

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**ESQUILA PREPARTO TEMPRANA EN OVEJAS: EFECTOS SOBRE EL FLUJO
SANGUÍNEO MATERNO-FETAL**

Por

María Jesús FRISCH BRAGA

**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. Mauro Minteguiaga

Segundo miembro: Dr. Rodolfo Ungerfeld

Tercer miembro: Dra. Karina Neimaur

Cuarto miembro: Dra. Mariana García Kako

Quinto miembro: Dr. Luis Cal

Fecha: 27/06/2023

Autor: Br. María Jesús Frisch

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor Rodolfo Ungerfeld, por brindar sus conocimientos, disposición y constante dedicación al trabajo de esta tesis y por apoyarme y guiarme desde mis inicios en la investigación.

A mis cotutores, Luis Cal y Mariana García, tanto por sus aportes de conocimientos y experiencia a este trabajo, así como su rápida respuesta a cualquier duda o revisiones que fue de gran ayuda.

A Carla Faliveni, directora del campo experimental n°1 de Facultad de Veterinaria quién nos permitió realizar la parte práctica del trabajo y al personal de la misma por la ayuda brindada.

A Juan Pedro Bottino, Antonella Desevo, Marcelo Ratto y Aline Freitas de Melo por ayudarme en la parte práctica del experimento.

A la unidad de Fisiología, Aline Freitas de Melo y Daniela Casuriaga que siempre estuvieron para aconsejarme cuando lo necesité y apoyarme durante todo el proceso.

A la Facultad de Veterinaria y a los profesores por la formación como profesional.

A mis amigos de siempre, a los que la Facultad me dejó y a Mauri por el constante apoyo durante toda la carrera y que lo hicieron más sencillo.

Por último, a mi familia, quien me dio la oportunidad de estudiar, me motivó y siempre estuvieron ahí, tanto en los malos como buenos momentos.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1 - Representación esquemática del desarrollo normal del embrión ovino (tomado de Fernández Abella, 2011)	13
Figura 2 - Representación esquemática del placentoma de oveja (tomado de Reynolds et al., 2005).....	16
Figura 3 - Barrera placentaria de rumiante (tomado de Senger, 2012).	17
Figura 4 - Variables de la flujometría Doppler de la arteria uterina en función del tiempo.....	24
Figura 5 - Variables de la flujometría Doppler de los placentomas en función del tiempo.....	26

RESUMEN

La mortandad de corderos en Uruguay alcanza el 20-30% anual. La principal causa de mortalidad es el complejo inanición-exposición al clima en las primeras 72 horas de vida de los corderos. La esquila parto es una tecnología de bajo costo y de sencilla aplicación, que cada vez se utiliza más en Uruguay, ya que permite aumentar la supervivencia de corderos. El objetivo del trabajo fue determinar si la esquila realizada alrededor del día 87 de gestación modifica el flujo sanguíneo uterino, el del placentoma, y el tamaño del mismo. El trabajo experimental se realizó durante el invierno con 24 ovejas Merino Australiano múltiparas, adultas, con feto único. Doce ovejas fueron esquiladas el día 87/88 de gestación, permaneciendo las otras 12 sin esquilar. Se determinó la hemodinámica uterina y placentaria por ecografía Doppler espectral, así como el área de los placentomas considerados, dos semanas antes de la esquila (Día 14), una semana después de la misma (Día 7) y tres semanas más tarde (Día 28). Durante la evaluación se determinó las variables de irrigación sanguínea de la arteria uterina y del placentoma: velocidad del pico sistólico (VPS), velocidad diastólica final (VDF) e índice de resistencia (IR), además del área del placentoma. El área del placentoma fue mayor el Día 28 ($P=0,035$) en las ovejas esquiladas que, en las no esquiladas, al mismo tiempo que su VDF fue menor ($P=0,008$). La VPS y VDF de la arteria uterina aumentaron y el IR disminuyó el Día 28 independientemente de la esquila. La esquila de las ovejas al día 87 de gestación no influyó sobre el flujo sanguíneo en la arteria uterina, y tuvo poco impacto sobre el flujo sanguíneo en el placentoma, aunque el tamaño del placentoma se modificó de acuerdo con la esquila.

SUMMARY

In Uruguay lamb mortality can be up to 20-30% yearly. The main cause of mortality is the inanition-climate exposure complex in the first 72h of life. Prepartum shearing is an easy application and low-cost technology with increasing use in Uruguay, improving lamb survival. The aim of this investigation was to determine if the shear done around the 87th day of gestation modifies the blood flow in the uterus and the placentoma, and the size of the last one. The experimental work was made during winter with 24 Australian-merino ewes, multiparous, adult, with a single fetus. Twelve ewes were sheared on the 87th /88th day of gestation, while the others remained not. The uterus's hemodynamics and the placental hemodynamics were determined by an ultrasound spectral Doppler study, as well as the area of the placentomas considered, two weeks before the shearing (Day -14), one week after it (Day 7) and three weeks later (Day 28). During the assessment, the uterine artery and placentoma's blood irrigation were determined, as well as peak systolic velocity (PSV), end diastolic velocity (DFV), and resistance index (RI), in addition to the placentoma's area. The placentoma's area was higher on Day 28 ($P=0,035$) in the sheared ewes than in the ones not sheared, while that the DFV was lower ($P=0,008$). The PSV and DFV of the uterine artery increased and the RI decreased on Day 28 independently from the sheared. Shearing ewe at 87th of gestation did not have an influence over blood flow in the uterine artery and had a low impact over placentoma's blood flow, despite the increment of the size of the placentome was modified according to shearing.

Tabla de contenido

PÁGINA DE APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	4
RESUMEN	5
SUMMARY	6
1. INTRODUCCIÓN	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Ovinocultura en Uruguay	10
2.2. Resultados reproductivos en sistemas extensivos de producción ovina de Uruguay.....	10
2.3. Fisiología de la gestación	13
2.4. Anatomía y fisiología de la placenta ovina	15
2.4.1 Abordajes del estudio de la irrigación uteroplacentaria.....	17
2.5. Esquila parto	18
2.6. Efecto de la esquila parto sobre la placenta y el intercambio materno-filial.	20
3. HIPÓTESIS	20
4. OBJETIVO	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1. Lugar del experimento, animales y manejo	21
5.2. Diseño experimental.....	21
5.3. Registro ecográfico.....	21
5.4. Análisis estadístico	22
6. RESULTADOS	23
6.1. Variables flujométricas del Doppler de la arteria uterina	23
6.2. Variables flujométricas del Doppler de las arterias y área del placentoma.	25
7. DISCUSIÓN	28
8. CONCLUSIONES	29
9. REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS	30

1. INTRODUCCIÓN

Los principales rubros de la cría ovina son la lana, la carne y cuero, siendo la lana peinada el principal rubro exportado (Secretariado Uruguayo de la Lana, SUL, 2022). En Uruguay, la esquila, que implica la cosecha del vellón de las ovejas de cría se hace de forma anual, siendo realizada durante el invierno o en la primavera, coincidiendo con la gestación o la lactación, respectivamente (Freitas-de-Melo et al., 2023). Cuando se realiza la esquila preparto es muy importante proveer una adecuada alimentación, sanidad y abrigo para evitar muertes de ovejas (Santoro, 1993). La cosecha de la lana se lleva a cabo por operarios capacitados, pudiendo ser realizada de manera manual o con máquina, de forma tradicional o utilizando el método Tally Hi. El método Tally Hi es la técnica más utilizada en nuestro país, y al contrario del método tradicional, la misma es realizada sin atar el animal, siendo efectuado de manera rápida, y con menos efectos negativos sobre el bienestar animal (Freitas-de-Melo et al., 2023).

En Uruguay, la producción ovina se desarrolla mayoritariamente en sistemas extensivos, donde la mortalidad de corderos puede llegar a 30%, siendo una de las principales causas de una eficiencia reproductiva baja. En este contexto, la esquila preparto es una tecnología de bajo costo y de sencilla aplicación, que cada vez se utiliza más en Uruguay, ya que permite mejorar la eficiencia productiva de la majada de cría (Bonino-Morlán, 2004; Montossi et al., 2002). La esquila preparto genera cambios comportamentales, endócrinos y metabólicos en las ovejas, que repercuten de forma beneficiosa sobre el desarrollo del feto. La esquila invernal preparto reduce la acción de la insulina, aumentando las concentraciones de glucosa sanguínea en la oveja (Symonds et al., 1986, Symonds et al., 1988), que es dirigida al feto, promoviendo un mayor desarrollo fetal y almacenamiento de grasa parda (Clarke, Buss, Juniper, Lomax y Symonds, 1997). La esquila invernal preparto también puede desencadenar un aumento del consumo de alimento (Kenyon et al., 2002; Revell et al., 2002), que es más marcado cuando se realiza la esquila preparto temprana que tardía (Narayan, Sawyer, Fox, Smith, y Tilbrook 2022). El aumento en el consumo de alimento mejora la disponibilidad de nutrientes al feto, y como consecuencia aumenta el peso del cordero al nacimiento (De Barbieri, Montossi, Viñoles y Kenyon, 2014), la producción de calostro de las madres (Cam y Kuram, 2004; Sphor et al., 2011), la vitalidad y la supervivencia de los corderos (Cloete et al., 1994; 2000). El efecto de la esquila está condicionado por la etapa de la gestación en que se realiza la misma, pudiendo ser realizada en el segundo tercio de la gestación (esquila preparto temprana) o en el tercio final (esquila preparto tardía). Se ha visto que realizar una esquila en el segundo tercio de la gestación, aumenta el tamaño de la placenta y la cantidad de cotiledones (Banchemo, Vázquez, Montossi, De Barbieri y Quintans, 2010; Marques Guyoti et al., 2015; De Barbieri, Montossi, Viñoles y Kenyon, 2018), lo que impactaría directamente sobre la capacidad placentaria para el transporte de nutrientes, generando un mayor crecimiento fetal. Al esquilar a las ovejas durante el último tercio de gestación, la placenta está totalmente formada, por lo que el impacto potencial puede ser sobre el metabolismo de la oveja, el funcionamiento de la placenta, y el desarrollo del feto (De Barbieri, et. al, 2014). La placenta es

encargada del intercambio de nutrientes y desechos entre embrión/feto y la madre lo que implica que el efecto de la esquila no dependa solamente del mayor tamaño de la placenta. Si bien existe información de los efectos de la esquila temprana y tardía sobre parámetros metabólicos y nutricionales de la madre (Kenyon et al., 2002; Morris et al., 2000; Revell et al., 2002) y del cordero (Cam y Kuram, 2004; Cloete et al., 1994; Sphor et al., 2011), no hay estudios sobre las modificaciones generadas por la esquila preparto en el flujo sanguíneo materno-fetal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ovinocultura en Uruguay

El sector ovino ha sido de gran importancia para el país a nivel económico y social, siendo una importante fuente de trabajo y el principal rubro de muchas personas (Butler Terra, Mattos Carrera y Perrone Gaudin, 1995). La producción ovina en el Uruguay es mayoritariamente extensiva, a base de pasturas naturales de baja calidad de forraje, siendo una cría realizada frecuentemente de forma mixta con bovinos de carne. Por lo tanto, este sistema es ideal para desarrollar una producción renovable y sustentable, ya que aprovecha una riqueza natural como fuente de alimento. Las producciones extensivas son realizadas a cielo abierto, con poca intervención humana, los animales están expuestos a variaciones meteorológicas y a la presencia de predadores (Freitas-de-Melo et al., 2023). Actualmente se cuenta con 6,2 millones de ovinos en Uruguay, concentrándose el 70% en la región noreste del país en suelos de basalto y cristalino (Oficina de Programación y Política Agropecuaria, 2022). Las razas más predominantes en Uruguay son la Corriedale y la Merino Australiano, representando un 42% y 25% de la majada ovina, respectivamente (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, 2016). Durante el siglo XX, los predios ovinos se caracterizaban por tener una alta carga de animales de estructura ciclo completo, con la lana como principal producto comercial (Bonino-Morlán y Casaretto, 2012). Si bien en 1991 se contaba con 26,5 millones de cabeza de ovinos, a fines del siglo XX y principios del siglo XXI, el stock ovino comenzó a reducirse constantemente en Uruguay (Montossi et al., 2013). Por un lado, aumentó la demanda por carne ovina de calidad, y, por otro lado, disminuyó notoriamente el valor de la lana (Bonino-Morlán y Casaretto, 2012). La carne ovina pasó a tener un rol fundamental, por lo que la organización de la majada se inclinó hacia un sistema criador de corderos para la venta de carne de calidad. Esto implicó que otras producciones fuesen más rentables, y que el rubro ovino se concentrara en regiones con menor productividad y menor porcentaje de pasturas mejoradas (Oficina de Planificación y Política Agropecuaria, OPYPA, 2022), como los departamentos de Salto, Artigas, Paysandú, Tacuarembó, Durazno, Cerro Largo y Lavalleja. Los espacios desocupados por la producción de ovinos fueron ocupados principalmente por la forestación, la agricultura extensiva, la lechería y la ganadería bovina de carne (Sistema Nacional de Información Ganadera, SNIG, 2022).

2.2. Resultados reproductivos en sistemas extensivos de producción ovina de Uruguay

Como se mencionó anteriormente, la producción ovina en Uruguay presenta una baja eficiencia reproductiva. La tasa reproductiva o porcentaje de señalada (cantidad de corderos señalados/ovejas encarneradas en un año) es el principal indicador de eficiencia reproductiva de la majada, porque incluye el resultado de todos los eventos reproductivos. El mismo se calcula con los índices de fertilidad y prolificidad de la oveja y porcentaje de supervivencia de los corderos. La tasa reproductiva nacional fluctúa hace años entre 65 y 70% (Grattarola y Fierro, s.f), y este valor puede ser aún más bajo en los sistemas extensivos. La tasa reproductiva

es afectada por la fertilidad de las ovejas encarneradas, la prolificidad de ovejas paridas, y la supervivencia de los corderos. Se entiende por fertilidad la relación entre las ovejas que parieron y las ovejas que se encarneraron. En Uruguay este indicador se encuentra entre 75 y 94% (Fernández Abella y Formoso, 2007), siendo considerado un valor adecuado. A su vez, estos valores pueden cambiar según la alimentación, la paridad y la raza. La prolificidad es la cantidad de corderos nacidos en relación a las ovejas que parieron, y depende principalmente del componente genético de las razas. En Uruguay, las razas predominantes son de baja prolificidad, por lo que el promedio nacional está entre 1,1 y 1,3 (SNIG, 2022), aunque es un índice que se podría aumentar. Sin embargo, el indicador que presenta mayor impacto en la tasa reproductiva es la baja supervivencia de corderos, es decir, la alta mortalidad perinatal de los corderos (Fierro, Giannitti, Dorsch y Durán, 2022). La tasa de supervivencia es la cantidad de corderos señalados sobre los corderos nacidos; el promedio nacional está alrededor del 75% (60-90%) (OPYPA, 2022), existiendo un 20% (10-30%) de mortalidad neonatal. Los corderos nacidos de partos únicos presentan mayor supervivencia comparado a los nacidos de partos múltiples (High y Jury, 1970; Dalton, Knight y Johnson, 1980). La alta mortandad de corderos determina una baja eficiencia en la producción y, por lo tanto, pérdidas económicas y productivas al sector, o disminución de las posibles ganancias en el mismo.

Para poder mejorar la tasa reproductiva en condiciones de producción extensiva, continuando con un manejo de poca intervención humana, aumentar la prolificidad podría ser una solución sencilla y de alto impacto. Sin embargo, aumentaría también la mortalidad perinatal, ya que esta es mayor en corderos mellizos que únicos (High y Jury, 1970). Por lo tanto, es clave aumentar la supervivencia de los corderos para incrementar la tasa reproductiva. Mejorar este índice es importante desde el punto de vista económico, de la eficiencia del sistema y desde el punto de vista ético y de bienestar animal. Los corderos que se mueren sufren las horas previas a la muerte debido a la hipotermia por la exposición al frío y la inanición (Dwyer, 2008). Para mejorar la supervivencia perinatal, sería necesario una mayor intervención del hombre, al menos en época de parición, dado que no es posible controlar los factores climáticos. En Uruguay, la causa principal de la mortalidad perinatal es el complejo inanición-exposición al clima (Azzarini, 2000; Mari, 1979), lo que genera muertes fundamentalmente en las primeras 72 horas de vida. Este síndrome depende en gran parte de las condiciones meteorológicas, del peso del cordero, y del comportamiento tanto de la madre como su cría (Ramos Francolino, 2018). Las condiciones en que nace el cordero están directamente relacionadas con su probabilidad de supervivencia. El viento, la temperatura baja y las precipitaciones son críticos para la supervivencia del cordero. En Uruguay el manejo tradicional de la majada de cría determina que las ovejas estén preñadas durante otoño e invierno, y los partos ocurran entre fines de invierno e inicio de primavera, en condiciones de temperaturas medias a bajas, entre 9° y 17° (Instituto Uruguayo de Meteorología, 2022 a,b). Durante el invierno, disminuye la disponibilidad de las pasturas naturales afectando la nutrición durante la gestación (Carámbula, 1991). Los requerimientos de las ovejas aumentan durante la preñez, sobre todo durante el último tercio de la gestación, cuando el cordero tiene un

crecimiento exponencial (Kenyon y Webby, 2007). Sumado a este aumento normal de los requerimientos por el feto, durante el invierno las ovejas tienen un mayor gasto de energía para mantener su temperatura corporal. Esto afecta el peso al nacer, y por tanto las reservas energéticas y el vigor de los corderos, atrasando la ingestión de calostro, lo que se relaciona con un aumento en la mortalidad (Terrazas et al., 2012). El cordero recién nacido debe producir calor para mantener su temperatura corporal mediante metabolismo de la grasa parda y contracciones musculares (Symonds, 2013). Los corderos tienen mayores pérdidas de calor en comparación a un animal adulto, ya que tienen una mayor área de superficie corporal en relación a su tamaño (Symonds, Sebart y Budge, 2010). El neonato dispone de dos horas luego del parto para establecer el vínculo con la madre, ya que, de no ocurrir en ese periodo, las posibilidades de que la oveja lo rechace aumentan (Poindron y LeNeindre, 1980). Luego de nacidos, los corderos tienen un gasto energético importante para buscar la ubre y mamar suficiente calostro y leche para que le permita sobrevivir. Teniendo en cuenta que las temperaturas son bajas y generalmente hay viento, implica un costo energético importante para el animal. Este esfuerzo va a depender principalmente de la presencia de la madre, la ingestión de calostro y el metabolismo del tejido adiposo marrón.

Para aumentar la supervivencia de los corderos la alta mortalidad de corderos es recomendable en primer lugar separar por categorías (borregas vs ovejas), estado corporal (por debajo o encima de 2,75), carga fetal (múltiple vs único) y fecha de parto (estimadas mediante ecografía o fecha de servicio) (Ramos y Montossi, 2014). De esta manera, se puede proveer alimentación diferencial priorizando a las borregas, las hembras con gestaciones múltiples y las que se encuentran por debajo de 2,75 de condición corporal para que ninguna tenga déficit nutricional. También se debe tener en cuenta la alimentación ante bajas temperaturas y clima adverso. Es recomendable realizar esquila y suplementación energética preparto e intentar que las ovejas lleguen con condición corporal alta al último tercio de gestación. Por otro lado, se recomienda tener preparados refugios o lugares protegidos para la parición, realizar guardias de parto durante todo el día con personal capacitado para adecuadas supervisiones, asistencias al parto y monitoreo durante la lactancia. También se debe tener en cuenta la sanidad (control de parásitos y enfermedades infecciosas) del cordero y su madre que no solo disminuyen la mortalidad de los corderos en las primeras 72 horas de vida (Montossi et al. 1998), sino que también son esenciales para disminuir pérdidas embrionarias, fetales y tener un correcto bienestar animal.

Otras causas de mortalidad en corderos que tienen una menor incidencia, pero puede variar según el año y el manejo que se realice, son: depredadores, partos distócicos, infecciones, accidentes, y anormalidades morfológicas (High y Jury, 1970; McFarlane, 1965; Mari, 1979). En Uruguay, un gran porcentaje de corderos de razas carniceras muertos en el posparto temprano se vincula a lesiones cerebrales de encefalopatía hipóxico isquémica (Dutra, 2005). Se debe tener en cuenta que es importante realizar un manejo integral debido a que existen interacciones entre las causas. En cuanto a los depredadores, se recomienda tener un correcto control de los mismos. Frente a los partos distócicos, se debe seleccionar por facilidad de parto, incorporar nuevas líneas genéticas o diferentes

biotipos. Para los biotipos ovinos que hay en Uruguay el intervalo ideal de peso al nacer es de 3,5 a 5,5 kg (Garibotto et al., 2007). Por encima de 5,5 kg, aumenta la posibilidad de muerte por partos distócicos (Garibotto et al., 2007).

2.3. Fisiología de la gestación

Los ovinos son poliéstricos estacionales de días cortos, que se reproducen en una determinada época del año, que varía dependiendo de la latitud y del origen de la raza. La oveja Merino Australiano presenta una estación reproductiva larga, teniendo ciclos estrales que se repiten sucesivamente durante los meses de diciembre a junio. Durante la estación reproductiva, la oveja es receptiva al apareamiento con los carneros, mientras que también tienen un periodo en el cual no están activas sexualmente, conocido como anestro. El ciclo estral de la oveja dura en promedio aproximadamente 17 días, y se divide en forma general en dos etapas, la fase luteal y la fase folicular (Ungerfeld, 2020). Durante las mismas se desarrollan los folículos y se libera el ovocito con la ovulación, que posteriormente puede ser fecundado. El celo de las ovejas se prolonga durante 30 horas, pero en Merino Australiano puede durar hasta 48 horas (Fernández Abella, 1993). La oveja ovula aproximadamente 24 horas luego de empezado el celo (Noakes et al., 2001). Después de ocurrida la monta con eyaculación, la fecundación se produce en la ampolla del oviducto el mismo día que ocurre la ovulación, con lo que el cigoto comienza a dividirse. Día y medio luego de la concepción, el cigoto se encuentra constituido por ocho células (Souza-Fabjan, Pereira Batista, Ferreira da Fonseca y Mermillod, 2020). Entre el cuarto y quinto día, el embrión se encuentra constituido por 16 a 32 células, que pasa a llamarse mórula y es transportado al útero a causa de las contracciones y corrientes ciliares en el oviducto (Fernández Abella, 1993). Una vez que el embrión llega al útero, y hasta su implantación entre los días 14 a 16, el mismo pasa por varios estadios de blastocito (Noakes et al., 2001). En los mamíferos domésticos la implantación es central o superficial, ocurriendo en la luz del útero (Barbeito, 2020). En la Figura 1 se puede observar las etapas de desarrollo del embrión. La gestación de los ovinos dura entre 140 y 150 días (Lynch, Hinch y Adams, 1992; Zelezniky Pohl, 2015), pudiendo variar según factores genéticos como la raza, así como factores ambientales, como la nutrición y la exposición crónica al frío (Durán del Campo, 1993; Banchemo et al., 2010; De Barbieri et al., 2005). En observaciones que se hicieron en Uruguay, se comprobó que la gestación de la raza Corriedale es de 147 días y de la raza Merino e Ideal de 149 días (Fernández Abella, 1993 citado por De Barbieri et al., 2005).



Figura 1 - Representación esquemática del desarrollo normal del embrión ovino (tomado de Fernández Abella, 2011)

Después de la implantación embrionaria, ocurren cambios estructurales y paralelamente se inicia el desarrollo placentario, proceso de proliferación de las células maternas y fetales y desarrollo vascular, conocido como placentación

(Wintenberger -Torres y Sevellec, 1987). Durante este proceso las membranas fetales (amnios, alantoides, corion y saco vitelino) se empiezan a elongar a partir del día 12, principalmente el saco coriónico, que se alarga de forma rápida. El día 20 de gestación, el corion está lleno de líquido, el alantoides y el amnios dilatan el útero y el embrión mide 1 cm (Edey, 2013).

Para el desarrollo de la preñez es necesario que ocurran una serie de interacciones entre el concepto (embrión y sus membranas asociadas) y el sistema materno. El embrión debe enviar señales en el momento correcto para que se mantenga la preñez, evitando la lisis del cuerpo lúteo para que este siga produciendo progesterona, encargada de mantener la preñez y el desarrollo endometrial. Este fenómeno, denominado “reconocimiento materno de la preñez”, ocurre a partir de que el embrión secreta una proteína, producida por el mismo, denominada interferón tau (IFN- τ) para indicar su presencia en el organismo materno, entre los días 12 y 13 de gestación (Ungerfeld, 2020). Esta señal es necesaria para el mantenimiento del cuerpo lúteo y lo hace inhibiendo la producción de PGF2 α , ya que cuando la oveja no está preñada, la PGF2 α es la encargada de lisar el cuerpo lúteo. Por otro lado, las concentraciones de PGE2 aumentan cuatro veces en la arteria ovárica y vena uterina entre los días 12 y 14, encargándose de proteger al cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo mantiene la preñez en forma exclusiva hasta los días 50-60 de gestación, momento en que la placenta comienza a secretar paulatinamente mayores cantidades de progesterona para mantener la preñez. No obstante, el cuerpo lúteo persiste durante toda la gestación y se lisa solo antes del parto. Los valores de progesterona aumentan progresivamente hasta alrededor de los 60-70 días de gestación, período en el que existe un aumento importante de la misma debido al aporte de la placenta. Hasta la última semana de la gestación, la concentración permanece elevada, pero al acercarse el parto desciende rápidamente (Ungerfeld, 2020).

La etapa embrionaria comprende el periodo desde la fertilización hasta el día 30 de gestación (Edey, 1969). En esta etapa ocurre la placentación y se empieza a desarrollar la vascularización de los tejidos de la placenta (Guillomot, Fléchon y Wintenberger-Torres, 1981). Durante la gestación, las mayores pérdidas reproductivas se dan en la etapa embrionaria (Fernández Abella, 2011). Estas pérdidas pueden relacionarse a origen genético o ambiental, aunque en muchos casos no está bien identificada la causa (Edey, 2013). Un déficit nutricional por bajas disponibilidad de forraje previo al servicio se relaciona con mayor mortalidad embrionaria (Fernández Abella y Formoso, 2007), al igual que ocurre cuando las ovejas presentan baja condición corporal (Edey, 1976). Entre los días 30 y 90 de gestación, ocurre el mayor desarrollo placentario (Geenty, 1997), y el mayor crecimiento fetal se da entre los días 100 y 150 días de gestación, cuando el crecimiento de la placenta ya finalizó (Ferrell, 1989).

El desencadenamiento del parto se da por una serie de cambios en las concentraciones de hormonas tanto del feto, como de la madre y de la unidad feto-materno. El cortisol, secretado por el feto, aumenta significativamente 2 a 3 días antes del parto y llega a su máxima concentración al momento del parto (Ungerfeld,

2020). Los estrógenos aumentan y la progesterona comienza a disminuir su concentración 7 días antes del parto (Ungerfeld, 2020). La PGF₂ α y la oxitocina también aumentan, estimulando contracciones del miometrio y relajación del cérvix. Las contracciones abdominales también auxilian en la expulsión del feto al medio externo (Peralta, Sales y Parraguez, 2020).

2.4. Anatomía y fisiología de la placenta ovina

La placenta es un órgano transitorio constituido por tejidos embrionarios/fetales (saco vitelino, amnios, corion y alantoides) y maternos (endometrio), siendo encargada de equilibrar el intercambio de nutrientes, gases y desechos entre el feto y la madre (Barbeito, 2020). A su vez, la placenta también protege al feto de impactos mecánicos y tiene una función endocrina esencial como la síntesis de hormonas placentarias: gonadotrofinas, estrógenos, progesterona, lactógenos, leptinas, IGF-2, relaxina, etc. Estas hormonas cumplen funciones para el mantenimiento de la gestación y para un adecuado desarrollo fetal (Barbeito, 2020). El desarrollo vascular de la placenta es fundamental y está estrechamente ligado al funcionamiento de la placenta (Reynolds et al., 2009). La intensidad del flujo sanguíneo de la placenta está fuertemente vinculada con el peso y el tamaño del feto (Reynolds y Redmer, 1995).

El proceso de placentación, es decir, la organogénesis del embrión y la formación de la placenta, varía en las diferentes especies de mamíferos euterios (placentarios). El crecimiento de estructuras de la placenta va desde que inicia hasta que termina la formación del órgano, en el caso de la oveja, desde la implantación aproximadamente el día 15, hasta los 90 días de la gestación (Bryden et al., 1972; Geenty, 1997). A los 16 días después de la concepción, el saco vitelino se encuentra completamente irrigado, pero es desplazado por el saco alantoideo. El alantoides se fusiona con el corion alrededor del día 30 y la vascularización del mismo se extiende al corion (Bryden, Evans y Binns, 1972). La porción fetal se forma a partir del corion avascular y el alantoides vascular, porciones que se encuentran íntimamente fusionadas. A los 20-30 días de la gestación, se produce la unión de los cotiledones fetales con las carúnculas maternas formando los placentomas (Kelly, 1992). Los placentomas no varían su número después de este periodo, pero si su tamaño y desarrollo hasta aproximadamente los 90 días (Mellor, 1983).

Los mamíferos euterios presentan numerosas clasificaciones de la placenta de acuerdo a las diferentes características anatómicas. Según la clasificación de Grosser (Ungerfeld, 2020), que se basa en el número de capas de placenta que separa la sangre fetal de la materna, la placenta de los ovinos es clasificada como epiteliocorial, lo que quiere decir que mantiene todas las capas de la barrera placentaria. Esta placenta es de variedad sinepiteliocorial, es decir, el epitelio uterino se fusiona con células gigantes binucleadas del corion formando sincitios feto-materno durante toda la gestación. De acuerdo a la clasificación obstétrica, la placenta de los ovinos es semidecidual, porque libera parte del tejido caruncular unos días después del parto (Barbeito, 2020). Según la morfología de las vellosidades se puede decir que la placenta de los rumiantes tiene vellosidades

digitiformes. Presenta una variedad cotiledonaria, constituida por 90 a 100 placentomas (Senger, 2012). El cotiledón presenta una gran vascularización con vellosidades que aumentan su área de superficie y se distribuyen uniformemente sobre la superficie del corion, unidos a áreas endometriales cóncavas (carúnculas) (Figura 2).

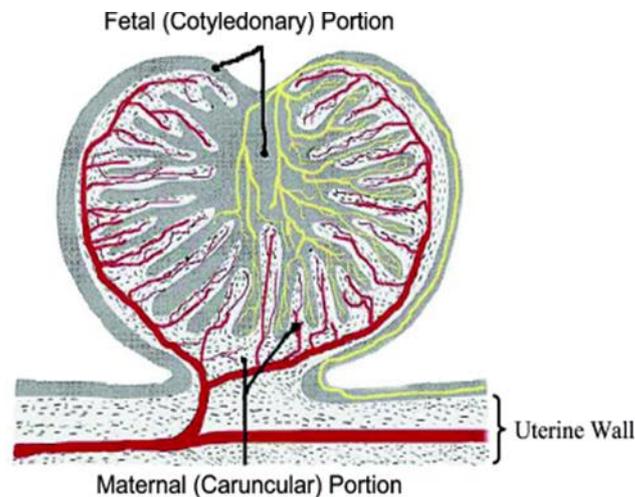


Figura 2 - Representación esquemática del placentoma de oveja (tomado de Reynolds et al., 2005).

La placenta transporta sustratos metabólicos necesarios (nutrientes y oxígeno) al concepto (embrión y sus membranas asociadas) y los desechos del feto en sentido contrario a través de la irrigación sanguínea. La unión materno-fetal está formada por una barrera placentaria que separa la sangre materna de la fetal, compuesta por el endotelio fetal, mesénquima corioalantoideo, trofoblasto (epitelio coriónico), epitelio uterino, tejido conectivo endometrial y endotelio materno (Barbeito, 2020) (Figura 3). El epitelio coriónico es la parte más externa del concepto y presenta vellosidades que se interdigitan con el endometrio uterino. El mismo está formado en su mayor parte por células trofoblásticas unicelulares que tienen función absortiva. No obstante, a partir de los 14 días después de la concepción, aparecen en un 15 a 20% células gigantes trofoblásticas (en general, binucleadas) que se unen al epitelio materno y en algunos casos se fusionan con células de este epitelio formando sincitios. Las células gigantes binucleadas no son absortivas, sino que producen hormonas fetales (lactógenos placentarios), efectores como glucoproteínas asociadas a la preñez y proteínas relacionadas con la prolactina y almacenamiento de glucógeno (Wooding y Burton, 2008). La nutrición del concepto es metotrófica porque se nutre a través del flujo de nutrientes que recibe de la madre. Entre medio de las células gigantes binucleadas están los canales intercelulares. El concepto incorpora agua y gases por difusión simple, y aminoácidos y glucosa por difusión facilitada (Boshier y Holloway, 1976) La obtención de hierro para la eritropoyesis se obtiene por fagocitosis de glóbulos rojos desde zonas conocidas como órganos hematófagos que se encuentran en la base de los cotiledones (Wooding y Burton, 2008)

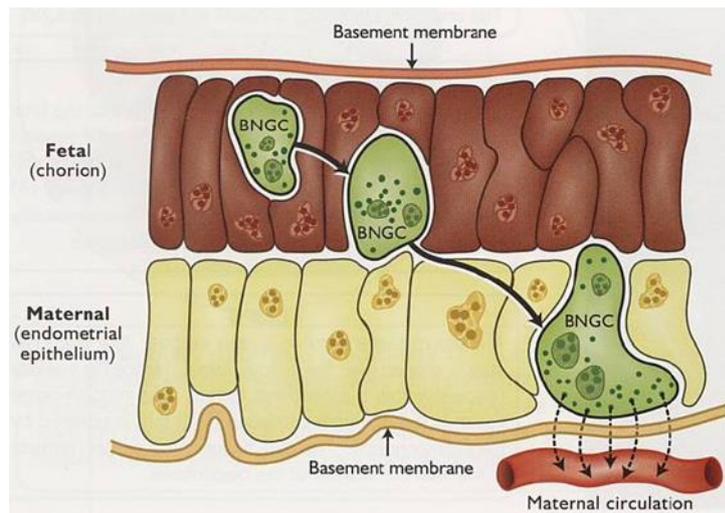


Figura 3 - Barrera placentaria de rumiante (tomado de Senger, 2012).

La angiogénesis placentaria es fundamental para el desarrollo del concepto, por lo que repercute en el peso al nacimiento y la supervivencia del cordero (Reynolds et al., 2005). Este crecimiento vascular uteroplacentario está regulado por factores angiogénicos producidos localmente y principalmente en la gestación temprana (Reynolds, Killilea, y Redmer, 1992; Reynolds y Redmer 1992). El crecimiento vascular uteroplacentario se puede ver beneficiado o perjudicado por diferentes factores, como el genotipo materno, número de fetos, privación o extralimitación materna de nutrientes o estrés ambiental que afectan el tamaño de la placenta y, por tanto, el crecimiento del feto (Reynolds et al., 2009). La circulación vascular de la placenta está constituida por arteria y venas uterinas que irrigan las carúnculas y venas y arterias umbilicales que irrigan los cotiledones con su correspondiente red capilar. Una vez que la circulación vascular materna-fetal está establecida, se secretan factores de crecimiento y angiogénicos (Wooding, 2008). El crecimiento vascular, así como la capacidad de transporte de la placenta continúa aumentando durante toda la preñez, y durante la segunda mitad de la gestación mantiene un desarrollo vascular al ritmo del crecimiento fetal, siendo exponencial en el último tercio de la gestación (Reynolds et al., 2009). Este incremento de los flujos sanguíneos uterinos y umbilicales, es decir, de la vascularización placentaria, se asocian con el desarrollo de las funciones de la placenta (Reynolds et al., 2009). La placenta tiene una forma de crecimiento vascular diferente tanto en las carúnculas (porción materna) como en los cotiledones (porción fetal). Las carúnculas tienden a crecer en diámetro de los capilares mientras que los cotiledones crecen por ramificación (Borowicz, Hafez, Redmer y Reynolds, 2008). En la placenta no hay cambios estructurales al momento del parto en relación a la gestación tardía (Steven, 1975). Entre el parto y la expulsión de las membranas fetales, en la porción fetal, el epitelio coriónico se desintegra y la porción materna permanece intacta (Steven, 1975).

2.4.1 Abordajes del estudio de la irrigación uteroplacentaria

El flujo sanguíneo placentario se puede evaluar mediante la ultrasonografía Doppler espectral, herramienta de fácil aplicación y no invasiva que requiere ser realizado por un técnico especializado. Esta tecnología permite obtener índices de

velocidades de flujo sanguíneo que pueden indicar aumentos o disminuciones de la perfusión. Existen pocos reportes sobre las variables de irrigación sanguínea de la arteria uterina y de los placentomas de ovejas preñadas (Beltrame et al., 2017). Las velocidades de flujo sanguíneo de la arteria uterina obtenida por Doppler indican el flujo sanguíneo uteroplacentario en ovejas preñadas (Acharya et al., 2007).

El Doppler espectral permite estimar las frecuencias de desplazamiento obtenidas en función del tiempo, es decir, la variación de la velocidad del flujo sanguíneo de los glóbulos rojos (expresadas como velocidades en cm/s) en una arteria a lo largo del ciclo cardíaco, en forma de curvas sinusoidales. Cada curva corresponde a un ciclo cardíaco, en el cual el punto máximo de la misma corresponde a la velocidad del pico sistólico (VPS) y el punto más bajo la velocidad diastólica final (VDF) (Ginther y Matthew, 2004).

2.5. Esquila preparto

La esquila preparto es una tecnología originada en Nueva Zelanda, utilizada como alternativa para aumentar el peso de las crías al nacimiento y su posterior supervivencia (Banchemo, Vázquez, Montossi, De Barbieri y Quintans, 2010). La misma ha sido respaldada con bibliografía nacional (Azzarini, 2000; Montossi et al., 2005; Banchemo, Montossi, De Barbieri y Quintans 2007) e internacional (Dabiri et al., 1996; Kenyon et al., 2002, Morris et al., 1997). La esquila preparto genera mejores vellones, aumenta la duración de la gestación promoviendo una mayor maduración del feto, aumenta el peso y el vigor del neonato, la producción de calostro y leche de la madre (Cam y Kuram, 2004; Sphor et al., 2011), lo que en su conjunto genera que aumente la supervivencia de los corderos (Cloete, Muller y Durand, 2000). La esquila en invierno también mejora la calidad del vellón al aumentar la resistencia de la mecha (De Barbieri et al., 2018). Los productores utilizan cada vez más la esquila preparto en Uruguay (Sistema Integral del Rubro Ovino, SIRO, 2022, SNIG, 2022), siendo una herramienta que ha sido promocionada por instituciones reconocidas, como SUL, INIA, Plan Agropecuario y Udelar. Hay que tener en cuenta que esta herramienta siempre debe utilizarse en conjunto con un manejo integral de la majada, considerar la condición corporal de las mismas, la alimentación y las condiciones climáticas. Por ejemplo, se puede colocar capas de protección, tener potreros reservados después de la esquila (Freitas-de-Melo et al., 2023). Sin embargo, la esquila es un manejo que genera una marcada respuesta de estrés tanto en preparto como en posparto debido al manejo de los animales, manipulación e inmovilización, ruidos y movimientos relacionados a la esquila de otros animales (Aleksiev, 2009). La remoción de forma súbita del vellón de la oveja provoca una importante respuesta de estrés (Aleksiev, 2009; Hargreaves et al., 1989) con aumento de las concentraciones de cortisol y glucosa en sangre (Aleksiev, 2009; Corner et al., 2006). Al esquilar la oveja en invierno, se activan mecanismos de termorregulación debido a la exposición al frío, requiriendo un aumento de su tasa metabólica y una vasoconstricción periférica (Freitas-de-Melo et al., 2023). Por tanto, las ovejas esquiladas durante el preparto aumentan el tiempo pastoreando (Ungerfeld et al., 2018) y por tanto aumenta el

consumo de pastura (Kenyon et al., 2002; Revell et al., 2002). También se ha observado que este manejo aumenta la producción de calostro y leche (Cam y Kuram, 2004; Sphor et al., 2011), aumenta la cantidad de sólidos totales, proteína y grasa en la leche (Knight, Bencini, Haack y Death, 1993; Nedkvitne, 1972) que se vincula a una mayor tasa de crecimiento de los corderos (Cloete et al., 1994), peso al destete (Cam y Kuram, 2004; Sphor et al., 2011) y en el posdestete, hasta los 18 meses de edad (Lopez-Mazz, Regueiro, Baldi, Quintans y Banchemo 2019). La esquila preparto temprana determina que la gestación tenga una duración superior en relación a si no se esquila (Ciccioli, Irazoqui, Cuthill, Giglioli y Fernández 2005), tanto en preñeces simples (Cam y Kuram, 2004) como dobles (Ciccioli et al., 2005). Este aumento de duración de la preñez se relaciona directamente con el peso del cordero al nacer (De Barbieri et al., 2005). Sin embargo, Banchemo et al., (2010), reportaron que la gestación fue más larga independientemente de que la esquila se hiciera el día 70 o el 120 de la gestación.

La esquila preparto se puede realizar en cualquier momento de la gestación, pero el mayor efecto positivo sobre el peso del cordero al nacer es cuando la esquila se realiza entre los 50 y 100 días de gestación (Morris, Kenyon, Burnham y McMutcheon, 1999). Esto es debido a que coincide con el período de mayor crecimiento de la placenta, que ocurre entre los días 30 a 90 días de gestación (Geenty, 1997). Por lo tanto, al esquilar a las ovejas en el segundo tercio de la gestación, cuando el crecimiento de la placenta no se ha completado, la esquila promueve su desarrollo (Morris y McCutcheon, 1997). Además, la esquila promueve una mayor movilización de las reservas grasas provocado por el aumento de las hormonas triyodotironina (T3) y tiroxina (T4) generadas por la tiroides materna, y, por tanto, determina un incremento de la oferta de ácidos grasos no esterificados en plasma (Pierzchala, Bobek, Niezgodá y Ewy, 1983). Por lo tanto, la mejor nutrición de la placenta (Sherlock et al, 2003) se correlaciona con el mayor peso del feto a término (Alexander, 1964; Foote, Pope, Chapman y Casida, 1959; McKenzie y Bogart, 1934), el mayor peso al nacer de los corderos y por ende la supervivencia de más crías (De Barbieri et al., 2018). En condiciones pastoriles, el vigor de los corderos hijos de ovejas esquiladas preparto mejora independientemente si la esquila fue al día 70 o 120 (Banchemo et al., 2010). Seguramente esto sea determinado por la gestación más larga, y, por tanto, el nacimiento de corderos más maduros (Banchemo et. al., 2010; Banchemo et. al., 2007). La esquila preparto impacta aún más en las ovejas con gestaciones múltiples debido a que los corderos frecuentemente nacen con menor peso, y, por tanto, son más susceptibles (Banchemo et al., 2010; De Barbieri et al., 2008). Si bien existen más reportes científicos que respaldan un mayor impacto de la esquila temprana que la tardía en cuanto a la supervivencia del cordero (De Barbieri et al., 2018; Kenyon et al., 2002; López-Mazz, Baldi, Quintans y Banchemo, 2017; Narayan et al., 2022). Los corderos hijos de ovejas que fueron esquiladas sufrieron cambios de conformación, siendo más largos y menos altos que los hijos de madres no esquiladas, lo que también facilita el parto (Jopson et al., 2002).

2.6. Efecto de la esquila preparto sobre la placenta y el intercambio materno-filial.

El aumento del peso del cordero por la esquila preparto temprana se vincula con un mayor crecimiento de la placenta, en número y volumen de los cotiledones, que es afectado por el manejo y nutrición durante la gestación de la oveja (De Barbieri et al., 2008). Según Thompson (1982), cuando las ovejas preñadas se exponen al frío, aumentan su consumo y, por tanto, la concentración de glucosa en sangre materna, aumentando así la captación de glucosa por parte de la placenta y la oferta de glucosa al feto. Esta explicación se refuerza con lo investigado por Vilos y Liggins (1982) que demuestra que existe una relación directa entre la glucosa plasmática de la madre y el feto. Luego Revell (2000), observó un aumento de peso en corderos mellizos hijos de ovejas que se esquilieron en mitad de gestación y asoció el frío que se sometieron las ovejas con un aumento de glucosa en sangre. Esto sugiere, que la esquila preparto y la exposición crónica al frío provocaría que la placenta aumente la captación de glucosa, lo cual generaría mayor desarrollo y peso del feto. Aun así, este trabajo no demostró un cambio significativo en las concentraciones de glucosa de la oveja gestante. Sin embargo, Revell (2002) demostró que la esquila puede incrementar en el peso del cordero sin aumentar el consumo de forraje de la madre gestante, ni aumentar el peso de la placenta, esto implicaría un aumento en la absorción de nutrientes por parte de la placenta, lo que sugiere que este incremento en la absorción de nutrientes y consecuente aumento en el peso del cordero pueda ser debido a modificaciones en el flujo sanguíneo, ya que la angiogénesis placentaria es esencial para el desarrollo fetal (Rodríguez et al., 2019). Aun así, no hay estudios publicados sobre posibles cambios generados por la esquila en el transporte de nutrientes de la madre al feto, funcionalidad placentaria y flujo sanguíneo placentario y uterino.

3. HIPÓTESIS

La esquila de las ovejas el día 87 de gestación aumenta el flujo sanguíneo en la arteria uterina y el placentoma, y el tamaño de este último.

4. OBJETIVO

Determinar si la esquila temprana de gestación modifica la irrigación sanguínea del útero, de los placentomas y el tamaño de los mismos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar del experimento, animales y manejo

Los procedimientos fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA) de la Facultad de Veterinaria con el protocolo 111900-000072-22. El trabajo experimental se realizó durante el invierno (julio y agosto) en el Campo experimental N°1 de la Facultad de Veterinaria, Migués, Canelones, Uruguay. Se sincronizaron los celos de las ovejas con dos dosis de prostaglandinas (análogo sintético de prostaglandina F2alfa, delprostanate, Glandinex®, Lab Universal, Uruguay, 160 µg por dosis) separadas por 7 días y se inseminaron con semen fresco, seleccionando en la ecografía diagnóstica posteriormente ovejas con feto único. Se utilizaron 24 ovejas Merino Australiano múltiparas, adultas (3 a 4 años de edad), de gestación simple, con un peso vivo de $45,1 \pm 4,3$ kg (media + DE) y 2,5-3,75 de score de condición corporal (escala de 1-5) (Russel, Doney y Gunn, 1969). Las mismas se encontraban en un sistema extensivo, pastoreando campo natural, y se suplementaban con 300 g de ración de mantenimiento para lanares por día y por oveja desde 15 días previo a la esquila hasta el final de la lactancia. Contaban con sombra y agua a disposición.

5.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con medidas repetidas en el tiempo para las variables de irrigación sanguínea de la arteria uterina y con mediciones independientes para la irrigación sanguínea y el área del placentoma. La mitad de las ovejas se esquilaron al día 87/88 de gestación (grupo Esq) y la otra mitad no se esquilaron (grupo NoEsq). La esquila se efectuó mediante la técnica Tally Hi por operarios capacitados. Dos semanas antes (Día -14), una semana después de la esquila (Día 7) y tres semanas más tarde (Día 28) de la medición anterior, se determinó la hemodinámica uterina y placentaria por ecografía Doppler espectral, así como el área de los placentomas considerados.

5.3. Registro ecográfico

Las evaluaciones ultrasonográficas se realizaron con el ecógrafo MyLab One Vet (Esaote, Genoa, Italia). Tanto para las mediciones de la arteria uterina como los placentomas se utilizó un transductor transrectal lineal multifrecuencial (7.5 MHz) acoplada a un adaptador para permitir la manipulación externa. Se estandarizaron las configuraciones del equipo en todos los exámenes. Se realizaron las ecografías con las ovejas inmovilizadas, en un cepo, en posición cuadrúpeda y se utilizó gel acústico (carboximetilcelulosa) para favorecer el contacto y la calidad de imagen. Luego, se colocó el transductor en la región abdominal derecha del animal, se identificó los placentomas por la ecografía modo B, se eligió uno al azar y se guardó una imagen para posterior medición de su área con el programa Image J.

Las evaluaciones de la hemodinámica del placentoma se realizaron de acuerdo con Rodríguez et al. (2020). Para evaluar la arteria uterina, primero se localizó la vejiga urinaria y se midió inmediatamente el flujo adyacente craneolateralmente, como lo

describió Del Aguila et al. (2022). Brevemente, se identificó la arteria uterina y las arterias del placentoma usando la ecografía color Doppler, para posteriormente activar el modo Doppler espectral y colocar el calíper en la porción central del vaso con el ángulo de insonación ajustado ($\leq 60^\circ$). Luego, con un mínimo de tres ondas consecutivas y libre de artefactos, se congeló la imagen y se realizó el análisis de la onda para determinar la velocidad del pico sistólico (VPS), la velocidad diastólica final (VDF) y calcular el índice de resistencia ($IR = [VPS - VDF] / VPS$). Todos los índices fueron determinados automáticamente (Rodríguez et al., 2019).

5.4. Análisis estadístico

Se verificó la normalidad de cada variable mediante el test de Shapiro–Wilk. Los datos de la arteria uterina fueron comparados entre los grupos mediante un modelo mixto (mixed proc de SAS On Demand for Academics). El modelo incluyó el tratamiento, el tiempo, así como la interacción entre el tratamiento y el tiempo como efectos fijos. Dado que no se podía determinar si el placentoma considerado era el mismo, los datos del flujo sanguíneo del placentoma se compararon entre grupos en forma independiente en cada tiempo usando un modelo mixto, incluyendo solo el tratamiento como efecto fijo, incluyendo el área del placentoma como covariable. Dado que la covariable nunca tuvo efectos significativos, se retiró del modelo volviendo a correrlo sin la covariable. En IR, hubo diferencia entre tratamientos el Día -14, por lo que este valor se incluyó como covariable en los del Día 7 y el Día 28. Los resultados fueron considerados significativamente diferentes cuando $P \leq 0,05$, y como una tendencia cuando $0,05 < P \leq 0,1$.

6. RESULTADOS

6.1. Variables flujométricas del Doppler de la arteria uterina

No hubo efectos del tratamiento ni interacción con el tiempo en la VPS, aunque hubo cambios en el tiempo ($P < 0,0001$). La VPS aumentó desde el Día -14 al Día 7 ($P < 0,0001$), y del Día 14 al 28 ($P < 0,0001$) en todos los animales evaluados (Figura 4A).

La esquila tendió a aumentar la VDF ($P = 0,098$), y hubo una tendencia en la interacción entre el tratamiento y el tiempo ($P = 0,10$). La VDF cambió con el tiempo ($P < 0,001$): aumentó desde el Día -14 al Día 7 ($P < 0,0002$), y del Día 7 al 28 ($P < 0,0001$) en todos los animales evaluados (Figura 4B).

No hubo efectos del tratamiento ni interacción con el tiempo en el IR, aunque hubo cambios en el tiempo ($P = 0,0004$). El IR fue menor luego de la esquila, tanto el Día 7 como el Día 28 que el Día -14 ($P = 0,003$ y $P = 0,0001$ respectivamente) (Figura 4C).

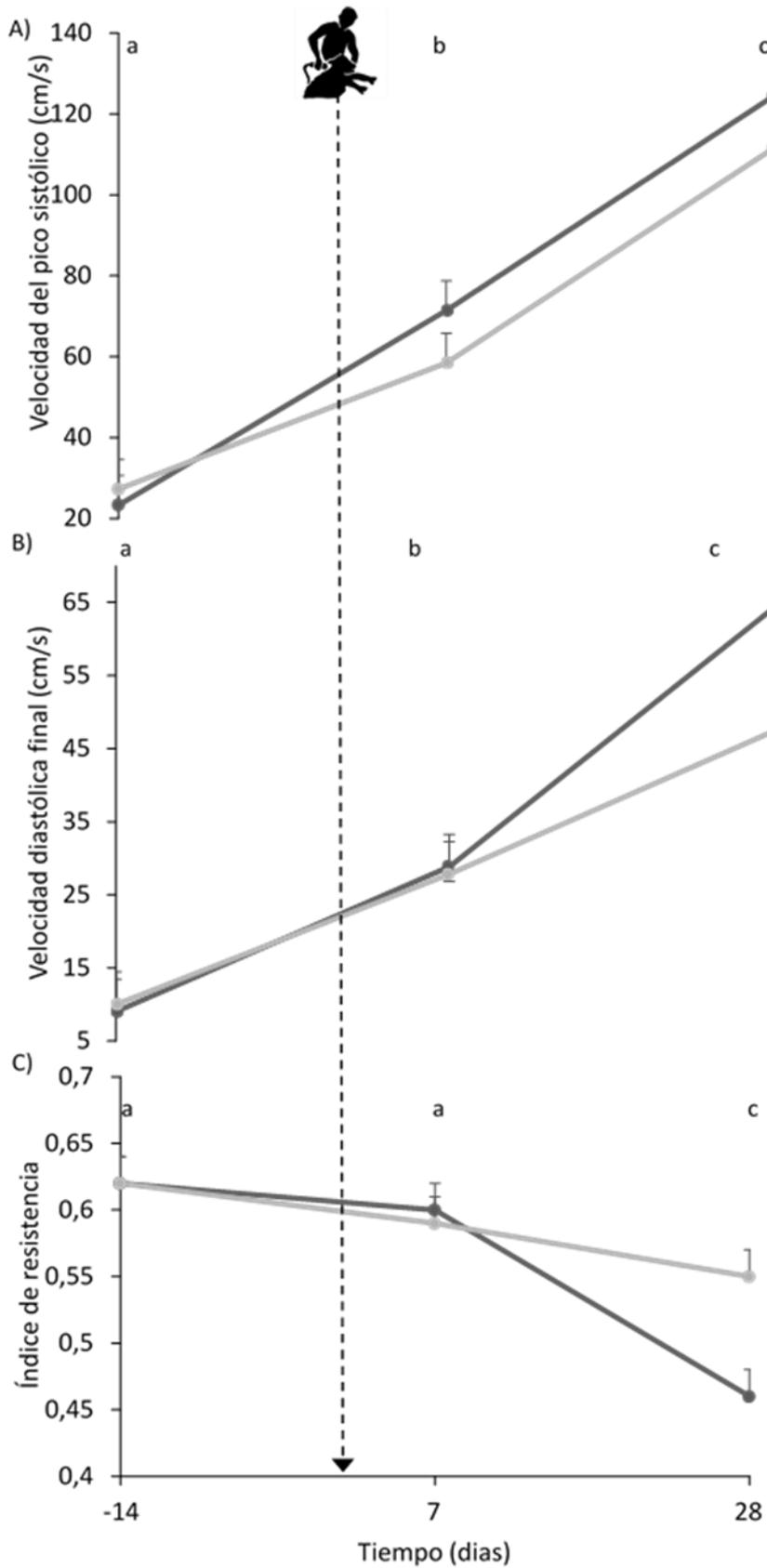


Figura 4 - Variables de la flujometría Doppler de la arteria uterina en función del tiempo.

Velocidad del pico sistólico (A), velocidad diastólica final (B) e índice de resistencia (C) de la arteria uterina de ovejas gestantes esquiladas (-●-) y no esquiladas (-●-), a los 14 días antes de la esquila, 7 y 28 después de la misma. La flecha punteada indica el día de la esquila (a los 86 días de gestación: día 0). Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tiempos ($P \leq 0,05$).

6.2. Variables flujométricas del Doppler de las arterias y área del placentoma.

La esquila tendió a disminuir la VPS ($P= 0,051$) y disminuyó la VDF ($P= 0,008$) el Día 28 (Figura 5A y B respectivamente). No hubo efectos del tratamiento en las velocidades del flujo sanguíneo en los otros días, ni en el IR (Figura 5C). El área de los placentomas fue mayor en el grupo Esq que en el NoEsq el Día 28 ($6,5 \text{ mm}^2 \pm 0,5$ vs $5,0 \pm 0,4$ respectivamente, $P=0,035$).

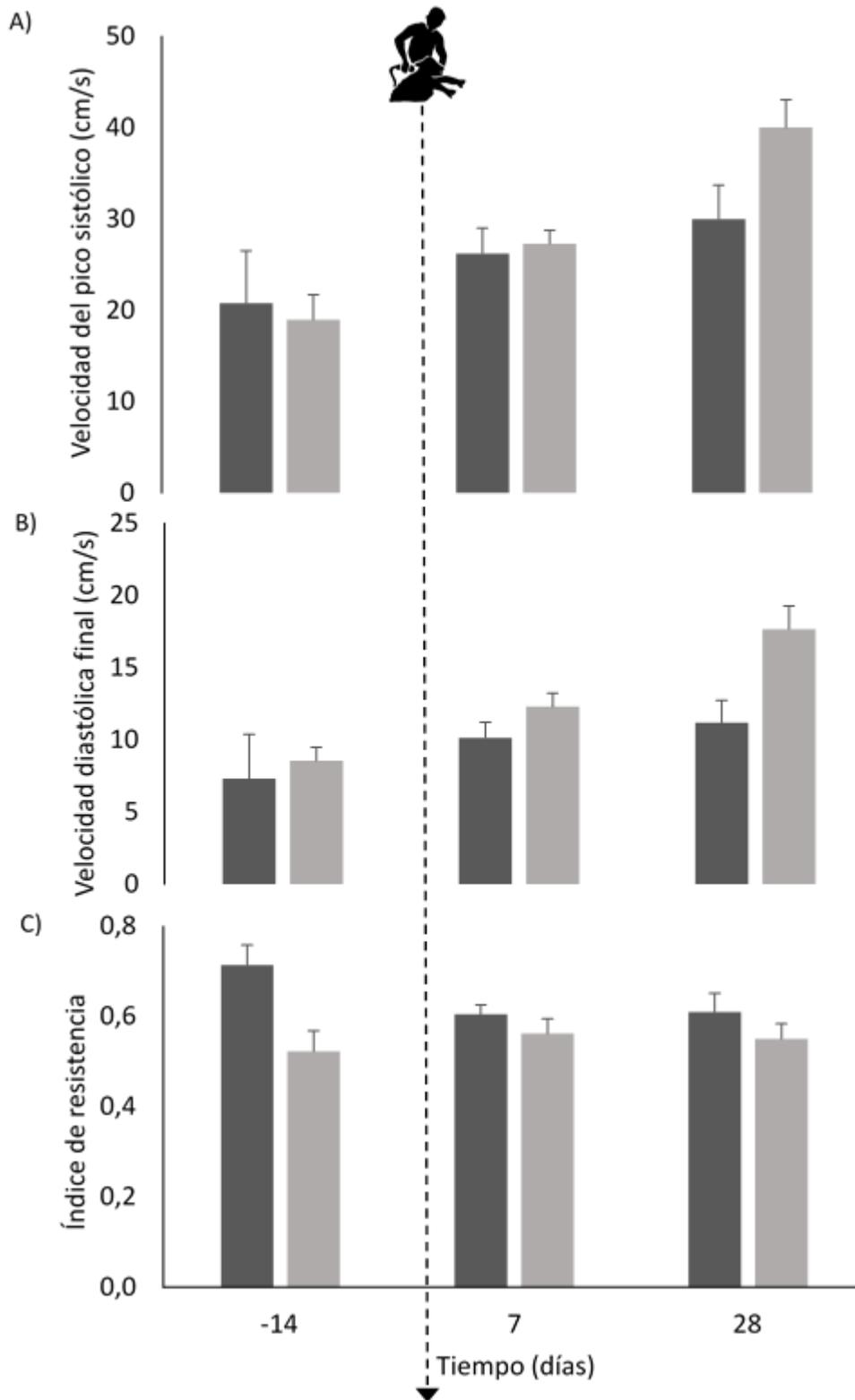


Figura 5 - Variables de la flujimetría Doppler de los placentomas en función del tiempo.

Velocidad del pico sistólico (A), velocidad diastólica final (B) e índice de resistencia (C) de la arteria del placentoma de ovejas gestantes esquiladas (barras negras) y no esquiladas (barras grises), a los 14 días antes de la esquila, 7 y 28 después de

la misma. La flecha punteada indica el día de la esquila (a los 86 días de gestación: día 0).

7. DISCUSIÓN

La esquila de las ovejas hacia el final del segundo tercio de gestación no influyó sobre el flujo sanguíneo en la arteria uterina y tuvo pocos efectos sobre el flujo sanguíneo en el placentoma. Por otra parte, la esquila determinó un aumento del tamaño de los placentomas. De acuerdo a nuestro conocimiento, algunos trabajos anteriores han reportado que la esquila preparto temprana aumenta el peso de la placenta y la cantidad de cotiledones, se registra que hubo un cambio cuando se expulsa la placenta en el parto (Banchemo et al., 2007). Sin embargo, hasta el momento no hay estudios que hayan realizado un seguimiento del desarrollo de los placentomas, como en el presente estudio, para determinar en qué momento de la gestación se produce el aumento de tamaño de placenta por efecto de la esquila. El hecho de que se haya determinado que la esquila produjo un aumento del área del placentoma el día 115 de gestación indicaría que el impacto de este cambio sobre el crecimiento fetal se produce durante el último tercio, considerando que esta diferencia de crecimiento del placentoma ocurrió entre los 94 y 115 días de gestación, es decir, sobre la etapa de mayor crecimiento fetal (Ferrell, 1989). Hay que considerar que la morfología del placentoma puede diferir de acuerdo a las proporciones de tejido maternal y fetal, y que estas proporciones pueden cambiar por ejemplo por la nutrición de la madre durante la gestación (Addah, Karikari y Baah, 2012). Por tanto, además del tamaño podría modificarse la forma, pero esto no fue determinado en el presente trabajo. De acuerdo a los autores los cambios de tamaño en esta etapa son de poco impacto (Saelzer, Herve y Espindola, 1992). Sin embargo, dado que los efectos de la esquila sobre el flujo sanguíneo en el placentoma fueron independientes del tamaño del placentoma, se reafirma que los cambios en el desarrollo placentario reportados en estudios previos (Kelly, 1992) no se asociarían con cambios en su flujo sanguíneo. Si bien hubiera sido interesante registrar los datos de la irrigación de varios placentomas por animal, considerando las dificultades prácticas para lograr imágenes simultáneas de varios placentomas o separadas en el tiempo pudiendo asegurar que no se repetía el mismo placentoma, solamente se midió un placentoma. Por ello, hay que ser cautos al momento de considerar que la esquila no modificó la irrigación en los placentomas.

La esquila no modificó el flujo sanguíneo de la arteria uterina. Sin embargo, a lo largo de la gestación hubo cambios en las variables indicadoras de perfusión vascular en la arteria uterina, los que fueron independientes de la esquila. Se ha observado una disminución del índice de resistencia, un aumento de la velocidad del pico sistólico y de la velocidad diastólica final de la arteria uterina. Esto estaría asociado a una mayor perfusión vascular que acompaña el desarrollo normal de la placenta durante la gestación, coincidiendo en parte con el periodo de mayor crecimiento de la placenta (Geenty, 1997) y del feto (Ferrell, 1989).

Por otro lado, se detectó una disminución de la velocidad diastólica final y una tendencia a disminuir en la velocidad del pico sistólico del placentoma a los 28 días de la esquila, lo que podría corresponder a una reducción en la perfusión vascular del placentoma de las ovejas esquiladas. Al mismo tiempo, se observó que en las ovejas esquiladas hubo un aumento del área del placentoma. El incremento del

área del placentoma se puede vincular con un mayor crecimiento de la placenta en las ovejas esquiladas. Es posible que haya aumentado el pasaje de nutrientes debido a los cambios metabólicos que la oveja sufre al adaptarse al frío (Symonds et al., 1988) y, por tanto, el mayor crecimiento debido a la esquila se realizó cuando la placenta aún no había completado su desarrollo. Sin embargo, el transporte de nutrientes no solo depende del flujo sanguíneo de la placenta, sino que también está determinada por el gradiente de concentración de nutrientes y por características de la barrera placentaria (Jones, Powell y Jansson, 2007). Por tanto, el mayor tamaño de la placenta irrigado por una vascularización igual o que no sigue el mismo ritmo de crecimiento, se traduce en una disminución en las velocidades de flujo sanguíneo. Sumado a esto, se sugiere que al momento que se realizaron las mediciones todavía no había cambios en la irrigación de la placenta -exceptuando la disminución en VDF- pero que más avanzada la gestación posiblemente podría haber aumentado.

8. CONCLUSIONES

La esquila de las ovejas al día 87 de gestación no influyó sobre el flujo sanguíneo en la arteria uterina, y tuvo poco impacto sobre el flujo sanguíneo en el placentoma, aunque el tamaño del placentoma se modificó con la esquila.

Este trabajo abre nuevas líneas de investigación para estudiar de manera más específica los efectos de la esquila preparto sobre la funcionalidad placentaria. Sería interesante realizar futuros estudios sobre la vascularización de los tejidos materno-fetales realizando otro tipo de mediciones de funcionalidad placentaria, tanto en ovejas de gestación simple como múltiples y con un mayor número de animales.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, G., Sitras, V., Erkinaro, T., Mäkikallio, K., Kavasmaa, T., Pääkilä, M., ... y Räsänen, J. (2007). Experimental validation of uterine artery volume blood flow measurement by Doppler ultrasonography in pregnant sheep. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 29(4), 401-406.
- Addah, W., Karikari, P. K., y Baah, J. (2012). Under nutrition in the ewe: Foeto-placental adaptation, and modulation of lamb birth weight: A review. *Livestock Research for Rural Development*, 24(9). Recuperado de <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd24/9/adda24161.htm>
- Aleksiev, Y. (2009). The effect of shearing on the behaviour of some physiological responses in lactating Plevan Blackhead ewes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(5), 446-452.
- Alexander, G. (1964). Studies on the placenta of the sheep (*Ovis aries* L.). *Reproduction*, 7(3), 307-322.
- Azzarini, M. (2000). *Una propuesta para mejorar los procreos ovinos*. Montevideo: SUL.
- 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. En Centro Médico Veterinario de Paysandu (Ed.), *Jornada Uruguay Buiatría* (Vol. XXXV, pp. 199-206). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- 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.
- Barbeito, C. (2020). Placenta y placentación en los mamíferos domésticos. En *Reproducción de los animales domésticos* (2ª ed., pp. 148-153). Zaragoza: Grupo Asís Biomedica.
- Bonino-Morlán, J. (2004). Incremento de los procreos ovinos. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguay Buiatría* (Vol. XXXII, pp 45-52). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Beltrame, R.T., Covre, C., Littig, L.B., de Barros Martins, A., Quirino, C.R., Junior, A.B., y da Costa, R.L.D. (2017). Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in ewes during pregnancy. *Theriogenology*, 91, 55-61.
- Bonino Morlán, J., y Casaretto, A. (2012). Principales patologías en los actuales sistemas de producción ovina del Uruguay. Una puesta al día. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguay Buiatría* (Vol. XL, pp 19-29). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Borowicz, P.P., Hafez, S., Redmer, D.A., y Reynolds, L.P. (2008). Methods for evaluating uteroplacental angiogenesis and their application using animal models. *Methods in Enzymology*, 445, 229-253.

- Boshier, D., y Holloway, H. (1976). Electron-microscope observations of sheep trophoblast. *Journal of Anatomy*, 121, 404.
- Bryden, M.M., Evans, H.E., y Binns, W. (1972). Embryology of the sheep. I. Extraembryonic membranes and the development of body form. *Journal of Morphology*, 138(2), 169-185.
- Butler Terra, M., Mattos Carrera, M., y Perrone Gaudin, R. (1995). *Efecto del momento de esquila sobre la fertilidad y crecimiento de lana en raza Corriedale en servicios tempranos* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Cam, M. A., y Kuran, M. (2004). Shearing pregnant ewes to improve lamb birth weight increases milk yield of ewes and lamb weaning weight. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(12), 1669-1673.
- Carámbula, M. (1991). *Aspectos relevantes para la producción forrajera*. Montevideo: INIA.
- Ciccioli, N.H., Irazoqui, H., Cuthill, J., Giglioli, C., y Fernández, L. M. (2005). Época de esquila y alimentación preparto en ovejas Corriedale gestando mellizos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25, 1-9.
- Clarke, L., Buss, D.S., Juniper, D.T., Lomax, M.A., y Symonds, M.E. (1997). Adipose tissue development during early postnatal life in ewe-reared lambs. *Experimental Physiology*, 82(6), 1015-1027.
- Cloete, S.W.P., Muller, C.J.C., y Durand, A. (2000). The effects of shade and shearing date on the production of Merino sheep in the Swartland region of South Africa. *South African Journal of Animal Science*, 30, 164-171.
- Cloete, S.W.P., Van Niekerk, F.E., y Van der Menrue, G.D. (1994). The effect of shearing pregnant ewes prior to a winter-lambing season on ewe and lamb performance in the southern Cape. *South African Journal Animal Science*, 24, 140-142.
- Corner, R.A., Kenyon, P.R., Stafford, J.K., West, D.M., y Oliver, M. H. (2006). The effect of mid-pregnancy shearing or yarding stress on ewe post-natal behaviour and the birth weight and post-natal behaviour of their lambs. *Livestock Science*, 102(1-2), 121-129.
- Dabiri, N., Morris, S.T., Wallentine, M., McCutcheon, S.N., Parker, W.J., y Wickham, G.A. (1996). Effects of pre-lamb shearing on feed intake and associated productivity of May-and August-lambing ewes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 39(1), 53-62.
- Dalton, D.C., Knight, T.W., y Johnson, D.L. (1980). Lamb survival in sheep breeds on New Zealand hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 23(2), 167-173.
- De Barbieri, I., Montossi, F., Digiero, M., Nolla, M., Luzardo, S., Martínez, H., ... Frugoni, J. (2005). Largo de gestación de ovejas Corriedale: efecto de la esquila preparto temprana. En *Seminario de Actualización técnica: reproducción ovina. Recientes*

avances realizados por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (pp. 115-121). Treinta y Tres-Tacuarembó: INIA.

- De Barbieri, I., Montossi, F., Mederos, A., Martínez, H., Zamit, W., Levratto, J., y Frugoni, J. (2008). La esquila preparto temprana: una alternativa para mejorar la eficiencia reproductiva de la majada nacional. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/06-esquila_temprana.pdf
- De Barbieri, I., Montossi, F., Viñoles, C., y Kenyon P.R. (2014). Effect of shearing ewes during mid- and late- pregnancy on lambs weight at birth and survival to weaning under grazing conditions in Uruguay. *Small Ruminant Research*, 119, 18-32.
- De Barbieri, I., Montossi, F., Viñoles, C., y Kenyon, P.R. (2018). Time of shearing the ewe not only affects lamb live weight and survival at birth and weaning, but also ewe wool production and quality. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 61, 57-66.
- Del'Aguila-Silva, P., Santos, F.C.D., Santos, V.J.C.D., Uscategui, R.A.R., Padilha-Nakaghi, L.C., ... Feliciano, M.A.R. (2022). Doppler sonography of the umbilical and uterine arteries blood flow of pregnant Saanen goats. *Animal Reproduction*, 19(3), 1-9.
- Dutra, F. (2005). Nuevos enfoques sobre la patología de la mortalidad perinatal de corderos. *INIA Serie Técnica*, 401, 137-140.
- Dwyer, C.M. (2008). The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research*, 76(1-2), 31-41.
- Edey, T. N. (1969). Prenatal mortality in sheep: a review. *Animal Breeding Abstracts*, 37(2), 173-190.
- Edey, T.N. (1976). Nutrition and embryo survival in the ewe. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production*, 36, 231-239.
- Edey, T.N. (2013). Embryo mortality. En G.J. Tomes, D. Robertson y R. Lightfoot (Ed.), *Sheep Breeding. Studies in the Agricultural and Food Sciences* (2ª ed., pp. 315-325). Armidale: Butterworths.
- Fernández Abella, D. (1993). *Principios de la fisiología reproductiva ovina*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Fernández Abella, D.H. (2011). Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya Buiatría* (Vol. XXXIX, pp. 1-18). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Fernández Abella, D.; Formoso, D. (2007). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. II. Efecto de la condición corporal y de la dotación sobre las pérdidas embrionarias y fetales. *Producción Ovina* 19:5-13.
- Ferrell, C.L. (1989). Placental regulation of fetal growth. En D.R. Campion, G.J. Hausman y R.J. Martin (Ed.) *Animal growth regulation* (pp 1-19). Nueva York: Plenum Press.

- Fierro, S., Giannitti, F., Dorsch, M., y Durán, J. M. (2022). Pérdidas reproductivas en majadas de Uruguay: ¿ Fallas en la ecografía, abortos o corderos perdidos luego del nacimiento?. *Revista Ovinos Secretariado Uruguayo de la Lana*, 191, 3-9.
- Fogarty, N. M. (1995). Genetic parameters for live weight, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep: a review. *Animal Breeding Abstracts*, 63, 101-143.
- Foot, W.C., Pope, A.L., Chapman, A.B., y Casida, L E. (1959). Reproduction in the yearling ewe as affected by breed and sequence of feeding levels. II. Effects on fetal development. *Journal of Animal Science*, 18(1), 463-474.
- Freitas-de-Melo, A., Pinto-Santini, L., Neimaur, K., Cal-Pereyr, L., Fonsêca, V., y Ungerfeld, R. (2023). Esquila preparto, termorregulación y resultados reproductivos en ovinos. *Albótar*, 260, 22-25.
- Bianchi, G. y Garibotto, G. 2007 Uso de razas carniceras en cruzamientos terminales y su impacto en la producción de carne y el resultado económico. Capítulo 3. En: Alternativas Tecnológicas para la Producción de Carne Ovina de Calidad en Sistemas Pastoriles. G. Bianchi. Editorial Hemisferio Sur (Montevideo, Uruguay). pp: 65 -106.
- Geenty, K.G., y Clarke, J.N. (1977). Comparison of sire and dam breeds for the production of export lambs slaughtered at 3, 4 1/2, and 6 months of age. *Proceedings New Zealand Society Animal Production*, 37, 235-242.
- Ginther, O.J., y Matthew, M.D. (2004). Doppler ultrasound in equine reproduction: principles, techniques, and potential. *Journal of Equine Veterinary Science*, 24(12), 516-526.
- Grattarola, M., y Fierro, S. (s.f.). Conociendo los indicadores reproductivos de la majada. *Ovinas notas prácticas*, 70. Recuperado de <https://www.sul.org.uy/descargas/hojas/70-Manejo.pdf>
- Guillomot, M., Flechon, J.E., y Wintenberger-Torres, S. (1981). Conceptus attachment in the ewe: an ultrastructural study. *Placenta*, 2(2), 169-182.
- Guyoti, V.M., Farias, M.D.S., Dalmolin, M.L., Poli, C.H., Schmidt, V., y Gonzalez, F.D. (2015). Effect of shearing during pregnancy on productive performance in the post-partum period of ewes on extensive husbandry. *Ciência Animal Brasileira*, 16, 217-224.
- Hargreaves, A.L., y Hutson, G.D. (1990). The stress response in sheep during routine handling procedures. *Applied Animal Behaviour Science*, 26(1-2), 83-90.
- Hight, G.K., y Jury, K.E. (1970). Hill country sheep production: II. Lamb mortality and birth weights in Romney and Border Leicester x Romney flocks. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13(4), 735-752.
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (2022a). Informe de invierno: Junio – Julio - Agosto. *Boletín trimestral*, 3, (7-13). Recuperado de

<https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2022-09/Boletin%20estacional%20INVIERNO.pdf>

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2022b). Informe de primavera: Setiembre – Octubre - Noviembre. *Boletín trimestral*, 4, (5-14). Recuperado de <https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2022-12/informe%20estacional%20PRIMAVERA.pdf>

Jones, H.N., Powell, T.L., y Jansson, T. (2007). Regulation of placental nutrient transport—a review. *Placenta*, 28(8-9), 763-774.

Jopson, N.B., Davis, G.H., Farquhar, P.A., y Bain, W.E. (2002). The effects of mid-pregnancy nutrition and shearing on ewe body reserves and foetal growth. *Proceedings-New Zealand Society of Animal Production*, 62, 49-52.

Kelly, R.W. (1992). Nutrition and placental development. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*, 17, 203-211.

Kenyon, P.R., Morris, S.T., Revell, D.K., y McCutcheon, S.N. (2002). Nutrition during mid to late pregnancy does not affect the birth weight response to mid pregnancy shearing. *Australian Journal Agriculture Research*, 53, 13-20.

Kenyon, P.R., Morris S.T., y McCutcheon S.N. (2002). Does an increase in lamb birth weight though mid-pregnancy shearing necessarily mean an increase in lamb survival rates to weaning? *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 62, 53-56.

Kenyon, P.R., y Webby, R.W. (2007). Pastures and supplements in sheep production systems. *Pasture and Supplements for Grazing Animals*, 14, 255-274.

Knight, T.W., Bencini, R., Haack, N.A., y Death, A. F. (1993). Effects of shearing on milk yields and milk composition in machine-milked Dorset ewes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36(1), 123-132.

López-Mazz, C., Baldi, F., Quintans, G., y Banchemo, G. (2017). Shearing ewes in the first third of gestation improves offspring performance. *Animal Production Science*, 58(10), 1908-1914.

López-Mazz, C., Regueiro, M., Baldi, F., Quintans, G., y Banchemo, G. (2019). La esquila a los 50 días de gestación de ovejas en pastoreo afectó positivamente el peso corporal pero no parámetros reproductivos y de salud de los corderos machos durante los primeros 18 meses de edad. En *Primer Seminario Técnico de Programación Fetal* (pp. 125-134). Montevideo: INIA.

Lynch, J.J., Hinch, G.N., y Adams, D.B. (1992). *The behaviour of sheep: biological principles and implications for production*. Melbourne: CSIRO.

Mari, J.J. (1979). Mortalidad perinatal en corderos. En *Primeras Jornadas Veterinarias de Ovinos* (pp. k1-k13). Tacuarembó: Interifa.

McFarlane, D. (1965). Perinatal lamb losses: I. An autopsy method for the investigation of perinatal losses. *New Zealand veterinary journal*, 13(5), 116-135.

- McKenzie, F.F., y Bogart, R. (1934). Observations on ewes at the time of parturition. *Bulletin. Missouri Agricultural Experiment Station*, 340, 10-12.
- Mellor, D.J. (1983). Nutritional and placental determinants of foetal growth rate in sheep and consequences for the newborn lamb. *British Veterinary Journal*, 139(4), 307-324.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2022). *Declaración jurada anual de existencias 2021-2022*. Recuperado de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoieMTE4ZGI4OTEtYmFhNy00ZTcwLWFhNDI0NTZjYzY3NWl3YTFlIiwidCI6IjNIY2RjZTkwLWEwOTctNDdjYy1iMWUzLWJiOWIzNjExNGI1NSIsImMiOiR9>.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2016). *Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016*. Recuperado de file:///C:/Users/Maria%20Jesus/Desktop/Downloads/encuesta_ganadera_2016_22_012019.pdf.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ganzábal, A., Banchemo, G., Soares de Lima, J. M., ... Porcile, V. (2013). En tiempos de agricultura y forestación: ¿no existe espacios competitivos para la producción ovina moderna?. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas Buiatría* (Vol. XLI, pp 103-119). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Digiero, A., Martínez, H., Nolla, M., Luzardo, S., ... Costales, J. (2005). La esquila preparto temprana: una nueva opción para la mejora reproductiva ovina. *INIA. Serie de actividades de Difusión*, 401, 85-103.
- Montossi, F., San Julián, R., De Mattos, D., Berretta, E.J., Ríos, M., Zamit, W., y Levratto, J. (1998). Alimentación y manejo de la oveja de cría durante el último tercio de gestación en la región de Basalto. *INIA Serie Técnica*, 102, 195-208.
- Montossi, F., y de los Campos, G. (2002). La Cadena de Producción-Transformación de Carne Ovina en Uruguay: Análisis de la Evolución de la última década y Perspectivas. *Revista Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 126, 25-38.
- Morris, S.T., Kenyon, P.R., Burnham, D.L., y McCutcheon, S.N. (1999). The influence of pre-lamb shearing on lamb birthweight and survival. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 61, 95-98.
- Morris, S.T., McCutcheon, S.N., y Revell, D.I. (2000). Birth weight responses to shearing ewes in early to mid-gestation. *Animal Science*, 70, 363-369.
- Morris, S.T., y McCutcheon, S.N. (1997). Selective enhancement of growth in twin foetuses by shearing ewes in early gestation. *Animal Science*, 65(1), 105-110.
- Narayan, E., Sawyer, G., Fox, D., Smith, R., y Tilbrook, A. (2022). Interplay between stress and reproduction: Novel epigenetic markers in response to shearing patterns in Australian Merino sheep (*Ovis aries*). *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 830450.
- Nedkvitne, J.J. (1972). Effect of shearing before and after lambing. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 22(2), 97-102.

- Noakes, D. (2001) Development of the conceptus. En D.E. Noakes, T.J Parkinson y G.C.W, England, *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics* (8ª ed., 57-68). Londres: Elsevier.
- Oficina de Planificación y Política Agropecuaria. (2022). *Análisis sectorial y cadenas productivas, temas de política, estudios*. Recuperado de [ile:///C:/Users/Maria%20Jesus/Desktop/Downloads/ANUARIO2022.pdf](file:///C:/Users/Maria%20Jesus/Desktop/Downloads/ANUARIO2022.pdf)
- Peralta, O.A., Sales, F., y Parraguez, V.H. (2020). *Endocrinología y mecansimo de parto. En Reproducción de los animales domésticos* (2ª ed., pp. 148-153). Zaragoza: Grupo Asís Biomedica SL.
- Pierzchala, K., Bobek, S., Niezgoda, J., y Ewy, Z. (1983). The effect of shearing on the concentration of cortisol and thyroid hormones in the blood plasma of sheep. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 30(9), 749-759.
- Poindron, P., y Le Neindre, P. (1980). Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*, 11, 75-119.
- Ramos Francolino, J. F. (2018). El complejo inanición-exposición y la mortandad de corderos en Uruguay: ¿vamos por más corderos?. *Cangue*, 41, 25-26
- Ramos, Z., y Montossi, A.P.F. (2014). Alternativas tecnológicas para aumentar la supervivencia de corderos. Control integrado de parición en ovinos. *Revista Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 38, 11-15.
- Revell, D.K., Main, S.F., Breier, B.H., Cottam, Y.H., Hennies, M., y McCutcheon, S. N. (2000). Metabolic responses to mid-pregnancy shearing that are associated with a selective increase in the birth weight of twin lambs. *Domestic Animal Endocrinology*, 18(4), 409-422.
- Revell, D.C., Morris, S.T., Cottam, Y.H., Hanna, J.E., Thomas, D.G., Brown, S., y McCutcheon, S.N. (2002). Shearing ewes at mid-pregnancy is associated with changes in fetal growth and development. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53, 697-705
- Reynolds, L.P., Borowicz, P.P., Caton, J.S., Vonnahme, K.A., Luther, J.S., Buchanan, D.S., ... Redmer, D.A. (2009). Uteroplacental vascular development and placental function: an update. *International Journal of Developmental Biology*, 54(2-3), 355-365
- Reynolds, L.P., Borowicz, P.P., Vonnahme, K.A., Johnson, M.L., Grazul-Bilska, A.T., Redmer, D.A., y Caton, J.S. (2005). Placental angiogenesis in sheep models of compromised pregnancy. *The Journal of Physiology*, 565(1), 43-58.
- Reynolds, L.P., Killilea, S.D., y Redmer, D.A. (1992). Angiogenesis in the female reproductive system. *The FASEB Journal*, 6(3), 886-892.
- Reynolds, L.P., y Redmer, D.A. (1992). Growth and microvascular development of the uterus during early pregnancy in ewes. *Biology of Reproduction*, 47(5), 698-708.

- Reynolds, L.P., y Redmer, D.A. (1995). Utero-placental vascular development and placental function. *Journal of Animal Science*, 73(6), 1839-1851
- Rodriguez, M.G.K., Santos, V.J.C., Silva, P.D.A.D., Mariano, R.S.G., Maronezi, M.C., Simões, A.P. R., ... Feliciano, M.A.R. (2019). Aspectos ecográficos e elastográficos utilizados como preditores de trabalho de parto em ovinos: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 43(3), 765-771.
- Rodriguez, M.G.K., Santos, V.J.C., Uscategui, R.A.R., Mariano, R.S.G., Simões, A.P.R., da Silva, P.D.A., ... Feliciano, M.A.R. (2020). Maternal and fetal ultrasonographic characteristics, vulvar temperature, and vaginal mucous impedance as variables associated with the onset of parturition in term and induced pre-term ewes. *Animal Reproduction Science*, 223, 1-32.
- Russel, A. J. F., Doney, J. M., y Gunn, R. G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 72(3), 451-454.
- Saelzer, P., Herve, M. A., y Espíndola, S. (1992). Ultrasonography study of placentome dimensions in ewes from day 30 to 102 of gestation. *Archivos de Medicina Veterinaria*.
- Santoro, A. (1993). La esquila y su manejo. *Revista Plan Agropecuario*, 63, 34-35.
- Senger, P.L. (2012). *Pathways to pregnancy and parturition* (3th ed.). Washington: Current Conceptions.
- Sherlock, R.G., Kenyon, P.R., Morris, S.T., y Parkinson, T.J. (2003). Metabolic changes in ewes shorn during mid-pregnancy. *Proceedings-New Zealand Society of Animal*, 63, 144-148.
- Sistema Integral del Rubro Ovino. (2021). *Información de Esquila Uruguay*. Recuperado de <https://www.siro.uy/index.php#estadisticas>.
- Sistema Nacional de Información Ganadera. (2022). *Declaración jurada anual de existencias 2021-2022*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-actualizados-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig>
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (2022). *Uruguay: Exportaciones del Rubro Ovino Período: enero a julio de 2022*, recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/ber/Boletin_de_Exportaciones_-_Enero_Julio.pdf?_mrMailingList=890&_mrSubscriber=8299&utm_campaign=http%3A%2F%2Fwww.sul.org.uy%2Fdescargas%2Fber%2FBolet%C3%ADn_Exportaciones_Junio_2022..pdf&utm_medium=email&utm_source=mailing890#:~:text=%E2%9C%93%20La%20lana%20peinada%20se,siendo%20Egipto%20el%20principal%20destino.&text=Las%20exportaciones%20del%20rubro%20ovino%20durante%20el%202021%20aumentaron,ubic%C3%A1ndose%20en%20US%24%20303%20millones.

- Souza-Fabjan, J.M, Pereira Batista, R.I., Ferreira da Fonseca, J., y Mermillod, P (2020). Fertilización y desarrollo embrionario temprano. En *Reproducción de los animales domésticos* (2ª ed., pp.128-142). Zaragoza: Grupo Asís Biomedica.
- 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.
- Steven, D.H. (1975). Separation of the placenta in the ewe: an ultrastructural study. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences: Translation and Integration*, 60(1), 37-44.
- Symonds, M.E. (2013). Brown adipose tissue growth and development. *Scientifica*, 2013, 305763.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., y Lomax, M.A. (1986). The effect of shearing on the energy metabolism of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*, 56(3), 635-643.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., y Lomax, M.A. (1988). Metabolic adaptation during pregnancy in winter-shorn sheep. *Journal Agriculture Science*, 111, 137-145.
- Symonds, M.E., Sebart, S.P., y Budge, H. (2010). Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. *Animal*, 4(7), 1075-1083.
- Terrazas, A., Hernández, H., Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Ramírez-Vera, S., Fierros, A., ... Serafín, N. (2012). Undernutrition during pregnancy in goats and sheep, their repercussion on mother-young relationship and behavioural development of the young. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 161-174.
- Thompson, G. E., Bassett, J. M., Samson, D. E., y Slee, J. (1982). The effects of cold exposure of pregnant sheep on foetal plasma nutrients, hormones and birth weight. *British Journal of Nutrition*, 48(1), 59-64.
- Ungerfeld, R. (2020). *Reproducción de los animales domésticos* (2ª ed.). Zaragoza: Grupo Asís Biomedica.
- Ungerfeld, R., Freitas-de-Melo, A., Damián, J.P., Fernández-Werner, A., y Kremer, R. (2018). Behavioural and physiological changes in pregnant ewes after winter shearing. *Small Ruminant Research*, 169, 57-61.
- Vilos, G.A., y Liggins, G.C. (1982). Intrathoracic pressures in fetal sheep. *Journal of Developmental Physiology*, 4(4), 247-256.
- Wintenberger-Torres, S., y Sevellec, C. (1987). *Atlas du développement embryonnaire précoce chez les ovins*. Paris: INRA.
- Wooding, P., y Burton, G. (2008). Synepitheliochorial placentation: ruminants (ewe and cow). En F.B.P. Wooding y G.J. Burton, *Comparative placentation. Structures, functions and evolution* (pp. 133-167). Londres: Springer Science y Business Media.

Zeleznik, A. J., y Benyo, D. F. (1994). Control of follicular development, corpus luteum function, and the recognition of pregnancy in higher primates. *The physiology of reproduction*, 2, 751-782.