



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ESQUILA PREPARTO TEMPRANA Y TARDÍA
SOBRE LA CONCENTRACIÓN SÉRICA DE HORMONAS TIROIDEAS (T3 Y T4)
EN OVEJAS MERINO EN CONDICIONES DE CRÍA EXTENSIVA.**

Por

**PERDOMO DA ROSA, Alejandra Vanessa
RAMOS APARICIO, Yeniffer Gabriela**

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

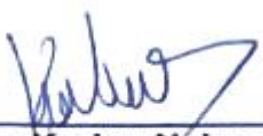
MODALIDAD: Ensayo experimental.

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2024**

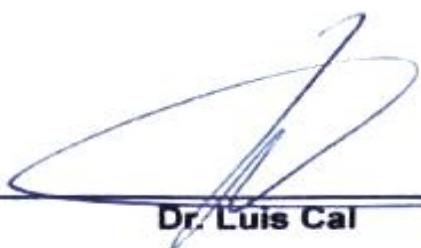
PAGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Presidenta:


Dra. Karina Neimaur

Segundo Miembro:


Dr. Luis Cal

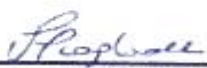
Tercer Miembro:


Dra. Madeleine Guerrero

Cuarto Miembro:


Dr. Pablo Rodríguez

Quinto Miembro:


Dra. Fiorella Scaglione

Fecha de aprobación: 17/12/2024

Autoras:


Alejandra Vanessa Perdomo Da Rosa


Yeniffer Gabriela Ramos Aparicio

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor Dr. Luis Cal por guiarnos, comprometerse con nuestro proceso y compartir con nosotras sus conocimientos; a los Co-tutores Dra. Fiorella Scaglione y Dr. Pablo Rodriguez; a Dra. Karina Neimaur por la asistencia con el inglés. A la Dra. Carla Faliveni directora del Campo Experimental N° 1, por la hospitalidad recibida en el campo y el interés por nuestra actividad, a todo el personal que participó de las diferentes instancias practicas donde aprendimos y disfrutamos trabajando juntos.

A nuestra casa de estudios, a cada persona que nos cruzamos en ella y con las que compartimos este largo y satisfactorio camino.

Agradecemos especialmente a nuestras familias por darnos la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera que nos llena el corazón, por creer en nosotras y ayudarnos a crecer como personas y profesionales; a nuestros amigos y conocidos por las palabras de aliento que renovaron las fuerzas tantas veces.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.	
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	5
1. RESUMEN.....	6
2. SUMMARY.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8-9
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1 Producción ovina en Uruguay	10-11
4.2 Exportaciones del sector ovino.....	11
4.3 Producción de lana en Uruguay	11-12
4.4 Gestación y Placenta ovina.....	12-13-14
4.5 Programación fetal.....	14-15
4.6 Esquila Preparto.....	15-16
4.7 Índice de enfriamiento o Sheep Chill index.....	16-17
4.8 Hormonas tiroideas en pequeños rumiantes.....	17-18-19
5. HIPÓTESIS.....	20
6. OBJETIVOS.....	20
6.1 Objetivo general	20
6.2 Objetivos específicos	20
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
7.1 Diseño experimental y animales seleccionados.....	21
7.2 Inseminación Artificial y conformación de grupos.....	21
7.3 Alimentación y sanidad.....	21-22
7.4 Mediciones en los animales.....	22
7.5 Determinación del Índice de enfriamiento y registro de condiciones meteorológicas.....	23
7.6 Análisis estadístico.....	23
8. RESULTADOS.....	24-25-26
9. DISCUSIÓN.....	27-28
10. CONCLUSIÓN.....	29
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30-31-32-33-34-35

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1- Representación esquemática del crecimiento en peso (kg) del feto, la glándula mamaria y la placenta durante la gestación (Geenty, 1997)	13
Figura 2 – Adaptado de Mapa de representación de Chill index día 12 de julio de 2017 para Uruguay (SUL, 2017)	17
Figura 3 - Diagrama de muestreo de sangre en ovejas de los tres grupos experimentales durante la gestación. Esquila Preparto de grupos 1 y 2, 20/7	22
Figura 4 - Relación del Índice de Enfriamiento (Sheep Chill Index) con la concentración de T3.....	25
Figura 5 - Relación del Índice de Enfriamiento (Sheep Chill Index) con la concentración de T4.....	25
Cuadro 1. Evolución de exportaciones del rubro ovino. Fuente: Elaboración SUL en base a datos DNA.....	11
Cuadro 2. Resultados de T3 y T4 (ng/dl)	24
Cuadro 3. Temperatura media con relación a la esquila	26

1. RESUMEN

La producción ovina en Uruguay comprende sistemas, en su gran mayoría, extensivos o semi-extensivos sobre campo natural y con poca mano de obra destinada a su cuidado. El gran dinamismo del rubro ovino ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías que contribuyen para aumentar su productividad y afrontar los diversos problemas a los que se enfrenta el sector, siendo uno de los principales la alta mortalidad de los corderos en las primeras 72 horas de vida. La esquila preparto (EPP) ha demostrado ser una herramienta útil en este sentido ya que desencadena respuestas comportamentales y metabólicas en las ovejas, entre ellas cambios en la concentración de hormonas tiroideas (HT), por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la esquila preparto temprana y tardía sobre la concentración sérica de hormonas tiroideas en ovejas Merino Australiano en condiciones de cría extensiva. Buscando representar un sistema tipo de producción de nuestro país, se seleccionaron 120 ovejas múltiparas de raza Merino Australiano, homogéneas en cuanto a peso vivo y condición corporal, que fueron inseminadas en diferentes fechas de manera que llegaran a la esquila con 70 y 110 días de gestación; se seleccionaron solamente aquellas con gestaciones únicas y se establecieron 3 grupos: G1 se le realizó una esquila preparto temprana, entre los días 70-85 de gestación (formado por ovejas inseminadas en el mes de abril), G2 con esquila preparto tardía, entre los días 110-120 de gestación (formado por ovejas inseminadas en el mes de marzo), y el G3 se dejó como Control, con ovejas sin esquilar, inseminadas en marzo y en abril (en igual número). Todas las ovejas fueron identificadas y mantenidas en iguales condiciones ambientales y de manejo durante todo el ensayo.

Para la medición de las hormonas tiroideas se realizó la extracción de sangre mediante punción de la vena yugular previo y posterior a la esquila (-72hs; -48hs; -24hs; +1hs; +4hs; +24hs; +72hs). También se tomaron diariamente registros meteorológicos locales (temperatura, precipitaciones, velocidad y dirección del viento) y con estos datos se calculó y registró de manera diaria el índice de enfriamiento o Sheep Chill Index (SCI). Se presentó un aumento de las hormonas tiroideas (HT) luego de la esquila preparto, sin diferencias significativas entre esquila preparto (EPP) temprana o tardía, los niveles de T4 son los que se elevan más y se mantienen por más tiempo. De acuerdo con lo experimentado no existirían diferencias en cuanto a esquilar las ovejas preparto a los 70 o 110 días ya que ambos grupos se comportaron de manera similar, pero si presentan diferencias con el grupo no esquilado.

Se concluye que la esquila preparto temprana y tardía en ovejas Merino Australiano gestando un solo feto y criadas en condiciones extensivas provoca cambios a corto plazo en las concentraciones de hormonas tiroideas, fundamentalmente un aumento de T4, independientemente de la temperatura ambiente.

2. SUMMARY

Sheep production in Uruguay is comprised mostly of extensive or semi-extensive systems in natural fields, with little labour for their care. The great dynamism of the sheep industry has led to the development of various technologies that contribute to increased productivity and to face the various problems faced by the sector, one of the main ones being the high mortality of lambs in the first 72 hours of life. Prepartum shearing has been shown to be a valuable tool in this regard as it triggers behavioural and metabolic responses in ewes, including changes in thyroid hormone concentration. Therefore, the present study aims to evaluate the effect of early and late prepartum shearing on serum thyroid hormone concentration in Australian Merino ewes under extensive rearing conditions. In order to represent a typical production system in our country, 120 multiparous Australian Merino ewes homogeneous in live weight and body condition were selected and inseminated on different dates so that they arrived at shearing at 70 and 110 days of gestation; only those with single gestations were selected, and three groups were established: G1 was given early pre-lambing shearing, between 70-85 days of gestation (consisting of ewes inseminated in April), G2 with late pre-lambing shearing, between 110-120 days of gestation (consisting of ewes inseminated in March), and G3 is left as Control, with unshorn ewes inseminated in March and April (in equal numbers). All ewes were identified and kept under the same environmental and management conditions throughout the trial.

For thyroid hormone measurements, blood was taken by jugular vein puncture before and after shearing (-72hs; -48hs; -24hs; +1hs; +4hs; +24hs; +72hs). Local weather records (temperature, rainfall, wind speed and direction) were also taken daily, and the Sheep Chill Index (SCI) was calculated and recorded daily. There was an increase in thyroid hormone (HT) after prepartum shearing (EPP), with no significant differences between early and late EPP, with T4 levels rising the most and remaining the longest. According to the results, there were no differences in terms of shearing prepartum ewes at 70 or 110 days, as both groups behaved similarly, but there were differences with the group that was not sheared. It is concluded that early and late pre-lambing shearing in Australian Merino ewes carrying a single foetus and reared under extensive conditions causes short-term changes in thyroid hormone concentrations, mainly an increase in T4, independently of the ambient temperature.

3. INTRODUCCIÓN

La potencial característica multiproducto del ovino le ofrece al rubro un gran dinamismo. Los ovinos integran diferentes sistemas de producción según el objetivo económico que se persiga encontrándose desde sistemas exclusivamente laneros o carniceros, a mixtos. Esto va de la mano con características productivas diferentes, incluyendo diferentes razas, base forrajera y tecnologías aplicadas al sistema (Oficialdegui, 2002). Las tecnologías disponibles actualmente abren un gran abanico de posibilidades técnicas que permiten mejorar la productividad del rubro (Oficialdegui, 2002).

A partir del ingreso del ovino a nuestro país en el siglo XVII, éste se ha tornado figura importante tanto a nivel de desarrollo económico como sociocultural. Desde estos tiempos, la producción ovina está en constantes modificaciones adaptando su orientación a la variación en la demanda de sus productos, sean estos lana y cueros, carne, o incluso leche (Secretariado Uruguayo de la Lana, SUL, 2022).

El mayor inconveniente que afecta a la producción ovina en nuestro país es el bajo índice de señalada, el cuál oscila alrededor del 70% (Antúnez, 2023). Esto ocurre en su mayoría por una alta mortalidad de los corderos que sucede principalmente en las primeras 72 horas de vida. Se identifican como causas principales la inanición y exposición al frío (Cal Pereyra, Benech, Da Silva, Martín y González Montaña, 2011). Además del complejo exposición-inanición, predadores, infecciones y partos distócicos son citadas como causa de mortalidad de corderos (Fernández Abella y Villegas, 2015).

El peso al nacer es un determinante en la posibilidad que tienen los corderos de sobrevivir a estas primeras horas (Ganzábal, Ruggia y De Miquelerena, 2003) y si bien no hay una única solución a esta problemática, actualmente existen varias herramientas que pueden contribuir (Banchero, 2003). La esquila preparto ha demostrado ser una buena opción, ya que provoca un mayor desarrollo de la placenta y corderos más pesados al nacer, con mayor vigor y que pueden establecer rápidamente un mejor vínculo madre-hijo (Montossi et al., 2003).

Las hormonas tiroideas juegan un papel fundamental en procesos como la regulación del metabolismo basal y energético, el desarrollo del sistema nervioso, los procesos de producción y en la reproducción. Son afectadas por factores externos como el fotoperiodo y la nutrición, así como por factores propios del individuo (edad, sexo, especie y raza) (Osorio, Suarez y Uribe-Velázquez, 2014).

Las hormonas tiroideas principales son tiroxina (T4), triyodotironina (T3) y triyodotironina inversa (rT3). Están controladas por la secreción de hormona liberadora de la tirotropina (TRH) y hormona estimulante de la tiroides (TSH) por parte del hipotálamo e hipófisis respectivamente. El 99,9% de las hormonas tiroideas liberadas a la circulación sanguínea circula unida a proteínas (Osorio, Carvajal y Pérez, 2017) pero solamente la pequeña fracción libre es la biológicamente activa, más del 50% de la T3 sérica surge de la monodeiodación de la T4 periférica (Osorio et al., 2014).

El correcto funcionamiento del metabolismo depende en gran parte de las hormonas tiroideas, ya que ejercen su efecto en diversos órganos manteniendo la homeostasis entre los diferentes tejidos. (Osorio y et al., 2014).

Estas hormonas aumentan la actividad metabólica en casi todos los tejidos del organismo, interfieren en el correcto desarrollo y maduración del cerebro; a nivel cardíaco aumentan la frecuencia y fuerza de contracción e intervienen en la

termogénesis y el desarrollo fetal. Además, tienen impacto en el crecimiento, asociada a la hormona del crecimiento (GH) y la insulina, siendo también importantes a nivel del sistema inmunitario y el desarrollo de la inmunidad pasiva (Osorio et al., 2017).

Las alteraciones endocrinas pueden detectarse mediante la determinación de T3 y T4 en sangre o mediante la menor respuesta de la glándula al estímulo con factor liberador de tirotrófina (TRH) (Osorio et al., 2014).

La gran mayoría de los estudios endocrinos son realizados en perros y gatos (Matamoros, Contreras, Wittwer y Mayorga, 2003) por lo cual es de importancia contribuir con información en pequeños rumiantes. Poder realizar un manejo endócrino exitoso para modificar los modelos de reproducción y aumentar las tasas de crecimiento, son una herramienta más para mejorar el desempeño productivo del sector.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Producción ovina en Uruguay

La composición de nuestras majadas ha ido cambiando a lo largo del tiempo, partiendo de la oveja Criolla, pasando por la merinización, cruzamientos con razas como Lincoln, Romney y luego de estas con Merino. Con la entrada del siglo pasado se adoptan razas doble propósito provenientes de Oceanía lo que da como resultado en la actualidad una gran variedad de genotipos con distintas características, prolíficas, lecheras, carniceras, laneras (SUL, 2022).

En el año 2023 el stock ovino se sitúa en 5.851.177 cabezas, lo que es un 5% menos que el stock registrado en 2022. Se observa una disminución de 6% en el número de capones, carneros y ovejas de cría, en esta última categoría se registran 3.093.445 animales (Riani, 2023).

Según los resultados de la encuesta RING (Red de información nacional Ganadera) enero/febrero 2024, realizada por el Instituto Plan Agropecuario a productores asociados, se destaca que el 71% de los productores declaran tener ovinos, y de estos, un 62% son majadas comerciales, por lo cual solamente el 44% del total de los productores tiene al ovino como rubro comercial. De estos productores la gran mayoría declara encarnerar sus ovejas en marzo-abril, mientras que menos del 20% lo hacen en enero y 18% febrero (Ghelfi, Molina, Carriquiry y De Torres, 2024).

La principal raza explotada en Uruguay es la Corridale (42%), seguida por el Merino Australiano (26%); la cual se desarrolla en gran proporción al norte del país (Bervejillo, Campoy, Gonzalez y Ortiz, 2018).

Se estima que la raza Merino es la más importante del mundo, con un rebaño de aproximadamente 220 millones de ovejas. Su origen es asiático y luego se distribuyó a todos los continentes. En España la raza adquiere el nombre de Merino y posteriormente llega a Australia donde los productores hicieron énfasis en la producción y calidad de la lana por sobre la producción de la carne. Tras un intenso trabajo de selección en base a diferentes características como vellón denso, mecha larga y de mejor calidad, es que los criadores australianos llegan al actualmente reconocido Merino Australiano y Australia se torna la principal potencia lanera del mundo obteniendo diámetros promedios por animal que van del ultrafino (menor a 15,5 micras), superfino (15,6 a 17,5 micras), fino (17,6 a 19,5 micras) y medio (mayor a 19,6 micras) (SUL, 2022).

En Uruguay, el primer ejemplar es importado desde la Patagonia Argentina en el año 1934. En los últimos 25 años la proporción de esta raza dentro del stock nacional ha venido aumentando, presentándose como resultados de la Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) en 2022 una cantidad de 2,17 millones de cabezas con una producción aproximada de 8 millones de kilogramos de lana sucia (SUL, 2022).

En nuestro país el diámetro de fibra para Merino Australiano promedia entre 19 y 23 micras, si bien es una raza con énfasis en la producción de lana de alta calidad, la producción de carne de esta raza también es de importante contribución en el sector (SUL, 2022).

Las condiciones en las que se desarrolla la producción ovina en Uruguay comprenden sistemas, en su gran mayoría, extensivos o semi-extensivos sobre campo natural, sin encierro y sin mucha mano de obra destinada a su cuidado. Teniendo en cuenta las

variaciones de la calidad de las pasturas a lo largo del año, nos encontramos con una crisis forrajera invernal, la cual coincide con la época de gestación de nuestras ovejas e influye de manera negativa en el desarrollo y bienestar de los animales, sobre todo en el último trimestre de gestación, donde los requerimientos aumentan significativamente (Freitas-de-Melo, Ungerfeld, Orihuela, Hötzel y Pérez-Clariget 2018).

Las carencias o restricciones alimenticias durante el periodo de gestación desencadenan varios efectos negativos, sobre todo en el comportamiento materno de las ovejas, el establecimiento del vínculo madre-hijo, la producción de calostro y leche. Esto aumenta las pérdidas productivas y económicas debido a la muerte de los corderos, lo que contribuye a que en nuestro país los porcentajes de señalada sean bajos y no superen el 70%, siendo el principal problema en la productividad del sector ovino a nivel país (Freitas-de-Melo et al., 2018).

4.2 Exportaciones del sector ovino

Según el informe de exportaciones correspondiente al periodo Enero- febrero 2024 publicado por el SUL, los ingresos generales del rubro por exportaciones fueron de USD 37.731.625, donde las exportaciones de lana y subproductos tuvieron un aumento del 7%, mientras que el valor exportado de carne ovina se ubica un 11% por debajo que el mismo periodo del año 2023 (SUL, 2024).

En cuanto a volumen físico Uruguay exportó en los primeros dos meses del 2024 un aproximado de 6,7 millones de kg de lana, equivalente base sucia a un 52% más que el año pasado. Los principales destinos (en términos de valor) fueron China, Italia y Alemania (SUL, 2024).

En cuanto a la carne ovina, en términos de valor, ingresaron al país por exportaciones un total de US\$ 13.849.771, manteniéndose Brasil como principal destino (responsable de un 38% del valor exportado) (SUL, 2024).

Sub rubros	Enero a Febrero 2024		Enero a Febrero 2023		Variación (%)
	US\$	Participación (%)	US\$	Participación (%)	
Lana y subproductos	23.854.215	63,2%	22.379.874	59,0%	6,6%
Carne ovina	13.849.771	36,7%	15.526.456	41,0%	-10,8%
Ovinos en pie	19.297	0,1%	0	0,0%	0,0%
Pieles ovinas	8.342	0,0%	0	0,0%	0,0%
TOTAL	37.731.625	100%	37.906.330	100%	-0,5%

Cuadro 1. Evolución de exportaciones del rubro ovino. Fuente: Elaboración SUL en base a datos DNA. (2024)

4.3 Producción de Lana en Uruguay

La producción lanera en Uruguay es una actividad con larga e importante trayectoria en la historia de nuestro país, siendo durante décadas el sector responsable de los principales ingresos por exportación y de generar mucha mano de obra en cuanto a la industria textil uruguaya (Uruguay XXI, 2022).

Uruguay es una de las 4 potencias de la producción de lana a nivel mundial y el más importante de la región. A nivel mundial se ubica en cuarto lugar para la exportación de lana lavada, quinto en lana sucia, sexto para la exportación de tops y en séptimo lugar en cuanto a volumen exportado (Uruguay XXI, 2022).

La demanda de lana está condicionada por el desempeño de la economía global, por lo que el sector ha presentado inestabilidad debido a la situación pos-COVID, la inflación de algunos de los países consumidores de lana, encarecimiento de los procesos y costo de energía, entre otros factores. Los precios que registró el Indicador de Mercado del Este durante el 2023 han sido los más bajos de la zafra, con un promedio de USD 861 (Abella, 2023).

En nuestro país se producen generalmente lanas medias entre las 25 y 32 micras y se destina a un mercado muy dividido para usos en vestimenta y textiles para el hogar (Cardellino, 2003).

El mercado mundial debe adaptarse a las tendencias cambiantes exigidas por los consumidores, por lo que se ha hecho hincapié en la búsqueda de ciertas características de las fibras como son: comodidad, suavidad, liviandad, resistencia, durabilidad, versatilidad, informalidad y correcta apariencia, además de ser prendas que sean de fácil cuidado. Grandes industrias laneras como las implantadas en Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica, acatan estas exigencias a través de la búsqueda de incrementar la producción de lana fina a nivel mundial (menor a 19 micras) (Montossi et al., 2005).

A nivel nacional la raza Merino Australiano ha aumentado su proporción en los últimos 25 años, estimándose en 2022 un 18,8% del stock ovino con una producción de aproximadamente 8 mil kilos de lana sucia. La lana Merino en Uruguay es de finura media (promedio 21,8 micras) con alto rendimiento al lavado, largo de mecha aceptable, pero insatisfactoria en cuanto a resistencia, color y brillo de la fibra (Montossi et al., 2005).

En cuanto a las exportaciones del rubro en enero-febrero 2024 la lana y subproductos supera a la carne dentro de las exportaciones totales del sector ovino, siendo responsable de un 57% de todo lo exportado (SUL, 2024).

En lo que respecta a los destinos, fueron 32 países los que recibieron lana y subproductos provenientes de Uruguay, siendo en términos valor los tres principales China (quien duplicó el valor exportado con respecto a 2023), Italia y Alemania (SUL, 2024).

La larga trayectoria del sector, la implementación de modernas tecnologías y las normas sobre bienestar animal y compromiso ambiental, además de la responsabilidad social y empresarial que caracterizan al sector lanero de nuestro país, lo destacan a nivel internacional y reconocen el valor de la producción de lana uruguaya en términos de calidad y ética (Uruguay XXI, 2022).

4.4 Gestación y Placenta ovina

Las ovejas son poliéstricas estacionales, por lo que su comportamiento reproductivo está ligado a la estación del año en que se encuentren (Lozano-González, Uribe-Velásquez y Osorio, 2012). Además de esto se denominan de día corto, ya que uno de los principales factores intervinientes en la estacionalidad es el fotoperiodo, o sea, las horas de luz que tiene el día entre una estación y otra (Muñoz, 2001). En la especie ovina la estación reproductiva comienza con la disminución de las horas luz, en otoño, pero la duración de la misma varía según la raza, siendo para las razas Merino e Ideal temporadas más largas (Muñoz, 2001).

La gestación dura entre 145-150 días, por lo que la mayor parte de este periodo se da en invierno y los partos ocurren en primavera (Freitas-de-Melo et al., 2018)

Pueden ser gestaciones simples o múltiples (mellizos o trillizos) dependiendo entre otras cosas de la prolificidad de la raza en cuestión (Muñoz, 2001).

La placenta ovina tiene entre 60 y 100 placentomas, los cuales se distribuyen uniformemente en la superficie de las membranas fetales. Cada placentoma consta de una carúncula materna y un cotiledón fetal estrechamente entrelazados (Reynolds et al., 2005). Es clasificada como epiteliocorial, lo que significa que el corion fetal se relaciona directamente con el epitelio uterino de la madre (Dada, 2022). Las carúnculas están presentes desde el nacimiento de la hembra en la superficie endometrial manteniéndose en número y ubicación a lo largo de toda su vida. Estas carúnculas son puntos de contacto entre las membranas fetales y el endometrio siendo su ubicación un determinante para la ubicación final de los placentomas (Reynolds et al., 2005). Para que el feto se desarrolle de manera óptima se necesita un flujo sanguíneo adecuado para la placenta. Esta estructura es el órgano de intercambio de gases respiratorios y nutrientes entre la madre y el sistema fetal, por lo que un desarrollo vascular placentario adecuado es una garantía de que este intercambio se realice de manera exitosa y esto se traduce también en mayor peso al nacimiento del cordero (Dada, 2022).

Durante la gestación el crecimiento de los diferentes componentes ocurre de manera diferencial, la placenta comienza a desarrollarse a partir del día 30 y alcanza su máximo desarrollo al día 90 de gestación, donde se estabiliza (Montossi et al., 2005).



Figura 1. Representación esquemática del crecimiento en peso (kg) del feto, la glándula mamaria y la placenta durante la gestación (Geenty, 1997).

Antes del parto la oveja afronta cambios hormonales como la caída de la concentración de progesterona y el aumento de los estrógenos, el aumento de PGF2 alfa, prolactina y oxitocina. Los niveles de estrógenos caen algunas horas pos-parto, pero las concentraciones de prolactina y oxitocina se mantienen elevadas durante la lactancia (Freitas-de-Melo et al., 2018)

En las primeras horas posteriores al parto, se establece un fuerte vínculo entre la madre y su cría a través de señales que llegan por el olfato, la visión y las vocalizaciones de ambos. Este vínculo puede verse afectado por factores ambientales como el frío. Para mantener la temperatura el cordero debe obtener energía y calor de la presencia de la madre, el metabolismo de la grasa parda y la ingesta de calostro (Freitas-de-Melo et al., 2018). Esta interacción y reconocimiento mutuo entre madre y recién nacido es de gran importancia para aumentar la supervivencia de la cría (Freitas-de-Melo et al., 2018).

4.5 Programación fetal

El desarrollo y crecimiento del feto en el útero está bajo la influencia de múltiples factores, siendo el ambiente intrauterino el mayor factor determinante del crecimiento fetal (Wu, Bazer, Cudd, Meininger y Spencer, 2004). Esta evidencia sostiene la teoría de “programación fetal” que afirma que “un estímulo o insulto en un momento crítico del desarrollo tiene efectos a largo plazo a través de un proceso denominado “programación” (Godfrey y Barker, 2000). La programación fetal comprende el efecto de diferentes acontecimientos prenatales sobre el desarrollo del feto en base a la interacción del ambiente intrauterino con factores ambientales externos. De esta interacción se forja el desarrollo del feto de manera que puede demostrar determinadas características particulares que va a poseer durante toda su vida luego del parto (Sandoval, Camila, Sales, Francisco y Reyes, Salvador, 2023).

Este fenómeno podría explicar diferencias a lo largo de la vida en el desempeño productivo de los animales (Wu et al., 2006). Un disturbio de la programación fetal puede ocurrir por diferentes mecanismos, produciendo un efecto de retardo del crecimiento intrauterino, relacionado con el crecimiento y desarrollo posterior de la progenie que incluyen restricción del crecimiento de los órganos y tejidos fetales, e incluso el deterioro del desarrollo de los tejidos a nivel celular. Por ejemplo, en ovinos se puede ver afectado el desarrollo del músculo esquelético y del folículo de lana, y en consecuencia comprometería la productividad futura de ese animal (Greenwood y Bell, 2003). Los factores que influyen en la programación fetal incluyen la nutrición, estrés y bienestar, ambiente térmico durante la preñez, toxinas, edad, peso vivo, genotipo y prolificidad de la madre (Ford, 2010).

Los efectos de la nutrición sobre el crecimiento y desarrollo fetal han sido extensamente estudiados por varios autores (Kelly, Greeff y Macleod, 2006; Kenyon y Blair, 2014; Pérez-Clariget et al., 2014) ya que, el manejo nutricional de la oveja durante la gestación (época que coincide con la baja disponibilidad de forraje del invierno) es un desafío importante para la producción ovina en los sistemas de producción extensivos en nuestro país. Otro importante factor que influye en el crecimiento y desarrollo fetal es el ambiente térmico durante la preñez, el que también ha sido relacionado con la respuesta a la esquila antes del parto.

Estos eventos que ocurren en el desarrollo temprano del feto tienen un profundo impacto en el riesgo de desarrollar futuras enfermedades en la edad adulta. Un ejemplo de ello es el bajo peso al nacer, el cual es un indicador de un crecimiento y nutrición fetal deficientes (Calkins y Devaskar, 2011). La restricción del crecimiento intrauterino es el factor determinante de mayor importancia que limita el crecimiento

del feto, lo cual predispone a enfermedades durante la vida adulta del individuo (Barker y Clark, 1997).

El efecto que provoque la alteración del óptimo desarrollo embrionario dependerá de la etapa de la gestación en que se encuentre y del tipo de agresión, algunos de los factores que provocan dichas alteraciones son subnutrición, hipoxia y condiciones climáticas adversas (Burton y Fowden, 2012).

4.6 Esquila Preparto

La esquila se define como un método mediante el cual se cosecha la producción de lana de un ovino, correspondiente por lo general, al periodo de un año de crecimiento (Barbieri, Fernández y Laguzzi 2016).

Habitualmente se utilizan dos métodos de esquila, el llamado “Tradicional” o maneado y el suelto o “Tally-Hi”. Ambos pueden realizarse a tijera o a máquina y se diferencian por la forma de sujeción del animal y el orden de las regiones por donde el esquilador va extrayendo la lana. La esquila Tally-Hi es el método más beneficioso, en cuanto a la posición más cómoda del esquilador, menor estrés del animal y vellón obtenido de forma entera, lo que facilita su acondicionamiento y mejora el rendimiento al peinado en la industria (Barbieri et al., 2016).

La elección de la época de esquila es una de las principales decisiones que un productor debe tomar, habiéndose extendido en los últimos años la práctica de la esquila preparto.

La esquila preparto es una tecnología innovadora que surge en Nueva Zelanda a fines de la década del cuarenta, la cual permite obtener mejores vellones y corderos más pesados. Con temperaturas mínimas no muy rigurosas y ciertas medidas de manejo, es una práctica fácilmente aplicable (Franz, 2004). Es una herramienta que ha sido adoptada de manera paulatina por los productores ovinos, mencionando como beneficios de esta tecnología, mayores facilidades de manejo, ya que las ovejas no tienen los corderos al pie al momento de la esquila, menores tasas de mortalidad de corderos, corderos con mayor peso al nacer y mayor vigor que establecen vínculos más sólidos con sus madres (Banchero, Montossi, Barbieri y Quintans, 2007).

La esquila es un factor de estrés tanto agudo, como crónico. Los factores de estrés agudos para las ovejas incluyen: el encierro, aislamiento, ruido de maquinaria de esquila y manejo por el esquilador (Hargreaves y Hutson, 1990). El factor de estrés crónico es el provocado por el frío al realizar la remoción de la lana en invierno cuando las condiciones son frías, húmedas y/o ventosas, pudiendo provocar hipotermia (Pierzchala, Bobek, Niezgoda y Ewy, 1983). La esquila preparto puede realizarse entre los 70 y 90 días de gestación (esquila preparto temprana) y entre los 100 y 120 días de gestación (esquila preparto tardía) (Banchero et al., 2007). El período de mayor crecimiento de la placenta se da entre los 60 y 90 días de gestación, y por tanto la esquila preparto podría provocar un incremento adicional en el tamaño de la misma y, en consecuencia, del feto y posteriormente del cordero al nacer.

Cuando la esquila ocurre entre los días 50-90 de gestación (temprana) actúa como un factor estresante para la oveja, coincidiendo con el momento de mayor desarrollo placentario, lo que provoca un desarrollo mayor de la misma. Asimismo, se asocia a un aumento del consumo voluntario de las madres, la obtención de un mayor flujo de

nutrientes al feto, y por lo tanto fetos más grandes y corderos más pesados al nacer (Banchero et al., 2007).

Diversos estudios realizados en Nueva Zelanda arrojan que, si la esquila se realiza en promedio a los 70 días de gestación, se podría aumentar aproximadamente 400grs el peso al nacimiento en corderos de partos múltiples, mejorando la supervivencia en estos casos hasta en un 3% (Montossi et al., 2005).

En Uruguay en la mayoría de los sistemas extensivos, la gran problemática surge del nacimiento de corderos con pesos muy por debajo de los 4 kg., más grave aún si es parto múltiple, por lo que la esquila preparto surge como una buena herramienta en estos casos, ya que sería la situación donde se obtiene la mejor respuesta a la aplicación de esta tecnología (Montossi et al., 2005).

Franz (2004) menciona como aspectos favorables de la esquila preparto un mayor consumo de forraje, ya que al retirar el vellón se provoca una disminución del aislamiento térmico, lo que lleva a una mayor pérdida de energía en forma de calor y aumentan los requerimientos del animal. Además, los animales más livianos aumentan su movilidad y esto se traduce a un aumento del consumo de forraje diario que condiciona un mayor estado nutricional de madres y corderos.

En cuanto a ventajas respecto a la cantidad y calidad de la lana, se destacan el aumento de rendimiento al lavado y de resistencia a la tracción, ya que el estrés invernal provoca una disminución del diámetro de la fibra. Cuando se realiza la esquila tradicional (en noviembre) ese adelgazamiento de la fibra se ubica a la mitad de la mecha lo cual es indeseable en la industria denominándolas “mechas quebradizas”, mientras que con la esquila preparto el adelgazamiento queda reducido al extremo de la mecha tornándose un problema menor (Franz, 2004).

Las condiciones ambientales en la época en que se aplica la esquila no son muy favorables se deben adoptar ciertas medidas de protección para la majada posesquila y prestar importante atención durante la parición. Lo ideal es que las ovejas lleguen en correcta condición corporal y estado sanitario al momento de la esquila, que se cuenten con medidas de protección como montes de abrigo, galpones, tinglados, sean fijos o creados para este momento específico. Se deben evitar los encierros prolongados antes y después de la esquila, tratando que los animales retornen lo antes posible a su potrero donde conocen los abrigos, las fuentes de agua y la alimentación. Algunos productores optan por las capas ya sean de polietileno o plastillera, siendo esta última más contaminante para la lana. También es recomendable el uso de distintos tipos de peines de esquila que dejan cierto remanente de lana sobre el cuerpo del animal. El peine R13 es el más aplicado, ya que proporciona un remanente de 1cm de lana, lo que equivale al crecimiento de un mes luego de la esquila si se hiciera con un peine normal (Pesce, 2007).

4.7 Índice de enfriamiento o Sheep Chill index

El Chill Index o Índice de Enfriamiento (Donnelly, 1984), se encuentra estrechamente relacionado con la probabilidad que poseen los corderos de sobrevivir durante sus primeras 72 horas de vida, así como de los ovinos luego de la esquila. El valor de chill index (CI) se calcula por medio de una ecuación que comprende los parámetros de

velocidad del viento, temperatura y precipitaciones, dando como resultado la pérdida potencial de calor.

Con estos valores obtenidos se crean mapas a nivel nacional que representan de manera visual el índice mediante una escala de colores de 5 rangos. El procedimiento de estimación del índice y posterior creación de mapas es realizado periódicamente y grafica mapas que estiman el índice para las próximas 24, 48 y 72 horas. Con la interpretación de los valores del CI se estima el nivel de riesgo de muerte que poseen los corderos (SUL, s.f.).

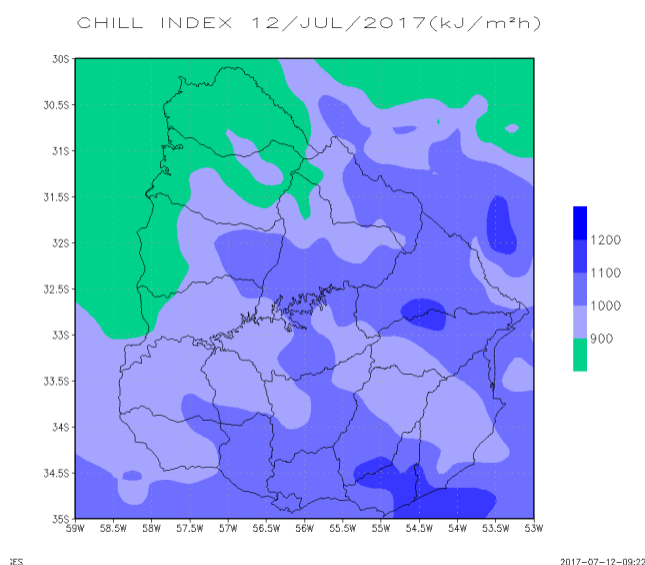


Figura 2. Mapa de representación de Chill index, día 12 de julio de 2017 para Uruguay (SUL, s.f.).

Interpretación del Índice para el riesgo de sobrevivencia de corderos: Menor a 900 kJ/m² /h estaría indicando condiciones sin riesgo; entre 900 y 1000, condiciones de riesgo bajo; entre 1000 y 1100 condiciones de riesgo medio; entre 1100 y 1200 condiciones de riesgo alto y mayor a 1200 kJ/m² /h condiciones críticas.

4.8 Hormonas tiroideas en pequeños rumiantes

La esquila preparto de la hembra gestante ha sido asociada con cambios en las concentraciones maternas de metabolitos tales como glucosa, glicerol y ácidos grasos no esterificados, así como hormonas, tales como los corticoesteroides (Thompson, Bassett, Samson, Slee, 1982), insulina (Symonds, Bryant, Lomax, 1986) y las hormonas tiroideas (Morris, McCutcheon, Revell, 2000).

El correcto funcionamiento de la glándula tiroides es crucial en rumiantes ya que interviene en diversos mecanismos fisiológicos como el crecimiento, la reproducción, la producción de pelo y lana. (Matamoros et al., 2003). La tiroides es una glándula que se ubica hacia ventral del cuello, entre el primer y segundo anillo traqueal, está compuesta por dos lóbulos unidos por un istmo y su unidad funcional es el folículo tiroideo (Matamoros et al., 2003).

La producción de hormonas tiroideas es regulada por la adenohipófisis mediante la secreción de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) (Osorio et al., 2014). Las principales hormonas que produce la glándula tiroides son 3',5',3,5-L-tetraiodothyronine (T4) o tiroxina y la 3',5,3-L-triyodotironina (T3); 3',5',3-L-triyodotironina llamada T3 Inversa (rT3). En la tiroides de ovinos adultos estas hormonas se encuentran en un 90,4 %, 8,8 % y 0,7 % respectivamente (Osorio et al., 2014).

La síntesis puede dividirse en tres etapas: acumulación o fijación del yoduro del plasma, yodación de la tirosina y proteólisis de la tiroglobulina. El metabolito más activo es la T3, y en su mayor parte se forma por la deiodación de la T4 periférica por lo que se denomina a esta última como una prohormona (Matamoros et al., 2003). Las hormonas tiroideas se sintetizan y luego son almacenadas en forma de coloide en la luz del folículo. Esta capacidad de almacenamiento de las hormonas tiroideas es una característica única de esta glándula y muy importante ya que permite que los animales puedan afrontar periodos de carencias de yodo sin manifestaciones inmediatas (Bradley, 2020).

Las HT desempeñan un papel fundamental en los mecanismos que permiten a los animales adaptar su metabolismo a diferentes condiciones ambientales, cambios en los requerimientos y disponibilidad de nutrientes, así como también en la formación de los folículos de la piel y crecimiento de las fibras de lana (Matamoros et al., 2003; Morales y Rodríguez, 2005; Todini, 2007). Las principales son: la tiroxina (T4), triyodotironina (T3) y sus fracciones libres (T4L, T3L). La esquila preparto ha sido asociada con un aumento de las concentraciones maternas de hormonas tiroideas (Morris et al., 2000; Sherlock, Kenyon, Morris y Parkinson, 2003) y la exposición prolongada al frío se conoce como causante de la elevación de las concentraciones de T3 y T4 (Westra y Christopherson, 1976). El mecanismo se basaría en la conducción de impulsos nerviosos desde receptores de frío periféricos hasta el hipotálamo, donde se produce la estimulación de las neuronas noradrenérgicas centrales implicadas en la regulación de TRH-TSH y/o inicio del eje hipotálamo-hipofisario-tiroideo (Kotani, Onaya, Yamada, 1973).

La elevación de las concentraciones de T3 y T4 debido a la exposición prolongada al frío causada por la esquila preparto, dependería de la severidad de las condiciones ambientales involucradas. Además, si bien el tiempo, la duración y la magnitud de la respuesta de la hormona tiroidea materna asociada con la esquila preparto (Morris et al., 2000) pueden ser suficientes para alterar la relación entre folículos secundarios y primarios, los hallazgos tan diversos sugieren la necesidad de un estudio más profundo.

En cuanto a la participación de las HT en la termogénesis de los corderos recién nacidos, se postula que la grasa parda es el principal órgano responsable de este proceso, el cual tiene como objetivo producir calor de manera rápida ante el estímulo por frío. En estas situaciones la grasa parda sintetiza una proteína denominada Termogenina o UCP1 (Zaninovich, 2001). La termogénesis se encuentra regulada por el hipotálamo, quien frente a situaciones de bajas temperaturas estimula el aumento de la secreción de norepinefrina (NE) en la grasa parda. En presencia de T3 la NE promueve la expresión del gen de la UCP1 (Zaninovich, 2001).

En los rumiantes se distinguen tres causas fundamentales de bajos niveles de hormonas tiroideas en nuestras condiciones de crianza. La primera es la deficiencia de yodo en la alimentación, luego el déficit de selenio y por último el acceso e ingestión de plantas bociogénicas como el nabo y la col. (Matamoros et al., 2003).

La funcionalidad de la glándula puede medirse de manera indirecta a través de la determinación de los niveles de hormonas tiroideas en sangre, estas pueden verse afectadas por enfermedades, fármacos, edad, sexo, estado reproductivo y lactancia (Osorio y Correa, 2013). Según Matamoros et al. (2003), en los animales las concentraciones de hormonas tiroideas no presentan variaciones circadianas, por lo que podrían determinarse en cualquier momento del día.

5. HIPÓTESIS

El estrés por frío provocado por la esquila preparto en ovejas Merino en condiciones de cría extensiva, produciría un aumento en la concentración sérica de hormonas tiroideas (T3 y T4).

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general:

Evaluar el efecto de la esquila preparto temprana y tardía sobre la concentración sérica de hormonas tiroideas en ovejas Merino en condiciones de cría extensiva.

6.2 Objetivos específicos:

- 1) Determinar la concentración de hormonas tiroideas (T3 y T4) en sangre periférica de las madres, antes y después de la esquila preparto temprana y tardía.
- 2) Estimar la asociación entre los parámetros meteorológicos representados por el "Índice de enfriamiento en ovinos o Sheep Chill Index" y las concentraciones de hormonas tiroideas en sangre materna.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Diseño experimental y animales seleccionados.

El Protocolo Experimental se realizó en el Campo Experimental N° 1 (Migues, Canelones).

Los procedimientos experimentales realizados contaron con el aval de la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA – FVET 1170111900-000847-20).

En febrero se seleccionaron 120 ovejas multíparas de la raza Merino Australiano, identificadas con caravanas numeradas, conformándose un grupo homogéneo en cuanto a peso vivo (PV) y condición corporal (CC, promedio 2,5 en la escala de 0-5; Russel, Doney y Gunn, 1969).

7.2. Inseminación Artificial y conformación de grupos.

El servicio de Inseminación Artificial (IA) se realizó en forma diferencial: la mitad de los animales se inseminaron en el mes de marzo y la otra mitad en el mes de abril. La IA se realizó por vía cervical con semen fresco, previa sincronización de las hembras con dos dosis de un análogo sintético de Prostaglandina separadas 7 días (160 µg/dosis Delprostenate, Glandinex®, Universal Lab., Montevideo, Uruguay).

Se detectaron los celos dos veces al día mediante el uso de carneros vasectomizados (retarjos) con marcadores de pintura en el pecho. Para la IA se utilizó semen fresco proveniente de 2 carneros de la misma raza, a los que se les realizó una evaluación reproductiva en el mes de febrero y una valoración seminal 45 días antes de su utilización.

A los 45 días de realizada cada inseminación, se realizó una ecografía para detección de preñez, seleccionando de esta forma 60 ovejas de preñez única, las que fueron manejadas de la misma forma hasta el momento de la parición.

Las ovejas seleccionadas fueron asignadas a 3 grupos (20 animales cada uno), de acuerdo con el momento en que se realizó la esquila:

Grupo 1: Se le realizó una esquila preparto temprana, entre los días 70-85 de gestación (formado por ovejas inseminadas en el mes de abril).

Grupo 2: Se le realizó una esquila preparto tardía, entre los días 110-120 de gestación (formado por ovejas inseminadas en el mes de marzo).

Grupo 3: (Control) ovejas sin esquilar, formado por ovejas inseminadas en el mes de marzo y en el mes de abril (en igual número).

La esquila preparto en los grupos 1 y 2 fue realizada simultáneamente en el mes de julio, utilizando un peine alto para dejar un remanente de 1cm de lana; llegando ambos grupos a la esquila preparto en diferentes etapas gestacionales.

7.3 Alimentación y sanidad

La totalidad de las ovejas permanecieron en las mismas condiciones de alimentación durante todo el ensayo, siendo ésta en base a campo natural y sembrado, de manera de cumplir con los requerimientos de mantenimiento según el PV (National Research Council (NRC), 2007) y buscando llegar al parto con una CC de 3 – 3,5.

El potrero destinado para la parición estuvo libre de animales 60 días previos al comienzo de los partos, llegando a dicha fecha con buena disponibilidad de forraje además de contar con protección y abrigo mediante montes de eucaliptus y barreras de polietileno para silo.

Desde el momento de la esquila preparto y durante todo el periodo de parición las ovejas fueron suplementadas con 300g/oveja/día de ración de mantenimiento para lanares (Raval®, Remiplat, Montevideo, Uruguay), con un contenido de proteína bruta de 13%, humedad máxima de 13,5 y energía metabolizable de 2875 kcal/KgMS.

Según el calendario anual de la majada utilizado en el establecimiento se realizaron las vacunaciones y los baños podales correspondientes, además de monitorear la carga parasitaria por análisis coprológicos de manera sistemática y realizar dosificaciones de acuerdo con los resultados y requerimientos.

7.4 Mediciones en los animales

Determinación de peso vivo y condición corporal:

Se realizó un seguimiento del peso vivo de las ovejas mediante pesaje mensual desde el mes de febrero hasta el destete de los corderos además de estimar mediante la escala desarrollada por Russel et al., (1969) la condición corporal en puntajes que se manejan entre 1= muy flaco a 5= muy gordo.

Determinación de hormonas tiroideas:

La determinación hormonal se realizó mediante muestreo de sangre, la cual fue obtenida por punción yugular utilizando jeringas de 10ml y agujas 18G. Se tomaron muestras a todas las ovejas, de los tres grupos, antes y después de la esquila de acuerdo al diagrama expuesto en la Figura 3.

Las muestras de sangre obtenidas fueron, inmediatamente centrifugadas a 3500 rpm y el suero almacenado en tubos Eppendorf (debidamente identificados con el número correspondiente a cada oveja), a -20°C hasta realizarse la determinación de T3 y T4 libres en el laboratorio de endocrinología y metabolismo animal (LEMA) de Facultad de Veterinaria. Para esto se utilizaron Kit comerciales inmunoenzimáticos (SEAC-RADIM, Pomezia, Rome, Italy).

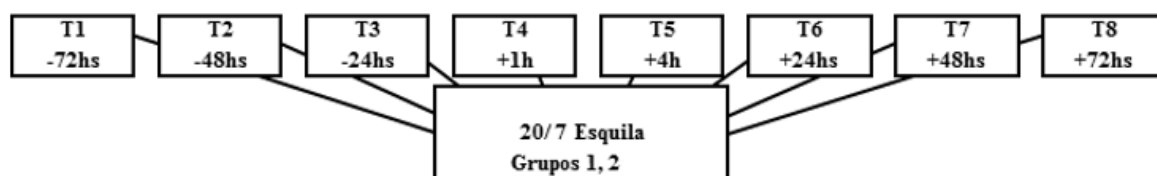


Figura 3. Diagrama de muestreo de sangre en ovejas de los tres grupos experimentales durante la gestación. Esquila Preparto de grupos 1 y 2, 20/7.

En julio los animales del grupo 1 y 2 fueron sometidos a la esquila preparto mientras que los animales del grupo control permanecieron sin esquila, pero fueron sometidos a las mismas condiciones de encierro y sujeción.

7.5 Determinación del Índice de enfriamiento y registro de condiciones meteorológicas

Se registraron diariamente, tanto en el periodo de gestación como durante la esquila, mediante el uso de una estación meteorológica Vantage Vue (Davis Instrument), dispuesta en el campo experimental, los siguientes parámetros: Temperatura (°C), Precipitaciones (mm), velocidad y dirección del viento (km/h). Con estos datos se calculó y registró de manera diaria el índice de enfriamiento o Sheep Chill Index (SCI) (Chill index; Nixon-Smith, 1972). Este índice consta de la siguiente ecuación:

$$CI = (11,7 + 3,1 \times W^{0,5}) \times (40 - Ta) + 481 + R$$

Donde **CI** indica la pérdida potencial de calor (kJ/m²/h), **W** es la velocidad del viento promedio diaria (m/s, a 2 metros por encima del nivel del suelo), **Ta** se refiere a la temperatura media diaria en °C, y **R** se calcula como $R: 418 \times (1 - e^{-0,04x})$ siendo x = total diario de precipitación (mm).

7.6 Análisis estadístico

Las variables obtenidas fueron analizadas mediante estadística descriptiva (promedios, desvíos, cuartiles) aplicando el test de Kolmorov-Smirnov para determinar si las mismas presentaban distribución normal.

Las concentraciones de hormonas tiroideas de los distintos momentos de muestreo fueron analizadas mediante un análisis de varianza para medidas repetidas en el tiempo (ANOVA), donde se incluyeron los efectos de la esquila preparto temprana, la esquila preparto tardía, y sin esquila.

En cuanto al Sheep Chill Index se tomaron en cuenta los valores de cada uno de los días en donde se realizaron las extracciones de sangre y un promedio de los valores de los tres días previos a cada extracción; de esta manera se relacionó como cada parámetro meteorológico registrado (temperatura, precipitación, velocidad del viento) incide en el índice de enfriamiento a través de un análisis de regresión múltiple.

Los datos son presentados como promedios $\pm$ SEM, siendo el nivel de significación $P < 0.05$ y los valores de P comprendidos entre 0.05 y 0.10 considerados como tendencia. Se utilizó el paquete estadístico STATA (StataCorp., 2012).

8. RESULTADOS

Hormonas Tiroideas:

Con respecto a la T3, se observó un aumento en los valores de la misma en las ovejas del grupo EP110, una hora luego de la esquila, presentando diferencia estadísticamente significativa en este momento ($p = 0,024$) con respecto al grupo control (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de T3 y T4 (ng/dl)

Muestreo	T3			T4		
	EP70	EP110	Control	EP70	EP110	Control
-72hr	0,49 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,55 ± 0,04	40,70 ± 2,91	44,14 ± 2,12	42,90 ± 2,48
-48hr	0,54 ± 0,03	0,61 ± 0,02	0,58 ± 0,04	42,82 ± 2,49	44,25 ± 2,11	44,47 ± 3,08
-24hr	0,59 ± 0,34	0,63 ± 0,05	0,66 ± 0,04	45,34 ± 2,09	45,66 ± 2,28	47,85 ± 2,65
+1hr	0,58 ± 0,03	0,68 ± 0,03 ^a	0,56 ± 0,03 ^b	52,73 ± 3,38	53,27 ± 2,36	58,04 ± 3,06
+4hr	0,57 ± 0,03	0,57 ± 0,02	0,53 ± 0,04	58,85 ± 3,71	57,78 ± 2,35	59,78 ± 3,33
+24hr	0,58 ± 0,03	0,57 ± 0,03	0,57 ± 0,03	66,01 ± 3,86 ^c	64,92 ± 1,53 ^d	47,10 ± 2,33 ^e
+48hr	0,67 ± 0,02	0,59 ± 0,02	0,73 ± 0,06	55,61 ± 2,81 ^f	54,07 ± 2,16 ^g	44,92 ± 1,93 ^h
+72hr	0,57 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,56 ± 0,06	50,38 ± 2,16 ⁱ	48,35 ± 2,01 ^j	40,25 ± 1,98 ^k

EP70 = Esquila preparto temprana; EP110 = Esquila preparto tardía; Control = Grupo sin esquilar.

Muestreos -72hr = 72 horas previo a la esquila; -48hr = 48 horas previo a la esquila; -24hr = 24 horas previo a la esquila; +1hr = 1 hora post esquila; +4hr = 4 horas post esquila; +24hr = 24 horas post esquila; +48hr = 48 horas post esquila y +72hr = 72 horas post esquila. Valores expresados en media ± SEM.

Diferencias significativas: a-b $p = 0.024$; c-e $p = 0.000$; d-e $p = 0.000$; f-h $p = 0.008$; g-h $p = 0.027$; i-k $p = 0.004$; j-k $p = 0.027$

Como se observa en el cuadro 2, la T4 del Grupo EP70 presentó mayores valores que los observados en el grupo control, a partir de las 24 horas post esquila, manteniéndose esta diferencia hasta las 72 horas de realizada la esquilada. El mismo comportamiento se observó al comparar esta hormona entre el Grupo EP110 y el grupo Control, desde las 24 horas de realizada la esquila preparto en estas ovejas y hasta las 72 horas posteriores de realizada la misma. No se presentaron diferencias en los valores de T3 y T4 entre los dos grupos con esquila preparto en ninguno de los muestreos realizados.

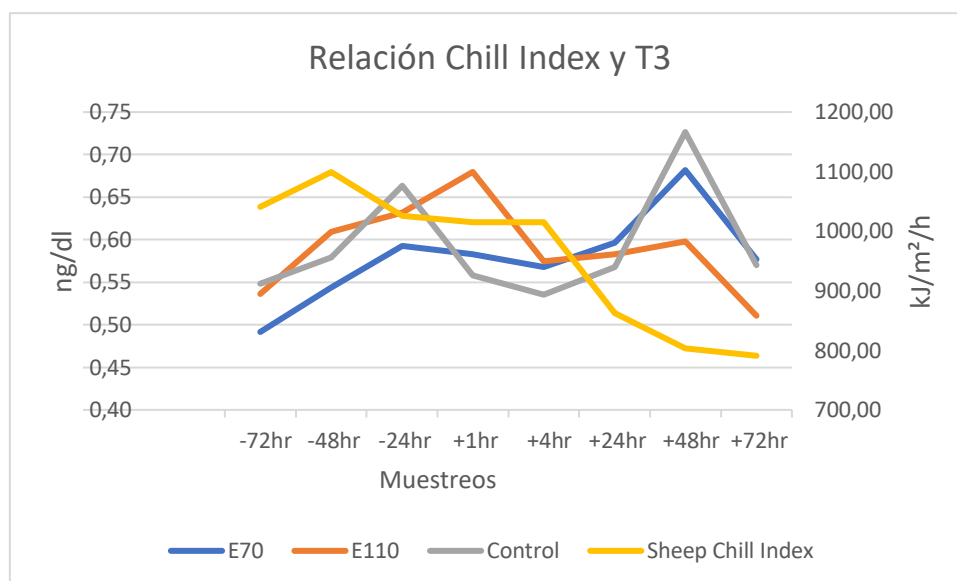


Figura 4. Relación del Índice de Enfriamiento (Sheep Chill Index) con la concentración de T3

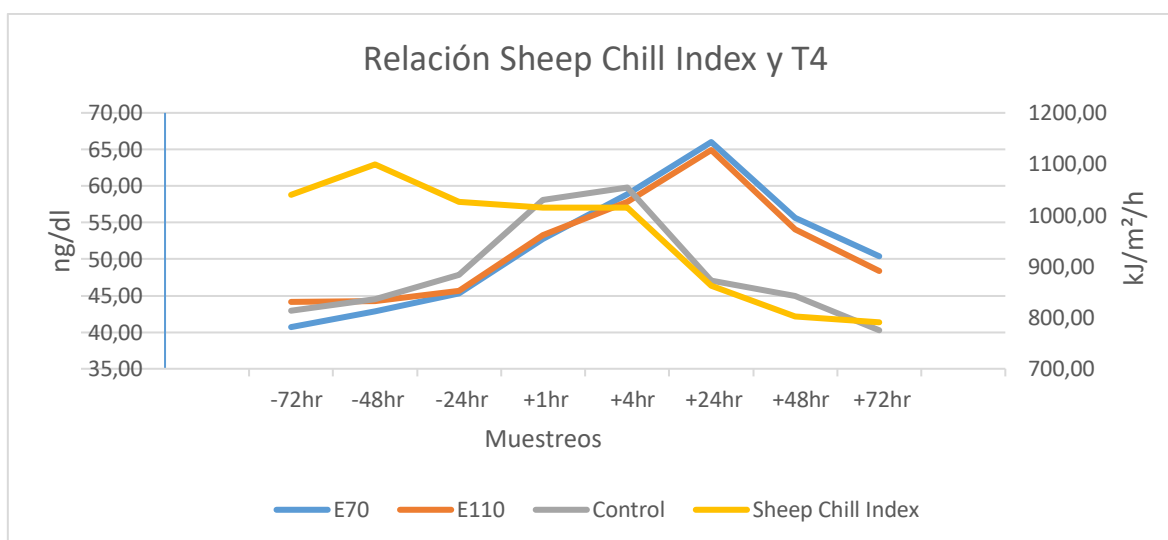


Figura 5. Relación del Índice de Enfriamiento (Sheep Chill Index) con la concentración de T4

Con relación al índice de enfriamiento (Sheep Chill Index) se verificó que aumentó a medida que la temperatura fue disminuyendo y que el valor de CI fue más alto en los días previos a la esquila donde las temperaturas fueron menores, posterior a la misma, la temperatura aumentó y el CI se comportó de manera inversa.

En cuanto a la relación del Sheep Chill index con la concentración de HT, se observa un comportamiento similar en los dos grupos esquilados. En la Fig. 4 vemos como los niveles de T3 aumentan en el grupo EPP110 una hora luego de la esquila y descienden rápidamente. En la fig. 5 se constata que los valores de T4 aumentan a partir de las 24 horas luego de la esquila en los grupos esquilados y se mantienen hasta las 72 horas, los valores del grupo control acompañan la curva realizada por el índice de enfriamiento sin presentar aumento de las HT. Se concluye que no hay relación entre los valores de HT y el Sheep chill index ya que las hormonas aumentan a corto plazo independientemente de la temperatura registrada.

Temperatura media con relación a la esquila.

<i>Muestreos</i>	<i>Temp. Media</i>
-72 h	9.93 °C
- 48 h	6.80 °C
- 24 h	8,66 °C
+ 1 h	10.75 °C
+ 4 h	10.75 °C
+ 24 h	12.10 °C
+ 48 h	16.44 °C
+72 h	20.16 °C

Cuadro 3. Temperatura media con relación a la esquila

9. DISCUSIÓN

Este estudio intenta aportar información sobre el comportamiento a corto plazo de las hormonas tiroideas (T3 y T4) en ovejas Merino Australiano gestando un cordero y en condiciones de cría extensiva enfrentadas a una esquila preparto temprana y tardía durante el invierno del sur de nuestro país.

Diversos estudios evidencian que la secreción de hormonas tiroideas puede variar en función al sexo y edad, presentándose mayores valores de T4 en hembras y en animales de menor edad comparados con animales machos enteros o castrados, adultos y viejos (Osorio, Correa Carvajal y Pérez, 2017). En nuestro experimento se realizaron mediciones únicamente en hembras preñadas diferenciándose por la edad gestacional al momento de realizar la esquila preparto.

Las ovejas esquiladas mostraron una respuesta al desafío agudo que significó la esquila preparto en invierno, lo que se evidenció en un aumento de las hormonas tiroideas luego de la esquila, fundamentalmente de T4 y probablemente también de la lipólisis, si bien en nuestro ensayo este cambio metabólico no fue dosificado.

En estudios realizados con anterioridad se demuestra la alta sensibilidad de la función de la glándula ante los cambios en las condiciones climáticas que determina variaciones específicas durante las diferentes estaciones del año, concluyendo que los valores máximos se obtienen en los meses de invierno con la baja de las temperaturas (Mashair y Najlaa, 2022).

Los valores de ácidos grasos no esterificados (NEFA) son indicadores de la movilización de grasas, sin embargo, los valores más altos de NEFA en ovejas enfrentadas a esquila preparto se observaron en forma transitoria sólo hasta los cinco días postesquila (Cantou et al., 2024; Rosales Nieto et al., 2020; Symonds, Bryant, Shepherd y Lomax, 1988). Las ovejas esquiladas pierden el aislamiento del vellón, están expuestas al estrés por frío y deben satisfacer los requerimientos energéticos para la producción de calor. Symonds et al., (1986) menciona que la exposición al frío provoca un aumento de las necesidades energéticas para la producción de calor en un 28 % comparado con ovejas no esquiladas. Posiblemente el frío en hembras preñadas llevaría a una mayor sensibilidad de las ovejas a las catecolaminas, lo que provocaría un aumento de las concentraciones de corticosteroides y hormonas tiroideas, que a su vez estimularían la neoglucogénesis y la lipólisis, y por lo tanto conduciría a un aumento de la glucosa y NEFAs (Revell et al., 2000).

La mayoría de los experimentos se centran en los efectos que tiene el estrés por exceso de temperatura en los diferentes indicadores. La zona termoneutral de los ovinos, para la gran mayoría de las razas, se encuentra entre los 5 y 25°C, pero aun siendo homeotermos hay gran variación entre las razas en su capacidad de termorregulación y tolerancia a la temperatura, llegando en algunas razas adaptadas (y de acuerdo con su origen climático) a 30°C para comenzar a sufrir estrés térmico (Barragán Sierra et al., 2021).

En razas de lana se han realizado estudios que miden los ajustes endocrinos y metabólicos que se producen en ovinos bajo estrés calórico, obteniéndose como respuestas la aclimatación aguda y crónica que consiste en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenales para cumplir funciones de termorregulación y

obtención de energía. Animales sometidos a estrés calórico experimentan una disminución de las concentraciones de HT, favoreciendo una menor producción de calor metabólico y menor temperatura corporal. La triyodotironina tiene una vida media más corta que la tiroxina, además de ser más termosensible (Barragán Sierra et al., 2021).

En contrapartida se puede considerar que el estrés por frío es un proceso muy complejo que desencadena diversos mecanismos de termorregulación, donde se ha observado que las hormonas tiroideas representan un 50% del metabolismo basal en animales normales y tienen participación activa en la termogénesis (Mehaba, Coloma, Salama y Caja, 2017).

Nuestra investigación revela el aumento de las HT luego de la esquila preparto, curiosamente sin diferencias significativas entre si ésta se realiza de manera temprana o tardía. A su vez, los niveles de T4 son los que se elevan más y se mantienen por más tiempo en ovejas esquiladas, pudiendo deberse esta diferencia fundamentalmente a la vida media de ambas hormonas. Un aspecto a destacar de las hormonas tiroideas es su larga vida media, en los humanos la vida media de la T3 es de 1 día y la T4 de 6 a 7 días, una de las causas de esto es el gran porcentaje de tironinas circulantes que están unidas a las proteínas plasmáticas, protegiéndolas de la degradación. En cuanto a la diferencia de vida media entre la T3 y la T4 se debe a que esta última tiene una unión más estrecha a las proteínas en comparación a la T3 y la consiguiente reducción de la hormona libre circulante. (Petroff y Greco, 2020). Según Osorio et al., (2014) la vida media de las hormonas tiroideas en ovinos es de 1-1.7 días y 5-6 horas para T3.

Esto permite que relacionemos nuestros resultados al estrés por frío al cual se sometieron las ovejas de los grupos esquilados y su duración al aclimatamiento de los animales sometidos a estas condiciones. Si bien el índice de enfriamiento calculado demuestra que fue más riesgoso en los días previos a la esquila y luego de la misma las temperaturas no estuvieron tan bajas, de todas maneras, la esquila preparto provocó un aumento en los niveles séricos de HT hasta las 72 horas de realizada la misma. Por este motivo sería conveniente realizar nuevos ensayos que permitan estudiar los cambios hormonales a largo plazo en ovejas enfrentadas a esquila preparto en condiciones de cría extensiva en los meses de invierno.

De acuerdo con nuestros resultados no existirían diferencias en cuanto a esquilar las ovejas preparto a los 70 o 110 días ya que ambos grupos tuvieron un comportamiento similar con relación a las hormonas tiroideas, lo que indica que esta consideración no permitiría tomar decisiones sobre una u otra fecha de esquila.

10. CONCLUSIÓN

La esquila preparto temprana y tardía en ovejas Merino Australiano gestando un solo feto y criadas en condiciones extensivas provocó cambios a corto plazo en las concentraciones de hormonas tiroideas, fundamentalmente un aumento de T4, independientemente de la temperatura ambiente.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella, I. (2023). Mercado de lanas durante 2023. *Ovinos SUL*, 195, 12-13.
- Antúñez, P. (2023). Incrementar señalada es el gran desafío 2023. *El País: Rurales*. Recuperado de <https://rurales.elpais.com.uy/zafra-de-ovinos/incrementarsenalada-es-el-gran-desafio-2023>
- Banchero, G. (2003). ¿Es posible reducir la mortalidad neonatal de corderos? En *Programa nacional de ovinos y caprinos* (p. 8). La Estanzuela: INIA.
- Banchero, G., Montossi, F., Barbieri, I., & Quintans, G. (2007). Esquila preparto: una tecnología para mejorar la supervivencia de corderos. *Revista INIA*, (12), 2-5.
- Barbieri, V., Fernández, M.A., & Laguzzi, M.F. (2016). *Cambios comportamentales en ovejas preñadas y vacías luego de la esquila invernal* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Barker, D.J., & Clark, P.M. (1997). Fetal undernutrition and disease in later life. *Reviews of Reproduction*, 2(2), 105-112.
- Barragán Sierra, A., Avendaño-Reyes, L., Hernández Rivera, J. A., Vicente-Pérez, R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., ... Macías-Cruz, U. (2021). Termorregulación y respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor. Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 12(3), 910-931. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5624>
- Bervejillo, J., Campoy, D., Gonzalez, C., & Ortiz, A. (2018). Resultados de la encuesta ganadera nacional 2016. *Anuario OPYPA 2018*. Recuperado de https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/28776/mod_resource/content/0/33_anuario_2018_-_encuesta_ganadera_2016.pdf
- Burton, G.J., & Fowden, A.L. (2012). Review. The placenta and developmental programming: Balancing fetal nutrient demands with maternal resource allocation. *Placenta*, 33, (Suppl.), S23-S27.
- Cal Pereyra, L., Benech, A., Da Silva, S., Martín, A., & González Montaña, J.R. (2011). Metabolismo energético en ovejas gestantes esquiladas y no esquiladas sometidas a dos planos nutricionales. Efecto sobre las reservas energéticas de sus corderos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 43(3), 277-285.
- Calkins, K., & Devaskar, S. U. (2011). Fetal origins of adult disease. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 41(6), 158-176.
- Cantou, I., Cal-Pereyra, L., Abreu-Palermo, C., Scaglione, F., Rodríguez, P., Gonzalez-Montaña, J.R., & Neimaur, K. (2024). Effects of prepartum shearing on metabolic and placental parameters of ewes: Impact on productive parameters of their lambs. *Livestock Science*, 284, 105489. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105489>

- Cardellino, R. (2003). *Situación y perspectivas del mercado internacional de lana; desafíos para el Uruguay*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7575>
- Dada, J.M.V. (2022). *Desenvolvimento placentário e termorregulação de ovelhas gestantes mantidas em sistema silvipastoril durante o verão* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.
- Donnelly, J.R. (1984). The productivity of breeding ewes grazing on lucerne or grass and clover pastures on the tablelands of Southern Australia. III. Lamb mortality and weaning percentage. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35(5), 709-721.
- Fernández Abella, D.H., & Villegas, N. (2015). Mortalidad neonatal de corderos. En *Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas* (pp.27-46). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Ford, S.P. (2010). Placental Vascularity: A Story of Survival. En P.L. Greenwood, A.W. Bell, P.E. Vercoe, & G.J. Viljoen (Eds.), *Managing the prenatal environment to enhance livestock productivity* (pp. 245-258). Dordrecht: Springer.
- Franz, N. (2004). Esquila preparto. *INTA, E.E.A Mercedes, Corrientes, Noticias y Comentarios*, (387). https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/06-esquila_preparto.pdf, consultado 20/5/2024
- Freitas-de-Melo, A., Ungerfeld, R., Orihuela, A., Hötzel, M.J., & Pérez-Clariget, R. (2018). Restricción alimenticia durante la gestación y vínculo madre-cría en ovinos: una revisión. *Veterinaria (Montevideo)*, 54(210), 27-36. <https://doi.org/10.29155/vet.54.210.5>
- Ganzábal, A., Ruggia, A., & De Miquelerena, J. (2003). Producción de corderos en sistemas intensivos. En INIA (Ed.), *Jornada de Producción Ovina Intensiva* (Vol. 342, pp. 1-7). La Estanzuela: INIA.
- Geenty, K.G. (1997). Mating & early pregnancy. En *A guide to improve lambing percentage for farmers and advisors*. Palmerston North: Wools of New Zealand and Meat New Zealand. <https://rune.une.edu.au/web/bitstream/1959.11/9627/7/open/SOURCE02.pdf>
- Ghelfi, M., Molina, C., Carriquiry, E., & De Torres, M. (2024). *Los resultados de la encuesta RING de marzo/abril 2024*. Instituto Plan Agropecuario. Recuperado de <https://www.planagropecuario.org.uy/web/397/destacados/los-resultados-de-la-encuesta-ring-de-marzoabril-2024.html>
- Godfrey, K.M., & Barker, D.J. (2000). Fetal nutrition and adult disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1344-1352.
- Greenwood, P.L., & Bell, A.W. (2003). Consequences of intra-uterine growth retardation for postnatal growth, metabolism and pathophysiology. *Reproduction Supplement*, 61,195- 206.

- Hargreaves, A.L., & Hutson, G.D. (1990). Changes in heart rate, plasma cortisol and haematocrit of sheep during a shearing procedure. *Applied Animal Behaviour Science*, 26(1), 91- 101.
- Kelly, R.W., Greeff, J.C., & Macleod, I. (2006). Lifetime changes in wool production of Merino sheep following differential feeding in fetal and early life. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57, 867- 876.
- Kenyon, P.R., & Blair, H.T. (2014) Foetal programming in sheep: effects on production. *Small Ruminant Research*, 118, 16- 30.
- Kotani, M., Onaya, T., & Yamada, T. (1973). Acute increase of thyroid hormone secretion in response to cold and its inhibition by drugs, which act on the autonomic or central nervous system. *Endocrinology*, 92(1), 288- 294.
- Lozano-González J.F., Uribe-Velásquez L.F., & Osorio J.H. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (Ovisaries). *Revista Veterinaria Y Zootecnia*, 6(2), 134-147. Recuperado de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4413>
- Mashair, Z.I., & Najlaa, K. A-H. (2022). The influence of age, gender, type of pregnancy, and climatic variations on the serum T3 and T4 hormones profile in growing awassi sheep. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 13(3), 160-164.
- Matamoras, R., Contreras, P.A., Wittwer, F., & Mayorga, M.I., (2003). Hipotiroidismo en rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 35(1), 1-11. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2003000100001>
- Mehaba, N., Coloma García, W., Salama, A. A.K., & Caja, G. (2017). El perfil metabolómico de sangre en cabras lecheras estresadas por frío. En *XVII Jornadas sobre Producción Animal* (pp. 776-778). Zaragoza: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ravagnolo, O., De Mattos, D., Pérez Jones, J., ... Soares de Lima, M. (2005). Núcleo fundacional de merino fino y superfino de la unidad experimental "GLENCOE" – INIA Uruguay: una experiencia innovadora de mejoramiento genético asociativo y participativo. *Agrociencia*, 9(1-2), 609-616.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Dighiero, A., Nolla, M., Luzardo, S., & Martínez, H. (2003). Evaluación del momento de esquila sobre la eficiencia reproductiva y productiva de ovejas y corderos. En *Programa Nacional de Ovinos y Caprinos* (pp. 9-10). La Estanzuela: INIA.
- Morales, C.A., & Rodríguez, N. (2005). Hormonas tiroideas en la reproducción y en la producción láctea del ganado lechero: revisión de literatura. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(2), 136-148.
- Morris, S.T., McCutcheon, S.N., & Revell, D.K. (2000). Birth weight responses to shearing ewes in early to mid-gestation. *Animal Science*, 70(2), 363-369.

- Muñoz, C. (2001). *Reproducción de ovinos: conceptos básicos, manejo y biotecnología*. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8729/NR26564.pdf?sequence=20&isAllowed=y>
- National Research Council. (2007). *Nutrient requirement of small ruminant sheep, goats, cervids and new world camelids*. Ottawa: NRC.
- Nixon-Smith, W. (1972). The forecasting of chill risk rating for newborn lambs and off-shears sheep by use of a cooling factor derived from synoptic data. *Working Paper* (Bureau of Meteorology, Canberra), 150.
- Oficialdegui, R. (2002). Sistemas de producción a pasto con ovinos. *Archivo Latinoamericano Produccion Animal*, 10(2), 110-116.
- Osorio, J.H., Carvajal, D.C., & Pérez, J.E. (2017). Concentraciones de hormona estimulante de la tiroides y tiroxina libre en ovinos jóvenes. *Revista de Medicina Veterinaria*, 33, 77-81. Recuperado de <https://veterinaria.lasalle.edu.co/article/view/1134/1125>
- Osorio, J.H., & Correa, D. (2013). Alteraciones de los niveles de hormonas tiroideas y su influencia en la salud y producción de pequeños rumiantes. *Biosalud*, 12(1), 39-48. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502013000100005&lng=en&tlng=es
- Osorio, J.H., Suarez, Y.J., & Uribe-Velázquez, L.F. (2014). Hormonas tiroideas en pequeños rumiantes: artículo de revisión y actualización de la literatura. *Biosalud*, 13(1), 85-95.
- Pérez-Clariget, R., Abud, M.J., Ithurralde, J., Genovese, P., Álvarez, A., Riaño, A., ... Bielli, A. (2014, diciembre 3-4). Programación fetal en el cordero: efecto de la restricción en la nutrición intrauterina. En *V Congreso Uruguayo de Producción Animal*. Montevideo, Uruguay.
- Pesce, E. (2007). Elementos para protección posesquila: capas y peines especiales. *Ovinos notas prácticas, Hojas coleccionable*, 2. <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/zenia/2020/Materialesmanejodelagestacion.pdf>
- Petroff, B.K., & Greco, D.S. (2020). Endocrine glands and their function. En B.G. Klein (Ed.), *Cunningham's textbook of veterinary physiology* (6ª ed., pp 394-427). St. Louis: Elsevier.
- Pierzchala, K., Bobek, S., Niezgoda, J., & Ewy, Z. (1983). The effect of shearing on the concentration of cortisol and thyroid hormones in the blood-plasma of sheep. *Zentralblatt Fur Veterinarmedizin*, 30(10), 749-759.
- Revell, D.K., Main, S.F., Breier, B.H., Cottam, Y.H., Hennies, M., & 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. [https://doi.org/10.1016/s0739-7240\(00\)00059-x](https://doi.org/10.1016/s0739-7240(00)00059-x)

- Reynolds, L.P., Borowicz, P.P., Vonnahme, K. A., Johnson, M. L., Grazul-Bilska, A. T., Redmer, D. A., & Caton, J.S. (2005). Placental angiogenesis in sheep models of compromised pregnancy. *The Journal of Physiology*, 565(1), 43-58.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.081745>
- Riani, A. (2023). Situación y perspectivas de la cadena ovina. En MGAP (Ed.), *Anuario OPYPA 2023*. Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy/OPYPA/Anuarios/Anuarioopypa2023/CP/3/CP3web/C3Cadenaovinasituacion.pdf>
- Rosales-Nieto, C.A., Mantey, A., Makela, B., Byrem, T., Ehrhardt, R., Veiga-Lopez, & A. (2020). Shearing during late pregnancy increases size at birth but does not alter placental endocrine responses in sheep. *Animal*, 14, 799-806.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119002696>
- Russel, A.J.F., Doney, J.M., & Gunn, R.G. (1969). Subjective assessment of fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 72, 451-454.
- Sandoval, C., Sales, F., & Reyes, S. (2023). Programación fetal y adaptación materna a desnutrición en ovinos: consecuencias en el desarrollo postnatal de corderos en Magallanes. *Informativo Instituto de Investigaciones Agropecuarias Kampenaike*, 127. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68891/NR43110.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (2022). *Razas ovinas en el Uruguay*. Montevideo: SUL. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Razas_ovinas_en_Uruguay_2022_.pdf
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (2024). *Boletín de exportaciones enero-febrero 2024*.
- Secretariado Uruguayo de la Lana. (s.f.). *Previsión de condiciones ambientales para corderos recién nacidos*. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/des/Informe_Previsi%C3%B3n_de_condiciones_ambientales_para_corderos_reci%C3%A9n_nacidos_.pdf
- Sherlock, R.G., Kenyon, P.R., Morris, S.T., & Parkinson, T.J. (2003). Metabolic changes in ewes shorn during mid- pregnancy. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 63, 144-148.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., & Lomax, M.A. (1986). The effect of shearing on the energy metabolism of the pregnant ewe. *The British Journal of Nutrition*, 56(3), 635-643.
- Symonds, M.E., Bryant, M.J., Shepherd, D., & Lomax, M.A. (1988). Glucose-metabolism in shorn and unshorn pregnant sheep. *The Brithish Journal of Nutrition*, 60(2), 249-263.
<https://doi.org/10.1079/BJN19880097>
- Thompson, G.E., Bassett, J.M., Samson, D.E., & Slee, J. (1982). The effects of cold exposure of pregnant sheep on foetal plasma nutrients, hormones and birth weight. *The British Journal of Nutrition*, 48(1), 59-64.

Todini, L. (2007). Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. *Animal*, 1(7), 997-1008.

Uruguay XXI. (2022). *Sector lanero en Uruguay* (Informe sector lanero, junio 2022). Recuperado de <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/2c7d374f524686db363ec5ce93a5de84e4f3a9b3.pdf>

Westra, R., & Christopherson, R.J. (1976). Effects of cold on digestibility, retention time of digesta, reticulum motility and thyroid hormones in sheep. *Canadian Journal of Animal Science*, 56(4), 699-708.

Wu, G., Bazer, F.W., Cudd, T.A., Meininger, C.J., & Spencer, T.E. (2004). Maternal nutrition and fetal development. *The Journal of Nutrition*, 134(9), 2169-2172.

Wu, G., Bazer, F.W., Wallace, J.M., & Spencer, T.E. (2006). Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science*, 84(9), 2316-2337.

Zaninovich, A.A. (2001). Hormonas tiroideas, obesidad y termogénesis en grasa parda. *Medicina*, 61, 597-602. Recuperado de https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol6101/5/v61_5_1_p597_602.pdf