: Effects of gonadal hormones; *Animal Science Journal (Japan)*, 74(6); pp.511–519.

Bani, I. Z. A., Al-Majali, A. M., Amireh, F. y Al-Rawashdeh, O. F. (2008). Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia. *Veterinary Clinical Pathology*, 37(4); pp.434–437.

Barnett, J. L.; Winfield, C. G.; Cronin, G. M.; Makin, A. W., (1981). Effects of photoperiod and feeding in plasma corticosteroid concentrations and maximum corticosteroid binding capacity in pigs. *Australian Journal of Biological Sciences* 34; pp.577–585.

Barrier, A. C., Haskell, M. J., Macrae, A. I. y Dwyer, C.M. (2012). Parturition progress and behaviours in dairy cows with calving difficulty. *Applied Animal Behaviour Science*, 139; pp. 209-217.

Baxter, E. M., Mulligan, J, Hall, S.A., Donbavand J.E., Palme, R., Aldujaili, E. y Dwyer C.M. (2016). Positive and negative gestational handling influences parental traits and mother-offspring behavior in dairy goats, *Physiology and Behavior*, 157; pp.129–138.

Bateson, P. (1991). Assessment of pain in animals. *Animal Behavior*, 42; pp. 827-839.

Bertoni, G.; Trevisi, E.; Lombardelli, R.; Bionaz, M., (2010). Plasma cortisol variations in dairy cows after some usual or unusual manipulations. *Italian Journal of Animal Science* 4; pp.200–202.

Bonica, J. J., Loeser, J. D., Chapman, C. R. y Fordyce, W. E. (1990). *The Management of Pain*. Vol. 1. Lea & Febiger, Philadelphia, PA.

Broom, D. M. (2001). Evolution of pain. In E. J. L. Lord Soulsby, & D. Morton (Eds.), *Pain: Its nature and management in man and animals*. Royal Society of Medicine International Congress Symposium Series (Vol. 246, pp. 17e25). London, U.K.: Royal Society of Medicine.

Campbell, J. M., L. E. Russell, J. D. Crenshaw, E. M. Weaver, S. Godden, J. D. Quigley, J. Coverdale y H. Tyler. (2007). Impact of irradiation and immunoglobulin G concentration on absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed colostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 90; pp.5726-5731.

Capezzuto, A., Chelini, M. O. M., Felipe, E. C. G., y Oliveira, C. A., (2008). Correlation between serum and fecal concentrations of reproductive steroids throughout gestation in goats; *Animal Reproduction Science*, 103(1-2); pp.78-86.

Celi, P., Di Trana, A. y Quaranta, A. (2008a). Metabolic profile and oxidative status in goats during the peripartum period. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(6–7), 1004–1008. <https://doi.org/10.1071/EA07410>

Celi, P., Di Trana, A., Claps, S. y Di Gregorio, P. (2008b). Effects of perinatal nutrition on metabolic and hormonal profiles of goat kids (*Capra hircus*) during their first day of life; *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(11); pp.1585–1591.

Chapman, C.R. y Nakamura, Y. (1999). A passion of the soul: an introduction to pain for consciousness researchers. *Conscious Cogn.*; pp. 391-422

Chapman, C. R. y Stillman, M. (1996). Pathological pain. In L. Kruger (Ed.), *Pain and touch* 2nd ed. New York: Academic Press; pp. 315–342.

Chrétien, M. y Seidah, N. G. (1981). Chemistry and biosynthesis of pro- opiomelanocortin. ACTH, MSH's, endorphins and their related peptides. *Mol Cell Biochem*, 34; pp.101–27.

Craig, K.D., Prkachin, K.M., Grunau, R.V.E. (1992). The facial expression of pain. In: Turk, D.C., Melzack, R. (Eds.), *Handbook of Pain Assessment*. Guilford Press, New York.

Cruz, Y., Martínez-Gómez, M., Manzo, J., Hudson, R. y Pacheco, P. (1996). Changes in Pain Threshold During the Reproductive Cycle of the Female Rat. *Physiology and Behavior*, Vol. 59, No. 3; pp. 543-547

Dalla Costa, E., Pascuzzo, R., Leach, M. C., Dai, F., Lebelt, D., Vantini, S., & Minero, M. (2018). Can grimace scales estimate the pain status in horses and mice? A statistical approach to identify a classifier. *PLoS ONE*, 13(8), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200339>

Damián, J. P., y Ungerfeld, R. (2011). The Stress Response of Frequently Electroejaculated Rams to Electroejaculation: Hormonal, Physiological, Biochemical, Haematological and Behavioural Parameters. *Reproduction in Domestic Animals* (1990), 4, 646.

Damián, J.P., Terrazas, A., Cabrera, E. Simonetti S, Aragunde, R., Fila, D. Growth of foetal bones and metabolic profile during gestation in primiparous ewes and multiparous ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 2020, 55(9), pp. 1180–1189

Damm, B.I., Bildsøe, M., Gilbert, C., Ladewig, J. (2002). The effects of confinement on periparturient behaviour and circulating prolactin, prostaglandin F₂ and oxytocin in gilts with access to a variety of nest materials. *Appl. Anim. Behav. Sci* 76; pp. 135–156.

Dawkins, M.S. (2004). Using behaviour to assess animal welfare. *Anim. Welf.* 13, 3–7.

Dawood, M. Y., Raghavan, K. S., Pociask, C. (1978). Oxytocin in human pregnancy and parturition. *Obstet Gynecol*, 51; pp.138–143.

Diogo, R., Wood, B.A., Aziz, M.A., Burrow, A. (2009). On the origin, homologies and evolution of primate facial muscles, with a particular focus on hominoids and a suggested unifying nomenclature for the facial muscles of the Mammalia. *J. Anat.* 215, 300–319.

D'occhio, M.J., Brooks, D.E., (1980). Effects of androgenic and oestrogenic hormones on mating behaviour in rams castrated before or after puberty. *J. Endocrinol.* 86; pp.403–41

Doweiko J. P., y Nompelggi, D. J. (1991). The role of albumin in human physiology and pathophysiology. III: Albumin and disease states. *JPEN. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 4, 476.

Drobatz, K.J. y Macintire, D. K. (1996). Heat-induced illness in dogs: 53 cases (1973-1993). *J Am Vet Med Assoc*; 209(11); pp.1894–1899.

Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., Bishop, S.C., Lewis, M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *The British Journal of Nutrition.* 89: 123-136.

Eckersall, P.D., Bell, R. (2010). Acute phase proteins: biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *Vet. J.* 185, 23–27.

Edwards, S.A., Broom, D.M. (1982). Behavioural interactions of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Anim. Behav.* 30; pp. 525–535.

Emerson, T. E. (1989). Unique features of albumin: a brief review; *Crit Care Med*, 17(7); pp.690–694.

Endo, N.; Yamane, H.; Rahayu, L.P.; Tanaka, T. (2018). Effect of repeated adrenocorticotrophic hormone administration on reproductive function and hair cortisol concentration during the estrous cycle in goats. *Gen. Comp. Endocrinol*, 259; pp.207–212

Fleck, A., Hawker, F. y Wallace, P. I. (1985). Increased vascular permeability: a major cause of hypoalbuminemia in disease and injury; *Lancet*; 1(8432); pp.781–783.

Fleming, S. A., Van Camp, s. D. y Chapin, H. M. (1990). Serum progesterone determination as an aid for pregnancy diagnosis in goats bred out of season; *Canadian Veterinary Journal*, 31(2); pp.104–107.

Ford, M. M., Young, I. R., Caddy, D. J. y Thorburn, G. D. (1998). Fetal and maternal endocrine changes approaching parturition in the goat: lack of evidence for prostaglandins E₂ and F_{2a} as signals for luteolysis. *Biol Reprod* 58; pp.1065–1070.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN-970-32-1010-4. 91

González-Mariscal, G.; Poindron, P. (2002). Parental care in mammals: immediate internal and sensory factors of control. In Pfaff, D. W., Arnold, A. P., Etgen, A. M., Farhbach, S. E., Rubin, R. T. (Eds.), *Hormones, Brain and Behaviour*, vol. 1. Academic Press, New York, pp 215-298.

Gregory, N.G. (2004). *Physiology and behaviour of animal suffering*, third ed. Blackwell Science, Universities Federation for Animal Welfare, Oxford, UK.

Gubernick, D.J. (1980) . Maternal “imprinting” or maternal “labeling” in goats. *Animal Behavior*, 28; pp 124-129.

Guesgen, M. J., Beausoleil, N. J., Leach, M., Minot, E. O., Stewart, M., y Stafford, K. J., (2016). Coding and quantification of a facial expression for pain in lambs; *Behavioural Processes*, 132; pp.49–56. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.09.010>

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*, 12(4), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175839>

Halliwell, B. (1988) Albumin - an important extracellular antioxidant. *Biochemical Pharmacology* 37, 569--571. doi: 10.1016/0006-2952(88) 90126-8

Handa RJ, Nunley KM, Lorens SA, Louie JP, McGivern RF, Bollnow MR. (1994). Androgen regulation of adrenocor- ticotropin and corticosterone secretion in the male rat fol- lowing novelty and foot shock stressors. *Physiology and Behavior* 55; pp.117–124.

Hersher, L., Richmond, J.B. and Moore, A.U., (1957). Critical periods in the development of maternal care patterns in the domestic goat. Paper Read at Annual Convention of the Am. Psychol. Assoc., Chicago.

Herscher, L., Richmond, J.B., Moore, A.U., (1963). Maternal behavior in sheeps and goats. In: Rheingold, H.L. (Ed.), *Maternal Behavior in Mammals*. John Wiley and Sons Inc., New York; pp 203-232.

Hydbring, E., Madej, A., MacDonald, E., Drugge-Boholm, G., Berglund, B. y Olsson, K. (1999). Hormonal changes during parturition in heifers and goats are related to the phases and severity of labour. *Journal of Endocrinology*, 160; pp. 75-85.

Inbaraj, S., Kundu, A., Kumar De, A., Sunder, jai y Sejian, V. (2018). Seasonal changes in blood biochemical and endocrine responses of different indigenous goat breeds of tropical island agro-ecological environment. *Biological Rhythm Research*, 49(3), 412.

Ison, S.H., Jarvis, S. y Rutherford, K. M. D. (2016). The indication of potential behavioural indicators of pain in preparturient sows. *Research in Veterinary Science*, 109; pp. 114-120.

Ja'afaru, A. I., Almadaly, E. A., Shukry, M., Mahmoud, S., Saad, M. F., & Husain, A. A. (2019). Electrocardiographic, endocrine and biochemical stress indices of electroejaculated Egyptian Baladi goat bucks. *Small Ruminant Research*, 173, 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.02.013>

Jensen, P. (2009). The ethology of domestic animals, 2nd edition an introductory text. *Modular Texts*; pp 161-174.

Jones LE, Whitburn LY, Davey M-A, (2015). Small R. Assessment of pain associated with childbirth: women's perspectives, preferences and solutions. *Midwifery*, 31(7):708–12.

Katz, L. S. (2007). Sexual behavior of domesticated ruminants. *Hormones and behavior*, 52(1), pp.56-63.

Kavaliers, M. (1988). Evolutionary and comparative aspects of nociception. *Brain Res. Bull*, 21; pp.923–931.

Keating, S. C. J., Thomas, A. A., Flecknell, P. A., Leach, M. C., & Chapouthier, G. (2012). Evaluation of EMLA Cream for Preventing Pain during Tattooing of Rabbits: Changes in Physiological, Behavioural and Facial Expression Responses. *PLoS ONE*, 7(9), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044437>

Keller, M., Meurisse, M., Poindron, P., Nowak, R., Ferreira, G., Shayit, M., y Lévy, F. (2003). Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*, 43; pp.167–176.

Keller, M., Meurisse, M., y Lévy, F., (2005). Mapping of brain networks involved in consolidation of lamb recognition memory. *Neuroscience*, 133; pp.359–369.

Klopfer, P. H., y Gamble, J.; (1966). Maternal imprinting in goats: The role of chemical senses. *Zeitschrift Fur Tierpsy- chologie*, 23; pp.588–592.

Klopfer, P.H. y Klopfer, M.S., (1968). Maternal “imprinting” in goats; *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 52(4), pp.911.

Klopfer, P. H., (1971). Mother love: what turns it on? *American Scientist*, 59(4), pp.404–407.

Klopfer, P.; Klopfer, M. (1977). Compensatory response of goat mothers to their impaired young. *Animal Behavior*, 25; pp 286-291.

Klopfer, P. (2005). Animal Cognition and the new Anthropomorphism. *International Journal of Comparative Psychology*, 18; pp 202-206.

Ladewig, J.; Smidt, D., (1989). Behavior, episodic secretion of cortisol, and adrenocortical reactivity in bulls sub- jected to tethering. *Hormones and Behavior* 23; pp.344–360.

Langford DL, Bailey AL, Chanda ML, Clarke SE, Drummond TE, Echols S, Glick S, Ingrao J, Klassen-Ross T, LaCroix-Fralish ML, (2010). Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse; *Nature Meth*; 7; pp.447-449.

Laven, R.A., Huxley, J.N., Whay, H.R., & Stafford, K.J. (2009). Results of a survey of attitudes of dairy veterinarians in New Zealand regard- ing painful procedures and conditions in cattle. *New Zealand Veteri- nary Journal*, 57, 215–220.

Lefebvre, L., Carli, G. (1985). Parturition in non-human primates: pain an auditory concealment. *Pain* 21, 315–327.

Lickliter, R. E., (1982). Effects of a post-partum separation on maternal responsiveness in primiparous and multiparous domestic goats; *Applied Animal Ethology*, 8; pp.537–542.

Lowe NK. (1992). Differences in first and second stage labor pain be- tween nulliparous and multiparous women. *J Psychosom Obstet Gynaecol.*, 13; pp. 243-53.

Lowe NK. (1996) Pain and discomfort of labor and birth. *J Obstet Gy- necol Neonatal Nurs.*, 25; pp.82-92.

Lowe, N. K. (2002). The nature of labor pain. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, (5 Suppl), S16. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsovi&AN=edsovi.00000447.200205002.00002&lang=es&site=eds-live>

Magistrelli, D., Aufy, A. A., Pinotti, L. y Rosi, F. (2013). Analysis of weaning-induced stress in Saanen goat kids. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 4, 732. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01315.x>

Magistrelli, D. y Rosi, F. (2014). Trend analysis of plasma insulin level around parturition in relation to parity in Saanen goats. *J. Anim. Sci.*, 92; pp.2440-2446.

Magnusson, U., Wattrang, E., Tsuma, V. y Fossum, C., (1998). Effects of stress resulting from short-term restraint on in vitro functional capacity of leukocytes obtained from pigs. *American Journal of Veterinary Research* 59; pp.421–425.

Mainau, E., Cuevas, A., Ruiz-de-la-Torre, J.L., Manteca, X. (2009). Effect of parity on acute phase proteins and general activity in dairy cows during the puerperal period. *Proc. ISAE2009 Cairns*, 171

Mainau, E., y Manteca, X. (2011). Pain and discomfort caused by parturition in cows and sows. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(3); pp. 241–251. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.10.020>

Mazzaferro, E. M., Rudloff, E., y Kirby, R. (2002). The role of albumin replacement in the critically ill veterinary patient. *Journal of Veterinary Emergency & Critical Care*, 12(2); pp.113.

McCaffery, M., Pasero, C. (1999). *Pain: A Clinical Manual*. St Louis, MO: Mosby.

McLennan, K., Rebelo C., Corke., Holmes, M., Leach, M., Constantino- Casas, F. (2016). Development of a facial expression scale using footrot and mastitis as models of pain in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*.176; pp.19–26.

McLennan, K. y Mahmoud, M., (2019). Development of an automated pain facial expression detection system for sheep (*Ovis aries*). *Animals*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/ani9040196>

Mellor, D.J., Murray, L., (1989). Effects of tail docking and castration on behaviour and plasma cortisol concentrations in young lambs. *Res. Vet. Sci.*, 46; pp.387–391.

Melzack R, Kinch R, Dobkin P, Lebrun M, Taenzer P. (1984). Severity of labour pain: influence of physical as well as psychological variables. *Can Med Assoc J.*, 130; pp. 579-84.

Melzack, R. (1993). Labour pain as a model of acute pain. *Pain*, 53(2); pp.117–20.

Merskey H. (1979). Pain terms: a list with definitions and a note on usage. Recommended by the International Association for the Study of Pain (IASP) Subcommittee on Taxonomy. *Pain*; pp. 249-252.

Mogil, J.S.; Crager, S.E. (2004). What should we be measuring in behavioral studies of chronic pain in animals? *Pain*, 112; pp.12–15.

Mogil, J. S., Pang, D. S., Dutra, G. G. S., y Chambers, C. T., (2020). The development and use of facial grimace scales for pain measurement in animals. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.

Mohammad, D. R. I. y Mohammad, M. A. M. A. (2013). A comparative study on behavioral, physiological and adrenal changes in buffaloes during the first stage of labor with normal and difficult parturition. *Journal of Veterinary Behaviour*, 8; pp. 46-50.

Molina, F. J., Sola, P., López, E. (1997). Pain in the first stage of labor: relationship with the patient's position. *J Pain Symptom Manage*, 13; pp. 98–103.

Molony, V. y Kent, J. E. (1997). Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements; *Journal of Animal Science*, 75; pp.266–272.

Molony, V., Kent, J. E., & McKendrick, I. J. (2002). Validation of a method for assessment of an acute pain in lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 76(3), 215–238. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00014-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00014-X)

Monteiro, C., Cardoso-Cruz, H., Galhardo, V. (2019). Animal models of congenital hypoalgesia: Untapped potential for assessing T pain-related plasticity; *Neuroscience Letters*, 702; pp. 51–60.

Morisse, J.P.; Cotte, J.P.; Huonnic, D. (1995). Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 43; pp.239–247.

Morton, D.B., Griffiths, P.H.M. (1985). Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and an hypothesis for assessment. *Vet. Rec.* 116; pp. 431–436.

Murata, H., Shimada, N., Yoshioka, M. (2004). Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *The Veterinary Journal* 168, 28–40.

National Research Council, (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press. Washington, DC, USA.

Nehra, V., Angulo, P., Buchman, A. L. y Lindor, K. D. (2001) Nutritional and metabolic considerations in the etiology of nonalcoholic steatohepatitis. *Digest Dis Sci* 46; pp.2347–2352

Ness, T. J. y Gebhart, G. F. (1990). Visceral pain: A review of experimental studies. *Pain*, 41; pp. 167–234.

Noakes, D.E., Parkinson, T.J., England, G.C.W., Arthur, G.H. (2001). Parturition and the care of parturient animals. In: Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics, pp. 155–187.

Numan, M., Fleming, A., Levy, F. (2006). CHAPTER 35 - Maternal Behavior, Editor(s): Jimmy D. Neill, Knobil and Neill's Physiology of Reproduction (Third Edition), Academic Press; pp 1921-1993, ISBN 9780125154000, <https://doi.org/10.1016/B978-012515400-0/50040-3>.

O'Brien, J. P. y D. M. Sherman. (1993). Field methods for estimating serum immunoglobulin concentrations in newborn kids. *Small Rumin. Res.* 11; pp.79-84.

Olsson, K., Stein, J. y Thorén, S.. (2004). Correlation between behaviour during labour and blood plasma concentrations of vasopressin in goats. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 13. 543-546. 10.22358/jafs/74028/2004.

Parkinson, T.J, Vermunt, J.J., & Malmo, J. (2010) Diseases of Cattle in Australasia, Published by the NZVA Foundation for continuing education, Palmerston North, New Zealand.

Patel, A. V., M. M. Pathak y V. M. Mehta. (1992). Serum estradiol levels around parturition stages in goats; *Indian Journal of Animal Science*, 62(3); pp.241–242.

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

Perveen, S., Kumar Das, P., Ranjan Ghosh, P., Banerjee, D., Mukherjee, J., Naskar, S., & Mondal, M. (2019). Alterations in haemato-biochemical profile and blood metabolites during different periods of prepubertal growth in black Bengal goat (*Capra hircus*): effect of sex and season. *Biological Rhythm Research*, 50(4), 626.

Pfaff, D. W., Arnold, A. P., Fahrbach, S. E., Etgen, A. M., and Rubin, R. T. (2002). Hormones, brain, and behavior. Amsterdam, Academic Press.

Piñeiro, M., Morales, J., Vizcaíno, E., Murillo, J. A., Klauke, T., Petersen, B., y Piñeiro, C. (2013). The use of acute phase proteins for monitoring animal health and welfare in the pig production chain: The validation of an immunochromatographic method for the detection of elevated levels of pig-MAP. *Meat Science*, 95(3), 712–718. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.013>

Pol, F.; Courboulay, V.; Cotte, J. P.; Martrenchar, A.; Hay, M.; Morme`de, P., (2002). Urinary cortisol as an additional tool to assess the welfare of pregnant sows kept in two types of housing. *Veterinary Research* 33; pp.13–22.

Poindron, P., y Le Neindre, P., (1980). Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*, 11; pp.75–119.

Poindron, P., Gilling, G., Hernández, h., Serafin, N., Terrazas, A., (2003). Early recognition of newborn goat kids by their mother: I. Nonolfactory dicrimination. *Dev. Psychobiol.* 43: pp 82-89.

Probo, M., Cairolo, F., Kindahl, H., Faustini, M., Galeati, G., & Veronesi, M. C. (2011). Peripartal Hormonal Changes in Alpine Goats: a Comparison Between Physiological and Pathological Parturition. *Reproduction in Domestic Animals* (1990), 6; pp.1004–1010.

Ramirez, A., Quiles, A., Hevia, M. L., Sotillo, F., y Ramírez, M. C., (1996). Effects of immediate and early post-partum separation on maintenance of maternal responsiveness in parturient multiparous goats, *Applied Animal Behaviour Science*, 48; pp.215–224.

Ramírez-Vera, S., Terrazas, A., Delgadillo, J. A., Serafin, N., Flores, J. A., Elizundia, J. M. and Hernández, H. (2012). Feeding corn during the last 12 days of gestation improved colostrum production and neonatal activity in goats grazing subtropical semi-arid rangeland. *Journal of Animal Science*, 90: 2362–2370.

Rebecca P. George, Gordon S. Howarth, & Alexandra L. Whittaker. (2019). Use of the Rat Grimace Scale to Evaluate Visceral Pain in a Model of Chemotherapy-Induced Mucositis. *Animals*, (9), 678. <https://doi.org/10.3390/ani9090678>

Rice, A.S.C. y Casale, R. (1994). Microneurography and the investigation of pain mechanisms. *Pain Rev.* 1; pp.121–137.

Roberts, L., Gulliver, B., Fisher, J., Cloyes KG. (2019). The coping with labor algorithm: an alternate pain assessment tool for the laboring woman. *J Midwifery Women's Health*, 55.2; pp. 107–16.

Rojo-Rubio, R., A.E. Kholif, A.Z.M. Salem, G.D. Mendoza, M.M.M.Y. Elghandour, J. F. Vazquez-Armijo & H. Lee-Rangel (2016) Lactation curves and body weight changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian goats as well as pre-weaning growth of their kids, *Journal of Applied Animal Research*, 44:1, 331-337, DOI: 10.1080/09712119.2015.1031790

Romeyer, A. y Poindron, P., (1992). Early maternal discrimination of alien kids by post-parturient goats. *Behav. Processes*, 26; pp.103–112

Romeyer, A., Porter, R. H., Levy, E, Nowak, R., Orgeur, P., and Poindron, P., (1993). Maternal labelling is not necessary for the establishment of discrimination between kids by recently parturient goats. *Anita. Behav.* 46; pp.705-712.

Romeyer, A., Poindron, P., Porter, R. H., Lévy, F., y Orgeur, P.; (1994). Establishment of maternal bonding and its media- tion by vaginocervical stimulation in goats. *Physiology and Behavior*, 55; pp.395–400.

Rothschild, M. A., Oratz, M. y Scheiber, S. S. (1988). *Serum Albumin Hepatology*, 8(2); pp.385–401.

Russell, J. A.; Douglas, A. J. y Ingram, C. D. (2001). Brain preparations for maternity – adaptive changes in behavioral and neuroendocrine systems during pregnancy and lactation. An overview. *Progress in brain research*, Vol. 133 Chapter 1.

Rutherford, K. M. D. (2002). Assessing pain in animals. *Animal Welfare*, 11, 31e53.

Santucci, P. M., Branca, A., Napoleone, M., Bouche, R., Aumont, G., Poisot, F., y Alexandre, G. (1991). Body condition scoring of goats in extensive conditions. *Goat nutrition*; pp.240-257.

Shelton M, (1978). Reproduction and breeding of goats; *Journal of Dairy Science* 61; pp.994–1010.

Shnol, H., Paul, N., & Belfer, I. (2014). Labor pain mechanisms. *International Anesthesiology Clinics*, 52(3), 1–17. <https://doi.org/10.1097/AIA.0000000000000019>

Soares, G. S. L., Souto, R. J. C., , Cajueiro, J .F.P., Afonso, J. A.B, Rego, R. O., Macêdo, A. T. M., Soares, P. C y Mendonça, C. L. (2018). Adaptive changes in blood biochemical profile of dairy goats during the period of transition *Revue Méd. Vét.*, 169, 1-3; pp.65-75

Sotocinal, S. G., Sorge, R. E., Zaloum, A., Tuttle, A. H., Martin, L. J., Wieskopf, J. S., Mapplebeck, J. C. S., Wei, P., Zhan, S., Zhang, S., McDougall, J. J., D King, O. y 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(1); pp.55–64. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-7-55>

Smith, F. V., Van-Toller, C. y Boyes, T., (1966). The “critical period” in the attachment of lambs and ewes; *Animal Behavior*, 14; pp.120–125.

Sporer, K. R. B., Weber, P. S., Burton, J. L., Earley, B. y Crowe, M. A. (2008). Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. *J Anim Sci*,86; pp.1325–34.

Stafford, K.J. (2014). Recognition and Assessment of Pain in Ruminants. In *Pain Management in Veterinary Practice* (eds C.M. Egger, L. Love and T. Doherty). doi:[10.1002/9781118999196.ch31](https://doi.org/10.1002/9781118999196.ch31)

Suganya, G. y Gomathy, V.S. (2009). Hormone profile of Tellicherry goats during periparturient period. *Tamilnadu J. Vet. Anim. Sci.*, 5; pp.211-213.

Taverne, M. A. M. (1992). Physiology of parturition; *Animal Reproduction Science*, 28; pp. 433-440

Taylor, A.A., Weary, D.M. (2000). Vocal response of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, 17–26.

Terrazas, A., Hernández, H., Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Ramírez-Vera, S., Fierros, A. Rojas, S. y Serafín, N. (2012). Undernutrition during pregnancy in goats and sheep, their repercussion on mother-young relationship and behavioral development of the young. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (15), SUP 1; pp S161–S174.

Tharwat, M., Ali, A., & Al-Sobayil, F. (2015). Hematological and biochemical profiles in goats during the transition period. *Comparative Clinical Pathology*, 24(1), pp.1-7.

Théoret-Gosselin, R., Hamel, S. y D. Côté S., (2015). The role of maternal behavior and offspring development in the survival of mountain goat kids. *Oecologia*, 178(1); pp.175–186.

Thorpe, W. H. (1965). The assessment of pain and distress of animals in intensive livestock husbandry systems. In: *Report of the Technical Committee to enquire into the Welfare of Animals Kept under Intensive Live- stock Husbandry Systems*. Cmnd. 2836 (Chaired by F. W. R. Brambell), pp. 71-79. London: Her Majesty's Stationery Office.

Ulutas, P. A., Ulutas, B., Kiral, F., Ekren Asici, G. S., & Gultekin, M. (2017). Changes of acute phase protein levels in Saanen goat kids during neonatal period. *Small Ruminant Research*, 146, 33–36. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.11.015>

Vannucchi, C. I., Rodrigues, J. A., Silva, L. C. G., Lúcio, C. F., Veiga, G. A. L., Furtado, P. V., Oliveira, C. A. y Nichi, M. (2015). Association between birth conditions and glucose and cortisol profiles of periparturient dairy cows and neonatal calves. *The Veterinary record*. 176. 10.1136/vr.102862.

Viñuela-Fernández, I., Jones, E., Welsh, E.M., Fleetwood-Walker, S.M. (2007). Pain mechanisms and their implication for the management of pain in farm and companion animals. *Vet. J.* 174, 227–239.

Visser EJ, Davies S. (2009). What is pain? II: pain expression and behaviour, evolutionary concepts, models and philosophies. *Australas Anaesth*, 3; pp.5–43.

von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. (2007). Maternal behavior in cattle. *Horm. Behav.* 52; pp. 106–113.

Watts, J.M., Stookey, J.M. (2000). Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 15–33.

Weary, D.M., Niel, L., Flower, F.C., Fraser, D. (2006). Identifying and preventing pain in animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100, 64–76.

West, D.M., Bruere, A.N., & Ridler, A.N. (2009). *The Sheep: Health, Disease and Production*, VetLearn, Palmerston North, New Zealand.

Whitburn, L. Y., Jones, L. E., Davey, M.-A., & McDonald, S. (2019). The nature of labour pain: An updated review of the literature. *Women and Birth*, 32(1), 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2018.03.004>

Whitlock, B.K., Coffman, E.A., Coetzee, J.F., Daniel, J.A., (2012). Electroejaculation increased vocalization and plasma concentrations of cortisol and progesterone, but not substance P, in beef bulls. *Theriogenology* 78; pp.737–746.

Yassen, T. A. R., A. O. Humid y Hajir, S. H. A. (2019). Effect Pregnant and Non-Pregnant on Haematological and Biochemical Parameters of Qatari Goats in Iraq; *Indian Journal of Public Health Research & Development*, Vol.10, No. 10; pp.2743–2748.

Yoshida, C. y Nakao, T. (2005). Response of plasma cortisol and progesterone after ACTH challenge in ovariectomized lactating dairy cows. *J Reprod Dev* 2005;51; pp.99–107.