

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**VÍNCULO MADRE-CRÍA EN OVINOS: RELACIÓN ENTRE LA  
TEMPERATURA CORPORAL Y EL COMPORTAMIENTO DE LOS  
CORDEROS LUEGO DEL PARTO**

por

Pablo BÁEZ MERONI  
Emilio FALCHETTI GARCÍA

**TESIS DE GRADO** presentada  
como uno de los requisitos para obtener el título  
de Doctor en Ciencias Veterinarias (Orientación  
Producción Animal, Bloque Rumiantes)

**MODALIDAD Ensayo Experimental**

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2020

## **PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de la mesa

Cristian Larrondo Cornejo



Segundo miembro (tutor):

Menant Ophélie



Tercer miembro:

Lorena Lacuesta



Cuarto miembro (co-tutor):

Aline Freitas de Melo



Quinto miembro (co-tutor):

Rodolfo Ungerfeld

Fecha:

23/12/2020

Autores:

Pablo Báez Meroni

Emilio Falchetti García

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias, por el apoyo incondicional de siempre.

A nuestra tutora Ophélie Menant, co-tutores Aline Freitas de Melo y Rodolfo Ungerfeld por el apoyo y dedicación durante todo el desarrollo de la tesis.

A la Facultad de Agronomía, Estación Experimental “Bernardo Rosengurt” por brindarnos el lugar y los animales para el trabajo de estudio. Y a todo el personal de dicha Estación.

Al personal de Biblioteca y todo el equipo de apoyo al tesista.

A la Facultad de Veterinaria, compañeros y amigos que fuimos haciendo, y a todos los profesores que nos fueron formando como profesionales durante el transcurso de la carrera.

## **TABLA DE CONTENIDO**

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	2
TABLA DE CONTENIDO	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	4
RESUMEN	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Principales causas de mortalidad en corderos neonatos	10
2.2. Fisiología del parto en los ovinos	12
2.3. Desarrollo del vínculo madre-cría al parto	13
2.4. Importancia de la ingestión de calostro	15
2.5. Vínculo madre-cría en el posparto temprano	16
2.6. Termogénesis neonatal	16
2.7. Termografía infrarroja	18
3. HIPÓTESIS	21
4. OBJETIVOS	21
4.1. Objetivo general	21
4.2. Objetivos específicos	21
5. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Local de estudio, animales y manejo	22
5.2. Registros al parto	22
5.3. Prueba de separación-reunión maternal	23
5.4. Análisis de las imágenes infrarrojas	25
5.5. Análisis estadísticos	25
6. RESULTADOS	27
6.1. Correlaciones entre la temperatura rectal y las temperaturas superficiales	29
6.2. Correlaciones al parto	30
6.3. Correlaciones durante la prueba de separación reunión	31
6.4. Correlaciones entre las temperaturas al parto y los comportamientos en la prueba de separación-reunión	32
7. DISCUSIÓN	35
8. CONCLUSIONES	38
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

- Figura 1: Foto del primer amamantamiento del cordero, a partir del cual se registró la duración del primer amamantamiento. 23
- Figura 2: Ilustración del momento en que se tomó la foto termográfica de la espalda de un cordero luego del parto. 24
- Figura 3: Corral donde se realizaron las pruebas de separación-reunión maternal. Se observó de 5 a 10 díadas oveja-cordero en un corral de 6 m x 15 m (A). Se midió la temperatura rectal, el número de vocalizaciones de los corderos y la distancia entre la madre y su cordero (B). 25
- Figura 4. Captura de pantalla del software FLIR Tools, mostrando las 4 regiones de interés seleccionadas: hombros (1), lomo (2), cadera (3) y grupa (4), delimitadas en la foto común (A) y en la imagen termográfica (B). 26
- Tabla 1: Estadísticas descriptivas de los comportamientos y de la temperatura rectal de los corderos al parto (promedio y desvío estándar, (N=19). 27
- Tabla 2: Estadísticas descriptivas de las temperaturas superficiales del hombros, lomo, cadera y grupa de los corderos al parto (promedio y desvío estándar, N=19). 27
- Tabla 3: Estadísticas descriptivas de los comportamientos, el peso y la temperatura rectal durante la prueba de separación-reunión realizada entre las 24 y 36 h posparto (promedio y desvío estándar, N=59). 28
- Tabla 4: Estadísticas descriptivas de las temperaturas superficiales de la espalda de los corderos durante la prueba de separación-reunión realizada entre las 24 y 36 h posparto (promedio y desvío estándar, N=39). 28
- Tabla 5. Relaciones entre la temperatura rectal y las temperaturas superficiales durante la prueba de separación-reunión realizada las 24-36 h de nacidos 29
- Tabla 6: Relación entre el peso de los corderos a las 24-36 h de nacidos y la temperatura superficial al parto medida con una cámara termográfica a nivel de hombros, lomo, cadera y grupa. 30

Tabla 7: Relación entre la temperatura superficial de hombros, lomo, cadera y grupa y la distancia a los 3 minutos entre la madre y su cordero durante la prueba de separación-reunión realizada de 24 a 36 h de nacidos. 31

Tabla 8: Relación entre la temperatura superficial de los corderos al parto medida a nivel de hombros, lomo , cadera y grupa y las vocalizaciones de los corderos durante la prueba de separación reunión realizada de 24 a 36 h de nacidos. 32

Tabla 9. Relación entre la temperatura superficial de los corderos al parto medida a nivel de hombros, lomo, cadera y grupa y la distancia con sus madres durante la prueba de separación reunión. 32

## **RESUMEN**

El porcentaje de señalada en el Uruguay no sube del 70 %, producto de la alta mortalidad de corderos durante los primeros días de vida. En sistemas de producción extensivos, es debido fundamentalmente a bajos pesos y un inadecuado establecimiento del vínculo madre-cría al nacimiento que induce hipotermia. En este contexto, el objetivo de esta tesis fue determinar si existe relación entre los comportamientos de los corderos al parto, el vínculo con su madre en el posparto temprano y sus temperaturas corporales. Para dicho estudio se utilizaron 60 ovejas Corriedale multíparas de partos simples y sus corderos nacidos en otoño. Al momento del parto se registraron en los corderos la latencia en pararse, el número de veces que lo hicieron antes del primer amamantamiento, la latencia en mamar y la duración del primer amamantamiento. Una hora más tarde se tomaron fotos con una cámara termografía infrarroja para determinar las temperaturas superficiales de los hombros, del lomo, la cadera y la grupa de los corderos, y se midió la temperatura rectal mediante termómetro digital. 24 a 36 h después del nacimiento, se realizó una prueba estandarizada de separación-reunión entre la madre y su cordero. En los primeros 3 min de separación del cordero se registraban el número de vocalizaciones del cordero y la temperatura rectal del mismo. Al finalizar este período se medía la distancia entre el cordero y su madre utilizando un telémetro láser, y luego se liberaba al cordero. Durante los 3 min siguientes, se registraron la latencia de reunión con su madre y la latencia en mamar en caso de hacerlo. Al finalizar la prueba, se tomó la temperatura superficial y el peso de los corderos. Las temperaturas superficiales de los corderos al parto se correlacionaron positivamente con el peso de los mismos (promedio de hombros:  $r=0,62$ ,  $P=0,005$ ; lomo:  $r=0,61$ ,  $P=0,005$ ; cadera:  $r=0,58$ ,  $P=0,009$ ; grupa:  $r=0,68$ ,  $P=0,002$ ). Las temperaturas superficiales máximas al parto se relacionaron negativamente con la latencia a mamar (hombros:  $r=-0,67$ ,  $P=0,0008$ ; lomo:  $r=-0,61$ ,  $P=0,002$ ; cadera:  $r=-0,52$ ,  $P=0,02$ ) La temperatura rectal al nacimiento tuvo correlación significativa y negativa con la duración del primer amamantamiento ( $r=-0,43$ ,  $P=0,01$ ). En la prueba de separación-reunión, la distancia entre la cría y su madre y las temperaturas superficiales máxima y promedio de hombros y máxima de lomo, se relacionaron positivamente ( $r=0,42$ ,  $P=0,008$ ;  $r=0,40$ ,  $P=0,02$  y  $r=0,34$ ,  $P=0,04$ ). Los resultados demuestran que las temperaturas superficiales son un buen indicador de la supervivencia de los corderos al parto y del vínculo madre-cría.

## **SUMMARY**

The percentage of lamb survival does not rise above 70% in Uruguay due to the high mortality of lambs during the first days of life. In extensive production systems, it is mainly due to low weights of the lambs and an inadequate establishment of the ewe-lamb bond at birth that induces hypothermia. In this context, the objective of this work was to determine if there is a relationship between lambs' behaviors at birth, their bond with their mother in the early postpartum period, and their body temperatures. For this study, 60 multiparous Corriedale ewes and their single lambs born in autumn were used. At parturition, the latency to stand for the first time, the number of times they did so before the first suckling, the latency to suckle and the duration of the first suckling were recorded in the lambs. An hour later, the body surface temperatures of the shoulders, mid loin, hips and rump of the lambs, and their rectal temperature were recorded using an infrared thermal camera and digital thermometer, respectively. Twenty-four hours to 36 hours after birth, a standardized separation-reunion test was performed between the mother and her lamb. In the first 3 min of separation, the number of vocalizations of the lamb and its rectal temperature were recorded. At the end of this period, the distance between the lamb and its mother was measured using a laser rangefinder, and then the lamb was released. During the next 3 min, the latency of reunion with its mother and the latency to suckle, if it was done, were recorded. At the end of the test, the body surface temperatures and the weight of the lambs were taken. The body surface temperatures of the lambs at parturition were positively correlated with their weight (mean shoulders:  $r = 0.62$ ,  $P = 0.005$ ; mid loin:  $r = 0.61$ ,  $P = 0.005$ ; hips:  $r = 0.58$ ,  $P = 0.009$ ; rump:  $r = 0.68$ ,  $P = 0.002$ ). Maximum body surface temperatures at parturition were negatively related to latency to suckle (shoulder:  $r = -0.67$ ,  $P = 0.0008$ ; mid loin:  $r = -0.61$ ,  $P = 0.002$ ; hips:  $r = -0.52$ ,  $P = 0.02$ ). Rectal temperature at birth had a significant and negative correlation with the duration of the first suckling ( $r = -0.43$ ,  $P = 0.01$ ). In the separation-reunion test, the distance between the lamb and its mother was positively related to the maximum and average surface temperatures of the shoulders ( $r = 0.42$ ,  $P = 0.008$ ;  $r = 0.40$ ,  $P = 0.02$ , respectively) and maximum of the loin ( $r = 0.34$ ,  $P = 0.04$ ). The results show that surface temperatures are a good indicator of lamb survival at parturition and of the ewe-lamb bond.

## **1. INTRODUCCIÓN GENERAL**

El porcentaje de señalada (cantidad de corderos señalados/ovejas encarneradas en un año) en Uruguay es alrededor del 70%, lo que está muy debajo de las posibilidades de la especie. Esto es debido en gran parte a la alta mortalidad de corderos (Mari, 1979; Otero, 2017; Freitas-de-Melo y col., 2018). El 95% de estas muertes se dan en los 3 primeros días de vida (Azzarini, 2000; Mari, 1979). Según datos colectados en sistemas productivos ovinos de Australia, Nueva Zelanda y Reino Unido, las principales causas de muerte neonatal son hipotermia, desnutrición materna, falta de cuidado de la madre por un vínculo madre cría deficiente, infecciones, lesiones y depredación (Mellor y Stafford, 2004). Asimismo, la prevalencia de las causas de muerte neonatal varía considerablemente entre los diferentes sistemas de producción ovina. En los sistemas intensivos, las principales causas de muerte neonatal son las enfermedades infecciosas, mientras que en producciones de cría extensiva, los ataques de predadores, la hipotermia, la inanición y el adecuado establecimiento del vínculo madre-cría cobra mayor importancia (Dwyer y col., 2016).

Al nacimiento hay una alta demanda energética por parte del cordero para mantener la temperatura corporal, dependiendo esta fundamentalmente del metabolismo de la grasa parda, y la habilidad del mismo para pararse, dirigirse hacia la ubre e ingerir calostro (Dwyer y Morgan, 2006). La producción de calostro tiene una alta importancia para asegurar la supervivencia de los corderos, por ser fuente de energía, agua, inmunoglobulinas y tener efecto laxante que estimula la eliminación del meconio (Fernández Abella y col., 2017). La adecuada termorregulación del cordero depende de sus reservas corporales al nacer, del correcto despliegue de su comportamiento y de la aceptación de la madre y posterior ingestión de calostro. El hecho de que el cordero pueda pararse lo antes posible luego del parto, permite al mismo reducir la pérdida de calor a través del suelo, ayudándolo a mantener su temperatura corporal y poder alcanzar a la ubre (Dwyer y col., 2016). El acceso a la ubre, succión e ingesta de calostro también favorecen el reconocimiento del cordero hacia su madre, lo que es clave para el establecimiento y mantenimiento del vínculo madre-cría (Nowak, 1996; Nowak, 2006). Se puede determinar si ocurrió el establecimiento del vínculo

madre-cría al parto si la oveja acepta los amamantamientos de su(s) propio(s) cordero(s) y rechaza a los corderos ajenos (Nowak y col., 2007). Cuando los corderos son muy livianos al nacimiento, son producto de partos dificultosos, y/o están en un clima adverso, los mismos tienen dificultades para compensar la pérdida de temperatura corporal con la producción de calor. La temperatura superficial y rectal de los corderos se relacionan con la temperatura ambiental (Vicente y col., 2019 y McCoard y col., 2014). Por tanto, ocurre un descenso en la temperatura rectal hasta valores menores a 30 °C, entrando en un estado de hipotermia, conduciendo a la muerte del neonato (Alexander y Mc Cance, 1958).

En base a todo esto, a través de esta tesis se planteó determinar si existe un vínculo entre la temperatura superficial del cordero y su comportamiento, de forma de utilizarla como un posible indicador, buscando aportar una herramienta más para mejorar el porcentaje de sobrevivencia de los corderos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Principales causas de mortalidad en corderos neonatos**

#### **2.1.1. Hipotermia y exposición al frío**

En los sistemas de producción extensivos, la acción de predadores, la hipotermia debido a la exposición al frío, y el inadecuado establecimiento del vínculo madre-cría son las principales causas de mortalidad perinatal en corderos. El calor que se pierde a través de la superficie del cuerpo es un factor importante en la etiología de la hipotermia (McCoard y col., 2014). En este sentido, los corderos más pesados tienen menor proporción de superficie en relación a su peso corporal que los corderos más livianos, por lo que pierden menos calor y tienen menor riesgo de morir por hipotermia. Los corderos más chicos presentan una desventaja en términos de vigor, además de tener menos capacidad de termorregulación, ya que son menos eficientes en su actividad de amamantamiento y de generación de calor a partir de la grasa parda (Dwyer y col., 2016). Un cuadro de hipotermia por exposición al frío muchas veces provoca cambios en el comportamiento, causando aletargamiento de los corderos, lo que afecta negativamente el despliegue de sus conductas, como la búsqueda de la ubre para mamar, siendo finalmente la inanición la causa de la muerte. Ésta es una de las asociaciones que justifican la consideración de un complejo inanición-hipotermia (Fernández Abella y col., 2017).

#### **2.1.2. Desnutrición materna**

En los sistemas extensivos de cría ovina en Uruguay, normalmente ocurre una subnutrición durante la gestación de las ovejas (Freitas de Melo y col., 2018), ya que la oferta y la calidad del campo natural es insuficiente para cubrir sus necesidades durante este período. La subnutrición de la oveja durante la gestación tiene efectos negativos en el tamaño de la placenta, en el crecimiento fetal, en la deposición de grasa parda, en el desarrollo de la ubre y por consiguiente en la producción de calostro (Mellor y Stafford, 2004; Freitas de Melo y col., 2018). La subnutrición durante la gestación también afecta negativamente la eyección del calostro y disminuye el tiempo en que la oveja se queda en el lugar del parto, ya que la misma tiene fuerte motivación para moverse para buscar alimento, determinando un elevado porcentaje de mortalidad de corderos (Fernández Abella y col., 2017). Las madres que sufrieron subnutrición durante la gestación dedican menos tiempo al aseo de su cría y

despliegan comportamientos más agresivos hacia las mismas (Dwyer y col., 2003). La restricción alimenticia de la oveja preparto también afecta negativamente el comportamiento y el vigor del cordero. Por ejemplo, dietas carentes en proteínas, generan nacimientos de corderos con bajo peso y poco vigor (Alexander y col., 1980). En este sentido, la disminución del peso al nacimiento, trae como consecuencia no solo, pocas reservas corporales del cordero, sino que afecta el comportamiento del mismo, aumentando el tiempo para pararse luego del parto y disminuyendo su vigor al mamar (Fernández Abella, 1985).

La subnutrición materna durante la gestación, afecta el desarrollo de los órganos (Abud y col., 2020) y la deposición de la grasa parda del cordero. Esto se traduce en una pobre capacidad de mantener la homeostasis térmica, especialmente cuando las características climáticas del ambiente no son propicias (Dwyer y col., 2005). La subnutrición en ovejas preparto reduce el aporte sanguíneo al útero, afectando el suministro de glucosa y acetato, siendo éstos indispensables para el almacenamiento de grasa parda en el feto (Gibbons, 1996). Por lo tanto, además del comportamiento maternal, la subnutrición afecta también el comportamiento del recién nacido, disminuyendo la intensidad del vínculo madre cría, lo que disminuye la probabilidad de supervivencia del neonato (Dwyer y col., 2003).

### 2.1.3. Partos distócicos y depredación.

Los partos distócicos se pueden producir por diferentes causas. Entre las más relevantes están el excesivo tamaño del feto, la mala presentación en el canal del parto y la debilidad de la madre por carencias nutricionales (Fernández Abella y col., 2017). En producciones de cría extensiva, la mortalidad causada por partos distócicos tiene baja incidencia debido al bajo porcentaje de corderos con pesos excesivos al nacimiento o con una mala presentación al parto (Fernández Abella y col., 2017). Sin embargo, tanto en corderos únicos como en mellizos, el bajo peso se asocia a madres débiles por una mala nutrición preparto (Fernández Abella y col., 2017). En partos prolongados se afecta la concentración y la saturación de oxígeno en la sangre del cordero, provocando una disminución de su vitalidad y una pobre adaptación al medio exterior. Como consecuencia, el cordero es más lento para mamar y para seguir a su madre, disminuyendo así su probabilidad de supervivencia (Putu, 1990). La duración del parto y el riesgo de asfixia están relacionados, siendo que la asfixia es causa de

muerte durante el parto, baja vitalidad al nacer y/o afecta el comportamiento del recién nacido y la ingestión de calostro (Dutra y Banchemo, 2011).

La incidencia de predadores es muy variable según regiones y años en nuestro país, pudiendo llegar a ser de gran importancia. Los ataques generalmente son debidos a zorros nativos y zorro gris, jauría de perros, jabalíes, y aves como el carancho (Frade, 2016). Las muertes por jabalí aumentan en las zonas forestadas, causando grandes pérdidas, así como los caranchos que pueden determinar mortandades mayores al 20% (Fernández Abella y col., 2017).

## **2.2. Fisiología del parto en los ovinos**

El parto se puede definir como el proceso por el que la hembra expulsa al feto y la placenta al medio exterior al final de la gestación (Arthur y col., 1991). El mismo consta de tres fases, empezando y finalizando gradualmente (Arthur y col., 1991). La primera fase dura entre 6 y 12 h (Arthur y col., 1991). Lo más característico de esta fase es el cambio de conducta de la oveja, presenta nerviosismo, camina en círculos, se para y se echa continuamente, escarba el piso y se separa del resto de la majada. Cerca del momento de la expulsión del feto, la oveja comienza a mover sus labios con movimientos rápidos de la lengua (Banchemo, 2003). Los cambios que tienen lugar en este período son importantes porque preparan al canal del parto para la expulsión del feto (Fitzpatrick, 1977). En esta fase, ocurre la dilatación del cuello uterino y el feto adopta la posición para la expulsión, rotando en torno al eje longitudinal y extendiendo sus extremidades anteriores (Arthur y col., 1991). La segunda fase del parto dura entre 30 y 60 min (Arthur y col., 1991), y se produce la expulsión del feto hacia el medio exterior. Esta fase, se inicia con contracciones intensas del útero (Lye y col., 1990). Una vez comenzada la fase de expulsión, la acción mecánica del feto sobre la vagina anterior y el cuello uterino, estimula a los receptores sensoriales, desencadenando el reflejo neuro-humoral de Ferguson (Bartolomé, 2009). En este momento ocurre la contracción de la musculatura abdominal y la liberación aún mayor de oxitocina desde la hipófisis, la que estimula las contracciones uterinas y la dilatación del canal de parto (Bartolomé, 2009). A medida que las contracciones abdominales y uterinas continúan, el amnios atraviesa la vagina y aparece por la vulva denominándose “bolsa de agua” (Cunningham, 2003). Las extremidades del feto

acompañan los esfuerzos expulsivos, dejándose ver dentro de la bolsa (Arthur y col., 1991). Cuando la presión alcanza su máximo nivel, las membranas se rompen y se expulsa el líquido amniótico que actúa como lubricante en la expulsión del feto. Cuando la cabeza del feto ocupa la vulva, las contracciones del útero y los músculos abdominales alcanzan el máximo grado de trabajo expulsivo (Cunningham, 2003). Enseguida de la expulsión de la cabeza del feto se producen nuevas contracciones que provocan el paso de la cintura escapular a través de la vulva (Arthur y col., 1991). Esta fase del parto termina cuando el feto ha sido totalmente expulsado (Fernández Abella, 1993), y puede variar dependiendo del tamaño de la cría, raza, sexo y si es primípara o múltipara (Nowak y col., 2008). La disminución de la concentración progesterona antes del parto aumenta la sensibilidad de los receptores de oxitocina en el hipotálamo, mientras que el aumento del estrógeno aumenta la síntesis tanto de oxitocina y como de sus receptores en el hipotálamo (Keverne y Kendrick, 1992). Los niveles de oxitocina permanecen bajos durante las primeras fases del parto, incrementándose en la segunda fase del parto, cuando aparecen los miembros anteriores o posteriores y/o la cabeza del feto en la vulva y las membranas fetales son eliminadas. En este momento, la oxitocina alcanza su máxima concentración en el SNC y en la sangre (Nowak y col., 2000). La tercera fase del parto tiene una duración que varía entre 1 y 6 h, produciéndose la expulsión de la placenta (Arthur y col., 1991). El aumento de los niveles de oxitocina es fundamental para el desarrollo del comportamiento materno de la oveja (Lévy y col., 1992), promoviendo también la manifestación de conductas de protección hacia la cría (Lee y Gammie, 2007). En esta fase, la madre acicala a la cría recién nacida, y auxilia a la misma a acceder a la ubre para realizar su primer amamantamiento (Arthur y col., 1991). El amamantamiento también provoca una descarga de oxitocina que ayuda tanto a la salida del calostro, como un aumento de las contracciones miométriales por parte del útero (Challis y Lye., 1994).

### **2.3. Desarrollo del vínculo madre-cría al parto**

Los ovinos son animales gregarios y el comportamiento maternal de las ovejas se despliega abruptamente alrededor del parto (Poindron y Lévy, 1990). Las ovejas preparturientas se aíslan de la majada, buscando un lugar reservado para parir, lo que

favorece el despliegue de los cuidados hacia su cría, disminuyendo la interferencia de otras ovejas o de otras crías (Dwyer y Lawrence, 2005; Dwyer, 2014). Este aislamiento del grupo facilita el reconocimiento y el rápido establecimiento del vínculo selectivo entre la oveja y su cordero (Lévy y col., 1996).

Unos segundos después de la expulsión de su cría, la madre comienza a acicalar a su cría (Poindron y Le Neindre, 1980), debido a que alrededor del parto la oveja presenta una fuerte atracción por el líquido amniótico que la recubre la cría. Este comportamiento permite a la madre reconocer las características físicas de su cría, y generar una memoria en relación al olor de su cordero (Hudson y Mullord, 1977), ayudando también a secar la lana y a reducir la pérdida de calor de su cordero (Nowak y col., 2000). La madre utiliza principalmente el olfato para el reconocimiento, valiéndose también de las señales auditivas y visuales (Keller y col., 2003). Mientras se está estableciendo el vínculo madre cría, el cordero no es un actor pasivo, y es indispensable que tenga un comportamiento adecuado para así lograr un fuerte estímulo maternal en la oveja (Dwyer y Lawrence, 2005). El recién nacido sacude la cabeza, mueve sus patas, adopta la posición de decúbito esternal y vocaliza (Nowak y col., 2008). Una vez que está de pie, el comportamiento normal de búsqueda del pezón es provocado por una variedad de estímulos sensoriales proporcionados por la oveja (O'Connor y Lawrence, 1992). La madre lame activamente al cordero, emite balidos de tono bajo, y adopta una postura que facilite el encuentro de su cría con la ubre (Keverne y Kendrick, 1992). Al mismo tiempo, el cordero va explorando hasta encontrar los pezones (Nowak y col., 2008), lo que logra hacer entre 20 y 60 min luego de nacido (Slee y Springbett, 1986). El sentido del tacto también juega un rol importante en el reconocimiento de la madre por parte del cordero, ya que los mismos hacen movimientos rápidos de la lengua y masticación cuando entran en contacto con las zonas ventrales de su madre (Nowak y col., 2008).

Una vez que se generó el vínculo, la atención materna se da manera exclusiva hacia su cría (Poindron y Le Neindre, 1980), y esta rechaza agresivamente a crías ajenas que intentan mamar (Levy y col., 1996). La capacidad del cordero para pararse y mamar de manera exitosa se afecta por partos dificultosos, peso al nacer (tanto los corderos muy pesados como los muy livianos tardan más en pararse y mamar), y una pobre nutrición durante la preñez (Nowak y col., 2008).

En síntesis, la supervivencia de los corderos depende de una exitosa interacción con su madre (Nowak, 1996). Sin embargo, por sí solo, este vínculo no es suficiente, ya que además, el cordero necesita un adecuado aporte de calostro en las primeras horas de vida (Nowak, 1996).

#### **2.4. Importancia de la ingestión de calostro**

El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria. Contiene inmunoglobulinas que aportan inmunidad, tiene efecto laxante, lo que ayuda a la eliminación del meconio, y es la principal fuente de energía para la producción de calor y prevención de la hipotermia en el cordero (Pattinson y col., 1995). Para que el cordero sobreviva es indispensable que ingiera calostro en cantidades adecuadas lo antes posible (Dwyer y col., 2016). Esto se debe a que el intestino de los corderos es permeable a las inmunoglobulinas maternas solo durante las primeras 24 h de vida. La permeabilidad ya comienza a declinar a partir de las 6 h de nacidos, con lo cual a medida que transcurre el tiempo la capacidad de adquirir la inmunidad pasiva disminuye (Banchemo, 2005).

La supervivencia neonatal depende de al menos dos factores complementarios relacionados a la ingestión de calostro: la capacidad para ingerir cantidades suficientes (a través de un comportamiento de succión vigoroso) y la concentración de inmunoglobulinas calostrales disponibles de la madre (Dwyer y col., 2016). Se estima que el cordero debe ingerir 200 mL por kg de peso vivo de calostro en las primeras 18 h de vida (Mellor y Murray, 1986). Es sabido que la esquila preparto es una herramienta más para optimizar la supervivencia neonatal, ya que induce un aumento en la producción de calostro sin afectar su composición (Sphor y col., 2011).

El calostro se acumula normalmente durante los 2 o 3 días previos al parto, asegurando la disponibilidad al momento del nacimiento del cordero (Banchemo y col., 2005). Está demostrado que la presencia de calostro en el abomaso del cordero facilita la habilidad de reconocer a su madre, lo cual es importante para establecer y mantener el vínculo madre-cría (Nowak, 1996).

## **2.5. Vínculo madre-cría en el posparto temprano**

A partir de las 12 h de vida, los corderos tienen la capacidad de reconocer a su madre, a pesar de que en algunos momentos pueden intentar mamar de otras ovejas (Nowak y col., 1987). Esta preferencia de la cría proviene de la capacidad de diferenciar señales de aceptación que muestra su madre y señales de rechazo que despliegan otras madres (Terrazas y col., 2002). A pesar de que las ovejas utilizan principalmente el olfato para reconocer a sus crías durante el posparto temprano, también pueden hacerlo a la distancia a través de señales auditivas y visuales desde las 12 h posparto (Ferreira y col., 2000; Keller y col., 2003). Estas señales auditivas incluyen balidos bajos producidos por la oveja y su cría estando a corta distancia, mientras que los balidos fuertes y agudos se consideran llamadas de contacto o de auxilio y son emitidos cuando la madre y las crías se separan (Nowak y col., 2008). A las 48 h de nacidos, la capacidad del cordero para reconocer a su madre es máxima, siendo que los mismos pueden diferenciarla a varios metros de distancia (Nowak, 1990). El vínculo estrecho que se genera en el posparto temprano se caracteriza por una alta frecuencia de amamantamientos, junto con la tendencia a que la cría se mantenga cerca de su madre. Este vínculo se modifica a lo largo del período de lactación, ya que a medida que los corderos crecen, la distancia con su madre tiende a aumentar (Poindron y Le Neindre, 1980).

## **2.6. Termogénesis neonatal**

Al nacimiento, el cordero pasa de una temperatura de 39° C en el útero a 10 °C o menos en el exterior, siendo de vital importancia el mantenimiento de la temperatura corporal (Plush y col., 2016). La termorregulación del neonato se da por la combinación de poder generar calor mediante la grasa parda y reducir la pérdida al ambiente a través de la radiación de la superficie de la piel (Dwyer y Lawrence, 2005), la cual representa el 60 % de la pérdida total de calor (McCoard y col., 2014). En este contexto, los corderos afrontan dos periodos críticos en los cuales son más susceptibles a la hipotermia. Desde el nacimiento hasta las 5 h posparto, debido a la excesiva pérdida de calor a través de la radiación por estar húmedos, y desde las 12 h hasta las 36 h posparto, debido al agotamiento de las reservas de energía si el cordero no ingiere calostro suficiente (Plush y col., 2016).

Esta producción de calor neonatal proviene de dos mecanismos principales: la termogénesis, principalmente atribuible a la grasa parda, y la termogénesis por contracciones musculares, que se produce por la metabolización del glucógeno muscular (Dwyer y col., 2016). La producción de calor mediante la grasa parda representa un 40-50 %, mientras que la producción de calor por las contracciones musculares representa el 50-60 % restante (Encinias y col., 2004). La actividad de la grasa parda es dependiente de las fibras nerviosas que alcanzan los adipocitos, los capilares aportan el oxígeno y los lípidos (sustrato), así como el calor (Cannon y Nedergaard, 2004).

En el feto ovino, el desarrollo de la grasa parda comienza durante las últimas 4 semanas de gestación (Clarke y col., 1994), pudiendo ser modificada durante su vida fetal. Se ha demostrado que la esquila preparto mejora la termorregulación del cordero al momento de nacer (Labeur y col., 2017), debido al aumento del consumo voluntario de alimento por parte de la madre ocasionado por el estrés que le provoca la esquila, aportando de esta manera un mayor flujo de nutrientes a la placenta y al feto, permitiendo al mismo lograr un mayor tamaño al parto (Banchero y col., 2007, Montossi y col., 2005). Además, la esquila preparto aumenta el vigor de los corderos (disminuye el tiempo que el cordero tarda en encontrar la ubre, y aumenta el tiempo de succión). Esto probablemente se asocia con una mayor duración de la gestación de las ovejas esquiladas (promedio 2 días más), lo que mejora la maduración de los corderos, siempre y cuando haya una buena oferta de forraje disponible (Banchero y col., 2010).

A diferencia de otras especies de mamíferos, como los humanos, que nacen con grasa parda y grasa blanca, en los corderos neonatos la grasa parda representa casi el 100% del total del tejido adiposo (Encinias y col., 2004). Las principales regiones que contienen grasa parda son la región perirrenal abdominal e inguinal, al igual que el tejido subcutáneo pre escapular y miembros posteriores (Alexander y Well, 1975). Se estima que la grasa parda representa al nacimiento el 2 % del peso vivo del cordero, lo que puede modificarse de acuerdo a la alimentación maternal preparto (Symonds y col., 2003).

El comportamiento de los corderos se relaciona con su capacidad de termorregulación: los corderos que son más lentos en los comportamientos al parto

(por ejemplo: intentos de pararse y velocidad en alcanzar la ubre) tienen una menor temperatura rectal que aquellos con comportamientos más vigorosos (Plush y col., 2016). En este sentido, los corderos con temperaturas más bajas tienen menores probabilidades de alcanzar la ubre (Slee y Springbett, 1986). La velocidad con la que el cordero se para y busca la ubre tiene relación con la supervivencia, y a su vez, los corderos que se paran en menor tiempo tienen una mayor tasa de crecimiento (Dwyer, 2003). Esto se debe, no solo a las ventajas inmunológicas y nutricionales de la ingesta temprana de calostro, sino también al efecto que el amamantamiento produce sobre el vínculo entre la oveja y su cría (Dwyer, 2003). Hay estudios que describen que por cada minuto que se demore entre el parto hasta que el cordero se pare y alcance la ubre la capacidad de sobrevivencia del mismo decrece un 1% (Kelly y Lindsay, 1987). También, el comportamiento del cordero de pararse rápidamente luego del parto tiene otros efectos beneficiosos en la termorregulación, ya que ayuda a disminuir las pérdidas por convección con el suelo en el periodo en que aún están recubiertos por líquido amniótico (Dwyer y Morgan, 2006). Además, el comportamiento de acurrucarse cerca de su madre o dormir con otros corderos disminuye las pérdidas de la temperatura corporal (Dwyer y Morgan, 2006).

En términos generales, los corderos que son más lentos en sus comportamientos, son menos capaces de poder controlar su temperatura corporal luego del parto (Dwyer y Morgan, 2006).

## **2.7. Termografía infrarroja**

La imagen termográfica puede ser utilizada para el estudio indirecto de la termogénesis en el cordero neonato, con la ventaja de que a diferencia de la medición de la temperatura rectal, se puede apreciar la generación y pérdida de calor a través de la piel asociada a los depósitos de grasa parda (Labeur y col., 2017). Los objetos con temperaturas de superficie por encima del cero absoluto emiten radiación infrarroja (500 nm-1mm) (Speakman y Ward, 1998). Al poder medir esta radiación infrarroja es posible estudiar la temperatura sin la necesidad de que haya contacto físico (Speakman y Ward, 1998). El principio de la termografía se basa en la transformación del calor de la superficie de un objeto en la representación a partir de

una imagen, representando los gradientes de color generado y las diferencias en el calor emitido (Eddy y col., 2001).

La cámara infrarroja se ha utilizado en veterinaria con múltiples propósitos, como evaluar el estrés de diferentes prácticas de manejo como son el transporte de cerdos de la granja hasta el matadero antes del sacrificio (Arduini y col., 2017); controlar regiones de inflamación incluso antes de que se pueda apreciar por palpación directa y que se desarrolle cojera clínica en equinos permitiendo controlar la progresión de la curación de lesiones (Eddy y col., 2001); detectar tempranamente las mastitis en bovinos de leche (Berry y col., 2003); realizar diagnósticos tempranos de dermatitis digital en vacas de tambo (Alsaad y col., 2015); detectar fiebre aftosa a través de la medición de la temperatura del pie (Rainwater-Lovett y coll., 2009); predecir el celo en vacas (Talukder y col., 2014); evaluar la termorregulación testicular, calidad del semen y la fertilidad en toros (Lunstra y Coulter, 1993); medir la temperatura escrotal en carneros (Coulter y col., 1988); detectar onfalitis en terneros recién nacidos (Shecaira y col., 2018); correlacionar la eficiencia alimenticia y las temperaturas de la superficie corporal en novillos de carne (Montanholi y col., 2010), etc.

Una de las principales ventajas que presenta el uso de métodos no invasivos es que se puede evitar interferencias entre la observación y los comportamientos normales en el animal (Redaelli y col., 2014). La termografía es de fácil aplicación, con una alta resolución térmica y las oportunidades que su uso conlleva han convertido a la termografía infrarroja en una técnica ampliamente utilizada como herramienta diagnóstica. La misma no causa daños al animal ni al operador, ya que no utiliza ultrasonidos, ni radiaciones (Redaelli y col., 2014). Esto, tiene un fuerte impacto en el bienestar animal como herramienta preventiva, ya que es capaz de descubrir cambios patológicos en animales aparentemente sanos (Redaelli y col., 2014).

La cámara termográfica debe ser calibrada antes de su uso, debido a la concentración de agua que presenta la piel produciendo valores de emisividad muy altos (de 0,80 a 0,98) dependiendo del animal (Redaelli y col., 2014). Factores ambientales como la temperatura del aire, la suciedad de la superficie y la humedad pueden afectar el escaneo termográfico (Alsaad y col., 2015). El uso de la cámara termográfica junto con la medición de la temperatura rectal son herramientas útiles que se pueden usar a campo, lo que podría ser un indicador de la capacidad de termorregulación en los

corderos neonatos. Obteniendo esta información, se puede evaluar las diferentes estrategias para mejorar la supervivencia neonatal, como son la mejora de la alimentación y/o cambios en el manejo (McCoard y col., 2014; Vicente-Pérez y col., 2019). Algunos ejemplos que se podrían citar en este sentido, son la alimentación estratégica focalizada en el parto ya sea con pasturas o suplementos, la implementación de abrigos para la parición, ya sea naturales o artificiales (Grattarola y García Pintos, 2016). Estas medidas son más bien preventivas, pero hay escenarios donde puede haber complicaciones luego del nacimiento. A los corderos con temperaturas rectales mayores a los 38,5 °C, pero que no han mamado calostro, se les puede administrar calostro tibio ordeñado de la madre, a razón de 200 mL por toma si el cordero tiene reflejo de succión. En caso contrario, se lo administra mediante sonda gástrica (Banchemo y col., 2013). En casos más complicados donde el cordero esté en un estado de hipotermia, se le puede inyectar glucosa intraperitoneal al 20 % tibia, a una dosis de 10 mL/kg de peso vivo junto con la colocación del mismo en un ambiente adecuado. Esto puede implicar sumergir al cordero en agua a 40°C hasta que el animal recupere su temperatura normal (39,5-40°C). Luego de recuperado se le administra calostro mediante mamadera o sonda y se lo devuelve a su madre (Banchemo y col., 2013).

### **3. HIPÓTESIS**

La temperatura corporal y superficial de los corderos se relaciona con sus comportamientos al parto y posparto temprano.

### **4. OBJETIVOS**

#### 4.1. Objetivo general

Determinar si existe relación entre la temperatura corporal y superficial de los corderos y sus comportamientos al parto y posparto temprano.

#### 4.2. Objetivos específicos

Determinar si:

- la temperatura superficial y rectal de los corderos se relacionan con los comportamientos asociados al vínculo madre-cría luego del parto.
- la temperatura superficial y rectal del cordero se relacionan con sus comportamientos durante una prueba estandarizada de separación y reunión de sus madres entre las 24-36 h posparto.
- la temperatura superficial y rectal de los corderos luego del parto se relacionan con los comportamientos asociados al vínculo madre-cría durante una prueba de separación y reunión realizada entre las 24-36 h posparto.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Local de estudio, animales y manejo**

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Bañados de Medina, Cerro Largo, Uruguay, en otoño (marzo-abril, 2019). Para dicho estudio se utilizaron 60 ovejas Corriedale multíparas de gestación simple y sus corderos. Se indujo el celo de las ovejas utilizando el “efecto macho” en primavera (octubre). Se incluyeron en el experimento las ovejas con un solo feto diagnosticadas por ecografía transrectal a los 30 días después de la encarnerada.

Durante la gestación, las ovejas pastorearon campo natural y tenían libre acceso al agua. Las ovejas parieron durante la estación reproductiva (marzo-abril). Desde 25 días antes de la fecha esperada de parto, las ovejas pastorearon sorgo forrajero. A partir de los 5 días antes de la fecha esperada de parto y hasta el final del experimento, las ovejas pastorearon campo natural en un potrero de 40 m x 45 m y recibieron 300 g.animal<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> de afrechillo de arroz. En ese momento, el peso de las ovejas era de 53.0 ± 7.1 kg (promedio ± desvío estándar), y tenían una condición corporal de 3.4 ± 0.5 (escala 1 – 5, donde 1= flaca y 5= obesidad; Russel y col., 1969).

### **5.2. Registros al parto**

A partir de los 145 días de gestación se realizó control de partos de manera continua de 7:00 h a 19:00 h. Los registros de los partos fueron realizados por 3 personas, a una distancia mínima de 5 m de los animales para no alterar su comportamiento natural. Al momento del parto se registró: la fecha y hora del nacimiento, la latencia en pararse (tiempo transcurrido desde el parto hasta que el cordero se para por primera vez, y se mantiene en esta posición durante al menos 3 s), el número de veces que lo hicieron antes del primer amamantamiento, la latencia en mamar (tiempo transcurrido desde que el cordero se para por primera vez hasta el primer amamantamiento; Figura 1) y la duración del primer amamantamiento (tiempo transcurrido desde que empieza a mamar por al menos 3 s hasta que deja de hacerlo por al menos 3 s).



Figura 1: Foto del primer amamantamiento del cordero, a partir del cual se calculó la duración del primer amamantamiento.

La duración de la segunda fase del parto y de la latencia a mamar nunca duraron más de 2 h, por lo que no se asistió a ningún parto.

Una hora después de la expulsión de la cría se sacaron fotos con una cámara termográfica infrarroja (E95, FLIR, Estonia) de la zona dorsal de los neonatos. Las condiciones que se sacaron las fotos fueron estandarizadas. Primeramente, se secaron los corderos, se esperó 15 min y se tomó una foto de la región dorsal del animal. Siempre la misma persona sacó la foto a 1 m de distancia del cordero, y una segunda persona sujetó el cordero siempre sin tocar la región dorsal (Figura 2). La cámara termográfica se calibró según la temperatura ambiente obtenida de un anemómetro digital portátil (GM816A Digital LCD, China), la temperatura reflejada, humedad relativa (datos tomados de INUMET) y emisividad de 0,98 según Labeur y col. (2017). La temperatura rectal se midió con un termómetro digital clínico. Luego de tomar las medidas de temperatura, se identificaba el cordero con collar numerado y al día siguiente se trasladaron las ovejas y sus corderos a un potrero de 45 m x 80 m.



Figura 2: ilustración del momento en que se tomó la foto termográfica de la espalda de un cordero luego del parto, la misma siempre fue tomada a 1 m de distancia y una segunda persona sostuvo al cordero por la zona ventral.

### **5.3. Prueba de separación-reunión maternal**

De 24 a 36 h de nacidos, las madres y sus corderos fueron trasladadas a un corral de prueba que tenía un área estandarizada de 6 m x 15 m, donde se alojaban un mínimo de 5 y un máximo de 10 ovejas y sus corderos (Figura 3). Luego se esperaba aproximadamente 15 min antes de realizarles la prueba para que el comportamiento de los animales fuera normal.

La prueba duró 6 min en total. En los primeros 3 min, un observador separaba el cordero de su madre, y se registraba el número de vocalizaciones de la madre y de su cordero, y la temperatura rectal del mismo. Al finalizar este período se medía la distancia entre ambos utilizando un telémetro láser (Glm 250 Vf Bosch, Alemania). Durante los 3 min siguientes, se liberaba el cordero, registrando el tiempo de reunión con su madre (tiempo transcurrido desde que se liberaba el cordero hasta que el mismo reunía con su madre a una distancia menor a 1 m), y el lapso de tiempo que el mismo demoraba en mamar en caso de hacerlo. Si el cordero no mamaba antes de estos 3 minutos, se consideraba la latencia a mamar como tiempo máximo (180 s o 3 min). En la figura 3 está representada las condiciones en que se realizaron la prueba de separación-reunión.

Al final de la prueba, los animales permanecieron inalterados al menos 15 min, y luego se procedía a la toma de fotos termográficas, utilizando la misma metodología que en el parto. Luego de sacar las fotos se identificaban el sexo y el peso de los corderos.



Figura 3: Corral donde se realizaron las pruebas de separación-reunión maternal. Se observó de 5 a 10 díadas oveja-cordero en un corral de 6 m x 15 m (A). Se midió la temperatura rectal, número de vocalizaciones de los corderos y la distancia entre la madre y su cordero (B).

#### 5.4. Análisis de las imágenes infrarrojas

Se analizaron las imágenes termográficas utilizando el FLIR Tools, software libre que permite importar y editar de forma fácil y rápida las imágenes tomadas por la cámara termográfica. La aplicación permite ajustar parámetros como la emisividad, temperatura ambiental y la temperatura reflejada. En cada imagen de la espalda se identificaron 4 regiones de interés circulares de igual tamaño. Se seleccionaron regiones del hombros, lomo, cadera y grupa de según Labeur y col. (2017). El software calculó las temperaturas mínimas, promedio y máximas de cada área (Figura 4).

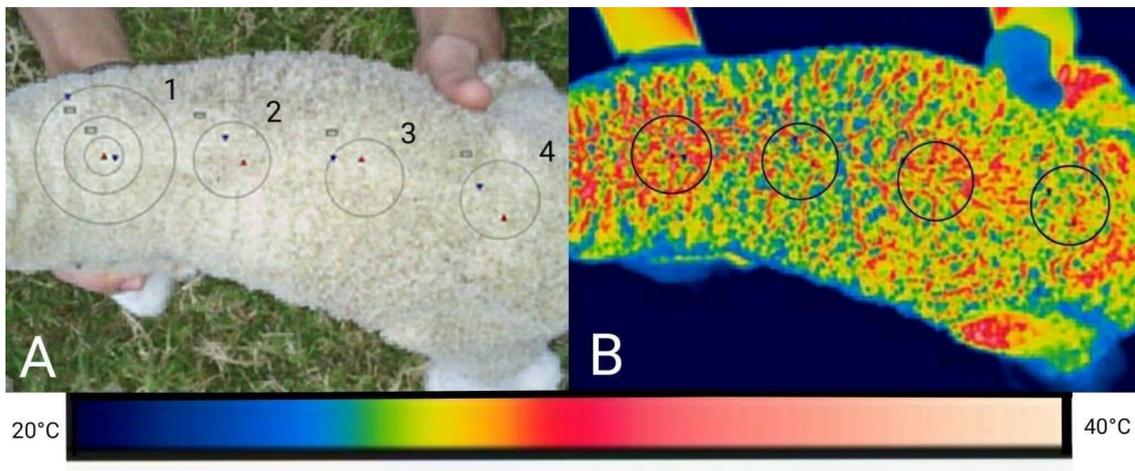


Figura 4. Captura de pantalla del software FLIR Tools, mostrando las 4 regiones de interés seleccionadas: hombros (1), lomo (2), cadera (3) y grupa (4), delimitadas en la foto común (A) y en la imagen termográfica (B). Adentro de cada región de interés (círculos) se puede visualizar las temperaturas mínimas (flecha azul) y máximas (flechas rojas).

### 5.5. Análisis estadísticos

Luego de obtener y ordenar todos los datos se comprobó la normalidad de cada variable utilizando la prueba de Shapiro-wilk. Se analizaron los datos utilizando Ana Stats (<https://www.anastats.fr>; Ana Stats, Rilly-sur-Vienne, Francia). Las variables que tenían distribución normal se analizaron con la prueba de Pearson, mientras que las que no presentaban distribución normal se analizaron con la prueba de Spearman. Se consideraron diferencias significativas cuando  $P \leq 0,05$  y tendencias cuando  $0,05 < P \leq 0,1$ .

## **6. RESULTADOS**

Los promedios y desvío estándar de cada comportamiento y temperaturas registrados durante el parto y la prueba de separación-reunión están resumidos en las tablas 1, 2, 3 y 4.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de los comportamientos (N=19) y de la temperatura rectal del cordero al parto.

Variables al parto	Media (min-max)		Desvío estándar
Latencia a pararse (min)	26,8	(10-77)	14,2
Latencia parada-mamar (min)	24,9	(1-96)	25,6
Duración primer amamantamiento (s)	46,3	(3-251)	47,6
Temperatura rectal (°C)	39,5	(38-40,6)	0,5

Tabla 2: Estadísticas descriptivas de las temperaturas superficiales del hombros, lomo, cadera y grupa de los corderos al parto (promedio y desvío estándar, N=19).

	Mínima	Desvío estándar	Media	Desvío estándar	Máximo	Desvío estándar
Hombros (°C)	26,9	4,6	31,2	3,9	35,5	3,2
Lomo (°C)	26,9	4,1	30,3	3,8	34,4	3,1
Cadera (°C)	27,4	4,1	30,9	3,9	34,6	3,4
Grupa (°C)	27,3	4,0	30,7	4,4	34,2	3,8

Tabla 3: Estadísticas descriptivas de los comportamientos, el peso y la temperatura rectal en la prueba de separación-reunión hecha entre las 24 y 36 h post parto (N=59).

VARIABLES (a las 24 h de nacidos)	Media (Min-Max)	Desvío estándar
Peso de los corderos (kg)	4,7 (2,3-6,5)	0,9
Número de vocalizaciones	13,8 (0-46)	11,2
Distancia (m)	3,3 (0-16,6)	3,1
Latencia reunión (s)	11,2 (0-180)	24,9
Temperatura rectal (°C)	39,5 (38,4-40,8)	0,4

Tabla 4: Estadísticas descriptivas de las temperaturas superficiales de la espalda de los corderos en la prueba de separación-reunión hecha entre las 24 y 36 h post parto (promedio y desvío estándar, N=39).

	Mínimo	Desvío estándar	Media	Desvío estándar	Máximo	Desvío estándar
Hombros	28,5	3,3	33,5	3,3	33,2	3,1
Lomo	29,2	3,5	33,2	3,6	36,9	3,5
Cadera	29,2	3,5	33,5	3,6	37,1	3,7
Grupa	29,4	3,4	33,4	3,6	36,9	3,7

### **6.1. Correlaciones entre la temperatura rectal y las temperaturas superficiales**

No hubo correlación entre la temperatura rectal y temperatura superficial de los corderos al parto. En la prueba de separación-reunión, la temperatura rectal se correlacionó positivamente con la temperatura superficial, a excepción de la temperatura máxima de la grupa (Tabla 5).

Tabla 5. Relaciones entre la temperatura rectal y las temperaturas superficiales durante la prueba de separación-reunión realizada entre 24 y 36 h de nacidos, medidas a nivel de hombros, lomo, cadera y grupa, utilizando una cámara termográfica, y un termómetro digital.

	Mínimo			Media			Máximo		
	r	P	N	r	P	N	r	P	N
Hombros	0,37	0,03	36	0,33	0,046	36	0,35	0,03	38
Lomo	0,43	0,007	38	0,47	0,003	38	0,38	0,02	38
Cadera	0,46	0,004	38	0,45	0,005	38	0,36	0,02	38
Grupa	0,47	0,003	38	0,35	0,03	38	0,31	ns	38

## 6.2. Correlaciones al parto

### 6.2.1. Peso y los comportamientos

El peso de los corderos se correlacionó negativamente con la latencia para mamar ( $r=-0,42$ ;  $P=0,02$ ). Ningún otro comportamiento de los corderos se correlacionó con su peso: latencia para pararse por primer vez ( $r=-0,20$ ;  $P=0,34$ ), tiempo para mamar desde que el cordero está parado ( $r=-0,26$ ;  $P=0,20$ ) ni duración del primer amamantamiento ( $r=0,24$ ;  $P=0,24$ ).

### 6.2.2. Peso y temperaturas

El peso de los corderos se correlacionó positivamente con la temperatura superficial y con la temperatura rectal de los corderos al parto (Tabla 6).

Tabla 6: Relación entre el peso de los corderos registrados entre 24 y 36 h de nacidos y la temperatura superficial al parto de los mismos, medida con la cámara termográfica a nivel de hombros, lomo, cadera y grupa.

	Mínimo			Media			Máximo		
	r	P	N	r	P	N	R	P	N
Hombros	0,64	0,003	19	0,62	0,005	19	0,54	0,016	19
Lomo	0,63	0,004	19	0,61	0,005	19	0,54	0,018	19
Cadera	0,60	0,007	19	0,58	0,009	19	0,50	0,03	19
Grupa	0,70	0,001	18	0,68	0,002	18	0,62	0,005	19

### 6.2.3. Comportamientos y temperaturas

La temperatura rectal al nacimiento se correlacionó negativamente con la duración del primer amamantamiento ( $r=-0,43$ ,  $P=0,01$ ). Ningún otro comportamiento al parto se relacionó con la temperatura rectal al nacimiento.

Las temperaturas superficiales máximas de los hombros, lomo y cadera se correlacionaron negativamente con el tiempo desde que el cordero se para hasta que mama (hombros:  $r=-0,67$ ,  $P=0,0008$ ; lomo:  $r=-0,61$ ,  $P=0,0028$ ; cadera:  $r=-0,52$ ,  $P=0,0213$ ). Ningún otro comportamiento se relacionó con las temperaturas superficiales medidas al parto (latencia en pararse y duración del primer amamantamiento).

## 6.3. Correlaciones durante la prueba de separación reunión

### 6.3.1. Peso y comportamientos

El peso de los corderos y la distancia entre el cordero y su madre se relacionaron negativamente ( $r=-0,45$ ,  $P=0,0004$ ). Ningún otro comportamiento medido durante la prueba de separación-reunión se relacionó con el peso de los corderos.

### 6.3.2. El peso y las temperaturas

Ninguna temperatura superficial ni rectal se relacionó con el peso de los corderos.

### 6.3.3. Comportamientos y temperaturas

La distancia entre la cría y su madre y las temperaturas superficiales máxima y promedio de hombros, así como la temperatura máxima del lomo, se relacionaron positivamente (Tabla 7). Las temperaturas superficiales no se relacionaron con otros comportamientos registrados durante la prueba. Ningún comportamiento medido en la prueba se relacionó con la temperatura rectal.

Tabla 7: Relación entre la temperatura superficial de hombros, lomo, cadera y grupa y la distancia entre la madre y su cría a los 3 min de separados en la prueba de separación-reunión realizada de 24 a 36 h de nacidos.

	Mínimo			Promedio			Máximo		
	r	P	N	r	P	N	r	P	N
Hombros	0,21	ns	37	0,40	0,02	37	0,42	0,008	39
Lomo	0,18	ns	39	0,26	ns	39	0,34	0,04	39
Cadera	0,23	ns	39	0,27	ns	39	0,28	ns	39
Grupa	0,28	ns	39	0,29	ns	39	0,29	ns	39

#### 6.4. Correlaciones entre las temperaturas al parto y los comportamientos en la prueba de separación-reunión

La temperatura superficial mínima de la grupa medida al parto y las vocalizaciones de los corderos durante la prueba de separación de su madre se correlacionaron negativamente (Tabla 8).

Tabla 8: Relación entre la temperatura superficial de los corderos al parto medida a nivel de hombros, lomo, cadera y grupa y las vocalizaciones de los corderos en la prueba de separación reunión realizada de las 24 a 36 h de nacidos

	Mínimo			Media			Máximo		
	r	P	N	r	P	N	r	P	N
Hombros	-0.38	ns	19	-0.30	ns	19	-0.20	ns	19
Lomo	-0.44	ns	19	-0.31	ns	19	-0.22	ns	19
Cadera	-0.38	ns	19	-0.37	ns	19	-0.37	ns	19
Grupa	-0.50	0.016	18	-0.39	ns	18	-0.34	ns	19

La temperatura superficial máxima de la grupa al parto se correlacionó negativamente con la distancia que estaba la madre a los 3 min de la separación (Tabla 9).

Tabla 9. Relación entre la temperatura superficial de los corderos al parto medida en los hombros, lomo, cadera y grupa y la distancia entre el cordero y su madre a los 3 minutos de iniciada la prueba de separación-reunión.

	Mínimo			Promedio			Máximo		
	r	P	N	r	P	N	r	P	N
Hombros	-0,31	ns	19	-0,42	ns	19	-0,39	ns	19
Lomo	-0,24	ns	19	-0,33	ns	19	-0,25	ns	19
Cadera	-0,28	ns	19	-0,33	ns	19	-0,29	ns	19
Grupa	-0,32	ns	18	-0,42	ns	18	-0,55	0.007	19

## **7. DISCUSIÓN**

En esta Tesis, tanto la temperatura superficial como la temperatura rectal de los corderos se relacionaron con diferentes comportamientos asociados al vínculo entre el cordero y su madre al parto y en el postparto temprano. Al parto, cuanto mayores fueron las temperaturas superficiales en diferentes zonas en la región dorsal de los corderos, menor fue el tiempo en que el mismo ingirió calostro por primera vez desde que logró pararse de manera exitosa. En este sentido, se ha reportado que cuanto más lentos son los corderos para ingerir calostro por primera vez, mayores son las tasas de mortalidad perinatal (Cloete, 1993). Por tanto, si bien en esta Tesis no se registró la tasa de mortalidad, se sugiere que la temperatura superficial también podría estar relacionada con la tasa de supervivencia de los corderos en los primeros días de nacidos. Asimismo, este resultado demuestra que los corderos con mayor temperatura superficial eran más activos y vigorosos, y por tanto más rápidos en alcanzar la ubre por primera vez. A su vez, los corderos que presentaron mayor peso fueron más rápidos en alcanzar la ubre y mamar, como fue reportado anteriormente por Dwyer y Morgan (2006), y además, presentaron mayor temperatura superficial. Este último resultado podría estar relacionado con la cantidad de grasa parda del cordero y su capacidad de termorregulación, dado que los corderos de mayor tamaño, presentan mayores reservas energéticas y cantidad de grasa parda y a su vez presentan una menor proporción de superficie corporal, perdiendo así menos calor (Dwyer y col., 2016). En nuestro estudio, los corderos con mayor temperatura rectal al nacimiento, presentaron una menor duración del primer amamantamiento. En este sentido, esto podría ser explicado porque los corderos con temperaturas más elevadas y con mayor peso, presentan una succión más vigorosa (Dwyer y col., 2016; Dwyer y Morgan, 2006). Otra interpretación no contrapuesta para este resultado es que los corderos que presentaron una mayor temperatura rectal podrían no necesitar tanto aporte de energía y calor del calostro como los corderos que presentaron una menor temperatura rectal, por lo que mamaron durante menos tiempo. Teniendo en cuenta todos estos resultados en su globalidad, sugerimos que las temperaturas superficial y rectal, parecen ser buenos indicadores de la supervivencia y/o vigorosidad de los corderos en las primeras horas de nacidos.

Durante la prueba de separación-reunión, los corderos que presentaron temperaturas superficiales más elevadas, tuvieron a su madre más lejos durante la etapa de separación. Esto sugiere que los corderos con mayores temperaturas superficiales, tenían una menor necesidad de los cuidados maternos, o que los mismos eran más independientes de su madre. De manera general, nuestros resultados relacionados a la temperatura superficial de los corderos están condicionados al ambiente en que se encontraban los mismos, como previamente fue demostrado por Vicente-Pérez y col. (2019). En este sentido, si bien las condiciones ambientales en que se encontraban los animales estaba en su zona de confort térmico, durante las mediciones hubo una gran variación en la temperatura ambiental. Las temperaturas superficiales de los corderos medidas al parto también estuvieron relacionadas con los comportamientos en la prueba a las 24-36 h de nacidos. En este caso, cuanto mayor fue la temperatura superficial, menor fue la distancia con su madre. Esto podría explicarse porque los corderos con mayor temperatura superficial al parto eran más rápidos en mamar, por lo que presentaban un mayor vínculo con su madre, manteniéndose esta una distancia menor cuando un observador los manipulaba. Por otra parte, cuanto mayor fue la temperatura superficial al parto, menor fue el número de vocalizaciones de los corderos. Esto podría deberse a que la menor distancia entre la madre y los corderos facilitó el reconocimiento visual por parte de su cría (Nowak, 1991), llevando a que el número de vocalizaciones fuera menor. Este resultado es coincidente con el hecho de que corderos más pesados y con mayor temperatura superficial al parto, también tuvieron a sus madres más cerca.

Nuestros resultados demuestran que los comportamientos en la prueba de separación-reunión tuvieron relación con las temperaturas superficiales, pero no con la temperatura rectal. De manera general, durante nuestro trabajo, las condiciones climáticas estuvieron en la zona termo neutral de los animales, con temperaturas que promediaron los 25 °C (datos tomados de INUMET), no siendo temperaturas extremas, por lo que la temperatura rectal no presentó grandes variaciones. En este sentido, la temperatura rectal es afectada en condiciones ambientales más extremas, como reportaron Labeur y col. (2017). En dicho estudio, los corderos fueron sumergidos en agua fría (8-10°C) y luego expuestos por una hora a 4°C, generando así cambios en la temperatura rectal. Por tanto, proponemos que la medición de la

temperatura superficial es más sensible que la medición de temperatura rectal para predecir los comportamientos relacionados con el vínculo madre-cría.

Al parto, la temperatura rectal no tuvo relación con la temperatura superficial. Sin embargo, en la prueba de separación reunión, la temperatura rectal tuvo relación positiva con la temperatura superficial. Esto podría ser explicado por los mecanismos de termorregulación de los corderos, y el diseño experimental aplicado en esta Tesis. Al nacimiento, los corderos pasan de un medio con temperatura controlada en el útero al exterior, donde las condiciones ambientales cambian, demandando la necesidad de desarrollar un mecanismo de termorregulación (Plush y col., 2016). Esto desencadena la vasoconstricción periférica, sobre todo en las orejas, cornetes nasales y tronco, disminuyendo el metabolismo en esas zonas, para aumentar en los órganos centrales y así ayudar a aislar la temperatura central del ambiente. Este mecanismo se activa alrededor de 5 h luego del nacimiento, por lo que durante este tiempo los corderos tienen una excesiva pérdida de calor mediante la radiación de la piel debido a que están húmedos, por estar recubiertos con el líquido amniótico (Plush y col., 2016). Esto podría explicar la falta de relación entre la temperatura superficial y la temperatura rectal, ya que la pérdida de calor es mayor en la superficie que en el centro del cuerpo al parto.

## **8. CONCLUSIONES**

La temperatura superficial al parto (en especial las máximas) y el peso de los corderos se relacionaron con la latencia al primer amamantamiento, un comportamiento vinculado con la supervivencia de los corderos y el establecimiento del vínculo madre-cría. Además, la temperatura superficial se relacionó con más comportamientos que la temperatura rectal. En este sentido, la termografía infrarroja es una herramienta práctica, no invasiva y que no requiere manipulación del cordero, pudiendo utilizarse para predecir el comportamiento de los mismos y el vínculo con su madre. Sin embargo, es necesario realizar más trabajos para relacionar las temperaturas superficiales al nacimiento con la tasa de supervivencia, para confirmar la relevancia de esta medición para detectar la vitalidad de los corderos.

## **9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abud M. J., Bielli A., Ithurralde, J., Freitas-de-Melo A., Álvarez-Oxiley A., López-Pérez Á. y Pérez-Clariget, R. (2020). Forage allowances offered to pregnant ewes until middle and late gestation: Organ priorities on foetus development. *South African Journal of Animal Science*, 50: 471-480
- Alexander G., Lynch J. J., Mottershead B. E. y Donnelly J. B. (1980). Reduction in lamb mortality by means of grass wind-breaks: results of a five-year study. *Proceedings of the Australian Society for Animal Production* 13: 329–332.
- Alexander G. y McCance I. (1958). Temperature regulation in the new-born lamb. I. Changes in rectal temperature within the first six hours of life. *Australian Journal of Agricultural Research*, 9: 339-347..
- Alexander G. y Well A. (1975) Quantity and Calculated Oxygen Consumption during Summit Metabolism of Brown Adipose Tissue in New-Born Lambs. *Biology of the Neonate* 26: 214-220.
- Alsaad M., Schaefer A. L., Büscher W. y Steiner A. (2015). The role of infrared thermography as a non-invasive tool for the detection of lameness in cattle. *Sensors*, 15: 14513-14525.
- Arthur G. H., Noakes D. E. y Pearson H. (1991). *Reproducción y Obstetricia en Veterinaria*. 6a ed. Madrid, Interamericana-Mc. Graw Hill, 702 p.
- Arduini A., Redaelli V., Luzi F., Dall'Olio S., Pace V. y Nanni Costa L. (2017). Relationship between Deck Level, Body Surface Temperature and Carcass Damages in Italian Heavy Pigs after Short Journeys at Different Unloading Environmental Conditions. *Animals*, 7: 10.
- Azzarini M. (2000). Una propuesta para mejorar los procreos ovinos. *Boletín de difusión SUL*, p. 3-35.

- Banchero G. (2003). Comportamiento Maternal y del cordero en relación a la actividad de mamado. Comportamiento del cordero recién nacido. PhD Tesis. The University of Western Australia. 210 p.
- Banchero G. (2005). Alimentación estratégica para mejorar la lactogénesis y el comportamiento de la oveja al parto. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. p: 72-75.
- Banchero G., Quintans G., Milton J. y Lindsay D. (2005). Alimentación estratégica para mejorar la lactogénesis de la oveja al parto. Seminario de Actualización Técnica. Reproducción ovina: Recientes avances realizados por el INIA. Tacuarembó, Uruguay. INIA Serie de Actividades de Difusión 401. p: 127-136.
- Banchero 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. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. p: 199-206.
- Banchero G., Vázquez A., Montossi F., De Barbieri I., y Quintans G. (2010). Pre-partum shearing of ewes under pastoral conditions improves the early vigour of both single and twin lambs. *Animal Production Science*, 50: 309-314.
- Banchero G., Vázquez A. A. y Quintans A. G. (2013). El objetivo es producir más corderos: Consideraciones a tener en cuenta para un correcto manejo pre y posparto de ovejas prolíficas. *Revista INIA-Nº*, 33, p 8.
- Bartolomé J. (2009). Endocrinología y fisiología de la gestación y el parto en el bovino. Curso de Postgrado de Manejo Reproductivo en Bovinos Lecheros, Tandil, Argentina, p 28.
- Berry R. J., Kennedy A. D., Scott S. L., Kyle B. L. y Schaefer A. L. (2003). Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared

thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian journal of animal science*, 83: 687-693.

Cannon B. y Nedergaard J. A. (2004). Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance. *Physiological Reviews*, 84: 277–35.

Challis J. R. G. y Lye S. J. (1994). Parturition. En: Knobil, E., Neill, J.D. *The Physiology of Reproduction*. 2a ed. New York, Eds. Raven Press, pp. 985–1031.

Clarke L., Darby C. J., Lomax M. A. y Symonds, M. E. (1994). Effect of ambient temperature during 1st day of life on thermoregulation in lambs delivered by cesarean section. *Journal of Applied Physiology*, 76: 1481-1488.

Coulter G. H., Senger P. L. y Bailey D. R. C. (1988). Relationship of scrotal surface temperature measured by infrared thermography to subcutaneous and deep testicular temperature in the ram. *Reproduction*, 84: 417-423.

Cunningham J. G. (2003). *Fisiología Veterinaria*. 3a ed. Madrid, Elsevier, 575 p.

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.

Dwyer C. M. (2003). Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology*, 59: 1027-1050.

Dwyer C. M., Conington J., Corbier F., Holmoy I. H., Muri Nowak R., Rooke J., Vipond J. y Gautier J. M. (2016). Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. *Animal*, 10: 449-459.

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

- Dwyer C. M., Calvert S. K., Farish M., Donbavand J. y Pickup H. E. (2005). Breed, litter and parity effects on placental weight and placentome number, and consequences for the neonatal behaviour of the lamb. *Theriogenology*, 63: 1092-1110.
- Dwyer C. M. y Lawrence A. B. (2005). A review of the behavioral and physiological adaptations of hill and lowland breeds of sheep that favour lamb survival. *Applied Animal Behavior Science*, 92: 235-260.
- Dwyer C. M. (2014). Maternal behaviour and lamb survival: from neuroendocrinology to practical application. *Animal*, 8: 102-112.
- Dwyer C. M. y Morgan C. (2006). Maintenance of body temperature in the neonatal lamb: Effects of breed, birth weight, and litter size. *Journal of Animal Science*, 84: 1093–1101.
- Eddy A. L., Van Hoogmoed L. M. y Snyder J. R. (2001). The role of thermography in the management of equine lameness. *The veterinary journal*, 162: 172-181..
- Encinias H. B., Encinias A. M., Faller T. C., Bauer M. L. y Lardy, G. P. (2004). Effects of prepartum high linoleic safflower seed supplementation for gestating ewes on cold tolerance and survivability of lambs. *J. Anim. Sci*, 82, 3654-3661.
- Fernández Abella D.H. (1985). Mortalidad neonatal de corderos: efecto de la edad de la madre y peso del cordero al nacimiento. Montevideo, Hemisferio Sur. pp 355-363.
- Fernández Abella D. (1993). Principios de la fisiología reproductiva ovina; gestación y parto. Montevideo, Hemisferio Sur, 247 p.
- Fernández Abella D., Cueto M. y Moraes J. (2017). Factores que afectan la supervivencia del cordero. Embrapa Pecuária Sul-Artigo em periódico indexado (ALICE).

- Ferreira G., Terrazas A., Poindron P., Nowak R., Orgeur P. y Levy F. (2000). Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology Behavior*, 69: 405–412.
- Fitzpatrick R. J. (1977). Changes in cervical function at parturition. *Annals of Veterinary Research* 8: 438-449.
- Frade J. (2016). Estrategias para el control de predadores. En: Jornadas Uruguayas de Buiatría (47as., 2016, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 12-18.
- 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 (Montevideo)*, 54: 27-36.
- George W. D., Godfrey R. W., Ketring R. C., Vinson M. C. y Willard S. T. (2014). Relationship among eye and muzzle temperatures measured using digital infrared thermal imaging and vaginal and rectal temperatures in hair sheep and cattle. *Journal of animal science*, 92: 4949-4955.
- Gibbons A. (1996). Efecto de la esquila sobre el peso al nacimiento de los corderos Merino en el sistema extensivo patagónico. Trabajo Monográfico. p 13.
- Givens M. y Marley M. S. D. (2008). Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology*, 70: 270-285.
- Grattarola M., Rivero J. y García Pintos M. (2016). Abrigos para la protección de corderos en la parición. Montevideo, SUL. 20 p. Disponible en [https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Abrigos\\_para\\_parici%C3%B3n.pdf](https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Abrigos_para_parici%C3%B3n.pdf). Fecha de consulta: 17/8/20.
- Hudson S. J. y Mullord M. M. (1977). Investigations on maternal bonding in dairy cattle. *Applied Animal Ethology*, 3: 271–276.

- Keller M., Meurisse M., Poindron P., Nowak R., Ferreira G., Shayit M. y Levy F. (2003). Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*, 43: 167–176.
- Keverne E. B. y Kendrick K. M. (1992). Oxytocin Facilitation of Maternal Behavior in Sheep a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 652: 83-101.
- Kelly R. W. y Lindsay D. (1987). Survival of lambs. *Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 4*, 28: 99-103.
- Labeur L., Villiers G., Small A. H., Hinch G. N. y Schmoelzl S. (2017). Infrared thermal imaging as a method to evaluate heat loss in newborn lambs. *Research in Veterinary Science*, 115: 517-522.
- Lee G. y Gammie S. C. (2007). GABA enhancement of maternal defense in mice: possible neural correlates. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 86: 176-187.
- Lévy F., Kendrick K. M., Keverne E. B., Piketty V. y Poindron P. (1992). Intracerebral oxytocin is important for the onset of maternal behavior in inexperienced ewes delivered under peridural anesthesia. *Behavioral Neuroscience*, 106: 427–432.
- Lévy F., Kendrick K., Keverne E. B., Porter R. y Romeyer A. (1996). Physiological, sensory and experiential factors of parental care in sheep. *Advances in Study of Behavior*, 25: 385-473.
- Lunstra D. D. y Coulter G. H. (1993). Scrotal thermography as a tool for predicting semen quality and natural-mating fertility in young beef bulls. Disponible en: [https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1152&context=hruska\\_reports](https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1152&context=hruska_reports). Fecha de consulta: 27/8/20

- Lye S. J. y Freitag C.L. (1990). Local and systemic control of myometrial contractile activity during labor in the sheep. *Journals of Reproduction & Fertility* 90: 483–492.
- Mari J. J. (1979). Pérdidas perinatales en corderos. 1ª Jornadas Ovinas Veterinarias. Tacuarembó, Uruguay. p: 1-12.
- McCoard S. A., Henderson H. V., Knol F. W., Dowling S. K. y Webster J. R. (2014). Infrared thermal imaging as a method to study thermogenesis in the neonatal lamb. *Animal Production Science*, 54: 1497-1501.
- Mellor D. J. y Murray L. (1986). Making the most of colostrum at lambing. *The Veterinary Record*, 118: 351-353.
- Mellor D. J. y Stafford K. J. (2004). Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *The Veterinary Journal*, 168: 118-133.
- Montanholi Y. R., Swanson K. C., Palme R., Schenkel F. S., McBride B. W., Lu D. y Miller S. P. (2010). Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. *animal*, 4: 692-701.
- Montossi F., De Barbieri L., Dighiero A., H. Martínez H., Nolla M., Luzardo S., Mederos A., San Julián R., Zamit W., Levratto J., Frugoni J., Lima G. y Costales J. (2005). La esquila preparto temprana: una nueva opción para la mejora reproductiva ovina. Seminario de Actualización técnica: reproducción ovina. Recientes avances realizados por el INIA. Serie de actividades de Difusión, 401, 85-103.
- Nowak R. (1990). Mother and sibling discrimination at a distance by three- to seven-day-old lambs. *Development Psychobiology*. 23: 285–295.

- Nowak R. (1991). Senses involved in discrimination of merino ewes at close contact and from a distance by their newborn lambs. *Animal Behaviour*, 42: 357-366.
- Nowak R. (1996). Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Applied animal behaviour science*, 49: 61-72.
- Nowak R., Poindron P., Le Neindre P. y Putu I. G. (1987). Ability of 12-hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 263–271.
- Nowak R., Porter R. H., Blache D. y Dwyer C. M. (2008). Behaviour and the welfare of the sheep. In *The welfare of sheep*. Springer, Dordrecht, 6: 81-134.
- Nowak R., Porter R. H., Lévy F., Orgeur P. y Schaal B. (2000). Role of mother–young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction*, 5: 153-63.
- Nowak R. (2006). Suckling, milk, and the development of preferences toward maternal cues by neonates: From early learning to filial attachment?. *Advances in the Study of Behavior*, 36: 1-58.
- Nowak R., Keller M., Val-Laillet D. y Lévy F., (2007). Perinatal visceral events and brain mechanisms involved in the development of mother–young bonding in sheep. *Hormon Behavi.* 52: 92-98.
- Otero J. (2017). Javier Otero, gerente del SUL: “el producto bruto nos indica que es mejor negocio el ovino que el vacuno”. Disponible en: <http://www.diarioelpueblo.com.uy/titulares/javier-otero-gerente-del-sul-el-producto-bruto-nos-indica-que-es-mejor-negocio-el-ovino-que-el-vacuno.html>. Fecha de consulta: 16/1/20.
- O'Connor C. y Lawrence A. (1992). Relationship between lamb vigour and ewe behaviour at parturition. *Animal Science*, 54: 361-366.

- Pattinson, S., Davies, D. y Winter, A. (1995). Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24 h post partum. *Animal Science*, 61: 63-68.
- Poindron, P. y Le Neindre P. (1980). Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. En: Poindron, P., Le Neindre, P. *Advances in the Study of Behavior*. Academic Press, New York. 11: 75-119.
- Poindron P. y Lévy F. (1990). Physiological, sensory, and experiential determinants of maternal behavior in sheep. In N. A. Krasnegor & R. S. Bridges (Eds.), *Mammalian parenting: Biochemical, neurobiological, and behavioral determinants* p. 133–156.
- Plush K., Brien F., Hebart M. y Hynd P. (2016). Thermogenesis and physiological maturity in neonatal lambs: a unifying concept in lamb survival. *Animal Production Science*, 56: 736–745.
- Putu I. G (1990). Maternal behavior in Merino ewes during the first two days after parturition and lamb survival. PhD Thesis. Perth, Australia. University of Western. 164 p.
- Rainwater-Lovett K., Pacheco J. M., Packer C. y Rodriguez L. L. (2009). Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *The Veterinary Journal*, 180: 317-324.
- Redaelli V., Ludwig N., Costa L. N., Crosta L., Riva J. y Luzi F. (2014). Potential application of thermography (IRT) in animal production and for animal welfare. A case report of working dogs. *Annali dell'Istituto superiore di sanità*, 50: 147-152.
- Russel A., Doney J. y Gunn R. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 72: 451-454.

- Shecaira C. D., Seino C. H., Bombardelli J. A., Reis G. A., Fusada E. J., Azedo M. R. y Benesi F. J. (2018). Using thermography as a diagnostic tool for omphalitis on newborn calves. *Journal of thermal biology*, 71, 209-211.
- Slee J. y Springbett A. (1986). Early post-natal behaviour in lambs of ten breeds. *Applied Animal Behaviour Science*, 15: 229-240.
- Speakman J. R. y Ward S. (1998). Infrared thermography: principles and applications. *Zoology-Jena*. 101: 224-232.
- Sphor L., Banchemo G., Correa G., Osório M. T. M. y Quintans G. (2011). Early prepartum shearing increases milk production of wool sheep and the weight of the lambs at birth and weaning. *Small Ruminant Research*, 99: 44-47.
- Symonds M., Mostyn A., Pearce S., Budge H. y Stephenson T. (2003). Endocrine and nutritional regulation of fetal adipose tissue development. *Journal of Endocrinology*. 179:293-299.
- Talukder S., Kerrisk K. L., Ingenhoff L., Thomson P. C., Garcia S. C. y Celi P. (2014). Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. *Theriogenology*, 81: 925-935.
- Terrazas A., Nowak R., Serafin N., Ferreira G., Levy F. y Poindron P. (2002). Twenty-Four-Hour-Old lambs rely more on maternal behavior than on the learning of individual characteristics to discriminate between their own and alien mother. *Development Psychobiology*, 40: 408-418.
- Vicente-Pérez R., Avendaño-Reyes L., Correa-Calderón A., Mellado M., Meza-Herrera C. A., Montañez-Valdez O. D. y Macías-Cruz U. (2019). Relationships of body surface thermography with core temperature, birth weight and climatic variables in neonatal lambs born during early spring in an arid region. *Journal of thermal biology*, 82: 142-149.