



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**



**SUPLEMENTACIÓN CON SULFATO DE MAGNESIO A OVEJAS MELLICERAS
DOS SEMANAS PREVIO AL PARTO Y SU INFLUENCIA EN LA ADAPTACIÓN DE
LOS CORDEROS A LA VIDA EXTRA UTERINA**

por:

**BORDABERRY TESORIERO, Sofía
BRUFAO GALUSSO, Lucía
SANGUINETTI LUCE, Florencia**

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

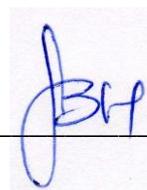
PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa: Dr. Carlos López Mass



Segundo Miembro (Tutor): Dra. Georget Banchemo



Tercer Miembro: Dra. Graciela Pedrana

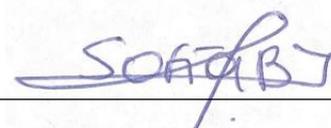


Cuarto Miembro (Co-tutor): Dr. Mauro Minteguiaga



Fecha de aprobación: 10 de Octubre de 2023

Autores: Sofía Bordaberry



Lucía Brufao



Florencia Sanguinetti



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer muy especialmente a nuestras familias y amigos que nos acompañaron en este proceso.

A la Dra. Georget Banchemo por su apoyo y motivación en el proyecto y Juan Marco Parentelli por su colaboración durante la corrección de la tesis.

Al Dr. Mauro Minteguiaga por su disposición y contribución a lo largo de la investigación. Por permitirnos realizar el proyecto dentro de su investigación.

A los señores responsables y funcionarios del INIA "La Estanzuela": Alberto y Damián.

Alumnas de la escuela agraria de Paysandú Cintia y Selena que participaron y colaboraron en el trabajo de campo.

Al Ing. Ag Roberto Cardellino por brindarnos material académico.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VI
1. RESUMEN	VII
2. SUMMARY	VIII
3. INTRODUCCIÓN	1
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
4.1 Mortalidad perinatal y supervivencia	3
4.2 Supervivencia en corderos mellizos	4
4.3 Herramientas para el aumento de la supervivencia	4
4.4 Factores inherentes a la oveja	5
4.4.1 Comportamiento materno	5
4.4.2 Paridad	5
4.4.3 Gestación	5
4.4.4 Parto	6
4.5 Factores inherentes al cordero	8
4.5.1 Peso y temperatura al nacimiento	8
4.5.2 Comportamiento al nacer	9
4.5.3 Score de meconio	10
4.5.4 Variables sanguíneas.....	11
4.6 Asfixia fetal.....	13
4.7 Encefalopatía hipóxico-isquémica	14
4.8 Neuro protectores: una alternativa frente a la encefalopatía hipóxico-isquémica.....	14
4.9 Sulfato de magnesio	15
4.10 Otros neuro protectores	15
4.10.1 Betaína.....	15
4.10.2 Melatonina	16
5. HIPÓTESIS	17
6. OBJETIVOS	17
6.1 Objetivo general:	17
6.2 Objetivos específicos:.....	17
7. MATERIALES Y MÉTODOS	18

7.1 Localización y período experimental	18
7.2 Manejo reproductivo	18
7.3 Formación de los grupos.....	18
7.4 Manejo alimenticio	18
7.5 Manejo general.....	18
7.6 Determinaciones	19
8. RESULTADOS	21
8.1 Porcentaje de supervivencia	21
8.2 Variables comportamentales y fisiológicas.....	21
8.2.1 Duración del parto	21
8.2.2 Temperatura al nacer y a las 3 horas	21
8.2.3 Peso al nacimiento	22
8.2.4 Asistencia al parto	23
8.2.5 Score de meconio.....	23
8.2.6 Tiempo en pararse.....	24
8.2.7 Tiempo en lograr una succión exitosa	24
8.3 Variables sanguíneas	25
8.3.1 Asfixia (PO ₂)	25
8.3.2 Acidosis respiratoria (CO ₂)	25
8.3.3 pH.....	25
8.3.4 Lactato.....	26
8.3.5 Exceso de bases en el líquido extracelular	26
8.3.5 Glucosa	27
9. DISCUSIÓN	28
11. BIBLIOGRAFÍA	34
12. ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corderos con grados de tinción de meconio 1, 2, 3 y 4.....	20
Figura 2: Rangos de peso al nacimiento.....	23
Figura 3: Proporción de corderos según escala de meconio.....	24
Figura 4: Correlación entre peso al nacer y la duración del parto.....	40
Figura 5: Correlación entre peso y temperatura al nacer	40
Figura 6: Correlación entre peso al nacer y Score de meconio.....	41
Figura 7: Correlación entre Score de meconio y asistencia al parto.....	41
Figura 8: Correlación entre peso al nacer y tiempo en pararse	42
Figura 9: Correlación entre peso al nacer y demora en mamar.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de supervivencia a los 7 días.....	21
Tabla 2: Duración del parto	21
Tabla 3: Temperatura al nacimiento y a las 3 horas.....	22
Tabla 4: Peso al nacimiento	22
Tabla 5: Peso al nacimiento según sexo.....	22
Tabla 6: Proporción de corderos asistidos o no asistidos.....	23
Tabla 7: Tiempo en pararse	24
Tabla 8: Tiempo en lograr una succión exitosa	25
Tabla 9: Valores variables sanguíneas	25
Tabla 10: Concentración de lactato	26
Tabla 11: Equilibrio ácido base.....	26
Tabla 12: Exceso de bases en el líquido extracelular.....	27

1. RESUMEN

La muerte de corderos en los primeros días de vida es un problema actual y de gran importancia en los establecimientos ovejeros de nuestro país. El objetivo del trabajo fue estudiar la supervivencia neonatal en corderos hijos de ovejas melliceras suplementadas con un neuro protector (sulfato de magnesio) en las últimas dos semanas de gestación. Se utilizaron 105 hembras multíparas (55) y nulíparas (50) cruce Finnish Landrace x Ideal, seleccionadas por su carga fetal (mellizos) y edad gestacional. Se formaron dos grupos teniendo en cuenta peso vivo (PV), condición corporal (CC) y paridad, conformando dos grupos homogéneos "Control" (n= 58) y "Neuro" (n= 47). Se suplementaron individualmente a ambos grupos con 200 g de harina de soja por día, adicionalmente el grupo Neuro se suplementó con 7 g de sulfato de magnesio administrado en mezcla con el concentrado 15 días previo al parto. Se determinó la duración del parto y si hubo requerimiento de asistencia, el peso y temperatura al nacimiento del cordero, score de meconio, temperatura a las 3 horas y el tiempo que demoran en pararse y lograr una succión exitosa. Se extrajo también 1 ml sangre mediante venopunción de la vena yugular a todos los corderos nacidos (n=210) durante el periodo de apnea post parto para analizar por un lado con el gasómetro portátil i-STAT ® el pH, PO₂, PCO₂, HCO₃, lactato, SO₂, TCO₂, BE_{ecf} y por otro para determinar concentraciones de glucosa en el laboratorio. Además, se monitorearon durante una semana post parto para registrar posibles muertes y realizar el cálculo de supervivencia. Las variables cuantitativas (duración del parto, peso al nacer, temperatura, y mediciones sanguíneas) se analizaron por análisis de varianza ANOVA, mientras que las variables categóricas (score de meconio, asistencia humana) por medio de la prueba de Brown. Las frecuencias se analizaron por Chi cuadrado. Se encontraron diferencias en la duración del parto sin efectos del neuro protector sobre la supervivencia o las variables sanguíneas. El porcentaje de supervivencia fue de 97,1% a los 7 días sin diferencias entre los grupos. Las borregas del grupo Neuro demoraron la mitad de tiempo en parir que las borregas del grupo Control. La temperatura al nacimiento de los corderos nacidos de ovejas del grupo Neuro fue de $39,3^{\circ} \pm 0,3$ y de Control $39,4 \pm 0,4$ con diferencias significativas ($p < 0,05$) que desaparecieron a las 3 horas ($39,6^{\circ}$ para ambos grupos). En promedio los corderos del grupo Neuro pesaron $3,3 \pm 0,6$ kg y los del grupo Control $3,3 \pm 0,7$ sin diferencias significativas. En promedio los corderos del grupo Neuro demoraron $71,8 \pm 0,6$ en lograr una succión exitosa mientras que los corderos Control $67,6 \pm 0,7$ minutos, sin diferencias significativas entre grupos. No se encontraron diferencias significativas en las variables sanguíneas. Con estos resultados podríamos concluir que existe una inclinación hacia una mejora en algunas variables como la duración del parto, tiempo que demoran en pararse con adición del sulfato de magnesio, sin diferencias en la supervivencia. Estos resultados fueron obtenidos en condiciones controladas, es necesario continuar con la investigación para observar cómo se comportan estas variables con la suplementación de sulfato de magnesio en sistemas menos controlados.

2. SUMMARY

The perinatal death of the lamb represents a current and significant issue in sheep farms in our country. This study aimed to study the neonatal survival of lambs born to twin-bearing ewes supplemented with a neuroprotector (magnesium sulfate) in the last two weeks of gestation. One hundred and five Finnish by Polwarth ewes (55 multiparous and 50 nuliparous) selected by litter size, and gestational age were used. Two equal groups were formed, taking into account the weight, body condition (using the score of Russel, Doney, Gunn 1969) and parity of the ewes forming two groups: "Control" (n=58) and "Neuro" (n=47). Each ewe was fed individually and daily with 200 g of soybean flour and additionally, the Neuro group was supplemented 15 days prior to labor with 7 g of magnesium sulfate mixed with the supplement. Parturition length, assistance (if needed), bodyweight and temperature at birth, meconium stained, temperature 3 hours after birth, and time to stand and suck were measured. A blood sample was collected from the jugular vein of the newborn lambs during postpartum apnea, and part was analyzed with the i-Stat® Portable Clinical Analyzer to determine: pH, PO₂, PCO₂, HCO₃, lactate, SO₂, TCO₂, BE_{ecf}; and the remaining blood was used to determine glucose levels in the laboratory. In addition, the lambs were monitored the following week after birth for survival examination. The quantitative variables (parturition length, live weight at birth, temperature, and blood measurements) were analyzed by ANOVA variance analysis, while the categorical ones (meconium stained and assistance at birth) by the Brown test. The frequencies were analyzed by squared Chi. Parturition length was significantly affected by the addition of magnesium sulfate and no other effects were discovered in the survival rate or blood determinations. Duration of parturition was shorter in primiparous ewes from the Neuro group. The temperature at birth for the Neuro group was $39,3^{\circ} \pm 0,3$ and Control $39,4 \pm 0,4$ with significant differences ($p < 0,05$) that were not observed at 3 hours after birth ($39,6^{\circ}$ for both groups). Neuro lambs weighed $3,3 \pm 0,6$ kg and Control $3,3 \pm 0,7$ with no significant differences. Neuro lambs took $71,8 \pm 0,6$ minutes to suckle the udder while Control lambs took $67,6 \pm 0,7$, with no significant differences. No differences were found in the blood measurements. With this data we could suggest that supplementation with magnesium sulfate might improve the duration of parturition with no differences in survival. These results were obtained in monitored conditions. Further investigation is needed to observe these variables under more extensive conditions.

3. INTRODUCCIÓN

Uruguay es un país tradicionalmente ovejero. Los primeros ejemplares fueron traídos en el siglo XVII y desde entonces el rubro ha tomado un papel fundamental para el desarrollo de nuestro país. La cría de ovinos llegó a ser el rubro principal en la década del 90, con un total de 26.5 millones de ovinos, pero sufriendo una involución desde entonces (Cardellino, 2015).

Actualmente existen casi 2 ovinos por habitante en Uruguay. Según la declaración jurada del ejercicio 2021-2022 existen 6.132.563 ovinos, de los cuales más de la mitad (un 53%) fueron declaradas ovejas de cría (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, MGAP, 2022). Estos datos esclarecen el redireccionamiento de los productores ovejeros uruguayos hacia la cría, disminuyendo el número de algunas categorías como los capones, que representan tan solo el 5% del stock ovino actual. El precio de la lana, y otros factores han llevado a que los productores busquen la sustentabilidad del rubro ovino en la producción de carne y como consecuencia la cría toma un papel muy importante.

Para la cría, es indispensable contar con una buena eficiencia reproductiva. El indicador por excelencia para estos establecimientos es la cantidad de kg de cordero destetado/oveja encarnerada. La obtención de un buen resultado ha llevado a los investigadores a estudiar, por un lado, métodos para aumentar la cantidad de corderos destetados, y por otro, herramientas para lograr que esos corderos lleguen al destete lo más pesados posible.

La baja cantidad de corderos destetados/oveja encarnerada limita los ingresos económicos de los establecimientos tanto laneros como carniceros (Salgado, 2004). En el 2003, se realizó un taller con distintos representantes de la cadena cárnica ovina y se priorizaron los principales desafíos del rubro. En primer lugar, se identificó el incremento del stock ovino, y en segundo lugar aumentar los índices de producción en el sector primario, relacionado a los bajos niveles de procreo. Estos resultados fueron presentados por Montossi, Gomez Miller, Pigurina y Luzardo (2003) en el marco de la primera Auditoría de la Carne Ovina del Uruguay.

En la zona norte de nuestro país es donde se encuentran la mayoría de las grandes majadas de cría, destacándose los departamentos Artigas, Salto, Paysandú y Tacuarembó (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, MGAP, 2022). Se trata de majadas sobre campo natural, ovejas que paren a la intemperie y corderos que deben sobrevivir en estas condiciones.

El porcentaje de señalada, explicado por tres factores: la fertilidad, la prolificidad y la supervivencia de los corderos, ha variado mucho en los últimos años. Con un promedio nacional de 72% pero variando desde 57 a 77%, que se debe mayoritariamente a la poca intervención de los productores que se refleja en el gran peso que aún tiene el factor año (clima y nutrición) en la supervivencia de los corderos (Ramos, 2018).

Dutra (2005) reporta que el 20% de los corderos nacidos mueren durante el parto, más específicamente el 90-95% de las muertes perinatales ocurren dentro de las 72

horas posteriores al parto. Muchas de estas muertes son prevenibles por medio de medidas de manejo de alto impacto como lo son las cortinas de abrigo, esquila preparto, manejo diferencial de ovejas melliceras y únicas, nutrición adecuada preparto, control de predadores. Igualmente, en muchos establecimientos, el porcentaje de señalada es bajo y son necesarias nuevas medidas para disminuir estas muertes.

Dutra, Vázquez, Banchemo, Quintans, (2003) sugieren que las lesiones presentes en el sistema nervioso central de los corderos podrían ser una causa común de las muertes, especialmente en las muertes tempranas (3 días postparto). Existen numerosos trabajos que presentan alternativas para prevenir, enlentecer o limitar este daño neuronal. Dentro de esas alternativas se encuentran los neuro protectores, empleados tanto en medicina humana como en algunos modelos animales (Marret, Doyle, Crowther y Middleton, 2007).

Es en la búsqueda de un neuro protector eficiente, práctico, económico y sin efectos adversos que surge la utilización del sulfato de magnesio. Este trabajo continúa con la investigación de los efectos de este neuro protector e intenta conocer más acerca del beneficio de su empleo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Mortalidad perinatal y supervivencia

El alto porcentaje de corderos muertos en el periparto genera muchas pérdidas para el productor, tanto directas como obtener menos corderos para comercializar, como indirectas por la disminución de cantidad de borregas disponibles para el reemplazo, disminuyendo la presión selectiva (Azzarini, 2000). Otra pérdida indirecta es descrita por Bonino (1983), quien describe que la producción de lana se encuentra disminuida en las ovejas preñadas, y que, si esas ovejas pierden a su cordero, se pierde eficiencia.

Otros problemas que involucra la muerte perinatal es que, en el mercado actual, donde el consumidor busca ser más consciente del origen de los productos que consume, la muerte de cientos de corderos en cada parición afecta directamente el bienestar animal y no favorece la imagen de la cadena de producción ovina (Troy & Kerry, 2010).

En el trabajo realizado por Dutra, Quintans y Banchemo (2007) se estudió la mortalidad perinatal durante tres años en una majada Corriedale, describieron que la distribución de la mortalidad acumulada se comportó de manera bimodal, con un primer- y principal- pico desde el día 1 hasta el 7, y otro segundo pico desde el día 9 hasta el día 16.

Bonino, Duran del Campo y Mari, (1987) describen las distintas causas de mortalidad perinatal en distintos establecimientos de nuestro país, y señala a la inanición del cordero como la principal causa de muerte neonatal, donde el cordero no consigue ingerir el calostro necesario en sus primeras horas de vida. Dentro de las causas determinantes de la inanición se encuentra el fallo en la relación madre/hijo que tiene como factores predisponentes los partos laboriosos y prolongados, mala nutrición preparto, falta de pezones, incapacidad de la madre de bajar el calostro a tiempo y aquellos corderos que nacen débiles. Además, encuentra una asociación con las condiciones climáticas extremas, frío y lluvia y la define como la exposición: donde los corderos recién nacidos no son capaces de termoregular correctamente. También describe otras causas de muerte, pero de menor incidencia: distocias, causas infecciosas, predación y malformaciones congénitas.

Previo a los trabajos de Dutra et al., (2003), el diagnóstico de las causas de muerte neonatal se volvía impreciso, los corderos muertos presentaban evidencias de varias categorías etiológicas simultáneamente. Estos investigadores sugirieron que era más adecuado diagnosticar las causas de muerte neonatales por su patología, y no darle tanta importancia a la etiología, además sugirieron que las lesiones presentes en el sistema nervioso central de los corderos podrían ser una causa común de las muertes, especialmente en las muertes tempranas (3 días postparto). Posteriormente Dutra y Banchemo (2011) muestran a los partos prolongados como un importante factor de este tipo de muertes, que pueden causar la asfixia del cordero y muerte durante el parto o luego del mismo, como consecuencia de una encefalopatía hipóxico-isquémica.

4.2 Supervivencia en corderos mellizos

Buscando una mejora en la prolificidad de las majadas nacionales, se encontró que la carga fetal tenía incidencia sobre la supervivencia de los corderos. La mortalidad de los corderos mellizos es aún mayor que en corderos únicos y las muertes se dan a consecuencia de una menor capacidad de supervivencia de los corderos mellizos (Dutra et al., 2003). Dalton, Knight y Johnson (1980), también reportan una mayor mortalidad en corderos mellizos (27%) que los corderos únicos (17%).

Además de la diferencia en los porcentajes de muertes dependientes de la carga fetal, también varían las causas de muerte (Dalton et al., 1980). Según estos investigadores la principal causa de muerte en corderos únicos son las distocias, asociadas al alto peso al nacer de los corderos, mientras que la causa principal de muerte perinatal en corderos mellizos se relaciona con el complejo exposición-inanición, y a diferencia de corderos únicos, se asocia a corderos de menor peso al nacer.

4.3 Herramientas para el aumento de la supervivencia

Ramos y Montossi (2014) describen un paquete tecnológico para mejorar la supervivencia de corderos, reportando la importancia del diagnóstico de gestación, la esquila preparto temprana, la alimentación diferencial de las ovejas y los partos en parideras.

- Diagnóstico de gestación: es fundamental para conocer el estado reproductivo de cada oveja y además su carga fetal. Con esa información el productor puede utilizar distintas medidas de manejo según la condición de cada oveja: fallada, preñada con uno o múltiples corderos, y además conocer la fecha probable de parto de estas últimas dos categorías.
- Esquila preparto temprana: Realizada a los 60 a 90 días de gestación permite aumentar el peso vivo y el vigor de los corderos al nacer, disminuyendo las muertes perinatales.
- Suplementación estratégica: Los requerimientos fetales a lo largo de la gestación son diferentes, los primeros 2 meses sus necesidades nutritivas son mínimas, pero aumentan drásticamente en el tercer mes porque su crecimiento se vuelve exponencial. Por eso es que la nutrición deficiente de la oveja en este último tercio se convierte en una gran limitante en el desarrollo del feto y en el peso al nacer del cordero.
- Parideras: Para disminuir las consecuencias negativas del complejo exposición-inanición se ha estudiado que si la oveja pare dentro de las parideras se logra proteger a los corderos de las condiciones climáticas, estimular el establecimiento del vínculo entre madre y cordero, se logra identificar corderos abandonados para poder hacerles el tratamiento correspondiente y por último en caso de ser necesario, poder intervenir si el parto se dificulta.

4.4 Factores inherentes a la oveja

4.4.1 Comportamiento materno

En los primeros momentos de vida el cordero depende totalmente del vigor al nacimiento y de la habilidad materna de su madre. Es fundamental el rol de la oveja al momento del parto para que se genere un fuerte vínculo entre madre-hijo. Previo al parto en condiciones de campo, la oveja busca lugares aislados y seguros para parir, lejos de otras ovejas para que estas no interfieran en el vínculo (Alexander, 1988). Hofer (1994) explica que el vínculo no es solo importante para la supervivencia del recién nacido, sino que también para el desarrollo fisiológico y el comportamiento de este.

Otros factores pueden afectar el vínculo madre-hijo, como la paridad y la nutrición de las madres. Banchemo, Quintans, Milton y Lindsay (2005) mencionan que los partos de ovejas primíparas son más prolongados, frecuentemente a causa de una desproporción materno fetal; además debido al dolor que sufren durante el mismo, podrían abandonar a sus corderos, perdiéndose el vínculo madre-hijo. Sobre la nutrición, menciona que ovejas que paren en lugares con buena cantidad y calidad de comida se mueven menos en búsqueda de ésta, permaneciendo más tiempo cerca de sus corderos. Thomson & Thomson (1949) citados por Banchemo et al., (2005) demostraron que una mala nutrición en la gestación aumenta la tasa de abandono y la mortalidad de los corderos.

El genotipo de la oveja es otro de los factores que influye sobre el comportamiento materno. Dwyer (2008b) menciona que difieren en cuanto al comportamiento previo durante y posterior al parto. Alexander et al., (1980) citado por Banchemo et al., (2005) ejemplifica a la raza Merino Australiano y argumenta que la misma tiene menor capacidad para criar más de un cordero en comparación con otras razas.

4.4.2 Paridad

La paridad afecta directamente las variables de comportamiento de los corderos. Si bien el peso al nacer, el tipo de parto (distócico o eutócico) sabemos que influye, si su madre ya tuvo la experiencia previa de un parto el cordero tiene mayores probabilidades de supervivencia; factor totalmente externo al cordero, pero no menos importante (Dwyer, 2008b).

Las ovejas múltiparas responderán mejor a la situación post parto debido a un reflejo condicionado por la experiencia previa. Las borregas en cambio, por el dolor producido por el parto, inhiben el comportamiento materno, aumentando la tasa de abandono (Dwyer, 2008b). Según Banchemo (2003) en partos múltiples, las borregas direccionan su atención solo al primer cordero, mientras que las ovejas le prestan incluso más atención al segundo cordero. Para el momento del amamantamiento, las borregas podrían retroceder y andar en círculos, evitando que los corderos mamen, en cambio las ovejas arquearían su espalda y estirarían los miembros posteriores para facilitarle al cordero el acceso a la ubre (Dwyer, 2008b)

4.4.3 Gestación

La duración de la gestación es esencial para saber si se está frente a un aborto, a un parto prematuro, parto normal o demorado. La oveja tiene una duración promedio de

150 días de gestación (5 meses). Existen diferentes factores que influyen sobre la duración, dentro de ellos se encuentran, el sexo del feto (se sabe que los fetos machos prolongan la gestación), la edad de la madre, (primerizas tienen un periodo menor de gestación) el tamaño y número de fetos (las gestaciones múltiples son de menor duración; Grunert, Bove y Stopiglia, 1971).

4.4.4 Parto

4.4.4.1 Endocrinología del parto

El feto es quien controla la duración de la gestación por medio de la activación del eje pituitario-adrenal (Lamming,1985). Luego del día 50 de gestación, la placenta asume la secreción de progesterona, esta hormona inhibe las contracciones miométriales manteniendo la gestación (Arthur, Noakes, Pearson, 1991). Esta disminuye 3-4 días antes del parto, contribuyendo con la dilatación del cuello uterino y las contracciones miométriales para comenzar el trabajo de parto (Lamming,1985). Esta disminución de la concentración de la progesterona materna es debida al aumento del cortisol fetal (producido por una hipoxia fetal y placentaria, desnutrición de la madre, traumatismos placentarios, hipertermia y excesivo tamaño del feto al final de la gestación). El cortisol actúa en la placenta induciendo la acción de la enzima 17 alfa-hidroxilasa, la cual convierte los derivados placentarios de progesterona en estrógenos (Arthur et al.,1991)

Los estrógenos, tienen un rol importante en el inicio del parto, estos tienen un efecto directamente sobre el miometrio aumentando su sensibilidad a la oxitocina. También actúan sobre el cuello uterino, reblandeciéndolo, facilitando así el pasaje del feto. Por último, también actúan en el complejo cotiledón-caruncular para estimular la producción y liberación de PGF2 α . Las prostaglandinas tienen también importancia en el inicio del parto. Estas se producen en el útero, en el endometrio y miometrio, provocando contracciones musculares, luteólisis, reblandecimiento del colágeno del cérvix, facilitando así el parto (Arthur et al.,1991).

Las contracciones miométriales van en aumento a medida que se acerca el parto, generando que el feto se vaya colocando de a poco en el canal de parto, llegando al cuello del útero y la vagina, estimulando los receptores sensoriales activando el reflejo de Ferguson, liberando grandes cantidades de oxitocina desde la hipófisis posterior. Esta oxitocina estimula a más contracciones miométriales y más liberación de PGF2 α desde el miometrio. Estas hormonas más las contracciones uterinas van en aumento terminando con la expulsión del feto (Lamming,1985).

4.4.4.2 Etapas del parto

Se puede dividir al parto en tres fases, primera fase de dilatación que tiene una duración aproximada de 6-12 horas, luego la fase de expulsión del feto que tiene una duración de 30-60 minutos y por último la fase de expulsión de la placenta o secundinización con una duración que varía entre 1 y 6 horas. Es importante destacar que estas fases van sucediendo gradualmente de una a otra, no se dan de forma brusca (Arthur et al.,1991).

4.4.4.2.1 Fase de dilatación

En esta fase hay cambios no visibles externamente. Estos son necesarios para preparar al canal de parto y el feto para la expulsión. Entre ellos encontramos cambios en la estructura del cuello uterino, contracciones miométriales y por último el

posicionamiento adecuado del feto para la correcta expulsión. Este posicionamiento consiste en una rotación en torno al eje longitudinal y extensión de las extremidades, volviéndose más activo y permitiendo una buena colocación en el canal de parto. Algunos de estos signos como las contracciones miométriales pueden generar intranquilidad, aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca en la madre (Arthur et al., 1991).

4.4.4.2.2 Fase de expulsión

Esta fase comienza cuando aparecen las contracciones abdominales, las cuales son de mayor intensidad y amplitud. Es importante destacar que se dan en conjunto con las contracciones miométriales, generando así la colocación del feto en la parte anterior de la pelvis; activando el reflejo pélvico y aumentando los esfuerzos de expulsión (Arthur et al., 1991). Debido a estos esfuerzos, el feto sigue su camino por el canal de parto colocándose en el cuello uterino y en la parte anterior de la vagina en donde inicia el reflejo de Ferguson estimulando a que se libere más oxitocina, y generando nuevas contracciones miométriales. (Arthur et al., 1991). Luego se da la ruptura del saco alantocoriónico y la liberación de líquido esencial para la lubricación del canal de parto y el correcto pasaje del feto (Arthur et al., 1991). A medida que el feto sigue su camino por el canal de parto, aumentan las contracciones culminando con la expulsión del feto y el fin de esta fase.

Es importante que el cordón umbilical se rompa de manera natural generando así que las dos arterias umbilicales y el uraco se retraigan hacia el abdomen evitando, mediante la formación de un coágulo, la hemorragia. (Arthur et al., 1991). Una oclusión (parcial o total) del cordón umbilical previo a la expulsión del feto, puede llevar a posteriores complicaciones (Thorngren-Jerneck et al., (2001).

4.4.4.2.3 Fase de expulsión de la placenta o secundinización

Luego del nacimiento las contracciones abdominales van disminuyendo en frecuencia y en amplitud hasta ser casi nulas. Las que si persisten por más tiempo son las contracciones miométriales necesarias para la expulsión de las membranas fetales. Para la correcta expulsión de las membranas, se produce la separación de los placentomas debido a cambios degenerativos y de maduración de las carúnculas (Arthur et al., 1991). Al mamar, el cordero recién nacido provoca un estímulo para liberación de oxitocina, la que no solo colabora con la bajada de la leche, sino que también genera un aumento de las contracciones miométriales ayudando a la correcta expulsión de la placenta (Arthur et al., 1991).

4.4.4.3 Distocia

La distocia se define como parto dificultoso (Arthur et al., 1991). Sloss y Duffy (1980) citados por Arthur et al. (1991), afirman que un tercio del total de las pérdidas fetales y de recién nacidos se dan en el momento del parto y que la mayoría están relacionadas a dificultades en el mismo.

Existen varias formas de clasificar las distocias, una puede ser, distocia de origen materno o fetal. Otra forma de clasificarlas podría ser según los componentes del parto involucrados como son los esfuerzos expulsivos, el canal de parto y el feto (Arthur et al., 1991). Dentro de las causas de distocia más frecuentes se encuentran las malas

presentaciones de los corderos, corderos muy pesados y desproporciones fetopélvicas (George,1975). Según Arthur et al. (1991) la mayor incidencia de distocias se da en aquellas que gestan dos corderos, que son primíparas y en partos prematuros por inercia uterina y alteraciones en la posición del feto.

Las distocias de origen materno se generan por estrechamiento del canal de parto (contracción anular o estrechez pélvica) o deficiencia en los esfuerzos expulsivos (inercia uterina primaria o secundaria). Según algunos veterinarios una de las mayores causas de distocia ovina es por contracción anular, la cual es la falta de dilatación del cuello uterino, representando entre un 15-32%. Se sospecha de esta condición cuando el parto está retasado y no avanza a la segunda etapa (Arthur et al.,1991). La estrechez pélvica, puede deberse a dilatación insuficiente de vulva y vagina, Grunert et al. (1971) menciona dentro de las causas a estrechez juvenil, carencia de vitaminas y sales minerales, ruptura precoz de las bolsas fetales, edema de vulva y vagina y como poco común las lesiones debido a cicatrices. Por otro lado, la deficiencia en los esfuerzos expulsivos puede estar relacionada directamente con el endometrio o tener otros orígenes (Arthur et al., 1991). Es por esto por lo que se pueden denominar como inercia uterina primaria e inercia uterina secundaria. En la primaria, hay una alteración en las contracciones del miometrio directamente, se sospecha de esta alteración cuando no hay avances en la segunda etapa el parto. En la secundaria se debe al agotamiento del músculo uterino durante el trabajo de parto, seguido por retención de membranas fetales y retraso en la involución uterina (Arthur et al., 1991).

En cambio, las distocias de origen fetal se pueden clasificar en dos grupos, las que son producidas por el excesivo tamaño del feto y que va en conjunto con la estrechez pélvica denominándose desproporción materno-fetal y las producidas por anomalías en la presentación (Arthur et al.,1991). Las variables más importantes en las desproporciones son los diámetros fetales y la capacidad pélvica de la madre (Arthur et al., 1991). Noakes, Parkinson, England (2001) sostienen que este tipo de distocias se da más que nada en ovejas primíparas y en corderos machos por su mayor tamaño con respecto a las hembras. Además, Noakes et al, (2001) evidencia que las distocias debido a malas presentaciones del feto son de mayor incidencia en borregas y en partos múltiples. Según Arthur et al., (1991) las distocias más comunes son flexión de hombro, de carpo, presentación de nalgas o transversal y desviación lateral de la cabeza. La presentación longitudinal, anterior o posterior es la correcta para el desarrollo de un parto normal.

4.5 Factores inherentes al cordero

4.5.1 Peso y temperatura al nacimiento

Existe un rango óptimo de peso al nacimiento de los corderos 3,5 a 5,5 kg (Cal-Pereyra, Benech, Da Silva, Martín, González-Montaña, 2011). Dentro de este rango los corderos tendrían suficientes reservas energéticas, pero no serían excesivamente pesados, lo cual es considerado un factor de riesgo debido a la alta incidencia de partos distócicos (Dwyer, 2003). Los mellizos tienen menor peso al nacimiento que los corderos únicos (Brougham et al., 2020; Alexander, Peterson y Watson, 1959). Corderos únicos además son significativamente más pesados que corderos trillizos y

cuatrillizos (Stafford, Kenyon, Morris, West, 2007; Kenyon, Roca Fraga, Blumer y Thompson, 2019).

Según Dwyer (2008a), asociado al peso al nacimiento, se encuentra el vigor del cordero. Corderos con menor peso al nacimiento, demoran más tiempo en pararse, encontrar la ubre y mamar, influyendo así directamente en la supervivencia. Además, corderos con bajo peso al nacimiento presentaron en un experimento de Dwyer y Morgan (2006) menores temperaturas al nacer ($39,2^{\circ}$) en los primeros días de vida que los corderos más pesados ($40,1^{\circ}$).

La subnutrición durante la gestación repercute directamente sobre el peso al nacimiento de los corderos, disminuyendo sus reservas energéticas además de la producción de calostro y sus efectos negativos sobre el vínculo madre-cría (Freitas de Melo, Ungerfeld, Orihuela, Hötzel, Pérez-Clariget, 2018). Por esto se plantea la suplementación preparto de las ovejas, sobre todo en el último tercio de la gestación para mejorar la condición corporal, la producción de calostro y el peso de los corderos al nacer (Freitas de Melo et al., 2018). Además de estos efectos, Pederna et al. 2017, observan cambios en el vigor de los corderos.

Al nacimiento las reservas corporales son utilizadas para contrarrestar las pérdidas de calor al ambiente y mantener temperaturas dentro de los rangos normales ($39-40^{\circ}\text{C}$) así como también el aumento de la tasa metabólica con este mismo fin (Fernández Abella, Cueto y Ferrugem Moraes 2017). Cuando las reservas se encuentran disminuidas, se traducen en una menor cantidad de tejido adiposo pardo y según Clarke, Bryant, Lomax y Symonds, (1997) una menor cantidad de este tejido, sumado a un ambiente extrauterino con bajas temperaturas expone al cordero a un mayor riesgo de sufrir hipotermia posnatal. Stafford et al. (2007) sostienen que los corderos más livianos tienden a sufrir hipotermia no solo por las bajas cantidades de tejido adiposo pardo, sino también por la pérdida de calor al ambiente por la gran cantidad de área de superficie y baja masa corporal.

Para el mantenimiento de la temperatura corporal, el neonato deberá tener una elevada disposición de energía. Esta puede ser obtenida por la oxidación de las grasas del tejido adiposo pardo (generación de calor sin temblores), y por la habilidad de pararse y mamar lo antes posible para obtener calostro y leche (Dwyer y Morgan, 2006). Corderos que demoran más en pararse y mamar luego del nacimiento tienen mayor mortalidad (Dwyer, Lawrence y Bishop, 2001).

4.5.2 Comportamiento al nacer

Dentro de las primeras horas de vida el cordero deberá incorporarse rápidamente; cuanto antes lo haga, antes comenzará a mamar. La mayoría de los recién nacidos se paran dentro de la media hora luego de la expulsión e inician la actividad de mamado dentro de la primera o segunda hora post parto (Arthur et al., 1991; Banchemo, 2003). Inmediatamente de nacer el neonato comienza a consumir sus reservas energéticas y dependerá exclusivamente del calostro para su supervivencia.

Como ya se mencionó anteriormente, el peso al nacimiento tiene una gran influencia sobre el comportamiento del cordero (Dwyer 2008a, Zamit y López 2009) aumentando el tiempo que demoran en pararse y encontrar la ubre corderos con menores pesos al nacimiento (Dwyer, 2003). Banchemo et al. (2005), explica que tanto corderos pesados

y lentos como corderos más livianos y débiles tienen menos chances de sobrevivir y generar el vínculo madre-hijo que los corderos más activos y de pesos intermedios. La falta de vigor retrasa la ingestión de calostro, la única fuente de alimento, fundamental para la producción de energía y el desarrollo inmunológico del cordero. La ingestión de calostro además afianza el vínculo madre-cría por ende cuanto más rápido se establezca, más posibilidades de supervivencia tendrá el cordero (Freitas de Melo et al., 2018).

El tiempo que demoran en encontrar la ubre y mamar también se encuentra influenciado por otras variables independientes al cordero. En un trabajo de Zamit y López (2009), se determinó que el éxito en mamar de los corderos se encontraba directamente relacionado con el tipo de parto; en partos distócicos los corderos presentaron mayor dificultad para mamar que en partos eutócicos. Con respecto a la madre, la condición corporal y la paridad serían los factores con más influencia. Ovejas más experimentadas tienden a ayudar al cordero a alcanzar la ubre y los estimularían con el lamido. La condición corporal en el mismo trabajo de Zamit y López (2009), concluyó que el aumento del estado corporal materno va en detrimento del éxito que puede tener el cordero al mamar ya que se le dificultaría a este encontrar la ubre; además de que predispone a partos más complicados. A su vez una restricción alimentaria durante la gestación y por ende una condición corporal materna menor, tendría consecuencias negativas tanto en el peso como en el comportamiento del cordero recién nacido (Freitas de Melo et al., 2018).

4.5.3 Score de meconio

La coloración del cordero al nacimiento o también llamada “tinción de meconio” es utilizada comúnmente para determinar si ocurrió sufrimiento fetal junto con otros marcadores biológicos como los niveles de lactato sanguíneo (Brougham et al., 2020; Langendijk y Plush, 2019). El meconio es la primera expulsión de contenido intestinal del recién nacido, la cual deberá suceder posterior al nacimiento, cuando ocurre previo al mismo es liberado al líquido amniótico y colorea la piel del feto de un color amarillento (Langendijk y Plush, 2019). Al nacimiento se puede determinar el grado de coloración del neonato mediante una escala o score donde por ejemplo Brougham et al., (2020) consideran 1 coloración normal sin tinción, 2 un cordero ligeramente amarillento, 3 moderado y 4 severo.

Estudios realizados en cerdos, ovinos, bovinos y equinos observan que la tinción de meconio es un indicador de asfixia prenatal y viabilidad postnatal ya que los nacidos con altos grados de coloración de meconio son generalmente más débiles y susceptibles a la muerte (Mota-Rojas et al., 2012). Según Langendijk y Plush (2019), en cerdos, la muerte durante el parto o inmediatamente posteriores se deben principalmente a interrupciones en el aporte de oxígeno. Esta hipoxia, induce la liberación de meconio al fluido amniótico debido a una relajación del esfínter anal y aumento de la peristalsis intestinal lo que lleva a la coloración de la piel del feto (Langendijk y Plush, 2019; Mota-Rojas et al., 2012; Alonso- Spilsbury et al., 2005). Trabajos realizados en humanos indican que la tinción de meconio puede estar asociada a la hipoxia fetal, aunque también a la raza y la edad gestacional (Mota-Rojas et al., 2012; Balchin, Whittaker, Lamont y Steer 2011).

Existen otros indicadores bioquímicos que permiten determinar si el cordero sufrió asfixia fetal como son los niveles de lactato, presión parcial de dióxido de carbono y pH sanguíneo. Estudios realizados en cerdos encontraron que los animales que presentaban score de meconio mayor también presentaban mayor lactato, glucosa y menor pH en la sangre del cordón umbilical (Plush, Weaver, Staveley y van Wettere, 2018). Esta estrecha correlación resulta en la extensa utilización de la coloración de meconio como herramienta más sencilla para determinar el grado de sufrimiento fetal y por ende si el neonato sufrió asfixia (Langendijk y Plush, 2019).

Como posibles complicaciones de la liberación de meconio al fluido amniótico, se encuentra la aspiración del mismo por parte del feto dando lugar al síndrome de aspiración de meconio. Igualmente, solo una pequeña parte (2,1%) de los animales nacidos con tinción de meconio presentan este síndrome (Alonso- Spilsbury et al., 2005). Luego de sufrir asfixia prolongada en el tiempo, en un intento por respirar, se produce un aumento de los movimientos respiratorios con la glotis abierta lo que lleva a la aspiración de meconio y pasaje del mismo a los pulmones (Alonso- Spilsbury et al., 2005). Esto trae consigo una posible alveolitis, y es parte de la patogénesis de la disfunción aérea posnatal (Mota-Rojas et al., 2012). Esta inflamación no causa suficiente daño como para producir la muerte por si sola, pero el neonato puede morir por complicaciones (Mota-Rojas et al., 2012).

4.5.4 Variables sanguíneas

pH y BEecf: Equilibrio ácido base

Las concentraciones de iones H^+ en los líquidos corporales son reguladas por el equilibrio ácido base. Pequeños cambios en la concentración de los mismos, pueden producir grandes alteraciones bioquímicas en las células y por esto que juega un rol importante en el mantenimiento de la homeostasis (Aristizábal-Salazar et al., 2015). Uno de los parámetros más importantes involucrados en el equilibrio ácido base es el pH, que representa la concentración de iones hidrógeno (H^+) (Aristizábal-Salazar et al., 2015).

Algunas de las principales alteraciones ácido- base son la acidosis respiratoria (aumento de la presión parcial de CO_2 - pCO_2), alcalosis respiratoria (disminución de pCO_2), acidosis metabólica (disminución del exceso de base extracelular-BEecf) y alcalosis metabólica (aumento del BEecf; Aristizábal-Salazar et al., 2015). Para la determinación clínica de estas alteraciones, se toman valores de referencia, como pH $\leq 7,1$ utilizado para definir acidosis fetal, $pCO_2 \geq 70$ mmHg para acidosis respiratoria y BEecf -10 mmol/L o menos utilizados por Dutra y Banchemo (2011).

Existen diferencias entre mellizos y únicos en variables relacionadas a los parámetros ácido-base y gases en sangre. En un estudio de Dutra y Banchemo (2011) los corderos mellizos presentaron menores valores de pH, BEecf, HCO_3^- , pO_2 y mayores concentraciones de TCO_2 . En este mismo trabajo, también se encontró relación de estos parámetros en corderos con la duración del parto y demostraron que partos prolongados pueden llevar a una acidosis metabólica.

Glucosa

En el metabolismo fetal, la glucosa es uno de los principales sustratos utilizados como fuentes de energía (Brolio, et al 2010). Las concentraciones plasmáticas de glucosa fetales se mantienen alrededor de 10,81 mg/dl y la absorción de la misma a través de la placenta puede representar hasta el 70% del metabolismo de la glucosa materna (Brolio, et al 2010; Bruss 2009). Al ser principalmente dependiente del metabolismo materno, cualquier cambio o alteración en el mismo puede verse reflejado en las concentraciones séricas de glucosa del recién nacido (Martínez, 2022). Martínez (2022) presenta que en ovejas sometidas a una enfermedad metabólica como es la toxemia de la preñez, en donde uno de los principales signos es la hipoglucemia materna, los corderos nacidos de las mismas presentaron valores significativamente menores en las primeras horas de vida comparado con corderos nacidos de ovejas con gestación normal. Igualmente, las variables de peso, temperatura, demora en pararse y lograr una succión exitosa no fueron afectadas negativamente debido a la disminución de los niveles de glucosa en ese ensayo.

Thorngren-Jerneck et al., (2001) midieron el metabolismo de la glucosa cerebral postnatal en corderos a término (134-138 días de preñez) a los cuales se le realizó oclusión total del cordón umbilical bajo anestesia general de la oveja. La tasa metabólica de glucosa cerebral fue determinada por medio de PET (Positron Emission Tomography) y fue significativamente más baja en corderos sometidos a una oclusión cuando se compara con los animales Control.

Lactato

El lactato es utilizado en obstetricia humana como indicador de estrés neonatal y es uno de los principales componentes que participan en la acidosis metabólica (Silva et al., 2013). El mismo es producto de la glicolisis anaerobia, un proceso que utiliza glucosa para producir lactato en ausencia de oxígeno (Silva et al., 2018). Según Silva et al., (2013) existe una correlación positiva entre la concentración de lactato en el neonato y en la oveja inmediatamente después de un parto eutócico. Los valores de referencia planteados por Silva et al., (2013) fueron de $2,9 \pm 0,3$ mmol/L en corderos neonatos y $3,0 \pm 0,5$ mmol/L en madres en situaciones fisiológicas.

Las elevaciones de lactato dentro de los niveles de referencia en corderos y ovejas al parto o inmediatamente después son fisiológicas. Las ovejas al parto experimentan alteraciones hemodinámicas y metabólicas que desencadenan reacciones hormonales debido al dolor, al estrés y las contracciones uterinas. Ocurre una estimulación del sistema nervioso simpático con liberación de adrenalina y cortisol lo cual promueve no solamente un aumento del lactato materno sino también de otras variables sanguíneas (Silva et al., 2013). En el feto la hipoxia fisiológica que ocurre durante el nacimiento genera un cambio en el metabolismo de aeróbico hacia anaeróbico con aumento de las concentraciones de lactato como producto final (Silva et al., 2013)

Los niveles de lactato van disminuyendo en el correr de las horas de vida en el neonato, hasta normalizarse a las 24 horas de vida (Silva et al., 2013). Esto se puede deber a una depuración gradual por medio de la conversión del mismo a piruvato para la producción de energía (Silva et al., 2013). En situaciones patológicas (partos prolongados o complicaciones en el mismo), las concentraciones de lactato tienden a

umentar dejando de ser fisiológico luego de que el pH se comience a alejar de valores de 7,2 (Silva et al., 2013).

En el mismo estudio de Silva et al. (2013) en corderos trillizos la concentración media de lactato fue significativamente más elevada que en corderos mellizos y únicos. Según Dutra y Banchemo (2011) existe un efecto del número de corderos sobre la concentración de lactato, siendo esta significativamente mayor en corderos mellizos cuando se compara con corderos únicos. Stafford et al., (2007) adicionalmente afirma que no hay diferencia en las concentraciones de lactato según el orden de los corderos (si es el primero, segundo o tercero). Adicionalmente, el aumento de la carga fetal (mellizos, trillizos) va en detrimento de la superficie de los cotiledones placentarios, esto promueve la reducción en la eficiencia cotiledoneana, lo cual puede desencadenar una acidosis metabólica como consecuencia por aumento en la producción de lactato (Silva et al., 2013).

Thorngren-Jerneck et al., (2001) realizó un estudio sobre los efectos de la asfixia fetal sobre la injuria hipóxico-isquémica cerebral en corderos. La concentración media de lactato arterial en los corderos sometidos a asfixia artificial al momento del parto, a los 5, 10 minutos después del nacimiento fue más elevada cuando se comparan al grupo Control que no sufrió asfixia.

4.6 Asfixia fetal

La asfixia fetal puede ser definida como un trastorno en el intercambio de gases sanguíneos materno-fetales que conduce a una reducción en las cantidades de oxígeno en sangre (hipoxemia) y a una acidosis metabólica en el feto (Dutra y Banchemo, 2011). El feto puede sufrir asfixia en el útero, durante el parto o inmediatamente después del mismo (Alonso- Spilsbury et al., 2005). Los mecanismos por los cuales el feto puede sufrir asfixia intrauterina se pueden resumir en alteraciones en el suministro de oxígeno por rupturas, daños u oclusión del cordón umbilical, alteraciones en el intercambio de oxígeno a través de la placenta (por ejemplo, por un desprendimiento temprano) o debido a una hipoperfusión por una hipotensión materna (Alonso- Spilsbury et al., 2005). Los partos prolongados también pueden ser causa de disminución del flujo de oxígeno debido a las contracciones uterinas; estas disminuyen la oxigenación y pueden causar rupturas del cordón umbilical (Alonso- Spilsbury et al., 2005; Dutra y Banchemo, 2011).

La hipoxia ocurre como consecuencia de la asfixia la cual induce un cambio en el metabolismo celular de aerobio a anaerobio por la falta de oxígeno. Esto provoca una producción excesiva de ácido láctico el cual satura los mecanismos compensatorios, lo que lleva a una acidosis metabólica (Alonso- Spilsbury et al., 2005).

Existen algunos indicadores sanguíneos que pueden demostrar que hubo una privación de oxígeno. En cerdos la hiperglicemia es un indicador esencial para determinar asfixia en neonatos, en conjunto con la saturación de gases en sangre (O₂ y CO₂) y alteraciones en el equilibrio ácido-base (Alonso-Spilsbury et al., 2005). Mientras que en humanos se utiliza la medición de lactato en sangre obtenida del cordón umbilical como indicador del grado de severidad de encefalopatía hipóxico-isquémica la cual es consecuencia de los periodos de asfixia (Armstrong y Stenson, 2006).

4.7 Encefalopatía hipóxico-isquémica

Cuando se interrumpe el flujo de oxígeno al feto y consecuentemente al cerebro se produce lo que se conoce como encefalopatía hipóxico- isquémica que puede llevar a daños neurológicos o incluso la muerte (Dutra et al., 2007; Brougham et al., 2020). El daño cerebral que sufren los individuos durante la hipoxemia se puede resumir en una liberación de glutamato al espacio extracelular cuando las células no reciben las cantidades de oxígeno y glucosa adecuadas (Plush et al., 2018). El glutamato permite la apertura de canales de calcio lo que permite el pasaje de este ion a el espacio intracelular. Esto conlleva a estrés oxidativo, edema, acidosis láctica, y eventualmente a una apoptosis celular (Plush et al., 2018).

Investigaciones realizadas en cerdos, encuentran que los neonatos que sufren la falta de oxígeno en el parto, poseen una función neuromotora y actividad muscular disminuida; lo que los hace más susceptibles a sufrir de hipotermia ya que no pueden mantener la termogénesis. Esto además lleva a la menor ingesta de calostro y por ende a una menor viabilidad del individuo. Esto igualmente no se sabe si es así en corderos (Brougham et al., 2020). Dutra y Banchemo (2011) encontraron que sí existe una relación entre corderos asfixiados y viabilidad, ya que los mismos presentaron una menor viabilidad (por APGAR) y adicionalmente demoran más tiempo en encontrar la ubre y mamar.

Las lesiones más comunes reportadas por Dutra (2005) fueron “edema cerebral hemorragias perivasculares e intraparenquimatosas en el bulbo raquídeo y la médula espinal cervical, necrosis isquémica de neuronas en corteza cerebral, núcleos de la base y tálamo, entre otras regiones neuroanatómicas”. Estas lesiones varían en severidad, y dependiente de la severidad es el tiempo que tardan en morir los corderos, siendo las lesiones más leves las que causan muertes por inanición y disminuyen la capacidad de supervivencia y las más severas la que causan la muerte inmediatamente posterior al parto (Dutra, 2005).

4.8 Neuro protectores: una alternativa frente a la encefalopatía hipóxico-isquémica

Los neuro protectores son sustancias empleadas en la prevención o limitación del daño que ocurre durante la hipoxia celular (Plush et al., 2018). Posteriormente a una isquemia se debe restituir el flujo sanguíneo lo antes posible para disminuir la muerte celular programada (apoptosis). Con el uso de neuro protectores se podría tolerar el daño producido por la privación de oxígeno de mejor manera y sostenido en el tiempo, mientras se espera que se restituya el flujo sanguíneo ya sea por medio de uso de un fármaco o naturalmente (Fernández-Gómez et al., 2008).

La apoptosis celular tiene tres etapas: activación, decisión y ejecución y existen fármacos que actúan en estas tres etapas (Fernández-Gómez et al., 2008). Los fármacos que actúan sobre la fase de activación son los que bloquean el paso de iones como Ca^{2+} y Na^{+} al interior de la célula, son antagonistas de los receptores de glutamato y previenen el daño oxidativo (Fernández-Gómez et al., 2008). Algunos ejemplos de estos fármacos pueden ser el nimodipino, flunaricina, imodipino y el sulfato de magnesio. Los que intervienen en la decisión actúan sobre la liberación del citocromo c de la mitocondria al citoplasma la cual es inducida por el Ca^{2+} durante la isquemia (Fernández-Gómez et al., 2008). Algunos ejemplos son la ciclosporina A y el ácido bongkrékico, minociclina. Y los que intervienen en la ejecución son los

fármacos que inhiben a las enzimas que ejecutan la apoptosis (proteasas, caspasas y calpaínas) y un ejemplo puede ser la calpastatina (Fernández-Gómez et al., 2008). Debido a que actúan en los diferentes niveles, su ventana de administración varía según su mecanismo de acción (Fernández-Gómez et al., 2008).

4.9 Sulfato de magnesio

Se han realizado numerosos estudios en medicina humana, encontrándose que el sulfato de magnesio puede estar involucrado en la prevención de convulsiones asociadas a la eclampsia y en la prevención de partos prematuros (Barbosa, Barbosa, Jucá, da Cunha, 2010). Otros trabajos también demuestran que la administración prenatal de magnesio intravenoso a las madres, puede ser de utilidad para reducir la prevalencia de parálisis cerebral en niños prematuros (Chollat, Sentilhes y Marret, 2018).

Como el magnesio está involucrado en innumerables funciones celulares, no se ha podido elucidar cuál es su mecanismo de acción como neuro protector. Pero el rol principal en la prevención de hipoxia parece ser el bloqueo de alguno de los canales de calcio (receptor NMDA) en la fase de activación de la apoptosis celular que, como se mencionó anteriormente, se abren y permiten el pasaje de calcio al espacio intracelular (Plush et al., 2018).

En un reporte reciente en ovinos, Galinsky et al., (2023) indican que no se vio una mejora en la supervivencia de neuronas u oligodendrocitos en la materia gris cortical o profunda cuando se administró sulfato de magnesio intravenoso a ovejas gestantes pre término, (previo y posterior a un proceso de hipoxia). Aunque si observaron que redujo la gliosis de la materia blanca y gris y fue asociado con una mejora localizada y parcial de la densidad mielinica.

En estudios en cerdos como el de Plush et al., (2018), concluyeron que la suplementación con sulfato de magnesio a las madres previo al parto, mejora, sobre todo en los más débiles (los de peso más bajo o que sufrieron asfixia) la vitalidad y termorregulación. La administración de sulfato de magnesio se ha implementado vía intravenosa en rumiantes (Galinsky et al., 2023) y vía oral en cerdos (Plush et al, 2018) variando las dosis.

4.10 Otros neuro protectores

4.10.1 Betaína

Brougham et.al, (2020) realizaron un ensayo en el cual se suplementaron ovejas melliceras con 2 y 4 gr por día de Betaína, un derivado de la glicina, un aminoácido que, entre otras funciones, incrementa la producción de creatina. La creatina es otro aminoácido rico en energía que participa en el reciclaje de las concentraciones de ATP (adenosin trifosfato) la principal molécula de energía involucrada en el desarrollo y crecimiento particularmente del cerebro y del músculo, entre otros tejidos (Brougham et al, 2020; Eklund, Bauer, Wamatu y Mosenthin, 2005). La Betaína, además, se difunde a través de la placenta ovina (Brougham et al, 2020). Es por esto que estos autores la utilizaron como posible neuro protector y evaluaron como afectaba sobre el peso al nacer, termorregulación, tiempo que demora en pararse y mamar, ingestión de calostro y sobrevivencia al destete de corderos mellizos.

Los datos indicaron que la suplementación con 4 gr/día en la segunda mitad de la preñez mejora la supervivencia al día 7 y acorta el intervalo desde el nacimiento hasta que logra pararse y mamar; mientras que la suplementación con 2gr/día durante toda la preñez incrementó el peso al nacimiento de los mellizos al destete, pero incrementó también las variables comportamentales de tiempo en pararse y mamar y la mortalidad al día 7 (Brougham et al., 2020).

En cerdos la Betaína también actúa reduciendo las concentraciones de homocisteína, un aminoácido que cuando se encuentra elevado en cerdas, perjudica el desarrollo e implantación del embrión (van Wettere, Herde y Hughes, 2012).

4.10.2 Melatonina

La melatonina es una hormona secretada por la glándula pineal en períodos de oscuridad perteneciente al grupo de las indolaminas (Jiménez- Rubio, Ugalde, Ortiz-López, Ramírez-Rodríguez y Benitez-king 2008). Entre sus propiedades, se encuentra su capacidad antioxidante; específicamente su capacidad de eliminar los radicales libres, estimulando la actividad antioxidante de algunas enzimas (superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y glutatión reductasa) detoxificando radicales dañinos para las células (Jiménez- Rubio et al., 2008). Es una molécula lipofílica capaz de atravesar la barrera cerebral y en sus propiedades anti neurodegenerativas se encuentra también su acción como moduladora de la organización del citoesqueleto ya que se sabe que las especies reactivas de oxígeno producen alteraciones en la organización del mismo (Jiménez- Rubio et al., 2008). La proteína tau forma parte del citoesqueleto y los reactivos influyen sobre la misma llevando a su fosforilación. La melatonina debido a su capacidad antioxidante previene esta fosforilación y es propuesta como una alternativa en tratamientos de enfermedades neurodegenerativas en humanos (Jiménez- Rubio et al., 2008).

Luego de un evento hipóxico-isquémico ocurre una liberación de radicales libres, sobre todo luego de la reperfusión (Reiter, 1998). Un estudio en ratas determinó que cuando se administraba melatonina intraperitoneal al comienzo de la reperfusión, 2 horas y 6 horas más tarde, se reducía el número de neuronas perdidas del hipocampo. No se vio este efecto cuando se administró previo a la reperfusión o 1-2 y 6 horas más tarde (Cho, Joh, Baik, Dibinis y Volpe, 1997). Se vio un efecto protector de la melatonina frente a un evento isquémico cuando era administrada al momento de la reperfusión.

A pesar de los avances en la investigación de neuro protectores en los últimos años, no se conoce cuál sería el efecto de la suplementación con sulfato de magnesio en ovejas melliceras, en las últimas dos semanas de gestación.

5. HIPÓTESIS

La adición de sulfato de magnesio a la dieta de ovejas y borregas melliceras en las dos últimas semanas de gestación mejora la adaptación de los corderos a la vida extrauterina, disminuyendo la mortalidad neonatal en la primera semana de vida.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general:

Evaluar la supervivencia en corderos hijos de ovejas y borregas melliceras, el efecto de la adición de un neuro protector en la dieta de las madres, dos semanas previas al parto.

6.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el impacto de la adición de neuro protectores en la dieta de ovejas y borregas melliceras en la duración de la fase de expulsión del feto, asistencia al nacer y peso vivo al nacimiento.
- Evaluar variables sanguíneas en los corderos: pH, presión parcial de oxígeno (pO₂), presión parcial de dióxido de carbono (pCO₂), bicarbonato (HCO₃), equilibrio ácido base (BE_{ecf}), lactato, concentración total de dióxido de carbono (TCO₂), saturación de oxígeno (SO₂) y la concentración de glucosa.
- Estudiar variables que indican la vitalidad y adaptación del cordero al ambiente extrauterino: temperatura (al momento del parto y a las 3 horas postparto) y comportamiento (tiempo en que tardan los corderos en pararse y mamar).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los procedimientos utilizados en este proyecto fueron aprobados por la CNEA INIA N° exp INIA.2022.13

7.1 Localización y período experimental

Este estudio se realizó en la Unidad de Ovinos de la Estación Experimental “Dr. Alberto Boerger” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA La Estanzuela), en el departamento de Colonia.

7.2 Manejo reproductivo

El servicio de las ovejas y borregas se realizó mediante monta natural con carneros cruza Finnish Landrace x Ideal con sincronización previa mediante la utilización de dos dosis separadas 7 días de un análogo sintético de prostaglandina F_{2α} (125 µg/dosis, Estrumate®, Laboratorio Schering Plough, Alemania). Se realizó diagnóstico de gestación a los 85 ± 7 días de gestación según la técnica descrita por Viñoles et al. (2010). Se realizó esquila preparto al día 120 ± 7 de gestación (esquila preparto tardía).

7.3 Formación de los grupos

Se seleccionaron 105 hembras multíparas (ovejas, n=55) y nulíparas (borregas, n=50) Finnish Landrace x Ideal, seleccionadas por su carga fetal (mellizos) y edad gestacional. Se formaron dos grupos homogéneos teniendo en cuenta peso vivo (PV), condición corporal (CC, escala de Russel, Doney, Gunn 1969) medida dos semanas preparto y paridad. En las ovejas, la CC promedio fue de 3,18 y el peso vivo de 56,9 ± 6,6 mientras que en las borregas la CC promedio fue de 3,02 y el peso vivo de 48,4 ± 4,3. Los grupos se denominaron “Neuro” (n=47) y “Control” (n=58) debiéndose las diferencias en cantidad a la eliminación de animales que no cumplían con los estándares del experimento (por ejemplo, ovejas gestando trillizos o corderos únicos, que no consumieron el neuro protector, entre otras).

7.4 Manejo alimenticio

Las ovejas se alojaron en un corral colectivo, con henolaje de alfalfa y agua *ad libitum*. Diariamente las hembras eran ingresadas a un corral individual, donde se les suministraba 200 g de harina de soja, y adicionalmente el grupo “Neuro” se lo suplementó con 7 g de sulfato de magnesio administrado en mezcla con el concentrado. Para el pesaje del sulfato de magnesio se utilizó una balanza OHANUS® Scout Pro y para la harina de soja una balanza Baxtran®.

Se realizó un acostumbramiento de 3 días a la dieta. Se aseguró el consumo individual del sulfato de magnesio mediante su vehiculización con harina de soja.

7.5 Manejo general

Se realizó monitoreo continuo de las ovejas identificando aquellas que presentaban signos prodrómicos del parto: edematización de la vulva, separación del rebaño, inquietud, inapetencia, dolor, expulsión del tapón mucoso. Una vez comenzado el trabajo de parto, se llevaban a parideras individuales donde se registró: duración de

la segunda etapa del parto (desde la aparición de un miembro hasta la expulsión del cordero), y requerimiento de asistencia humana. Inmediatamente de expulsado cada cordero se extrajo un mililitro de sangre mediante una venopunción de la vena yugular (periodo de apnea postparto). Se utilizaron jeringas para gasometría del laboratorio Nipro®, con anticoagulante, que fueron rotuladas con número de la madre y número del cordero (primero o segundo). La mitad de la muestra se analizó inmediatamente con el analizador portátil I STAT 1 (Abbott Laboratories ®, Chicago, USA), con cartuchos CG4+. Se determinó: pH, presión de oxígeno (pO₂), presión de dióxido de carbono (pCO₂), bicarbonato (HCO₃), concentración de lactato, saturación de oxígeno (sO₂), concentración total de dióxido de carbono (TCO₂) y equilibrio ácido-base (BE_{ecf}). La otra mitad de la muestra se colocó en tubos eppendorf que luego se centrifugaron durante 5 minutos a una velocidad de 5000 rpm para la obtención de plasma, que se conservó a -18°C hasta su procesamiento y medición de glucosa (Sistema Dimension®, Laboratorio Siemens, México) en el laboratorio de la Plataforma de Salud Animal del INIA la Estanzuela. Una vez extraída la muestra de sangre, se registró temperatura al nacimiento (T₀), score del meconio (escala 0-3; modificada de Brougham et al., 2020); según coloración en el flanco, blanco-amarillo-naranja-verde, tiempo que demora en pararse (TP; cuando se mantiene por más de 10s sobre sus 4 miembros), en mamar (TS; primera succión exitosa), peso al nacimiento y temperatura a las 3 hs (T₃). Se consideró necesaria la intervención durante el parto, cuando en el mismo no se veían avances por más de una hora. Al primer cordero de cada oveja se lo identificó con una marca en la oreja del color del grupo de la madre.

Se identificaron los corderos con caravana visual. Las hembras recién paridas y sus corderos se dejaron durante 24 horas en la paridera, o unas horas más hasta que los corderos estuviesen relativamente fuertes y luego fueron llevados a una pradera de avena con fardos de alfalfa *ad libitum*. En la noche se encerraron para prevenir ataques de predadores. Se monitorearon hasta la primera semana postparto para registrar posibles muertes.

7.6 Determinaciones

La supervivencia se calculó como los corderos vivos la primera semana postparto del último nacimiento sobre los corderos nacidos totales.

Para el análisis posterior de los resultados se consideró lo utilizado por Dutra y Banchemo (2011) con respecto a la duración de un parto normal (22 minutos para ovejas de la raza Ideal), a que rango corresponde y se considera asfixia al nacer (<10 mmHg), acidosis fetal (pH < 7,1) y acidosis respiratoria (≥70 mmHg).

Para determinar que se considera dentro de rangos normales del tiempo que demoran en pararse los corderos, se consideró lo descrito por Arthur et al., 1991 y Banchemo 2003.

Para determinar los diferentes grados de score de meconio se tomó como referencia las siguientes imágenes obtenidas en el mismo experimento.



Figura 1: corderos con grados de tinción de meconio 1, 2, 3 y 4.

7.7 Análisis Estadístico

Para las variables cuantitativas (duración del parto, peso al nacer, temperatura, y mediciones sanguíneas) se analizarán por análisis de varianza ANOVA, mientras que a las variables multinomiales (score de meconio, asistencia humana) por medio del test de Brown. Las frecuencias se analizarán por Chi cuadrado. Se utilizó el programa SAS ® OnDemand for Academics (Cary, NC, US).

8. RESULTADOS

8.1 Porcentaje de supervivencia

La supervivencia de los corderos del grupo Neuro fue de 94,6% y del grupo Control 97,4%. El porcentaje de supervivencia total fue de 96%. No hubo diferencias significativas entre los grupos ni entre ovejas y borregas del mismo grupo como se puede observar en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Supervivencia (%) a los 7 días de corderos mellizos, hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	Supervivencia
Ovejas Neuro	95,8 a
Borregas Neuro	93,4 a
Ovejas Control	98,3 a
Borregas Control	96,2 a

Según modelo de frecuencias chi cuadrado. $P < 0,05$.

8.2 Variables comportamentales y fisiológicas

8.2.1 Duración del parto

Las borregas del grupo Neuro demoraron la mitad en parir que las borregas del grupo Control. No hay diferencias entre ovejas y borregas del mismo tratamiento como puede observarse en la tabla 2. No se tuvieron en cuenta los partos asistidos.

Tabla 2: Duración del parto de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	Dp (m)
Ovejas Neuro	4,2 ± 5,0 a
Borregas Neuro	3,8 ± 3,1 a
Ovejas Control	7,2 ± 8,2 b
Borregas Control	8,3 ± 8,9 b

Según modelo ANOVA. $P < 0,05$.

Existe una correlación positiva ($r=0,15$; $p=0,02$) entre la duración del parto y el peso al nacimiento (ver anexo 1). La duración del parto no se relacionó con el sexo, score de meconio, temperatura al nacimiento y a las 3 horas o el tiempo que demoraron en pararse y mamar.

8.2.2 Temperatura al nacer y a las 3 horas

Se encontraron diferencias significativas en la temperatura al nacer de los corderos hijos de madres Neuro y Control ($39,3 \pm 0,3$ a y $39,4 \pm 0,4$ b respectivamente). Naciendo los del grupo Neuro con menor temperatura.

Tabla 3: Temperatura al nacimiento y a las 3 horas de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	T0 (°C)	T3 (°C)
Ovejas Neuro	39,4 ± 0,6 a	39,6 ± 0,5 a
Borregas Neuro	39,2 ± 0,7 a	39,6 ± 0,4 a
Ovejas Control	39,5 ± 0,4 b	39,6 ± 0,3 a
Borregas Control	39,3 ± 0,8 b	39,5 ± 0,6 a

Según modelo ANOVA. P<0,05.

Existe una correlación positiva entre T0 y peso al nacer en los corderos de ambos grupos (r=0,44; p< 0,01); aquellos más livianos al nacer presentaron menor temperatura independientemente del grupo al que pertenecen sus madres (ver anexo 2).

No existen diferencias significativas en la Temperatura a las 3 horas. Corderos de ambos grupos alcanzaron temperaturas de 39,6 en promedio.

8.2.3 Peso al nacimiento

No hubo diferencias significativas entre el PN de corderos de grupos Neuro y Control, pero si observándose diferencias entre corderos hijos de ovejas y borregas como se observa en la tabla 4. Los machos fueron 150 g (5%) más pesados que las hembras, independientemente del tratamiento (observar tabla 5).

Tabla 4: Peso al nacimiento de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	PN (kg)
Ovejas Neuro	3,6 ± 0,6 a
Borregas Neuro	3,1 ± 0,5 b
Ovejas Control	3,6 ± 0,7 a
Borregas Control	3,0 ± 0,6 b

Según modelo ANOVA. P<0,05.

Tabla 5: Peso al nacimiento de corderos mellizos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control, según el sexo.

Sexo (n)	PN (kg)
M (114)	3,35 ± 0,7
H (94)	3,20 ± 0,8

M: machos. H: hembras. PN: peso al nacimiento.

Si bien no hubo diferencias significativas en las medias de los pesos entre tratamientos, hay una mayor proporción de corderos de menor peso en el grupo Control como puede observarse en la figura 1.

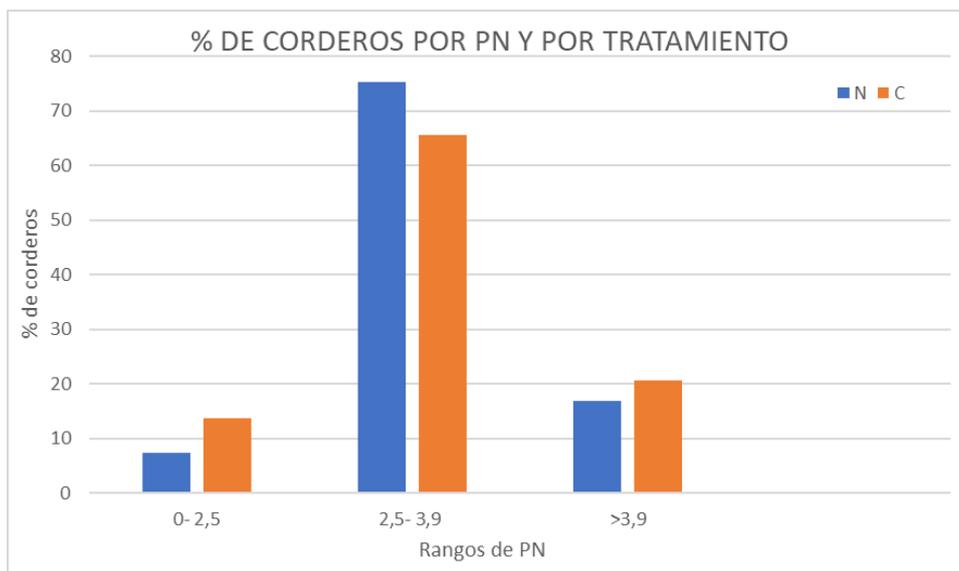


Figura 2: porcentaje de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control, según el grupo de tratamiento distribuido en 3 rangos de peso al nacimiento. N: corderos hijos de ovejas suplementadas con sulfato de magnesio. C: corderos hijos de ovejas Control.

Existe una correlación positiva ($r=0,40$; $P<0,01$) entre el peso al nacimiento y la categoría de la madre. Hijos de borregas son más livianos que hijos de ovejas independientemente del grupo (Tabla 2). En promedio, los corderos del grupo Neuro pesaron $3,3 \pm 0,6$ kg y los del grupo Control $3,3 \pm 0,7$ kg, sin diferencias significativas.

Existe una correlación positiva ($r=0,16$; $p=0,01$) entre el peso al nacimiento y el score de meconio (ver anexo 3).

8.2.4 Asistencia al parto

No se encontraron diferencias significativas entre la proporción de corderos asistidos por grupo (12,2% vs. 14,7%) Neuro y Control respectivamente (observar tabla 6).

Tabla 6: cantidad de corderos mellizos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control, según si fueron asistidas o no asistidas en el parto.

Grupo	Asistidos	No asistidos
Ovejas y borregas Neuro	13	93
Ovejas y borregas Contol	15	87

Según modelo Test de Brown. $P<0,05$.

8.2.5 Score de meconio

Los corderos hijos de ovejas del grupo Neuro tuvieron un score de meconio superior que los corderos hijos de ovejas del grupo Control ($P<0,05$; Figura 2), $1,33 \pm 1,05$ vs. $0,98 \pm 1,07$ Neuro y Control.

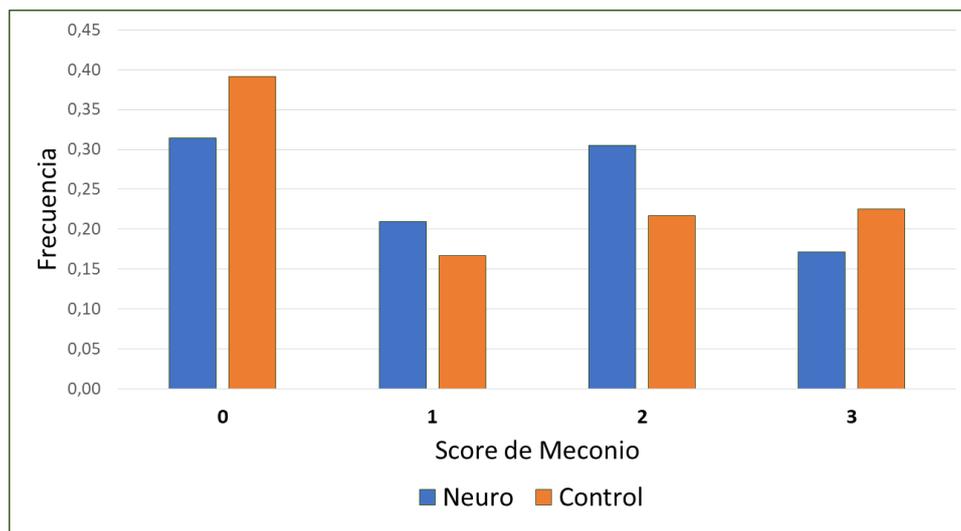


Figura 3: Proporción de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control, según escala de meconio.

Se encontró una correlación positiva ($r=0,13$; $p=0,04$) entre el score de meconio y la asistencia al parto (ver anexo 4).

8.2.6 Tiempo en pararse

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos, ni entre borregas y ovejas como puede observarse en la tabla 7.

Tabla 7: Tiempo en pararse de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	Tp (m)
Ovejas Neuro	24,0 ± 11,8 a
Borregas Neuro	25,8 ± 14,1 a
Ovejas Control	24,4 ± 10,7 a
Borregas Control	24,9 ± 11,6 a

TP: tiempo que demoran los corderos en pararse. Según modelo ANOVA. $P<0,05$.

De un total de 207 corderos, 188 demoraron menos de 30 minutos en pararse y 19 por encima de 30 minutos (8 del grupo Neuro y 11 del grupo Control).

Se encontró una correlación negativa ($r=-0,26$; $p=0,01$) entre el tiempo que demoran en pararse los corderos y peso al nacimiento (ver anexo 5). Corderos más pesados demoraron menos tiempo en pararse.

8.2.7 Tiempo en lograr una succión exitosa

Existen diferencias significativas en el tiempo que demoran en lograr una succión exitosa los hijos de borregas de ambos grupos comparado con ovejas del grupo Control como se puede observar en la tabla 8. Demorando más tiempo en lograr una succión exitosa los hijos de borregas de ambos tratamientos comparado a ovejas del grupo Control. En promedio los corderos del grupo Neuro demoraron $71,8 \pm 0,6$ m en

mamar, mientras que corderos Control $67,6 \pm 0,7m$ sin diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 8: Tiempo en lograr una succión exitosa de corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Grupo	Ts (m)
Ovejas Neuro	$64,7 \pm 0,6$ ab
Borregas Neuro	$79,0 \pm 0,5$ b
Ovejas Control	$54,8 \pm 0,7$ a
Borregas Control	$80,4 \pm 0,6$ b

TS: tiempo que demoran los corderos en lograr una succión exitosa. Según modelo ANOVA. $P < 0,05$.

Se encontró una correlación negativa ($r = -0,26$; $p = 0,01$) entre el tiempo que demoran en lograr una succión exitosa los corderos y el peso al nacimiento (ver anexo 6).

8.3 Variables sanguíneas

Tabla 9: Promedio de variables sanguíneas medidas en corderos mellizos hijos de ovejas o borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control, muestreados inmediatamente después del parto.

	PO2 (mmHg)	PCO2 (mmHg)	PH	Concentración de Lactato (mmol/L)	Concentración de glucosa (mg/dL)
NO	$8,5 \pm 2,6$	$58,4 \pm 4,9$	$7,35 \pm 0,06$ a	$3,62 \pm 1,37$ a	$21,0 \pm 9,8$ b
NB	$7,5 \pm 2,3$	$59,2 \pm 6,3$	$7,34 \pm 0,05$ ab	$4,96 \pm 1,51$ b	$24,3 \pm 6,7$ ab
CO	$7,8 \pm 2,6$	$59,5 \pm 5,6$	$7,34 \pm 0,06$ ab	$3,63 \pm 1,14$ a	$22,4 \pm 6,5$ b
CB	$7,8 \pm 2,6$	$58,5 \pm 5,1$	$7,33 \pm 0,09$ b	$4,72 \pm 2,05$ b	$27,3 \pm 10,1$ a

Según modelo ANOVA. $P < 0,05$.

8.3.1 Asfixia (PO2)

El 75% de los corderos muestreados (135 de 179) presentaron hipoxemia grave al nacer (46,6% grupo Neuro y 53,3% grupo Control). Mientras que el 25% restante no presentó hipoxemia al nacimiento (40,9% grupo Control y 59% grupo Neuro). Tabla 6. No hubo diferencias en la frecuencia de aparición de hipoxia entre tratamientos ($p = 0,15$). 7 de esos 135 corderos presentaron adicionalmente acidosis respiratoria.

8.3.2 Acidosis respiratoria (CO2)

No hay diferencias significativas entre tratamientos. El 9,2% de los corderos muestreados presentaron acidosis respiratoria (≥ 70 mmHg) de los cuales 68,7% pertenecen al grupo Control y 31,2% al grupo Neuro. El 90,8% restante no presento acidosis respiratoria, componiéndose este número en un 51,4% de corderos del grupo Neuro y 48,5% de corderos del grupo Control (Tabla 6).

8.3.3 pH

De un total de 183 mediciones, 2 corderos (1,09%) presentaron acidosis fetal ($\leq 7,1$ según Dutra y Banchemo 2011) en su totalidad pertenecientes al grupo Control. El restante de los corderos no presento acidosis fetal, perteneciendo un 50,2% al grupo Neuro, y 49,7% al grupo Control. Esos dos corderos presentaron además acidosis respiratoria (Tabla 6).

De un total de 183 mediciones, 2 corderos (1,09%) presentaron acidosis fetal ($\leq 7,1$ según Dutra y Banchemo 2011) en su totalidad pertenecientes al grupo Control. El restante de los corderos no presento acidosis fetal, perteneciendo un 50,2% al grupo Neuro, y 49,7% al grupo Control. Esos dos corderos presentaron además acidosis respiratoria (Tabla 6).

Existen diferencias significativas entre los promedios de pH de corderos hijos de ovejas del grupo Neuro y borregas del grupo Control. El promedio para el grupo Neuro fue de $7,33 \pm 0,07$ y para el grupo Control $7,35 \pm 0,05$.

8.3.4 Lactato

No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de lactato entre tratamientos. Si se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de lactato sanguíneo de ovejas y borregas independientemente del tratamiento.

No existen diferencias entre las concentraciones de lactato de corderos nacidos de partos distócicos y eutócicos del grupo Neuro. En el grupo Control, los corderos nacidos de partos distócicos, tuvieron el lactato más elevado que los nacidos de partos eutócicos ($4,83 \pm 2,07$ vs $4,03 \pm 1,55$), con una diferencia de 1,4 mmol/litro más en los asistidos.

Tabla 10: Concentración de lactato en hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas 2 semanas de gestación (7gr/oveja/día) y Control, según si fueron asistidas o no al parto.

	Concentración de Lactato (mmol/L)
Ovejas y borregas Neuro asistidas	$4,29 \pm 1,2$ ab
Ovejas y borregas Neuro no asisitidas	$4,08 \pm 1,6$ ab
Ovejas y borregas Control asistidas	$5,34 \pm 2,6$ a
Ovejas y borregas Control no asisitidas	$3,98 \pm 1,5$ b

Modelo ANOVA. $P < 0,05$.

8.8.5 Exceso de bases en el líquido extracelular

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los grupos y entre ovejas y borregas (Tablas 11 y 12).

Tabla 11: Equilibrio acido base en hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas 2 semanas de gestación (7gr/oveja/día) y Control.

	BEecf (mmol/lt)
Ovejas y borregas Neuro	$6,4 \pm 2,8$ a
Ovejas y borregas Control	$7,22 \pm 2,8$ b

BEecf: exceso de bases en el líquido extracelular. Control. Según modelo ANOVA. $P < 0,05$.

Tabla 12: Exceso de bases en el líquido extracelular de hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas 2 semanas de gestación (7gr/oveja/día) y Control.

	BEecf (mmol/lit)
Ovejas Neuro	6,98 ± 2,6 ab
Borregas Neuro	5,57 ± 3,0 a
Ovejas Control	7,80 ± 2,7 b
Borregas Control	6,61 ± 2,7 ab

BEecf: exceso de bases en el líquido extracelular. Según modelo ANOVA. $P < 0,05$.

8.3.5 Glucosa

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Si se encontró una diferencia entre ovejas y borregas del grupo Control, siendo más elevado en borregas (Tabla 6).

Se encontró una correlación negativa ($r = -0,33$; $p = 0,01$) entre las concentraciones de glucosa y la paridad. Las ovejas presentaron concentraciones menores que borregas.

9. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos para este trabajo se presenta que, el porcentaje de supervivencia no varió entre los grupos estudiados, por lo que rechazamos la hipótesis de trabajo. La adición de sulfato de magnesio no modificó significativamente los porcentajes entre grupos. Otras medidas de manejo utilizadas en este trabajo, como son la esquila preparto tardía, una buena nutrición preparto, monitoreo continuo de las pariciones, utilización de parideras y protección frente a predadores, deben haber influido sobre el buen porcentaje de supervivencia.

El porcentaje de supervivencia a la semana de vida, en el experimento fue de 96%, siendo un valor elevado comparado con lo presentado en otros trabajos. La investigación realizada por Bottaro, Cóppola, Rodríguez (2011) arrojó un porcentaje de mortalidad de 11% en las primeras 72 horas de vida. Esta diferencia puede atribuirse al tipo de manejo empleado, dado que, a diferencia de este experimento, no se utilizaron parideras y los animales quedaban a la intemperie, siendo expuestos los recién nacidos a condiciones más difíciles. Adicionalmente, el monitoreo, asistencia y atención brindada en este trabajo durante la parición, podría contribuir en gran parte a este resultado. Por otra parte, Zamit y López (2009) encuentran una mortalidad del 5% a los 6 días en condiciones similares a las utilizadas en este trabajo.

Con respecto a la supervivencia al destete de corderos mellizos, trabajos como el de Ganzábal et al. (2007) presentaron una mortalidad de 22,47%, en el de Kelly (1992) fue del 33,1%, y el de Dutra, et al., (2007) presentaron una mortalidad de 26,4%. En este trabajo no se realizó seguimiento hasta el destete, de todos modos, al ocurrir un 90-95% de las muertes en las primeras 72hs de vida, se estima que el porcentaje presentado a la semana no variaría en gran magnitud, según lo descrito por Dutra (2005). Adicionalmente Olivera et al., (2014) presenta una variación de 1,3% entre la mortalidad a las 96 horas y la señalada.

La supervivencia de los corderos se encuentra asociada a la carga fetal; corderos únicos tienen mayores probabilidades de supervivencia que los mellizos (Hinch y Brien 2013). En este trabajo debido en gran parte a las medidas de manejo aplicadas, se logra un porcentaje de supervivencia elevado en mellizos; superando lo planteado por Azzarini (2000) que presenta porcentajes óptimos de supervivencia en mellizos a la señalada de 80%.

Las borregas y ovejas suplementadas con sulfato de magnesio demoraron la mitad del tiempo en parir que borregas y ovejas del grupo Control, pudiéndose ver esto como ventaja, ya que un aumento en la duración del parto en un estudio de Dutra y Bancharo (2011), se encontró asociado a un mayor riesgo de sufrir asfixia, a una disminución en la viabilidad de los corderos y a un aumento en el tiempo que demoraron en mamar. De igual manera, no se ve reflejado en un mayor porcentaje de supervivencia de este grupo, posiblemente debido a la continua atención, monitoreo e intervención realizada en este trabajo, que, de no encontrarse presente, podría modificar negativamente estos porcentajes. Adicionalmente, Bottaro et al., (2011) encontraron que los corderos que mueren en el periodo perinatal sufrieron partos más prolongados que aquellos animales que lograron sobrevivir, reforzando aún más la necesidad de reducir la duración del parto.

Una duración del parto prolongada puede llevar a una asfixia del cordero y como consecuencia a una encefalopatía hipóxico-isquémica (Dutra et al., 2007). La duración del parto en promedio fue de $4,0 \pm 4,9$ minutos para las ovejas del grupo Neuro, mientras que otros trabajos como el de López-Mazz, Quintans, Baldi, Bancharo (2014) presentaron $30,3 \pm 2$ minutos como promedio, y Bottaro et al. (2011) 24,7 minutos. Esta diferencia puede atribuirse a la raza o a que en este trabajo no se tuvieron en cuenta los partos asistidos para el cálculo. Comparando trabajos que utilizaron las mismas razas, no se observan grandes diferencias, como en el trabajo de Bottaro et al. (2011) con una duración de 24,7 minutos y el de Clariget (2015) con $27,9 \pm 7,8$ minutos para ovejas Corriedale. Otras publicaciones que utilizaron ovejas de la raza Ideal presentaron resultados similares (Dutra y Bancharo, 2011; López-Mazz et al., 2017). No se encontraron trabajos que presenten la misma cruce para la comparación. Otro factor que influencia la duración del parto como se vio en este estudio son los pesos al nacimiento. A mayor peso, mayor duración del parto. Esto podría explicar las diferencias en las duraciones del parto encontradas en otros trabajos.

En esta investigación, los corderos del grupo Neuro nacieron con temperaturas más bajas que los del grupo Control. Sin embargo, cuando se compara a las 3 h, esta diferencia desaparece. Podríamos decir entonces que la termogénesis de los corderos del grupo Neuro no se vio afectada aun naciendo con temperaturas más bajas. Esto puede analizarse de dos maneras, podemos verlo como una ventaja ya que los corderos con neuro protector no tuvieron inconvenientes en regular su temperatura corporal a pesar de tenerla disminuida; o como una desventaja, ya que quizás en condiciones de intemperie, se les podría dificultar volver a regular su temperatura debido al frío y clima extremo. De lo contrario, la parición en parideras contribuye a un estrecho contacto materno filial, que ayudaría al cordero a mantener la temperatura corporal. Se han encontrado diferencias entre razas, conociéndose que algunas mantienen contacto más estrecho, y podría ser un mecanismo adicional para mantener la temperatura corporal (Dwyer y Morgan, 2006).

Dwyer y Morgan (2006) encuentran diferencias entre corderos trillizos, mellizos y únicos, teniendo mayores temperaturas los corderos únicos y mellizos a la hora y 24 horas después de nacidos. Igualmente, esta diferencia desaparece a las 72 horas. Los grupos estudiados por estos autores, al igual que los de este trabajo, tienen la capacidad de igualar sus temperaturas luego de horas de nacidos. Esto anima la idea de que los corderos que nacen con menores temperaturas no tienen por qué tener afectada la termorregulación, si se mantienen en condiciones controladas.

En el trabajo de Dwyer y Morgan (2006) los corderos más livianos presentaron menores temperaturas al nacer, al igual que en este trabajo. Con respecto al peso, también se encuentra afectado por la raza. Corderos de la raza Blackface son más livianos que los de la raza Suffolk (Dwyer y Morgan, 2006) y la cruce Finnish Landrace disminuye el peso al nacer (Bancharo, Vázquez, Irari, Ciappesoni y Quintans, 2016). En este trabajo se utilizaron ovejas y carneros de la raza Finish Landrace x Ideal, por lo tanto, menores pesos al nacimiento son esperables respecto a otros trabajos que utilizan otras razas. Si bien no se encontró bibliografía que utilice la misma cruce, los pesos al nacimiento de la raza Ideal puros promedio en un trabajo de López-Mazz et al. (2017) fueron de $4,3 \pm 0,1$, mientras que los pesos de corderos Finnish Landrace puros promedio fueron de $3,58 \pm 0,52$, en un trabajo de Rojas Hidalgo (2022). Esto de

todas formas no explicaría los bajos pesos al nacimiento presentados en este trabajo (3,2 kg), menores a los obtenidos de las razas puras en otros estudios que también utilizaron mellizos. Esta diferencia podría estar explicada por otros factores externos a la raza, como son la condición corporal de la oveja (Freitas de Melo et al., 2018) o el momento de la esquila preparto, ya que con una esquila preparto temprana se aumentarían los pesos al nacer (Banchemo, Montossi, De Barbieri y Quintans 2007).

El sexo del cordero afecta el peso al nacimiento, encontrándose que los machos son más pesados que las hembras (Ganzábal et al. 2007). Estos autores encuentran que los machos son 200 gramos más pesados que las hembras y en nuestro trabajo encontramos una diferencia de 150 gramos a favor de los machos. Si comparamos entre ovejas y borregas también se encuentran diferencias. Corderos hijos de borregas en este trabajo fueron más livianos que ovejas adultas, similar a lo descrito en otros trabajos (López-Mazz et al., 2017).

Con respecto al score de meconio, se encontró que los corderos del grupo Neuro presentaron mayores grados de tinción. Esto podría verse reflejado en una mayor mortalidad, ya que puede ser indicador de sufrimiento fetal y se encuentra asociado al nacimiento de corderos más débiles y por ende más susceptibles (Mota rojas et al., 2012; Brougham et al., 2020). Igualmente, cuando comparamos con el porcentaje de supervivencia entre los grupos, no se observa una diferencia significativa.

Cuando tenemos en cuenta variables comportamentales como el tiempo que demoran los corderos en pararse, no se encontró un efecto significativo del neuro protector. Si se encontró una asociación entre el tiempo que demoran en pararse los corderos y el peso al nacimiento, también encontrado por otros autores como López-Mazz et al., (2017) y Banchemo et al., (2011). Podría esperarse que hijos de borregas, al ser más livianos demoraran más tiempo en pararse, pero no se encontró esta diferenciación. Zamit y López (2009) tampoco encuentran diferencias según la paridad y los corderos lograron pararse alrededor de los 16 minutos, utilizando corderos únicos. Otro factor influyente sobre esta variable podrían ser los partos prolongados (Dutra y Banchemo 2011; Dwyer, 2003). Cuanto más prolongado el parto más tiempo demoraron en pararse y en mamar según estos autores, aunque en este trabajo no se encontró esta asociación. Banchemo et al., (2007) encontraron que los corderos demoraban $9,67 \pm 1,37$ minutos, valores más bajos a los obtenidos.

Con respecto al tiempo que demoraron en mamar, los hijos de borregas demoraron más tiempo que los hijos de ovejas adultas Control (79,7 vs 54,8 minutos respectivamente). Un factor indiscutible en el tiempo que demoran los corderos en mamar es la paridad; la experiencia previa de un parto desencadena en la madre actitudes y posicionamientos favorables para efectuar la ingestión de calostro (Dwyer, 2008b), por ende, es de esperarse que, en borregas con falta de experiencia, sus corderos demoren más tiempo en tener éxito. En contraposición Zamit y López (2009) no encuentran diferencias entre hijos únicos de ovejas y borregas, con un promedio de 31,8 minutos; sin embargo, si encuentran diferencias con respecto a la condición corporal, argumentando que hijos de ovejas con condición más elevada demoraron más tiempo en encontrar la ubre. Podría pensarse entonces que existe una diferencia entre mellizos y únicos y que los mellizos demorarían más en mamar que los únicos. Sin embargo, Banchemo et al., (2005) argumenta que en corderos mellizos de su

trabajo demoraron en promedio $33,4 \pm 2,55$ minutos y los hijos de ovejas únicas $31,6 \pm 2,75$ minutos. Con respecto al peso al nacimiento, se encontró una correlación negativa, indicando que corderos más pesados demorarían menos tiempo en lograr una succión exitosa, acción directamente relacionada con el vigor del mismo y la capacidad de pararse rápido y encontrar la ubre.

Trabajos realizados en cerdos con sulfato de magnesio encuentran que el neuro protector mejoró la vitalidad y termorregulación sobre todo de los lechones más débiles (Plush et al., 2018). En este trabajo, podría decirse que la termorregulación del cordero se mantuvo intacta a pesar de nacer con temperaturas menores al nacimiento que corderos Control. En cuanto a la vitalidad, no se encontró asociación del neuro protector a variables como peso al nacimiento, tiempo en pararse, tiempo en lograr una succión exitosa, que podrían indicar indirectamente mayores grados de vitalidad. Igualmente, no se realizó escala de APGAR o similar para esta determinación.

No se encontraron diferencias significativas entre las variables sanguíneas del grupo Control y el grupo Neuro a excepción del equilibrio acido-base. Pero es importante destacar que el 75% de los corderos analizados sufrieron grados de hipoxia sin discriminar entre grupos. Aunque únicamente solo dos corderos sufrieron acidosis fetal acompañada de la presentación de acidosis respiratoria. Esto podría explicarse por la asistencia realizada en partos prolongados, que en otras condiciones podría escalar hacia la acidosis fetal (Dutra, Banchemo, Araujo y Quintans, 2008). En otro trabajo de Dutra y Banchemo (2011) que utilizan corderos únicos y mellizos, encuentran que el 32,9% de los corderos nacieron asfixiados y que los corderos mellizos tienen 16 veces más probabilidad de nacer asfixiados, esto podría explicar el elevado porcentaje de corderos asfixiados encontrado en este trabajo.

Silva et al., (2013) encuentran concentraciones más elevadas de lactato en mellizos que en corderos únicos en partos eutócicos con un promedio de $2,9 \pm 0,3$ mmol/L y también argumentan que la hipoxia fisiológica que ocurre durante el parto eleva las concentraciones de lactato. Esto podría sugerir una elevación del lactato debido a condiciones estresantes para el cordero, ya sea fisiológica o patológicamente. Es de esperarse entonces que en borregas se encuentre más elevado debido al mayor índice de partos complicados con necesidad de intervención. Igualmente, no se explicaría por qué en el grupo Neuro estas diferencias entre las concentraciones de esta variable no se encontraron, pudiendo atribuirse esto al neuro protector.

Los valores más elevados de glucosa en este trabajo fueron encontrados en hijos de borregas. Bottaro et al., (2011) encontraron valores de glucosa promedio de $26,10 \pm 8,6$ mg/dl, similares a los de este trabajo. Dutra y Banchemo (2011) encontraron en promedio en corderos valores de 49,3 mg/dl y adicionalmente una relación lineal entre la concentración de glucosa y el grado de asfixia. Comparando con el trabajo de Martínez (2022) en el cual se midió la glucosa a la hora de nacidos, encontraron valores de $68,27 \pm 8,54$ mg/dl, significativamente más elevados que los de este trabajo. Esta diferencia podría ser en parte por la utilización de corderos únicos en comparación con este trabajo, la carga fetal influiría negativamente en esta variable (Antognazza, Durán y Sánchez 2011). También al momento de la medición podría influenciar el valor, ya que en Martínez (2022), midió a la hora de nacidos y en este

enseguida del nacimiento, pudiendo existir variaciones explicadas por la ingestión de calostro o a la utilización de glucosa en la primera hora de vida. Si bien es esperable pensar que más concentración de glucosa en sangre significa un beneficio para el cordero, trabajos como el de Martínez (2022), que comparan grupos con mayores y menores concentraciones de glucosa encuentran que valores más bajos en el recién nacido no reflejan diferencias en el peso, la temperatura o en el tiempo que demoran en pararse y mamar. Otros trabajos como el de Alonso Spilsbury et al., (2005) en cerdos, argumentan que una hiperglucemia es indicador de asfixia neonatal.

Se encontraron diferencias significativas en exceso de bases del líquido extracelular, encontrándose una menor concentración en el grupo Neuro. Igualmente, ambos se encuentran dentro de los rangos de referencia que utilizaron Dutra y Banchemo (2011).

10. CONCLUSIONES

La suplementación con sulfato de magnesio tuvo un efecto positivo en la duración del parto, especialmente en borregas. A igual peso al nacimiento, los corderos hijos de ovejas suplementadas demoraron menos tiempo en nacer.

No existió un efecto del neuro protector en las variables sanguíneas estudiadas a excepción del exceso de bases del líquido extracelular, manteniéndose igualmente dentro de los parámetros fisiológicos.

Los corderos hijos de hembras suplementadas con sulfato de magnesio presentaron temperaturas más bajas al nacer, igualmente, lograron igualar su temperatura a las 3 horas con corderos hijos de hembras Control.

Si bien no encontramos diferencias en la supervivencia de corderos entre grupos, no se conoce cuál sería el efecto del sulfato de magnesio aplicado en condiciones extensivas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, G. (1988). What makes a good mother? Components and comparative aspects of maternal behavior in ungulates. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 17, 25-41.
- Alexander, G., Peterson, J. E., y Watson, R. H. (1959). Neonatal mortality in lambs: intensive observations during lambing in a corriedale flock with a history of high lamb mortality. *Australian Veterinary Journal*, 35(10), 433-441.
- Alonso-Spilsbury, M., Mota-Rojas, D., Villanueva-García, D., Martínez-Burnes, J., Orozco, H., Ramírez-Necoechea, R., ... Trujillo, M.E. (2005). Perinatal asphyxia pathophysiology in pig and human: A review. *Animal Reproduction Science*, 90, 1-30.
- Armstrong, L., y Stenson, B. (2006). Effect of delayed sampling on umbilical cord arterial and venous lactate and blood gases in clamped and unclamped vessels. *Archives of Disease in Childhood Fetal and Neonatal*, 91, 342-345.
- Antognazza, J., Durán, J. M., y Sanchez, S. (2011). *Suplementación preparto: largo de gestación, características del parto, calostro, vigor y supervivencia de corderos en ovejas con gestaciones simples y múltiples* (Tesis de grado). Facultad de veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Aristizábal-Salazar, R. E., Calvo-Torres, L. F., Valencia-Arango, L. A., Montoya-Cañón, M., Barbosa-Gantiva, O., y Hincapié-Baena, V. (2015). Equilibrio ácido-base: el mejor enfoque clínico. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 43(3), 219-224.
- Arthur, G., Noakes, D., y Pearson H. (1991). *Reproducción y Obstetricia en veterinaria* (6ª ed.). Madrid: Mc. Graw-Hil Interamericana.
- Azzarini, M. (2000). *Una propuesta para mejorar los procreos ovinos*. Montevideo: Secretariado Uruguayo de la Lana.
- Balchin, I., Whittaker, J.C., Lamont, R.F., y Steer, P.J. (2011). Maternal and fetal characteristics associated with meconium-stained amniotic fluid. *Obstetrics and Gynecology*, 117(4), 828-835.
- Banchemo, G. (2003). Comportamiento Maternal y del cordero en relación a la actividad de mamado. Comportamiento del cordero recién nacido (Tesis). The University of Western, Ontario.
- Banchemo, G., Montossi, F., De Barbieri, I., y Quintans, G. (2007). Esquila preparto; algunos mecanismos implicados que podrían explicar la mayor supervivencia de corderos nacidos de ovejas esquiladas durante la gestación. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya Buiatría* (Vol. XXXV, pp. 199-206). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Banchemo, G., Quintans, G., Milton, J., y Lindsay, D. (2005). Comportamiento maternal y vigor de los corderos al parto: efecto de la carga fetal y la condición corporal.

- En *Seminario de Reproducción Ovina* (pp. 61-68). Treinta y Tres, Tacuarembó: INIA.
- Banchero, G., Vázquez, A., Irarí, N., Ciappesoni, G., y Quintans, G. (2016). Estudio preliminar de la prolificidad y habilidad materna de seis biotipos ovinos en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*, 20(1), 90-98.
- Barbosa, F.T., Barbosa, L.T., Jucá, M.J., da Cunha, R.M. (2010). Applications of Magnesium Sulfate in Obstetrics and Anesthesia. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 60(1), 104–110.
- Bonino, J. (1983). Mortalidad de corderos: su importancia económica. *Lananoticias*, 10(71), 11-12.
- Bonino, J., Duran del Campo, A., y Mari, J.J. (1987). Enfermedades que afectan la supervivencia de los corderos. En *Enfermedades de los lanares* (T. 3., pp. 73-98). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Bottaro, D., Cópola, B., y Rodríguez, V. (2011). *Duración del parto en ovejas Corriedale y su efecto sobre la bioquímica sanguínea, vitalidad y mortalidad de los corderos recién nacidos* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.
- Brolio, M.P., Ambrósio, C.E., Francioli, A.R., Morini, A.C., Guerra, R.R., y Miglino, M.A. (2010). A barreira placentária e sua função de transferência nutricional. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 34, 222-232.
- Brougham, B.J, Weaver, A.C., Swinbourne, A.M.F., Lewis Baida, B.E., Kelly, J.M., Walker, S.K., ... van Wettere, W.H.E.J. (2020). Maternal supplementation with dietary betaine during gestation to improve twin lamb survival. *Animals*, 10(10), 1749.
- Bruss, M.L. (2009). Lipids and Ketones. En *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (6th ed., pp. 81-115). San Diego: Elsevier.
- Cal-Pereyra, L., Benech, A., Da Silva, S., A Martín, A., y González-Montaña, J.R. (2011). Metabolismo energético en ovejas gestantes esquiladas y no esquiladas sometidas a dos planos nutricionales. Efecto sobre las reservas energéticas de sus corderos. *Archivos médicos Veterinarios*, 43, 277-285.
- Cardellino, R. (2015, febrero 25). Un rubro que decae globalmente. *El País Agropecuario, Montevideo*, pp. 74-79.
- Cho, S., Joh, T. H., Baik, H. H., Dibinis, C., y Volpe, B. T. (1997). Melatonin administration protects CA1 hippocampal neurons after transient forebrain ischemia in rats. *Brain Research*, 755(2), 335-338.
- Chollat, C., Sentilhes, L., y Marret, S. (2018). Protection of brain development by antenatal magnesium sulphate for infants born preterm. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61, 25-30.

- Clarke, L., Bryant M.J., Lomax M.A., y Symonds M.E. (1997). Maternal manipulation of brown adipose tissue and liver development in the ovine fetus during late gestation. *British Journal of Nutrition*, 77, 871-883.
- Clariget, M.P. (2015) *Comportamiento madre-cría al parto en ovejas corriedale a campo natural o avena durante el último mes de gestación* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Dalton, D. C., Knight, T. W., y Johnson, D. L. (1980). Lamb survival in Sheep breeds in New Zealand hill country. *Journal of Agricultural Research*, 23, 167-173.
- Dutra, F. (2005). Nuevos enfoques sobre la patología de la mortalidad perinatal de corderos. En Seminario de Actualización Técnica. Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA (pp. 137-140). Treinta y Tres, Tacuarembó: INIA.
- Dutra, F., y Banchemo, G., (2011). Polwarth and Texel ewe parturition duration and its association with lamb birth asphyxia. *Journal of Animal Science*, 89, 3069-3078.
- Dutra, F., Banchemo, G., Araujo., A., y Quintans, G. (2008). Largo del parto en ovejas Ideal, Texel y sus cruza 1. Bioquímica sanguínea y gases en sangre de corderos recién nacidos. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya Buiatría* (Vol. XXXVI, pp. 229-230). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Dutra, F., Quintans, G., y Banchemo, G. (2007). Lesions in the central nervous system associated with perinatal lamb mortality. *Australian Veterinary Journal*, 85(10), 405-413.
- Dutra, F., Vázquez, A. I., Banchemo, G., y Quintans, G. (2003). Lesiones perinatales en el sistema nervioso central de corderos mellizos. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya Buiatría* (Vol. XXXI, pp. 133-137). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Dwyer, C.M. (2003). Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Therogenology*, 59, 1027-1050.
- Dwyer, C.M. (2008a). The welfare of the neonatal Lamb. *Small Ruminant Research*, 76, 31-41.
- Dwyer, C. (2008b). Individual variation in the expression of maternal behaviour: A review of the neuroendocrine mechanisms in the sheep. *Journal of Neuroendocrinology*, 20, 526-534.
- Dwyer, C.M., Lawrence, A.B., y Bishop, S.C. (2001). The effects of selection for lean tissue content on maternal and neonatal lamb behaviours in Scottish Blackface sheep. *Animal Science*, 72, 555-571.
- Dwyer, C.M., y Morgan, C.A. (2006) Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight, and litter size. *Journal of Animal Science*, 84, 1093-1101.

- Eklund, M., Bauer, E., Wamatu, J., y Mosenthin, R. (2005). Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. *Nutrition Research Reviews*, 18(1), 31.
- Fernández Abella, D., Cueto, M., y Ferrugem Moraes, J.C. (2017). Factores que afectan la supervivencia del cordero. *Revista Argentina de Producción Animal*, 17 (2). Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/271-supervivencia.pdf
- Fernández-Gómez, F.J., Hernández, F., Argandoña, L., Galindo, M.F., Segura, T. y Jordán, J. (2008). Farmacología de la neuroprotección en el ictus isquémico agudo. *Revista de Neurología*, 47(5), 253-260.
- Freitas de Melo, A., Ungerfeld, R., Orihuela, A., Hötzel, M.J., y Pérez-Clariget, R. (2018). Restricción alimenticia durante la gestación y vínculo madre-cría en ovinos: una revisión. *Veterinaria*, 54(210), 27-36.
- Galinsky, R., Dhillon, S.K., Kelly, S.B., Wassink, G., Davidson, J.O., Lear, C.A., van den Heuvel, L.G., Bennet, L., y Gunn, A.J. (2023). *The Journal of Physiology*, 601, 1999-2016.
- Ganzábal, A., Montossi, F., Ciappesoni, G., Banchemo, G., Ravagnolo, O., y Luzardo, S. (2007). *Cruzamientos para la producción de carne ovina de calidad. Resultados: Comportamiento reproductivo y habilidad materna de ovejas, crecimiento y calidad de canal de corderos* (Vol. 1). Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA.
- George, J.M. (1975). The incidence of dystocia in fine wool Merino ewes. *Australian Veterinary Journal*, 51, 262-265.
- Grunert, E., Bove, S., y Stopiglia, A. V. (1971). *Guía de obstetricia Veterinaria*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires
- Hinch, G.N., y Brien, F. (2013). Lamb survival in Australian flocks: a review. *Animal Production Science*, 54(6), 656-666.
- Hofer, M.A. (1994). Early relationships as regulators of infant physiology and behavior. *Acta Paediatrica*, 397, 9-18
- Jiménez- Rubio, G., Ugalde, O., Ortiz-López, L., Ramírez-Rodríguez G., y Benitez-king, G. (2008). La melatonina: un coadyuvante potencial en el tratamiento de las demencias. *Salud Mental*, 31, 221-228.
- Kelly, R. W. (1992). Lamb mortality and growth to weaning in commercial Merino flocks in Western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(6), 1399-1416.
- Kenyon, P.R., Roca Fraga, F.J., S. Blumer, S., y Thompson, A.N. (2019). Triplet lambs and their dams – a review of current knowledge and management systems. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 62(4), 399-437.
- Langendijk, P., y Push, K. (2019). Parturition and its relationship with stillbirths and asphyxiated piglets. *Animals*, 9(11), 885.

- Lamming, G.E. (1985). Role of the fetal pituitary/adrenal axis and placenta in the initiation of parturition. En G.E. Lamming (Ed.), *Marshalls psychology or reproduction* (4ª ed., pp. 1903-1928). Nottingham: University of Nottingham.
- López-Mazz, C., Quintans, G., Baldi, F., y Banchemo, G. (2017). R10-Efecto de la esquila a los 50 días de gestación sobre el largo de gestación, el peso vivo al nacimiento, la duración del parto y el vigor de los corderos. En *5º Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal*, Montevideo.
- Marret, S., Doyle, L.W., Crowther y C.A., Middleton, P. (2007). Antenatal magnesium sulphate neuroprotection in the preterm infant. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 12(4), 311-317.
- Martinez, V. (2022). *Evaluación de la concentración de β -hidroxibutirato y glucemia sérica en corderos nacidos de ovejas con toxemia de la gestación ovina subclínica inducida al parto* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- DICOSE. (2022). *Datos preliminares basados en la declaración jurada de existencias DICOSE*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2022>
- Montossi, F., Gómez Miller, R., Pigurina G., y Luzardo, S. (2003). Fase III - Evaluación y cuantificación de las pérdidas de la cadena. En: *1ª Auditoría de la Calidad de la Cadena Cárnica Ovina del Uruguay* (pp. 103-112). Tacuarembó: INIA.
- Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Villanueva-García, D., Roldan-Santiago, P., Trujillo-Ortega, M.E., Orozco-Gregorio, H., ... Lopez-Mayagoitia, A. (2012). Animal welfare in the newborn piglet: a review. *Veterinarni Medicina*, 57, 338-349.
- Noakes, D.E., Parkinson, T.J., y England, G. C. W. (2001). *Arthur's veterinary reproduction and obstetrics* (8ª ed.). London: Saunders.
- Olivera, J., Errandonea, N., Da Rosa, R, Ceriani, G., González, D., y Banchemo, G. (2014). R-5: Mortalidad perinatal y productividad en el servicio designado ovinos IATF en sistemas extensivos: resultados preliminares. En *5º Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal*, Montevideo.
- Pedernera, M., Pérez-Sánchez, L.A., Romero-Aguilar, L.D., Aguirre, V., Flores-Pérez, I., Vázquez, R., y Orihuela, A. (2017). Effects of high concentrate supplementation of Saint Croix sheep during peripartum on neonatal lamb behaviour. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 720-724.
- Plush, K., Weaver, A., Staveley, L., y van Wettene, W. (2018). Maternal magnesium sulfate supplementation in a pre-farrow diet improves factors important for piglet viability. *Animals*, 8, 185.
- Ramos, J. F. (2018). El complejo inanición-exposición y la mortandad de corderos en Uruguay: ¿vamos por más corderos? *Cangué*, 41, 25-26.

- Ramos, Z., y Montossi, F. (2014). Alternativas tecnológicas para aumentar la supervivencia de corderos: "control integrado de parición en ovinos". *Revista INIA*, 38, 1-5.
- Reiter, R.J. (1998). Oxidative damage in the central nervous system: protection by melatonin. *Progress in Neurobiology*, 56(3), 359-384.
- Rojas Hidalgo, E. S. (2022). *Estudio comparativo de peso vivo en corderos PDP de las razas East Friesian, Dohne Merino, Texel, Poll Dorset, Finish Landrace y Corriedale en los centros experimentales Casaracra y Alpacayan* (Tesis de grado). UNDAC, Pasco.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M. y Gunn, R.G. (1969) Subjective Assessment of Fat in Live Sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 72, 451-454.
- Salgado, C. (2004). Producción ovina: Situación actual y perspectivas. En *Seminario Producción Ovina: Propuestas para el Negocio Ovino* (pp. 7-13). Paysandú: SUL, INIA, Facultad de Agronomía, Facultad de Veterinaria, INAC.
- Silva, L.P., Lourenço, M.L.G., Grandi, M.C., Vela Ulian, C.M., Sudano, M.J., y Chiacchio, S.B. (2013). Concentração de lactato sérico em ovelhas e cordeiros mestiços (1/2 Suffolk) nascidos em eutocia. *The Journal Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(4), 989-994.
- Silva, L.P., Lourenço, M.L.G., Paula, R.A., Verdugo, M.R., Pereira, K.H.N.P., y Chiacchio, S.B. (2018). Assessment of serum lactate levels, blood glucose values and blood gas values in sheep, newborn lambs and placenta. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 38(9), 1878-1884.
- Stafford, K.J., Kenyon, P.R., Morris, S.T., y West, D.M. (2007). The physical state and metabolic status of lambs of different birth rank soon after birth. *Livestock Science*, 111(1-2), 10-15.
- Thorngren-Jerneck, K., Ley, D., Hellström-Westas, L., Hernandez-Andrade, E., Lingman, G., Ohlsson, T., ...Maršal, K. (2001). Reduced postnatal cerebral glucose metabolism measured by PET after asphyxia in near term fetal lambs. *Journal of Neuroscience Research*, 66, 844-850.
- Troy, D. J., y Kerry, J. P. (2010). Consumer perceptions and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86, 214-226.
- van Wettere, W.H.E.J., Herde, P., y Hughes, P.E. (2012). Supplementing sow gestation diets with betaine during summer increases litter size of sows with greater numbers of parities. *Animal Reproduction Science*, 132, 44-49.
- Viñoles, C., González de Bulnes, A., Martin, G.B., Sales, F., y Salem, S. (2010). Sheep and goats. En L. Des Coteaux, J. Colloton y G. Gnemi (Eds.), *Atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography* (pp.181-210). Ames: Wiley-Blackwell.

Zamit, M., y López, R. (2009). *Factores que afectan la duración del parto en ovejas y el posterior vigor de los corderos* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.

12. ANEXOS

Anexo 1:

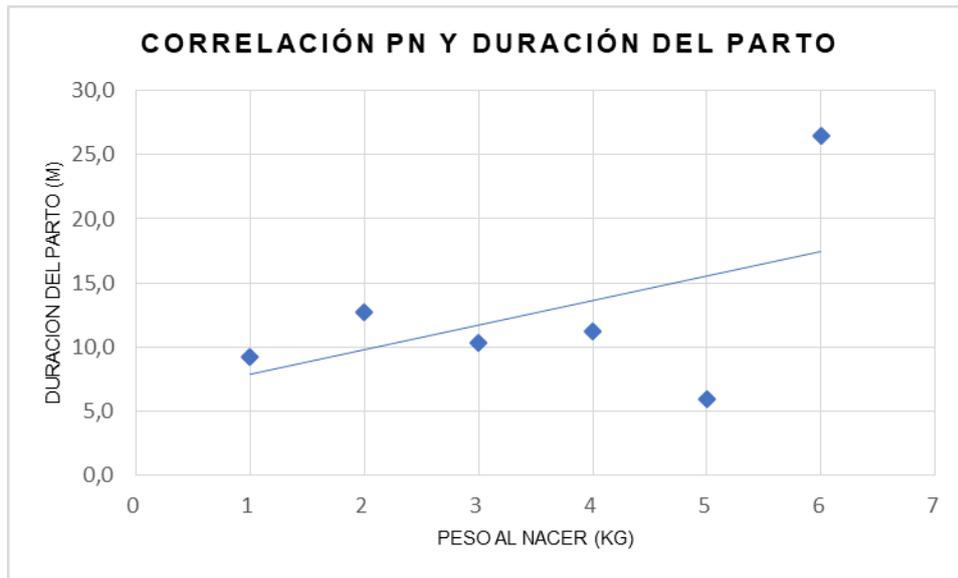


Figura 4: Correlación entre peso al nacer y la duración del parto de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Anexo 2:

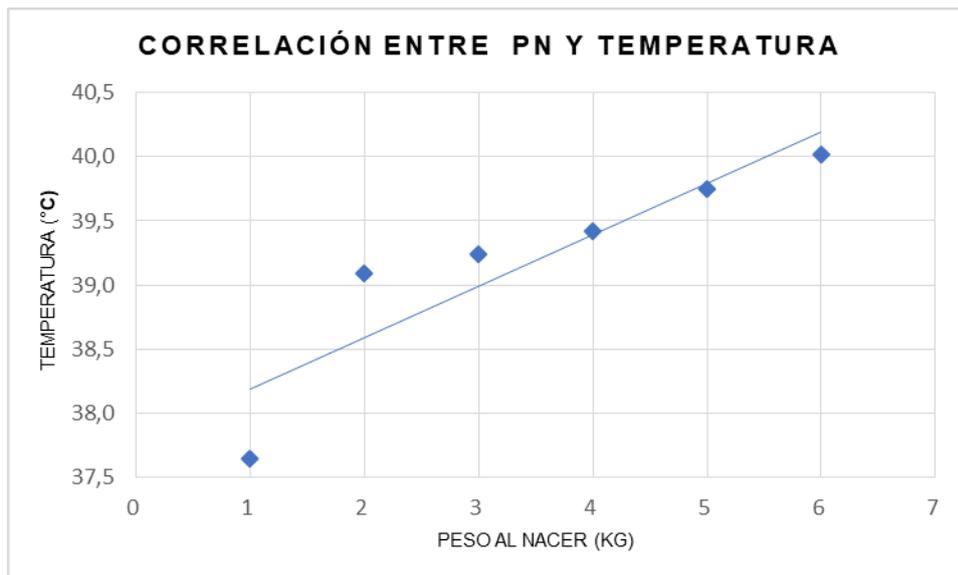


Figura 5: correlación entre peso al nacer y temperatura al nacer de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Anexo 3:

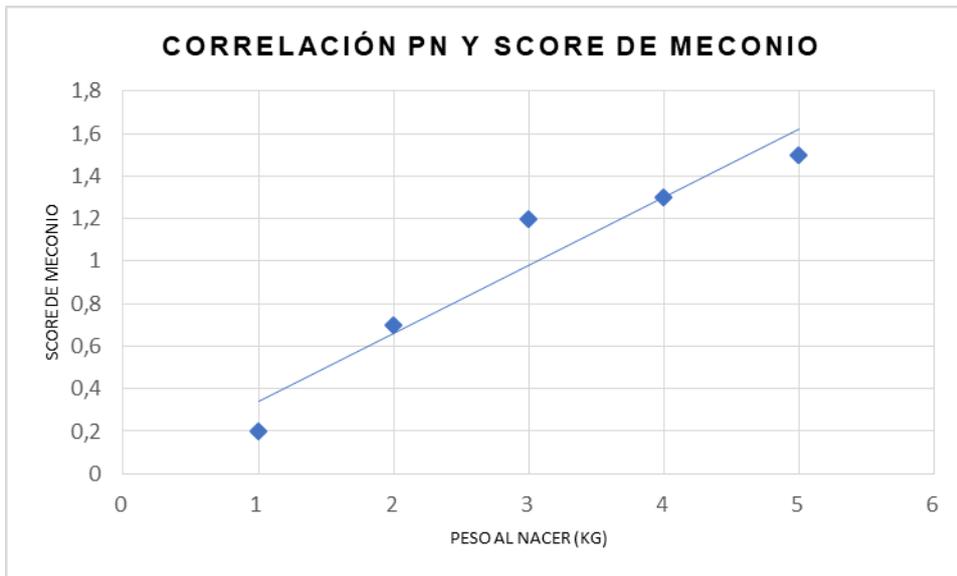


Figura 6: Correlación entre peso al nacer y Score de meconio nacer de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Anexo 4:

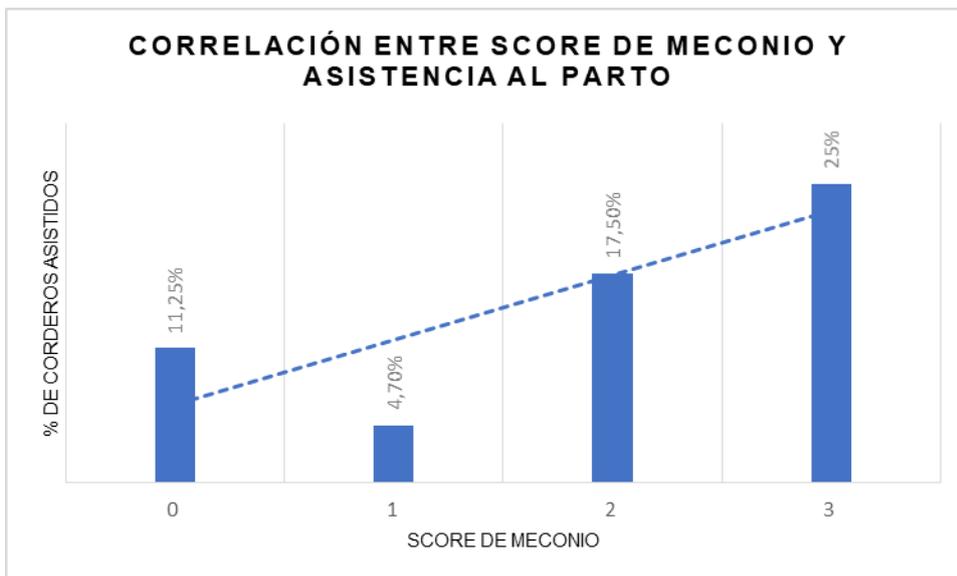


Figura 7: Correlación entre Score de meconio y asistencia al parto de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Anexo 5:

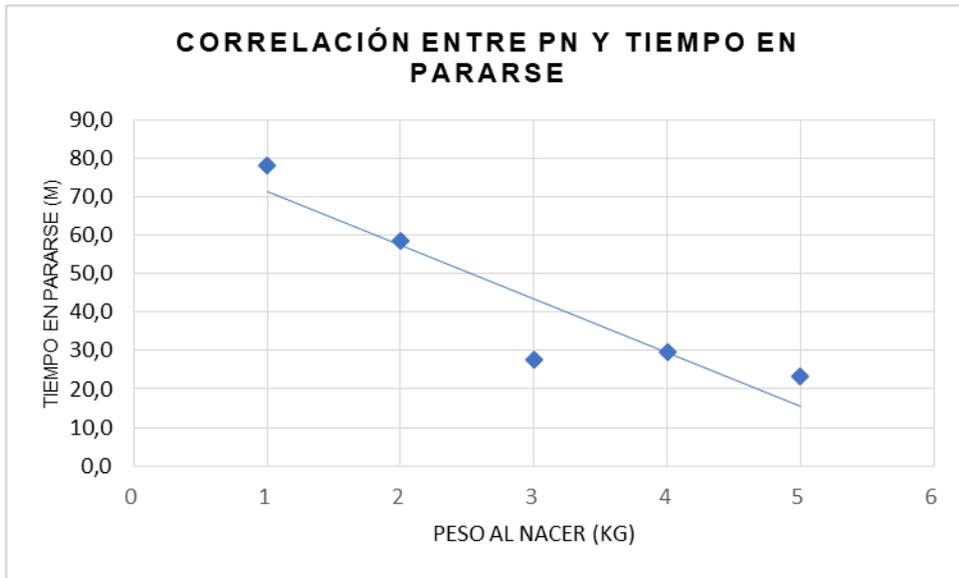


Figura 8: Correlación entre peso al nacer y tiempo en pararse de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.

Anexo 6:

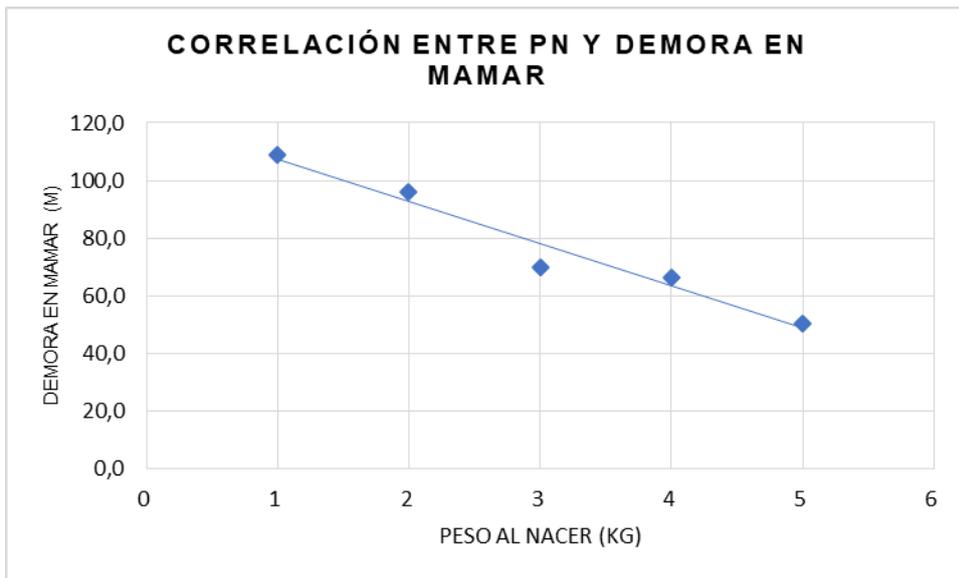


Figura 9: Correlación entre peso al nacer y demora en mamar de corderos hijos de ovejas y borregas Finnish Landrace x Ideal, suplementadas con sulfato de magnesio en las últimas dos semanas de gestación (7g/ oveja/día) o Control.