



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE DE CAMPO NATURAL EN
OVEJAS GESTANTES: EFECTOS SOBRE EL VÍNCULO MADRE -
CRÍA**

Aline Freitas de Melo, Méd. Vet., M.Sci.

TESIS DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**URUGUAY
2017**



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE DE CAMPO NATURAL EN
OVEJAS GESTANTES: EFECTOS SOBRE EL VÍNCULO MADRE-
CRÍA**

Aline Freitas de Melo, Méd Vet, MSci

Raquel Pérez Clariget, DMV, MSci, PhD
Directora de Tesis

Maria José Hötzel, Méd Vet, MSci, PhD
Agustín Orihuela, Ing Agr, MSc, PhD
Co-Directores de Tesis

2017



FACULTAD DE VETERINARIA
Programa de Posgrados

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS
DE DOCTORADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**"Diferentes ofertas de forraje de campo natural en ovejas
gestantes: efectos sobre el vínculo madre-cría"**

Por: Mag. Aline FREITAS DE MELO

Directora de Tesis:
Codirectores de Tesis:

Dra. Raquel Pérez Clariget
Dra. María José Hötzel
Dr. Agustín Orihuela

Tribunal

Presidente: Dr. Roberto Kremer

Segundo Miembro: Dr. Alejandro Bielli

Tercer Miembro: Dra. Daniella Agrati

Cuarto Miembro: Dr. João Negrão

Quinto Miembro: Víctor Parraguez

Fallo del Tribunal:

Aprobada con mención

Salón de Posgrados, 21 de agosto de 2017

Hay un momento para todo y un tiempo para cada cosa bajo

el sol:

un tiempo para nacer y un tiempo para morir,

un tiempo para plantar y un tiempo de arrancar lo plantado;

un tiempo para matar y un tiempo para curar,

un tiempo para demoler y un tiempo para edificar;

un tiempo para llorar y un tiempo para reír,

un tiempo para lamentarse y un tiempo para bailar;

un tiempo para arrojar piedras y un tiempo para recogerlas,

un tiempo para abrazarse y un tiempo para separarse;

un tiempo para buscar y un tiempo para perder,

un tiempo para guardar y un tiempo para tirar;

un tiempo para rasgar y un tiempo para coser,

un tiempo para callar y un tiempo para hablar;

un tiempo para amar y un tiempo para odiar,

un tiempo de guerra y un tiempo de paz.

Eclesiastés, 3, 1-8

Dedico esta Tesis a toda mi familia y a AÚJ...

AGRADECIMIENTOS

A Raquel Pérez Clariget, mi tutora y alguien por quien siento un inmenso cariño y admiración en lo personal y profesional. Gracias por haberme apoyado durante el proceso de formación de mi doctorado y por las enseñanzas que van más allá de lo científico. Agradezco por tu involucramiento y dedicación incondicionales al trabajo; por tu capacidad de innovación; por los miles de kilómetros realizados hasta Bañados de Medina; por el apoyo imprescindible en la coordinación y ejecución de los trabajos de campo; por mostrarme más de cerca los sistemas extensivos de Uruguay; por hacerme aprender más de estadística; y por tus aportes en la redacción de la Tesis y de los artículos. Desde el punto de vista humano, muchas gracias por ser esta persona tan abierta, honesta, con mucha energía, sociable y generadora de oportunidades de trabajo y aprendizaje a la gente. Gracias por aportarme tu visión global de las cosas científicas y políticas, por tu apoyo y disponibilidad en los momentos difíciles y por los momentos de alegrías compartidos. Te agradezco por estar siempre en todo y para todo.

A Maria Hötzel, mi co-tutora, a quien admiro como persona y científica, alguien que ha aportado mucho en mi formación científica desde mi maestría. Muchas gracias por tu confianza, rigurosidad, por estar siempre disponible y por hacer la distancia más corta con tus respuestas inmediatas. Gracias por mostrarme de cerca como organizar y emprolijar un artículo científico y por todos tus aportes en la redacción de la Tesis y de los artículos.

A Agustín Orihuela, mi co-tutor, gracias por acompañarme en mi proceso de formación del doctorado, por recibirme tan bien en México, haciendome sentir en casa. Gracias por la confianza, por aportar otra visión en mi formación, por tu rigurosidad, pragmatismo y cordialidad. Muchas gracias por las correcciones detallistas de la Tesis y por los aportes en la redacción de los artículos.

Al Programa de Posgrados de la Facultad de Veterinaria, por la formación proporcionada desde mi Maestría, que me permitió acceder a cursos y a otras instancias que agregaron enormemente en mi formación.

A todos los que formaron parte del Proyecto, y que por tanto permitieron la realización de estos trabajos: Andrea Álvarez, Álvaro López y Mariel Regueiro por la ayuda en la realización del trabajo de campo en diferentes etapas. Un agradecimiento especial a Maria Abud, gracias por enseñarme todo lo relacionado a la aplicación de los tratamientos a pastoreo, por realizar los análisis relacionados y por llevarlo adelante. Gracias por tu buena voluntad en ayudar en los trabajos de comportamiento, por tu compañerismo y por los momentos de alegría compartidos en la Estación y afuera de ella. Gracias también por colaborar con uno de los trabajos de esta Tesis.

A todos los tesisistas, estudiantes y pasantes que contribuyeron en la realización de estos experimentos con entusiasmo, dedicación, compromiso y responsabilidad: Elisa Cabrera, Daniela Grolo, Jimena Roldán, Agustina Vidal, Ignacio Barberousse, Emiliano Rostán, Facundo Arbiza, Antonella Riani, María Victoria Felipez, Rodrigo Bardier, Alice Fernández Werner, Santiago Machado, Nicolás Iwanka, Sérgio Ramirez, Juan José Miraballes, María Belén López Pérez, Florencia Corrales, Camila Crosa, Dermidio Hernández, Florencia Laguzzi, Jesús Heras, Julio César Vázquez, Bruno Andrade, Agustín Ferreira.

A todos los funcionarios de la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt por su apoyo imprescindible en la realización del trabajo de campo. Al Director de la Estación Carlos Mantero, a Xenia Viera, Ignacio Sosa, Carlos García, Eduardo Lena y Baltasar Martínez.

A Luciana Bragado y Robert Greenhill por las revisiones de inglés. A Raúl Ponzoni por su asesoría en los análisis estadísticos.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación por otorgarme una beca de doctorado (POS_NAC_2013_1_11579) y por la financiación del Proyecto del Fondo María Viñas que soportó grande parte de los trabajos de esta Tesis (POS_NAC_2013_1_11579).

A la comisión que evaluó el Proyecto de Tesis: Alejandro Bielli, Cecilia Scorza y Mariana Carriquirry por los aportes realizados durante la discusión del mismo.

A los docentes y funcionarios del Área de Bioquímica por todos los años de trabajo compartido. A Celia Tasende por apoyarme y por formar parte de manera especial en mi proceso de formación académica, por incentivarme siempre a progresar, por los momentos alegres compartidos y por su apoyo humano indispensable en los momentos difíciles. A Juan Pablo Damián por su compañerismo, confianza y años de amistad, por su amor y rigurosidad por el trabajo, por su apertura y disposición en ayudar siempre en lo personal y en lo de trabajo. Gracias también por colaborar con uno de los trabajos de esta Tesis. A Cecília López y a Daniela Casuriaga por la amistad, confianza, compañerismo y por los momentos compartidos en la oficina y afuera de ella. A Marcelo Rodríguez-Piñón por permitirme realizar las actividades del doctorado y de docencia con libertad. A Perla Rubianes por ser esta persona tan cariñosa, compañera y preocupada con los demás. A Gonzalo García y Valentina Ocampo por el cariño y la dedicación con el trabajo, y a Inés Sacchi por compartir el ambiente de trabajo.

Al Departamento de Fisiología por apoyar los trabajos de mi Doctorado, y por posibilitar un ambiente de trabajo y de discusión científica. Muchas gracias a Julia Giriboni, Lorena Lacuesta, Islamey Tebot, Florencia Beracochea, María Noel Viera, Matías Villagrán y Milton Pintos. Gracias a Patricia Silveira por realizar los análisis de Bioquímica sanguínea.

Al Área de Bioquímica y a los Laboratorios de Análisis Clínicos de Facultad de Veterina, y al Laboratorio de Calidad de Leche de INIA-Estanzuela, por apoyar o por realizar los análisis sanguíneos y de leche.

Aos meus pais, à minha mãe e amiga por todo apoio pessoal e incentivo dado. Obrigada por ser esta Mãe com maiúscula: mulher guerreira, amorosa, aberta e energética. Obrigada pai pela força e exemplo tenaz transmitido e por apoiar e incentivar meus estudos sempre. Agradeço também às minhas irmãs, Denise e Carina, pelos momentos compartilhados, carinho e incentivos transmitidos. Obrigada Marina por ser esta sobrinha tão inteligente, madura e amorosa. Tenho muito orgulho de vocês todos, muito obrigada pai, mãe, irmãs e sobrinha por todo o amor.

A Clara, Pamela y Mariana, gracias por hacerme sentir querida, y por formar parte de mi familia en Uruguay.

A Rodolfo Ungerfeld, primero te agradezco como amado, por haber sido mi compañero durante estos siete años, por apoyarme siempre en todo y por todos los momentos vividos juntos. Gracias por darme tu amor por mi amor a cambio, por la perona de convivencia fácil que sos, por estar siempre buscando diferentes formas de entretenimiento. Gracias por tu buen humor matinal, por tu sinceridad, amistad, paciencia, por hacerme crecer como persona y por formar parte de mi vida. También te agradezco como docente e investigador, por tu rigurosidad, dedicación, creatividad, por querer hacer siempre lo mejor posible para la Universidad, por tu capacidad de formación y de articulación con otros grupos en Uruguay y en el exterior. Gracias por tu apertura, confianza, por dar tantas oportunidades a las personas y especialmente por enseñarme investigación de la mejor manera, con el ejemplo. Gracias Rodolfo por enseñarme el A, B, C de la ciencia y por tus grandes aportes en la redacción de los artículos de esta Tesis.

APÉNDICE

Artículos I-V

Esta Tesis está basada en los siguientes artículos originales:

- I. Freitas-de-Melo A; Ungerfeld R; Hötzel MJ; Abud MJ; Alvarez-Oxley A; Orihuela A; Damián JP; Pérez-Clariget R. 2015. Mother-young bonding in grazing ewes: Effects of sex and food restriction in pregnancy. *Applied Animal Behavior Science* 168, 31-36.
- II. Freitas-de-Melo A; Ungerfeld R; Hötzel MJ; Orihuela A; Pérez-Clariget. 2017. Low pasture allowance until late gestation in ewes: behavioural and physiological changes in ewes and lambs from lambing to weaning. *Animal*, 13, 1-10.
- III. Freitas-de-Melo A; Ungerfeld R; Orihuela A; Hötzel MJ; Pérez-Clariget. Early mother-young relationship and feeding behaviour of lambs are unaffected by low pasture allowance until the beginning of the last third of gestation in single-bearing ewes. *Animal Production Science*, publicado en línea.
- IV. Freitas-de-Melo A; Terrazas A; Ungerfeld R; Hötzel MJ; Orihuela A; Pérez-Clariget. 2016. Influence of low pasture allowance during pregnancy on the attachment between ewes and their lambs at birth and during lactation period. Artículo enviado.

Esta Tesis también incluye en la introducción y antecedentes contenidos de la siguiente revisión:

- V. Freitas-de-Melo A; Ungerfeld R. 2016. Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bienestar animal. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7,361-375.

Las publicaciones I-III fueron reproducidas en esta Tesis con los derechos concedidos por las editoriales correspondientes.

Índice

Resumen	1
Abstract	3
1. Antecedentes	5
1.1. Sistema de cría ovina predominante en Uruguay	5
1.2. Gestación, parto y posparto en ovejas	6
1.3. Vínculo madre-cría	9
1.3.1. Comportamiento de la oveja y de su cordero durante las primeras horas posparto	9
1.3.2. Comportamiento oveja-cordero durante el periodo de lactación	10
1.4. Destete artificial en ovinos	12
1.5. Subnutrición durante la gestación y sus impactos negativos sobre las ovejas, feto, neonato y vínculo madre-cría	14
2. Hipótesis	18
3. Objetivos	18
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4. Materiales y métodos	19
4.1 Animales, ubicación y manejo general	19
4.2 Tratamientos nutricionales	19
4.2.1 Artículo I al III	19
4.2.2 Artículo IV	20
4.3 Ajuste de la oferta de forraje, altura y estimación de los aportes energéticos y proteicos cubiertos por las diferentes ofertas de forraje de campo natural	21
4.4 Registros realizados	23
4.4.1 Peso, condición corporal y bioquímica sérica de las ovejas y pesos de los corderos	23
4.4.2 Producción y composición lechera y medidas de la ubre	23
4.4.3 Artículos de I al III	24
4.4.4 Artículos de IV	24
4.4.5 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de II)	24

4.4.6 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de III)	24
4.4.7 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de IV)	25
4.5 <i>Análisis Estadísticos</i>	25
5. Resultados	26
5.1 <i>Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: comportamiento madre-cría al parto según el sexo de la cría (Artículo I)</i>	26
5.2 <i>Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: respuesta fisiológica y comportamental al destete artificial (Artículo II)</i>	26
5.3 <i>Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: vínculo madre-cría y comportamientos alimenticios de los corderos al parto y posparto tardío (Artículo III)</i>	26
5.4 <i>Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación y vínculo madre-cría al parto y posparto tardío (Artículo IV)</i>	27
6. Discusión general	28
7. Conclusiones	31
8. Referencias	32
Anexos: Artículos de I a V	44

Resumen

El sistema de cría ovina predominante en Uruguay es extensivo, basado en el pastoreo a campo natural, el que presenta marcada disminución en la producción de forraje durante el invierno, momento en el que las ovejas están gestando. En estas condiciones las ovejas preñadas están sometidas a una restricción nutricional, por lo que pierden peso, lo que afecta el peso de sus crías y el vínculo entre la oveja y su cordero. Además, se afecta la producción de leche de las ovejas, lo que compromete el desarrollo de los corderos, pudiendo tener repercusiones negativas sobre la evolución del vínculo madre-cría durante el posparto. El objetivo general de esta Tesis fue determinar si una oferta de forraje baja de campo natural durante la gestación afecta el vínculo-madre cría al parto y durante el posparto tardío en ovinos. Los experimentos de esta Tesis se realizaron en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía, utilizando una majada de ovejas Corriedale multíparas de partos simples y sus corderos. En los trabajos correspondientes a los Artículos de I al III, las ovejas se asignaron a uno de los dos tratamientos nutricionales que consistían en oferta de forraje alta (OFA) o baja (OFB) de campo natural desde 40 o 23 días antes de la concepción hasta los 105 o 122 días de gestación respectivamente. Desde el final del tratamiento, todas las ovejas pastorearon en una pradera de *Festuca arundinacea* y recibieron diariamente afrechillo de arroz y glicerol. En el trabajo perteneciente al Artículo IV, las ovejas se asignaron al azar a una OFB o a una OFA desde el día 30 de gestación hasta el día 143, y a partir de los 100 días de gestación recibieron diariamente afrechillo de arroz. Se registraron los pesos y la condición corporal de las ovejas durante los tratamientos y en el posparto. Al parto se registraron diferentes comportamientos relacionados al establecimiento del vínculo madre-cría. Se estimó la producción lechera, y se registró el peso de las ovejas y sus corderos en diferentes momentos en el posparto. Se registró la frecuencia de pastoreo, rumia y eventos de amamantamientos de los corderos desde el posparto temprano hasta el posparto tardío, y los cambios comportamentales y fisiológicos de las ovejas y corderos al destete. Durante el posparto tardío se sometió a los corderos a una prueba de separación corta de su madre. De manera general, las ovejas OFB perdieron más peso y condición corporal durante el tratamiento nutricional que las ovejas OFA, pero el tratamiento no afectó los comportamientos relacionados con el vínculo madre-cría al parto. Cuando las ovejas estuvieron pastoreando en diferentes ofertas de forraje desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 de gestación, el tratamiento nutricional afectó más el

comportamiento de los corderos machos que el de las hembras al parto. Además, los corderos de las ovejas OFB (las que produjeron menos leche), presentaron una menor respuesta comportamental y fisiológica al destete que las ovejas OFA. Sin embargo, cuando las ovejas estuvieron pastoreando en ofertas de forraje contrastantes desde 40 días antes de la concepción hasta los 105 de gestación, el tratamiento no afectó los comportamientos alimenticios de los corderos durante el posparto tardío. Cuando las ovejas pastorearon en diferentes ofertas de forraje desde los 30 hasta los 143 de gestación, los corderos no presentaron diferentes respuestas a una prueba de separación corta de su madre según el tratamiento. En conclusión, una oferta de forraje de campo natural baja durante la gestación, afecta el establecimiento del vínculo madre-cría al parto de los corderos machos, cuando la restricción alimenticia sigue hasta los 122 de gestación; y de manera general, las ofertas de forraje de campo natural utilizadas en estos trabajos durante la gestación no afectó el vínculo madre-cría en el posparto.

Abstract

In Uruguay sheep breeding systems are predominantly extensive under native pastures, which presents a greatest decrease in forage availability in winter, when ewes are pregnant. Under this condition pregnant ewes suffer from a nutritional restriction, thus they lose body weight, birth weight of their lambs is low and the ewe-lamb attachment is weak. Moreover, ewes produce less milk yield, which compromise the development of their lambs and may negatively affects the ewe-lamb attachment during lactation period. The general objective of this Thesis was to determine if a low pasture allowance of native pasture during gestation affects the ewe-lamb attachment at birth and during the lactation period in sheep. The experiments of this Thesis were performed at the Estación Experimental Bernardo Rosengurt, Facultad de Agronomía, using multiparous single-lambing Corriedale ewes and their lambs. In the experiments corresponding to Articles I to III, ewes were assigned to two different natural pasture allowance which consisted in high (HPA) or low (LPA) pasture allowance from 40 or 23 days before conception until 105 or 122 days of gestation respectively. From the end of nutritional treatments, ewes grazed in *Festuca arundinacea* and received daily rice bran and glycerol. In the experiments corresponding to Article IV, ewes were randomly assigned to a HPA or a LPA from day 30 to day 143. From day 100 gestation ewes received daily rice bran. The body weight and body condition score of ewes were recorded during the treatments and the lactation period. At birth different behaviours related to ewe-lamb attachment were recorded. Milk production was estimated and the body weight of ewes and lambs were recorded during postpartum. The frequency of grazing, ruminating and suckling events were recorded from early until advanced postpartum. The behavioural and physiological changes at weaning were recorded in ewes and lambs. During advanced postpartum lambs were subjected to a short term maternal separation test. In general, the LPA ewes lost more body weight and body condition score than the HPA ewes during the treatment, but the nutritional treatment did not affect the behaviours related to ewe-lamb attachment at birth. When ewes grazed in different pasture allowance from day 23 before conception until day 122 of gestation, the nutritional treatment affected more the behaviour at birth of male lambs than female lambs. Moreover, lambs reared by the LPA ewes, which produced less milk, presented lower behavioural and physiological responses at weaning than lambs reared by the HPA ewes. However, when ewes grazed in different pasture allowance from day 40 before conception until day 105 of gestation, nutritional treatment did not affect feeding behaviours during advanced postpartum. When ewes grazed in different pasture allowance from day 30 to day

143 of gestation, lambs did not present different responses in the short-term maternal separation test according to the nutritional treatment. In conclusion, LPA before conception until day 122 of gestation affects male lambs' behaviour at birth; and, in general, natural pasture allowance used in this experiments did not affect ewe-lamb attachment during lactation period.

1. Antecedentes

1.1. Sistema de cría ovina predominante en Uruguay

En el 2015 existían en Uruguay 6,6 millones de ovinos, siendo algo más del 50% ovejas de cría encarneradas, según datos del anuario estadístico agropecuario de 2016 (DIEA, 2016). En este contexto, la eficiencia reproductiva ha sido identificada como una de las principales limitantes para el desarrollo de este tipo de ganadería (Montossi et al., 2003). En los últimos años, la producción ovina en el mundo, se ha especializado hacia la producción de lana o carne. Sin embargo, en Uruguay, ésta aún tiene doble finalidad, siendo la Corriedale, una raza de doble propósito, la que ocupa aproximadamente un 60% de la distribución (Cardellino, 2015). La producción ovina en este país se desarrolla bajo sistemas predominante semiextensivos a extensivos con pastoreo sobre campo natural a cielo abierto, con mínima intervención humana, en sistemas mixtos con vacunos (Cardellino, 2015). En estos sistemas, el campo natural es la principal o única fuente de alimento, presentando estacionalidad en la producción y en la calidad, correspondiendo al invierno la menor producción (Carámbula, 1991). La crisis forrajera invernal coincide con la gestación de las ovejas e incide negativamente en el bienestar de los animales, fundamentalmente durante el último tercio de la preñez, cuando la demanda nutricional aumenta. Una subnutrición durante la gestación puede determinar toxemia de la preñez, muerte de animales, rechazos de crías al parto, nacimiento de crías con bajo peso, así como bajas reservas energéticas y vitalidad. Todos estos factores aumentan las probabilidades de mortalidad neonatal y por lo tanto conducen a pérdidas productivas y económicas.

El porcentaje de señalada (cantidad de corderos marcados/ovejas encarneradas en un año) del país es de aproximadamente el 70%, lo que se debe fundamentalmente a la alta mortandad de corderos durante los primeros días posparto (Mari, 1979; Otero, 2017). El porcentaje de mortalidad perinatal es de aproximadamente 20% de los corderos nacidos (Dutra, 2005). La mortalidad de corderos en los primeros días de vida ha sido señalada como causa principal de este desempeño reproductivo bajo (Mari, 1979; Olivera-Muzante, 2015). El 95% de los corderos que mueren, lo hacen en las primeras 72 h de vida, y lo hacen mayormente como consecuencia del síndrome inanición-exposición al clima (Mari, 1979; Azzarini, 2000). Estas muertes pueden desencadenarse a partir de: un establecimiento inadecuado del vínculo oveja-cordero, una producción de calostro y leche insuficientes para cubrir las necesidades del cordero, y por tanto una mayor exposición y vulnerabilidad de estos ante un clima hostil y a predadores. Por el contrario, un adecuado vínculo, y provisión de calostro y leche son determinantes para un crecimiento adecuado, y

por tanto claves para mejorar el porcentaje de señalada, así como el peso y adaptación de los corderos al destete artificial.

1.2. Gestación, parto y posparto en ovejas

Las ovejas de razas originarias de zonas de latitudes altas tienen un patrón reproductivo poliéstrico estacional. La estación reproductiva ocurre al final del verano y durante el otoño, mientras que el anestro estacional se extiende desde el invierno hasta el inicio del verano (Rawlings y Bartlewski, 2007). Por lo anterior, la mayor parte de la gestación ocurre durante el invierno y los partos en la primavera (Dwyer, 2008). Durante la estación reproductiva, cuando ocurre la concepción se evita la regresión del cuerpo lúteo, que en ovejas se mantiene durante toda la gestación (Noakes et al., 2001). El mantenimiento del cuerpo lúteo prolonga la secreción de progesterona observada en el diestro, que posteriormente aumenta aún más debido al inicio de la producción de progesterona en la placenta. La placenta produce progesterona suficiente para mantener la gestación por sí sola a partir del día 50 (Wendy et al., 1996; Noakes et al., 2001). La progesterona prepara al endometrio para el desarrollo del embrión, y es necesaria para el mantenimiento de la gestación, que dura en la oveja entre 145 a 150 días (Lynch, 1992; Zeleznik y Pohl, 2006). Para el desarrollo normal de la gestación, el útero se tiene que mantener quiescente y el cérvix cerrado (Challis et al., 2000). Entre los 50 a 100 días de gestación ocurre un rápido crecimiento de la placenta, mientras que el mayor crecimiento fetal y de la ubre se da entre los días 100 a 150 días, cuando el crecimiento de la placenta ya finalizó (Figura 1).

Durante la gestación el abdomen se distiende alcanzando su máximo tamaño en el preparto, momento en que se observa secreción mucosa en la vulva, estimulada por el aumento de estrógenos (Senger, 2003), y cambios comportamentales. Entre los cambios comportamentales se incluyen olfateos en la zona de la vulva, inquietud (el animal se echa y se para frecuentemente, y camina en círculos), orina con mayor frecuencia, pataleo en el suelo, emisión de vocalizaciones y lamidos en los labios con movimientos rápidos de lengua (Lynch, 1992). La oveja en preparto frecuentemente se aísla de la majada, y demuestra interés por crías y líquido amniótico de otras ovejas recién paridas (Lynch, 1992; Nowak et al., 2008). Antes del parto ocurren cambios endócrinos que permiten la expulsión del feto formado y de las membranas fetales al ambiente extrauterino gracias a la contracción del miometrio y la dilatación del cérvix (Challis et al., 2000). La activación del eje hipotálamo-pituitario-adrenal fetal, con el consecuente aumento del cortisol, es esencial

para que se desencadene el parto (Liggins, 2000; Bernal, 2001). El aumento de la concentración de cortisol fetal estimula la actividad de las enzimas placentarias 17α -hidroxilasa y C_{17-20} desmolasa, posibilitando la formación de andrógenos a partir de progesterona (Bernal, 2001). Los andrógenos son rápidamente convertidos a estrógenos por el sistema placentario P450 aromatasa (Bernal, 2001; Senger, 2003). El aumento de los estrógenos estimula la producción y liberación de prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$), genera una disminución de las concentraciones de progesterona, un incremento de la sensibilidad del miometrio a la oxitocina y el ablandamiento del cérvix (Noakes et al., 2001). De manera general, los principales cambios hormonales antes del parto incluyen la disminución en la concentración de progesterona, el aumento de estrógenos, prolactina y oxitocina, esta última como consecuencia del estímulo vagino-cervical conocido como reflejo neuro-humoral de Ferguson, causado por el pasaje del feto por el cérvix (Noakes et al., 2001; Nowak, 2000). La relaxina es otra hormona importante que se libera al parto por estímulo de la $PGF2\alpha$, promoviendo un ablandamiento del cérvix y de los ligamentos pélvicos (Senger, 2003). Las concentraciones de estrógenos retornan a los niveles basales algunas horas después del parto, y las concentraciones de oxitocina y prolactina se mantienen por el estímulo de succión durante el amamantamiento (Nowak, 2000).

Al parto las ovejas frecuentemente se echan en el lugar elegido para parir, extendiendo las piernas y el cuello, o pueden permanecer paradas durante la expulsión del feto (Nowak et al., 2008). Durante la expulsión del feto normalmente emergen primero; la cabeza y los miembros anteriores, aunque los miembros posteriores también pueden surgir primero en una posición menos frecuente. Los esfuerzos de la oveja continúan hasta la expulsión completa del cordero. La duración del parto varía desde pocos minutos hasta más de 3 h (promediando en general alrededor de 1h) dependiendo de la paridad, raza, peso, sexo de la cría y número de corderos (Nowak et al., 2008). Para aumentar las probabilidades de sobrevivencia de los corderos es importante que la oveja permanezca en el lugar del parto durante el mayor tiempo posible (Nowak, 1996).

De manera general el parto puede dividirse en tres fases: I) caracterizada por el inicio de las contracciones del miometrio y de la dilatación cervical. Esta etapa dura aproximadamente entre 2 a 6 h; II) etapa en que ocurren contracciones vigorosas del miometrio y de la musculatura abdominal, además de la dilatación progresiva del cérvix, ruptura de las membranas fetales y expulsión del feto. Esta etapa dura entre 30 a 120 min y; III) cuando ocurre la expulsión de las membranas fetales. Esta etapa dura entre 5 a 8 h (Challis et al., 2000; Senger, 2003; Mesiano et al., 2015).

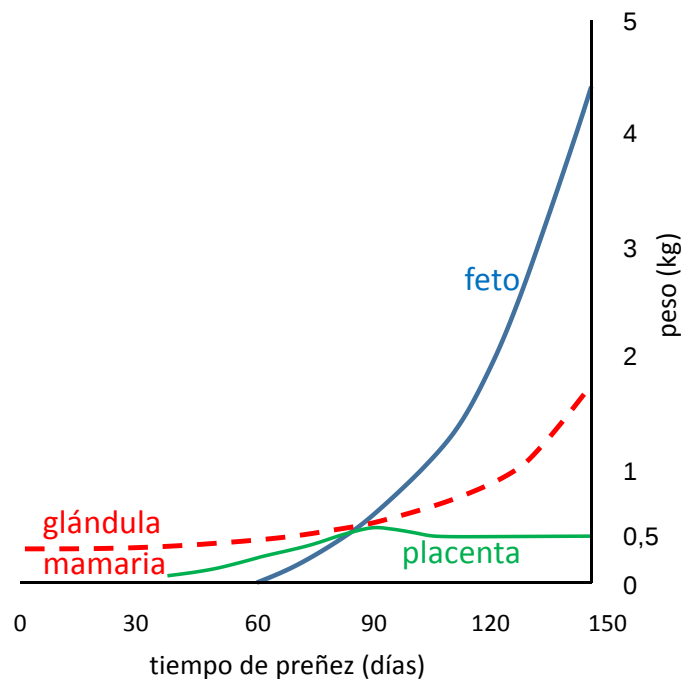


Figura 1. Crecimiento de la glándula mamaria, placenta y feto durante la gestación de las ovejas (Tomado de la página web del Department of agriculture and food, Governement of Western Australia).

Luego del parto se inicia el puerperio (periodo donde el tracto reproductor de la hembra vuelve al estado no gestado) y la lactación (periodo cuando ocurre la síntesis y secreción de leche en la glándula mamaria). Los principales eventos del puerperio son la expulsión del loquios (fluido conteniendo remanentes de la placenta fetal y del tejido endometrial), reparo del endometrio y el retorno de la ciclicidad ovárica (Senger, 2003). Inmediatamente luego del parto el miometrio se contrae de manera repetida con el fin de expulsar el loquios, reducir la posibilidad de hemorragia y disminuir el tamaño del utero. Aproximadamente 5 días después del parto, las carúnculas pierden su integridad y organización celular. El tiempo requerido para la completa involución uterina en la oveja es de alrededor de 30 días luego de finalizado el parto, y la restauración de la ciclicidad

ovárica ocurre 150 días después (Senger, 2003). En las ovejas originarias de latitudes altas los partos normalmente ocurren en primavera, por lo que el anestro estacional, posparto y lactacional se superponen (Arroyo et al. 2009), y el reinicio de la ciclicidad ocurrirá en la estación reproductiva posterior.

La primera secreción de la glándula mamaria luego del parto es el calostro, y es esencial para la supervivencia del cordero en las primeras horas de vida (Nowak, 2006),

cubriendo los requerimientos de inmunoglobulinas, energía y agua (Pattinson et al., 1995; Nowak, 2006). Luego de 2 a 3 días del parto se inicia la secreción de leche en la glándula mamaria, y el pico de producción de leche ocurre a partir de los 30 días posparto (Huertas-González et al., 2006). Pasado el pico de lactación ocurre una gradual reducción en la producción de leche hasta su cese completo que coincide con el destete natural de la cría.

1.3. Vínculo madre-cría

1.3.1. Comportamiento de la oveja y de su cordero durante las primeras horas posparto

El vínculo entre la oveja y su cordero es selectivo y se establece inmediatamente después del parto (Poindron y Neindre, 1980). En este momento la oveja tiene una fuerte atracción hacia el líquido amniótico que recubre al cordero, realiza el acicalamiento del mismo empezando por la cabeza y siguiendo por otras partes del cuerpo, emitiendo balidos de tono bajo (Poindron y Neindre, 1980; Nowak et al., 2008; Levy y Keller, 2008). El comportamiento de limpieza del cordero desplegado durante los primeros 20-30 min después del parto ayuda a la madre a identificar a su cría (Smith et al., 1966). La oveja reconoce a su cría después de 30 a 120 min de contacto inmediatamente después del parto, y rechaza a los corderos ajenos (Smith et al., 1966; Poindron y Neindre, 1980). En el periodo de reconocimiento, si la madre recibe una cría diferente de la suya o si no ha reconocido previamente a su cría, rechaza a esta última con comportamientos agresivos (Poindron y Neindre, 1980; Poindron et al., 2006). Los criterios para determinar que la madre aceptó a su cría como propia incluyen acicalamiento, emisión de balidos bajos y si se mantienen paradas y se orientan en forma paralela mientras el cordero intentar mamar (Poindron y Neindre, 1980). El reconocimiento entre la oveja y el cordero ocurre a partir de señales olfativas, auditivas y visuales (Nowak, 1990; Nowak, 1991; Keller et al., 2003; Sèbe et al., 2007), y son esenciales para el establecimiento y mantenimiento del vínculo oveja-cordero. En las primeras horas posparto (1 a 2 h), el olfato tiene relevancia fundamental en la formación de la memoria de la madre hacia su cría (Lévy et al., 2004), aunque a distancia la audición y la visión se tornan más importantes (Ferreira, 2000). Luego de la expulsión del cordero, este sacude la cabeza, mueve sus piernas, se pone en posición esternal y vocaliza, posteriormente arrodilla sus miembros anteriores, trata de empujar con sus patas traseras, extendiendo sus miembros anteriores e intenta pararse (Nowak et al., 2008). Los balidos de su cordero también estimulan las vocalizaciones de la oveja, las que se tornan más frecuente luego del parto y favorecen la formación del vínculo, aumentando las probabilidades de supervivencia de las crías (Nowak, 1996). La

mayoría de los corderos, aunque puede haber diferencias raciales, se paran entre aproximadamente 20 a 60 min después de nacidos y acceden a la ubre entre aproximadamente 20 a 95 min después (Slee y Springbett, 1986). Es importante que el cordero se pare lo antes posible y logre una acción coordinada con la madre, quien lo orientará para encontrar la ubre e ingerir el calostro (Nowak, 1996). En los sistemas productivos ovinos en Uruguay, los corderos generalmente nacen en un ambiente con temperaturas bajas, por lo que hay una demanda energética alta para mantener su temperatura corporal. La energía y el calor proviene principalmente del metabolismo del tejido adiposo marrón y del calostro obtenido a partir del despliegue comportamental adecuado por parte de la oveja y su cordero (Cannon y Nedergaard, 1985; Nowak, 1996). Los episodios de succión e ingestión de calostro por parte del cordero son un punto clave para el reconocimiento temprano por parte de la madre hacia su cría. En efecto, cuanto mayor es el tiempo de succión, más rápido es el reconocimiento de la madre hacia su cordero (Nowak, 2006). Las ovejas reconocen a los corderos pocas horas luego del parto (Smith et al., 1966; Poindron y Neindre, 1980), mientras que los corderos pueden identificar a sus madres a cortas distancias 24 h después de nacidos (Nowak y Lindsay, 1990; Nowak et al., 1991). Las tasas de supervivencia mayores están relacionadas con la habilidad de los corderos para discriminar a su madre en relación a una oveja ajena hasta 12 h después del parto (Nowak y Lindsay, 1992). En resumen, al parto hay una interacción y un reconocimiento mutuo entre la oveja y el cordero que permiten el establecimiento adecuado del vínculo madre-cría.

1.3.2. Comportamiento oveja-cordero durante el periodo de lactación

La interacción madre-cría durante el periodo de lactación se caracteriza por la duración y frecuencia de amamantamientos, la aceptación de su cría a la ubre, el rechazo a corderos ajenos y reacciones comportamentales relacionadas con la búsqueda tanto de la madre como del cordero luego de su separación (Poindron y Neindre, 1980; Orgeur et al., 1999). La relación oveja-cordero cambia a lo largo del periodo de lactación, por ejemplo, al nacimiento la oveja realiza el acicalamiento de su cordero, y este comportamiento desaparece rápidamente luego del parto (Poindron y Neindre, 1980). Asimismo, durante las primeras dos semanas de vida las ovejas permiten al cordero mamar todas las veces que ellos lo requieren y gradualmente, a medida que la lactación avanza, lo van impidiendo más frecuentemente (Ewbank, 1967; Fletcher, 1971). Durante la primera semana de vida,

los corderos maman 1 vez o más por hora, disminuyendo en el posparto avanzado a 1-2 amamantamientos cada 6 h (Munro, 1956; Ewbank, 1964, 1967; Fletcher, 1971). Con el avance del periodo de lactación, la frecuencia de amamantamientos disminuye y la distancia física entre la oveja y el cordero aumenta (Hinch et al., 1987; Hinch, 1989). Para realizar el amamantamiento el cordero camina enfrente de la madre, generalmente ésta realiza una inspección olfatoria del cordero antes y durante el amamantamiento, y el cordero accede a la ubre en posición paralela con la madre, pero en sentidos inversos (Poindron y Neindre, 1980). En los ovinos la inversión parental es limitada a su progenie (Clutton-Brock, 1991), por lo que olfatear al cordero que intenta acceder a su ubre permite el rechazo de corderos ajenos. Un aspecto importante para la realización del amamantamiento es la capacidad del cordero y su madre en reconocerse mutuamente. El reconocimiento a distancia permite a la madre localizar a su cría, mientras que el reconocimiento en corto posibilita el amamantamiento (Lindsay y Fletcher, 1968). A distancia, las ovejas discriminan su cordero en relación a un cordero ajeno basándose en señales acústicas y visuales, mientras que el olfato tiene mayor importancia en corto (Lindsay y Fletcher, 1968; Morgan et al., 1975; Keller et al., 2003; Sébe, 2007). Durante el proceso de destete natural la producción de leche de la madre y la duración de los amamantamientos son menores que al inicio de la lactación, y los corderos aumentan el tiempo dedicado a ingerir alimento sólido (Arnold et al., 1979; Berger, 1979; Lynch et al., 1992; Weary et al., 2008). La producción de leche de las ovejas es uno de los principales factores que determina la edad del destete natural de sus corderos (Arnold et al., 1979). Además, el crecimiento de la cría es proporcional a la producción de leche de la madre (Senger, 2003). La disminución de la frecuencia de amamantamientos está asociada a un mayor desarrollo ruminal (Lyford, 1988). Por ejemplo, en corderos Santa Inés el desarrollo del rumen se completa al alcanzar los 15 kg de peso (Geraseev et al., 2008), lo que implica que el cordero está apto para el cambio de dieta. Por lo que a medida que el cordero crece va ganando independencia nutricional y social, va reemplazando gradualmente la leche por comida sólida, y pasa a interactuar más con otros individuos del grupo (Weary et al., 2008). El amamantamiento finaliza con el destete espontáneo del cordero, que en corderos Merino ocurre aproximadamente a los 4,5 meses de edad (Arnold et al., 1979), y en ovinos silvestres ocurre entre los 6 a 12 meses de edad (Geist, 1971; Grubb, 1974).

1.4. Destete artificial en ovinos

El destete artificial es la finalización forzada de la succión y por tanto de la obtención de la leche por parte de la cría, y generalmente incluye la separación, y por tanto la pérdida de la madre (Brown, 1964; Weary et al., 2008; Napolitano et al., 2008). El destete artificial se aplica normalmente en los sistemas de producción ovina, ya que mejora los resultados reproductivos y productivos. En la producción de ovinos de carne y lana el destete se realiza para mejorar la condición corporal y peso de las ovejas, ya que los mismos influyen de manera positiva en las tasas de concepción y prolificidad (Vatankha et al., 2010; Vatankhah et al., 2012). En los sistemas de producción de leche ovina, el destete artificial se realiza tempranamente para utilizar la leche en la fabricación de productos lácteos, y está asociado a la crianza artificial de los corderos con sustitutos lácteos (Napolitano et al., 2008).

El momento del destete artificial varía según el objetivo de cada establecimiento ovino y de la alimentación a la que los corderos puedan tener acceso después del destete. El momento en que se realiza el destete artificial también va a depender de la edad, peso y habilidad del cordero en comer alimento sólido (Napolitano et al., 2008). De acuerdo al objetivo productivo, el destete puede realizarse desde las 24 h posparto hasta cerca de la edad del destete natural. Los establecimientos de producción lechera mantienen la oveja con su cordero por 24 a 48 h para permitir la ingestión del calostro, para luego realizar un destete abrupto (Napolitano et al., 2008). En algunos establecimientos de producción de leche ovina el cordero continúa accediendo a la madre durante tiempos reducidos, permitiendo un amamantamiento restringido. Comúnmente los productores ovinos de carne y lana realizan un destete entre los 60 y 150 días de edad, aunque lo más frecuente es que sea antes de los 120 días, momento en que el cordero ya incrementó el consumo de alimentos sólidos luego del pico de lactación que se da en la 3^a a 4^a semana posparto. En este caso, el productor realiza la separación de la oveja y su cordero sin la necesidad de la crianza artificial, facilitando el manejo y reduciendo los costos de producción de los corderos.

La remoción abrupta y completa de los corderos antes de la edad del destete natural es una situación estresante para la oveja y para el cordero, provocada por diferentes estresores: 1) emocional, generado por la ruptura del vínculo madre-cría; 2) cambios en el ambiente físico y social, ya que al menos uno de ambos es alojado en un nuevo ambiente, muchas veces con otros animales con los que no tenía contacto previo; 3) cese de la succión, lo que implica el cese de los cambios neurofisiológicos inducidos por la misma; y

4) cambio nutricional, generado por la pérdida de la leche y su sustitución completa por otros alimentos (Weary et al., 2008; Freitas-de-Melo et al., 2013; Damián et al., 2013). La respuesta del animal es consecuencia de la combinación de estos estresores, pero la importancia relativa de cada uno ha sido escasamente estudiada. Luego de la separación, la oveja y el cordero aumentan la frecuencia de comportamientos relacionados a la búsqueda del otro. Se observa un aumento de la frecuencia de vocalizaciones (Orgeur et al., 1999) y del tiempo que pasan parados y caminando, además de que frecuentemente costean (cuando los animales se mueven repetidas veces a 1 a 2 m de manera paralela a la cerca modificando la dirección de ida y vuelta en forma continua), comportamiento que en los corderos se asocia exclusivamente a la pérdida de la madre (Damián et al., 2013). El aumento en la cantidad de vocalizaciones y el despliegue del comportamiento costear son los cambios de comportamiento más indicativos de la respuesta de estrés al destete. Generalmente estos cambios se producen rápidamente, alcanzan su máxima frecuencia en pocas horas, y se manifiestan durante 3 a 4 días. El rápido cese de estos comportamientos podría estar relacionado a su falta de efectividad, ya que generan un importante costo sin lograr respuestas positivas (Weary y Fraser, 1995; Freitas-de-Melo et al., 2013). Además, al aumentar los comportamientos relacionados con la búsqueda de la cría o de la madre, las ovejas y corderos reducen los comportamientos de alimentación y descanso: los animales pasan menos tiempo echados, pastando y rumiando luego del destete (Cockram et al., 1993; Freitas-de-Melo et al., 2013; Damián et al., 2013). En corderos recién destetados alimentados con base a pasturas o sustitutos lácteos, se observa que algunos redirigen el comportamiento de succión, intentando mamar de otros corderos (Stephens y Baldwin, 1971).

La pérdida de la madre como consecuencia del destete es un factor central en la respuesta de estrés de los corderos. Damián et al. (2013) compararon la respuesta de estrés al destete de corderos criados artificialmente con leche ovina suministrada en ubres artificiales y corderos criados por sus madres. Al destete y cuando cesó la crianza artificial (desleche) se observó que solamente los corderos que perdieron la madre, desplegaron el comportamiento de costear, y dedicaron más tiempo a caminar y vocalizar, disminuyendo el tiempo pastando, demostrando que estos comportamientos están afectados mayormente por la pérdida de la madre, y en menor medida por la pérdida de la leche, la succión y el cambio de alimentación en su conjunto.

El destete también provoca cambios fisiológicos agudos indicadores de estrés en las ovejas y corderos, como un aumento rápido en la concentración sérica de cortisol (Rhind et al., 1998; Pérez-León et al., 2006), que es uno de los principales indicadores endócrinos de la respuesta de estrés en ovinos (Bush y Ferguson, 1953; Möstl y Palme, 2002). El aumento de la secreción de cortisol está asociado con la modulación de la respuesta inmune del animal (Griffin, 1989), ya que en los rumiantes, el destete artificial afecta negativamente la función inmune (Blecha et al., 1986; Lynch et al., 2010; Ungerfeld et al., 2011). Más aún, la cantidad de anticuerpos sintetizados luego de un desafío antigénico es menor en los corderos durante el período posdestete que en otros momentos (Napolitano et al., 1995). Luego del destete en las ovejas se observa un aumento de los leucocitos (Orgeur et al., 1998) y una disminución de la concentración de proteínas totales y globulinas (Freitas-de-Melo et al., 2013). Dado que el destete es un manejo estresante y que afecta el sistema inmune, puede aumentar la susceptibilidad del animal a enfermedades. Por ejemplo, corderos recientemente destetados e infectados experimentalmente con *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* presentaron una mayor cantidad de huevos de estos parásitos, menor hematocrito, y una menor producción posterior de anticuerpos contra estos parásitos que los controles no destetados (Watson y Gill, 1991). De manera similar, el destete provoca naturalmente un aumento de la excreción de ooquistes de coccidios (Orgeur et al., 1998; 1999).

El destete también afecta negativamente el crecimiento de los corderos, pudiendo ser más marcado en los corderos destetados antes de completar el desarrollo del rumen, si no son criados artificialmente (Lee et al., 1990; Caneque et al., 2001). Este retraso en el crecimiento también podría explicarse como consecuencia del peor estatus inmunológico y el aumento de la susceptibilidad a parasitosis gastrointestinales, además de los cambios de comportamiento indicadores de estrés (Watson y Gill, 1991; Orgeur et al., 1998; Damián et al., 2013). En síntesis, los cambios de comportamiento y las respuestas fisiológicas tienen consecuencias negativas tanto a nivel productivo como en el bienestar de los animales.

1.5. Subnutrición durante la gestación y sus impactos negativos sobre las ovejas, feto, neonato y vínculo madre-cría

En los sistemas de producción ovina de Uruguay y de la región, predomina el sistema de crianza extensivo pastoril, cuya base forrajera es el campo natural. El campo natural presenta una variación estacional en la producción y calidad de forraje, teniendo un

marcado descenso de ambas durante el invierno (Carámbula, 1991). De acuerdo al manejo estacional tradicional de Uruguay, en la mayor parte de los predios la lactación coincide con las mejores condiciones ambientales de la primavera, mientras que la gestación coincide con la crisis forrajera del invierno. Las carencias nutricionales son aún mayores en el tercio final de la gestación, cuando ocurre el mayor crecimiento fetal y de la glándula mamaria (Anderson, 1975; Kenyon et al., 2007). Por lo tanto, en estas condiciones ocurre una restricción alimenticia durante la gestación, ya que el requerimiento nutricional de las ovejas supera la oferta de alimento. Por lo anterior, las ovejas presentan pérdida de peso durante este periodo (Russell et al., 1968) y cambios metabólicos característicos de un balance energético negativo, como por ejemplo bajas concentraciones de glucosa, proteínas séricas y un aumento en las concentraciones de ácidos grasos no esterificados. Este marcado balance energético negativo en las ovejas durante la gestación, puede incluso provocar toxemia de la preñez, la que en casos extremos produce la muerte de las ovejas y del feto. En estas condiciones, frecuentemente ocurre una restricción en el desarrollo fetal y de la glándula mamaria (Mellor y Murray, 1985; Harding y Johnston, 1995; Kenyon y Blair et al., 2014), una menor producción de calostro (Mellor y Murray, 1985) y menor peso de los corderos al nacer (Dwyer et al., 2003). En Uruguay los partos frecuentemente ocurren en condiciones de temperaturas bajas, por lo que la falta de vigor, el peso bajo, reservas corporales insuficientes y el mayor riesgo a hipotermia son factores característicos de crías nacidas de ovejas mal nutridas durante la gestación (Terrazas et al., 2012; Dwyer, 2014). Corderos con bajo peso al nacer, presentan menor capacidad de pararse e ir hacia la ubre y mamar (Dwyer et al., 2003), postergando el reconocimiento temprano por parte de la madre (Nowak et al., 1987). La falta de vigor del cordero al parto retrasa y disminuye la ingestión de calostro, que es fundamental para la sobrevivencia del mismo, ya que es su única fuente de alimento y es necesaria para su protección inmunológica (Nowak, 1996). Asimismo, corderos con un menor peso al nacer o hijos de madres que sufrieron una restricción alimenticia durante la gestación presentan una baja habilidad en diferenciar a su madre de otra oveja durante las primeras 12 horas posparto (Nowak et al., 1987; Olazábal et al., 2012), disminuyendo sus probabilidades de supervivencia (Nowak y Lindsay, 1992). Los corderos hijos de ovejas que pastorearon en una menor oferta de pasturas durante la gestación, demoran más en pararse y seguir a sus madres (Everett-Hincks et al., 2005), despliegan comportamientos indicativos de una alta dependencia por su madre (Corner et al., 2010) y son más lentos al intentar mamar y pararse por primer vez (Muñoz et al.,

2009). Todo esto puede determinar problemas en el establecimiento de la relación madre-cría, determinando por lo tanto una mayor mortalidad de corderos.

La subnutrición durante la gestación además de afectar el comportamiento del cordero, también afecta el comportamiento materno, que en parte puede explicarse por una menor relación de estrógenos y progesterona en la gestación avanzada (Dwyer et al., 2003). Luego del parto, ovejas que pastorearon en ofertas de forraje bajas durante la gestación, están menos propensas a quedarse con su cría al momento de la identificación de la misma (Everett-Hincks et al., 2005). Adicionalmente, las ovejas mal alimentadas son más propensas a verse más atraídas por comida que por sus corderos luego del parto, y a moverse del lugar de parición para poder pastar (Nowak, 1996). La subnutrición durante la gestación afecta negativamente algunos comportamientos al parto; la madre pasa un menor tiempo aseando a su cría, se observa un aumento de comportamientos agresivos hacia la misma, y un mayor tiempo dedicado a comer en detrimento de los cuidados maternos (Dwyer et al., 2003). Un bajo plano nutricional durante la gestación genera madres más lentas para atender a sus crías y más propensas a rechazarlas, incrementando la mortalidad neonatal de corderos únicos y mellizos (Lindsay et al., 1990; Thomson y Thomson, 1949). El aumento de la frecuencia de rechazo de corderos al parto evidentemente aumenta la mortalidad de los mismos (Kuchel y Lindsay, 1999), y esto es frecuente en los sistemas extensivos en que hay un mínimo de intervención humana como los de Uruguay. Aunque en la mayor parte de los sistemas extensivos de producción ovina no se realicen manejos nutricionales para evitar este tipo de problemas, se recomienda aumentar la oferta de alimento durante el tercio final de gestación para mejorar la condición corporal de las ovejas, el peso de los corderos al parto, el acumulo y la producción de calostro, aumentando las probabilidades de supervivencia de las crías (Mukasa-Mugerwa et al., 1994; Banchemo et al., 2002, 2004, 2006; Martin et al., 2004; Dwyer, 2008). Putu et al. (1988) demostraron que la suplementación con lupino durante las 6 últimas semanas de gestación mejoró más el comportamiento materno de ovejas que parieron corderos mellizos que simples, resultando en una menor cantidad de rechazos comparados con las ovejas que recibieron un menor plan nutricional.

Los trabajos sobre los efectos de la subnutrición durante la gestación en las características del vínculo madre-cría en el posparto avanzado son escasos. Sin embargo, dado que las diferencias en las características del vínculo al parto pueden persistir durante el periodo de lactación (Pickup y Dwyer, 2011), la subnutrición prenatal podría afectar el

vínculo madre-cría en el posparto tardío. Como se mencionó anteriormente, la restricción nutricional durante la gestación reduce la condición corporal de las ovejas durante la gestación y el posparto, las crías nacen con un peso bajo y las madres producen menos calostro. Además, durante el posparto la subnutrición durante la gestación compromete la producción lechera de la madre (Louca et al., 1974) y el desarrollo del cordero (Kenyon, 2008). La menor producción de leche puede resultar en corderos que adelantan el consumo de pasturas para compensar la dieta, alcanzando la maduración nutricional antes. Lo anterior podría modificar la interacción madre-cría durante el proceso de destete natural, alterando los episodios de amamantamiento y el comportamiento alimenticio. En este sentido, Arnoldo et al. (1979) encontraron que en ovejas Merino que producían menor cantidad de leche, el vínculo oveja-cordero se debilitó antes, y se adelantó el proceso de destete natural. Por lo tanto, la subnutrición de ovejas durante la gestación puede afectar negativamente la interacción madre-cría al parto y en el posparto avanzado, tanto a través de cambios en el comportamiento materno como de la cría.

2. Hipótesis

La oferta de campo natural baja durante la gestación afecta el vínculo-madre cría al parto y durante el posparto tardío en ovinos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Comparar el vínculo-madre cría al parto y durante el posparto tardío en ovejas y corderos cuando las ovejas pastorearon sobre campo natural a una oferta de forraje baja durante la gestación.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar si una oferta de campo natural baja durante la gestación en ovejas afecta:
 - ✓ el peso y la condición corporal de las ovejas durante la gestación y posparto;
 - ✓ el peso de los corderos al parto y posparto tardío;
 - ✓ la producción de leche de las ovejas;
 - ✓ los comportamientos oveja-cordero inmediatamente después del parto y durante el posparto tardío.

4. Materiales y métodos

4.1 Animales, ubicación y manejo general

Los experimentos de esta Tesis se realizaron en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía, Universidad de la República (Cerro Largo, Uruguay; 32° S y 54°O). Se utilizó una majada de ovejas Corriedale multíparas de partos simples y sus corderos que pastoreaban sobre campo natural con libre acceso al agua.

Los celos de las ovejas se sincronizaron y se detectaron 2 veces al día mediante el uso de carneros vasectomizados (retarjos) con pintura en el pecho. Las ovejas se inseminaron (Día 0) con semen fresco 12 h luego de la detección del celo. Para los Artículos de I al III, se utilizaron las ovejas que repitieron celo, por lo que 15-19 días después del primer celo las ovejas se inseminaron nuevamente con semen fresco. Treinta días luego de la inseminación artificial se realizaron ecografías transrectales a todas las ovejas para diagnosticar la gestación y la carga fetal, y eliminar de los experimentos las ovejas no preñadas y con gestaciones múltiples.

4.2 Tratamientos nutricionales

4.2.1 Artículo I al III

Se utilizaron las ovejas que se diagnosticaron preñadas en el primer y segundo celo y las mismas fueron manejadas juntas, por lo que los tratamientos nutricionales fueron aplicados en simultáneo. Las ovejas se asignaron a uno de los 2 tratamientos nutricionales que consistían en oferta de forraje alta o baja (grupos OFA y OFB, respectivamente). Las ovejas en OFA y en OFB pastorearon sobre campo natural a 10 a 12 kg o 5 a 8 kg de materia seca (MS)/100 kg de peso vivo/día de oferta de forraje, respectivamente. Los tratamientos se aplicaron desde antes de la inseminación artificial hasta el tercio final de gestación. Como consecuencia de que no todas las ovejas quedaron preñadas al primer servicio, se tuvieron 2 lotes de animales que pastorearon en las mismas parcelas y oferta de forraje, pero con aproximadamente 17 días de diferencia en la edad de gestación. En el grupo de ovejas preñadas al primer servicio, los tratamientos fueron aplicados desde 23 días antes de la concepción hasta el 122 de gestación; mientras que en las ovejas preñadas en el segundo, los tratamientos se aplicaron desde 40 días antes de la concepción hasta los 105 días de gestación. Como no fue posible controlar qué ovejas quedaron preñadas al primer o segundo servicio, no fue posible asignarlas al azar a los periodos de tratamientos,

por lo que se consideraron las ovejas de primer y segundo celo en 2 experimentos por separado.

Se realizó la esquila preparto en el mismo momento para toda la majada experimental, por lo que las ovejas preñadas a primer servicio fueron esquiladas cuando tenían 123-124 días de gestación y las del segundo servicio a los 106-107 días de gestación. Una semana antes de la esquila hasta el parto, se suplementaron todos los animales en forma colectiva en las distintas parcelas, con afrechillo de arroz (200 g/animal/día) y 50 mL de glicerina/animal/día (77% de glicerol). La composición química del afrechillo de arroz era: 88% de MS, 14% de proteína cruda, 9% de fibra detergente ácida y 24% de fibra detergente neutra; y la de la glicerina era 3% de agua, 6% de cenizas, 77% de glicerol, 13% de grasa y 1% de metanol. Las ovejas se trasladaron luego de la esquila a una pradera de *Festuca arundinacea* donde pastorearon a razón de 14 kg de MS/100 kg de peso vivo/día de oferta de forraje. La disponibilidad y la altura de la pradera de *Festuca arundinacea* era de $1360,68 \pm 77,74$ kg de MS/ha y $13,20 \pm 0,75$ cm de altura. Su composición química era 12,55% de proteína cruda, 22,56% de fibra detergente ácida, 48,59% de fibra detergente neutra y 10,82% de cenizas. Tres días antes de la fecha probable de parto hasta el parto, las ovejas estuvieron en un potrero de campo natural de aproximadamente 1 ha con una oferta de forraje *ad libitum*, donde se realizaron los controles de parto de manera continua durante el día. Las ovejas se trasladaban durante la noche a un corral adyacente con presencia de una luz tenue para poder realizar el control de partos. Las ovejas y corderos pastorearon en potreros de aproximadamente 2 ha desde de 10 días después de parto hasta el destete artificial.

4.2.2 Artículo IV

Las ovejas se asignaron al azar a 2 ofertas de forraje desde el día 30 de gestación hasta el día 143, usando las mismas parcelas de campo natural que se emplearon en el experimento anterior. Las ovejas en OFA y en OFB pastorearon en ofertas crecientes de 14 a 20 kg o 6 a 10 kg de MS/100 kg de peso vivo/día, respectivamente. Las ovejas recibieron diariamente 300 g/animal de afrechillo de arroz (88% MS, 14% proteína cruda, 9% fibra detergente ácida y 24% fibra detergente neutra) suministrados colectivamente, desde el día 100 de gestación hasta el parto. Los controles de partos se realizaron en los mismos potreros que se describieron previamente. Las ovejas se esquilieron a los 30 días posparto. En el cuadro 3 se presentan la disponibilidad de forraje, la altura promedio, y los

requerimientos energéticos y proteicos cubiertos por los tratamientos. En el cuadro 4 se presenta la composición química del forraje ofrecido durante los tratamientos.

4.3 Ajuste de la oferta de forraje, altura y estimación de los aportes energéticos y proteicos cubiertos por las diferentes ofertas de forraje de campo natural

La oferta de forraje se ajustó cada mes con base en la medición de la MS disponible/hectarea y el peso de las ovejas. Se utilizaron 3 potreros subdivididos en 2 por alambrado eléctrico, de tal manera que se contó con 3 repeticiones por cada tratamiento. La oferta de forraje (kg/ha de MS) se determinó calculando la pastura disponible por estimación visual directa por el método de doble muestreo de Haydock y Shaw (1975). Previo al corte de cada punto de escala, se determinó la altura de la pastura mediante tres mediciones dentro de un rectángulo (50 x 20 cm) en forma diagonal. Se estimó la altura promedio y la escala promedio de las parcelas (80-100 mediciones). La pastura se cortó a la altura del suelo y se embolsaron individualmente y se pesaron en fresco. Enseguida se colocaron en la estufa a 60°C durante 48 h hasta obtener un peso constante. Después de obtener la cantidad de MS de la pastura, se realizó el cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Se realizó la ecuación de regresión entre altura de la pastura en cm y kg/ha de MS y entre valor de escala visual y kg/ha de MS, para determinar cuál de las ecuaciones presentaba mayor coeficiente de regresión. Con la función que se obtuvo se realizó el cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea, utilizando los promedios de altura o de escala de cada parcela. Se estimó la cantidad de forraje disponible y luego se calculó la oferta de forraje/ha teniendo en cuenta el peso de las ovejas. Se extrajo una muestra para analizar su composición química en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía. El contenido energético del forraje ofrecido se estimó utilizando una ecuación derivada de NRC (2007) y los resultados de FDA (Energía metabolizable (EM, Mcal/ kg MS) = $3.2534 - (0.0308FDA)$) y el contenido proteico del forraje derivó de los resultados de los análisis de composición química del mismo. Se estimó el consumo diario de forraje de cada oveja como el forraje disponible/hectarea menos la disponibilidad remanente, al que se le sumó la tasa de crecimiento, dividido entre el periodo de días en que se hizo ambas estimaciones de forraje y los animales/hectarea. La energía metabolizable aportada por el afrechillo de arroz y la glicerina cruda se tomó de las tablas FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). Se estimó el balance energético considerando las estimaciones de requerimientos energéticos y proteicos, según el estado fisiológico en el que se encontraban las ovejas y el peso. Los requerimientos energéticos de

las ovejas fueron tomados de tablas de NRC de 2007, mientras que los proteicos se obtuvieron de tablas de NRC de 1985. En los cuadros 1 y 2 se presentan la disponibilidad de forraje, la altura promedio, y los requerimientos energéticos y proteicos cubiertos por los tratamientos. En los cuadros 3 y 4 se presentan la composición química del forraje ofrecido durante los tratamientos.

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje, altura y requerimientos energéticos y proteicos (promedio $\pm$ eem) cubiertos por una oferta de forraje de campo natural alta (OFA) o baja (OFB), desde antes de la concepción hasta los 62 o 79 días de la gestación de ovejas

Días de gestación	Disponibilidad (kg de MS/ha)		Altura de la pastura (cm)		Requerimientos (%)*			
	OFA	OFB	OFA	OFB	Energético OFA	Energético OFB	Proteico OFA	Proteico OFB
-23 o -40	1599,2 $\pm$ 35,3	1599,2 $\pm$ 35,3	10,0 $\pm$ 1,0	10,0 $\pm$ 1,0	136	106	108	102
-10 o 7	1752,8 $\pm$ 268,5	1232,7 $\pm$ 59,5	15,5 $\pm$ 1,5	11,6 $\pm$ 0,1	126	83	99	70
24 o 41	1523,1 $\pm$ 173,9	958,7 $\pm$ 107,6	13,4 $\pm$ 0,1	9,6 $\pm$ 0,8	102	74	83	67
62 o 79	1245,6 $\pm$ 146,8	763,2 $\pm$ 47,9	13,0 $\pm$ 0,4	7,9 $\pm$ 0,6	108	84	69	50

*Los requerimientos proteicos fueron obtenidos de la tabla de NRC (1985) y los requerimientos energéticos de la tabla de NRC (2007).

Cuadro 2. Disponibilidad de forraje, altura y requerimientos energéticos y proteicos (promedio $\pm$ eem) cubiertos por una oferta de forraje de campo natural alta (OFA) o baja (OFB), desde 30 a 143 días de la gestación de ovejas

Días de gestación	Disponibilidad (kg de MS/ha)		Altura de la pastura (cm)		Requerimientos (%)*			
	OFA	OFB	OFA	OFB	Energético OFA	Energético OFB	Proteico OFA	Proteico LFA
30	2208,2 $\pm$ 111,7	2135,4 $\pm$ 99,8	15,2 $\pm$ 0,6	13,6 $\pm$ 0,5	175	123	117	76
100	2062,5 $\pm$ 71,1	1738,3 $\pm$ 98,7	12,1 $\pm$ 1,0	11,3 $\pm$ 0,8	134	69	78	41
143	2503,1 $\pm$ 161,5	2503,1 $\pm$ 102,1	12,4 $\pm$ 0,7	12,0 $\pm$ 0,3	165	156	92	88

*Los requerimientos proteicos y energéticos se obtuvieron del NRC 1985 y 2007, respectivamente.

Cuadro 3. Composición química de campo natural a una oferta de forraje alta (OFA) o baja (OFB) pastoreada por ovejas desde antes de la concepción hasta los 62 o 79 días de la gestación de ovejas

Días de gestación	MS (%)		Proteína		Fibra detergente		Fibra detergente		Cenizas (%)	
			cruda (%)		neutra (%)		ácida (%)			
	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB
-23 o -40	92,5	92,5	9,8	9,8	73,9	73,9	35,3	35,3	7,9	7,9
24 o 41	90,6	90,1	8,3	8,2	70,2	73,1	34,0	35,4	6,5	6,1
62 o 79	91,7	90,5	6,9	6,5	75,1	75,9	37,5	37,6	6,7	6,3

Cuadro 4. Composición química de campo natural a una oferta de forraje alta (OFA) o baja (OFB) pastoreada por ovejas desde 30 a 143 días de gestación

Días de gestación	MS (%)		Proteína		Fibra detergente		Fibra detergente		Cenizas (%)	
			cruda (%)		neutra (%)		ácida (%)			
	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB	OFA	OFB
30	91,2	91,2	7,3	6,7	71,0	72,1	35,8	37,1	8,6	8,1
100	93,6	94,5	5,8	6,4	74,0	72,5	37,5	39,2	8,4	9,5
143	96,2	96,2	6,6	6,6	72,3	72,3	39,7	39,7	10,7	10,7

4.4 Registros realizados

4.4.1 Peso, condición corporal y bioquímica sérica de las ovejas y pesos de los corderos

Se registraron los pesos y condición corporal de las ovejas durante los tratamientos y en el posparto. Se determinaron las concentraciones de proteínas totales, albúmina, globulinas, colesterol y glucemia durante el tratamiento (Artículo IV). Se pesaron los corderos al nacimiento y durante el posparto.

4.4.2 Producción y composición lechera y medidas de la ubre

La producción lechera se estimó en diferentes momentos del posparto por el método de oxitocina y ordeño manual (Sphor et al., 2011). Para el artículo IV se midieron las dimensiones de la ubre (circunferencia, profundidad y ancho) y se calculó su volumen; se determinó la concentración de grasa, proteína y lactosa de la leche en el Laboratorio de Calidad de Leche (INIA, La Estanzuela).

4.4.3 Registros al parto (Artículos de I al III)

Al parto se confirmaba que la oveja fuera de parto simple, y se registraba la duración del segundo estadio del parto (desde que asomaba las extremidades anteriores hasta la expulsión total del cordero), el tiempo en que la oveja lamió por primera vez a su cordero (cuando la oveja lamía cualquier parte de la cría), el tiempo en que el cordero logró pararse por primera vez (con las extremidades extendidas durante al menos 5 s) y el tiempo en que el cordero mamó por primera vez (durante al menos 5 s). Al finalizar estos registros, se identificó al cordero y se registró su sexo. Los partos se asistieron cuando la expulsión del cordero demoró más de 1 h. La reacción de la madre frente a la manipulación de su cordero al momento de pesarse se registró en forma de escala, de 12 a 24 h posparto (O'Connor et al., 1985).

4.4.4 Registros al parto (Artículos de IV)

Exceptuando la reacción de la madre frente a la manipulación de su cordero, se registraron los comportamientos mencionados en el ítem anterior. Además, al parto se registró la duración del primer lamido y del primer amamantamiento, el número de vocalizaciones de la madre y de su cordero hasta el primer amamantamiento y las temperaturas rectal y superficial de la zona inter-escapular y del cuello. Durante el posparto temprano se realizó una prueba de selectividad materna, en la cual se evaluó la reacción de la madre frente a su cordero o a un cordero ajeno. Durante esta prueba se registró el número de rechazos, aceptaciones, comportamientos agresivos, balidos altos y bajos y el tiempo amamantando.

4.4.5 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de II)

Se realizó un destete artificial abrupto a los 65 días de edad, registrando los cambios comportamentales de las ovejas y corderos (vocalizando, costeando, parado, echado, caminando, rumiando, pastando). Además se determinaron las concentraciones de proteínas totales, albúmina y globulinas antes y después del destete.

4.4.6 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de III)

La frecuencia de pastoreo, rumia y eventos de amamantamientos de los corderos, se registraron desde el posparto temprano hasta el posparto tardío.

4.4.7 Registros comportamentales en el posparto tardío (Artículos de IV)

A los 1,5 meses de edad se sometió a los corderos a una prueba de separación corta de su madre de acuerdo a Barnard et al. (2015). Antes y después de la introducción de la madre se registró el tiempo caminando, el número de vocalizaciones, el tiempo cerca de la madre, el número de veces que cada cordero entró en la zona cerca de la madre, los intentos de contacto con la madre y la temperatura rectal.

4.5 *Análisis Estadísticos*

Los diseños utilizados en los Artículos de I al III fueron bloques al azar, y en el Artículo IV completamente al azar. Todos los análisis estadísticos de esta tesis se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Version 9.2, 2008; Cary, NC, USA). La normalidad de cada variable fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk. En los resultados se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $P \leq 0,05$ y una tendencia cuando $0.05 < P \leq 0,1$. Las variables que se midieron de manera repetida en el tiempo fueron comparadas mediante ANOVA para mediciones repetidas (PROC MIXED). El modelo mixto incluyó los tratamientos (OFA vs. OFB), el tiempo, la repetición, la interacción entre los tratamientos y el tiempo, y entre el tratamiento y la repetición como efectos fijos. La oveja y la repetición dentro de cada tratamiento se consideraron como efectos aleatorios. En los análisis de peso y condición corporal se incluyeron los valores iniciales como variables en los modelos respectivos. Las comparaciones múltiples post hoc fueron realizadas utilizando la prueba de Tukey-Kramer. Las variables que no fueron registradas de manera repetida en el tiempo y que presentaron distribución normal fueron comparadas con una ANOVA simple o de dos vías. Las variables no paramétricas fueron comparadas usando el PROC GLIMMIX o el Mann-Whitney test. De manera general, el modelo incluyó como efecto fijo los tratamientos, la repetición, el sexo, y sus respectivas interacciones.

5. Resultados

5.1 Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: comportamiento madre-cría al parto según el sexo de la cría (Artículo I)

Las ovejas que pastorearon en una OFB desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 días de gestación, presentaron peso y condición corporal menores que las ovejas OFA inmediatamente antes del parto. Las ovejas OFB tendieron a lamer por primera vez a sus corderos más tarde que las ovejas OFA. Los corderos machos hijos de las ovejas OFB mamaron por primer vez más tarde que las hembras hijas de las ovejas OFB y OFA y que los machos hijos de OFA. Los demás comportamientos relacionados al vínculo madre cría y el peso de los corderos no fueron afectados por el tratamiento nutricional.

Las ovejas que pastorearon en una OFB desde 40 días antes de la concepción hasta los 105 días de gestación no presentaron diferencias en el peso y en la condición corporal con las ovejas OFA, inmediatamente antes del parto. Los comportamientos relacionados al vínculo madre cría y el peso de los corderos no fueron afectados por el tratamiento nutricional.

5.2 Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: respuesta fisiológica y comportamental al destete artificial (Artículo II)

Las ovejas que pastorearon en una OFB desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 días de gestación presentaron un menor peso y condición corporal que las ovejas OFA tanto durante la gestación como durante el posparto. Además, las ovejas OFB produjeron menos leche que las ovejas OFA. Los corderos hijos de las ovejas OFB vocalizaron menos y presentaron una menor variación en la concentración de albúmina al destete que los corderos hijos de ovejas OFA. El tratamiento nutricional no afectó el comportamiento relacionado al vínculo madre cría al parto, la respuesta de la ovejas al destete ni el peso de los corderos.

5.3 Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación: vínculo madre-cría y comportamientos alimenticios de los corderos al parto y posparto tardío (Artículo III)

Las ovejas que pastorearon en una OFB desde los 40 días antes de la concepción hasta los 105 días de gestación presentaron mayores cambios en su peso corporal en los días 79 y 105 de gestación que las ovejas OFA. Los corderos hijos de las ovejas OFB tendieron a presentar una menor frecuencia de rumia que los corderos hijos de las ovejas

OFA. El tratamiento nutricional no afectó el comportamiento relacionado con el vínculo madre-cría al parto, la producción lechera, la frecuencia de rumia, amamantamiento ni el peso de las ovejas y corderos durante el posparto.

5.4 Diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación y vínculo madre-cría al parto y posparto tardío (Artículo IV)

Las ovejas que pastorearon en una OFB de los 30 a 143 días de gestación presentaron una menor concentración de proteínas totales y albúmina durante la preñez en comparación con las ovejas de OFA. Las ovejas OFB tendieron a presentar una menor concentración de globulinas que las ovejas de OFA. Durante los tratamientos las ovejas OFB presentaron menor peso y condición corporal durante el tratamiento que las ovejas OFA. Los corderos hijos de las ovejas OFB pesaron menos al parto y tendieron a pesar menos en el posparto que los hijos de las ovejas OFA. Las ovejas OFB presentaron un menor volumen de ubre al parto y produjeron menos leche en el posparto tardío que las ovejas OFA. Las ovejas OFB tendieron a presentar una menor frecuencia de balidos agudos y de comportamientos agresivos hacia el cordero ajeno que las ovejas de OFA. El tratamiento nutricional no afectó los comportamientos relacionados al vínculo madre-cría al parto ni durante el posparto tardío.

6. Discusión general

En esta Tesis se estudió cómo diferentes ofertas de forraje de campo natural durante la gestación afectan el vínculo-madre cría al parto y durante el posparto tardío en ovinos. De manera general, cuando las ovejas pastorearon en diferentes ofertas de forraje de campo natural desde antes de la concepción hasta los 105 días de gestación, siguiendo con un importante aumento en el plano nutricional hasta el parto, el comportamiento oveja-cordero no se afectó ni al parto ni durante el posparto tardío (Artículos I y III). En cambio cuando las ovejas pastorearon en una OFB de campo natural desde antes de la concepción hasta los 122 de gestación, a pesar del también importante incremento en la oferta de alimento hasta el parto, el comportamiento de los corderos machos se modificó en forma diferencial y la respuesta comportamental y fisiológica al destete artificial de los corderos fue menor (Artículos I y II). En estos dos trabajos los pesos al nacimiento de los corderos no fueron diferentes según la oferta de forraje, siendo en términos generales, mayores que el promedio general de esta raza (Suarez et al., 2000). Las ovejas que fueron sometidas a una oferta de forraje restrictiva de campo natural hasta los 122 días de gestación llegaron al parto con menor peso y condición corporal. A diferencia de las ovejas en que la restricción duró 17 días menos y tuvieron un mejor plano nutricional durante aproximadamente 40 días en el tercio final de la gestación. El tiempo de restricción y de mejor plano nutricional se reflejaron en el peso y condición caporal de las ovejas. En este sentido, Dwyer et al. (2003) demostraron que la subnutrición desde el inicio de la gestación de ovejas en condiciones intensivas afecta negativamente el vínculo madre-cría al parto. A diferencia de nuestros estudios, estos autores no suspendieron la restricción alimenticia en el tercio final de la gestación, pero administraron un suplemento para evitar carencias nutricionales en las ovejas restringidas desde aproximadamente los 80 días de gestación. Dado que los efectos de los tratamientos nutricionales mencionados anteriormente estaban condicionados por el aumento de la disponibilidad de alimento (Artículos I al III), estudiamos como una baja oferta de forraje de campo natural desde el inicio de la gestación hasta el parto, asociado a una suplementación a los 100 días de gestación (para evitar carencias nutricionales en los animales), afectó el vínculo madre-cría al parto y posparto tardío (Artículos IV). De manera general, aunque los tratamientos siguieron hasta el parto y se registraron diferencias de peso en las ovejas y corderos al parto, no se observaron efectos del tratamiento sobre el vínculo madre-cría al parto ni posparto tardío.

Las crías machos de las ovejas que pastorearon en una OFB de campo natural desde antes de la concepción hasta los 122 de gestación, al parto demoraron más para mamar por

primer vez en comparación con las crías hembras y con las crías hembras y machos de las ovejas OFA (Artículo I). En nuestro trabajo, a diferencia de otros (Dwyer, 2003; Yilmaz et al., 2007), el sexo del cordero no afectó el peso al nacimiento. Esto podría deberse a que el crecimiento de los fetos machos pudo haber sufrido una mayor restricción que los fetos hembras, por una menor transferencia de nutrientes en proporción a los requerimientos de cada sexo. Las diferencias en el comportamiento de los machos podrían ser explicadas por menores cantidades de reserva corporal como de tejido adiposo pardo al parto (Budge et al., 2000), y como consecuencia una menor capacidad de regulación de la temperatura (Mellor y Murray, 1985). Según Nowak (1996), los corderos que maman más temprano establecen el vínculo madre-cría antes y presentan mayor probabilidad de sobrevivencia. En el caso de nuestro trabajo, los corderos machos tardaron más en mamar que las hembras, lo que sugiere una explicación para los resultados de otros estudios en que se observó una menor sobrevivencia de los corderos machos en relación a las hembras (Oldham et al., 2011; Bahri Binabaj et al., 2013).

La frecuencia de vocalizaciones y la disminución de albúmina provocadas por el destete fueron menor en los corderos hijos de madres OFB que los corderos hijos de madre OFA (Artículo II). Estas diferencias podrían tener al menos dos explicaciones: 1) los corderos estaban en diferentes etapas de su proceso de destete natural o 2) mantenían diferentes intensidades de vínculo madre-cría. Dado que las ovejas OFB presentaron una menor producción lechera, sus corderos probablemente consumieron una menor cantidad de leche derivando en un mayor consumo de forraje, lo que coincide con una mayor frecuencia de pastoreo de los corderos OFB antes del destete artificial. Es interesante observar que estas diferencias en la frecuencia de pastoreo y en la producción lechera desaparecieron cuando las ovejas quedaron 17 días más en el tercio final de la gestación en un alto plano nutricional (Artículo III). Se podría asumir que los corderos hijos de madres OFB estarían más adelantados en el proceso de destete natural, como consecuencia de una mayor independencia nutricional de la madre, y por tanto se adaptarían mejor a los cambios al destete. La diferencia en la producción de leche entre las ovejas OFA y OFB podría explicar la diferencia en la intensidad del vínculo madre-cría. Las madres OFB produjeron menos leche, y en ovinos, al igual que en bovinos (Ungerfeld et al., 2009), la producción lechera es un factor que influye positivamente en la intensidad del vínculo oveja-cordero (Arnold et al., 1979). Teniendo en cuenta estos resultados, decidimos realizar un estudio para verificar la respuesta de los corderos a una prueba de separación madre-cría corta cuando las ovejas pastorearon en una OFB desde el inicio de la gestación

hasta el parto (Artículo IV). Es de esperar que en un desafío de separación maternal corta, las respuestas reflejan más las diferencias en el vínculo madre-cría que las de la capacidad del cordero en adaptarse a los cambios de un destete abrupto. En este trabajo, las ovejas de OFB también produjeron menos leche, sin embargo, no se observaron diferencias entre grupos en la respuesta a la prueba de separación materna corta en el posparto tardío. Esta observación sugiere que las diferencias en la respuesta al destete artificial de los corderos (Artículo II) probablemente se debieron a diferencias entre grupos en la etapa del destete natural más que a diferencias en la intensidad del vínculo madre-cría.

7. Conclusiones

- ✓ Una oferta de campo natural baja durante la gestación, afecta el establecimiento del vínculo madre-cría al parto de los corderos machos, cuando la restricción alimenticia sigue hasta los 122 de gestación, y no se compensa con aproximadamente 22 días de mejora en el plano nutricional.
- ✓ Las respuestas comportamentales y fisiológicas de los corderos al destete artificial difirió según la oferta de forraje ofrecida durante la gestación, y estas diferencias parecen estar dadas por diferencias en la etapa de destete natural en que estén los corderos al momento de separarlos de sus madres, más que por diferencias la intensidad del vínculo madre-cría.
- ✓ El vínculo madre-cría en el posparto parece no ser afectado por las ofertas de campo natural durante la gestación, al menos bajo las condiciones en que se desarrollaron estos experimentos.

8. Referencias

- Anderson RR. 1975. Mammary Gland Growth in Sheep. *Journal of Animal Science*, 41: 118-123.
- Arnold GW, Wallace SR, Maller RA. 1979. Some factors involved in natural weaning processes in sheep. *Applied Animal Ethology*, 5:43-50.
- Arroyo J, Magana-Sevilla H, Camacho-Escobar MA. 2009. Neuroendocrine regulation of postpartum anestrous in ewes. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 10:301-312.
- Azzarini M. 2000. Una propuesta para mejorar los procreos ovinos. *Boletín de difusión SUL*, 3-35.
- BahriBinabaja F, Tahmoorespura M, Aslaminejada AA, Vatankhah M. 2013. The investigation of non-genetic factors affecting survival of Karakul lambs from birth to one year of age using linear and nonlinear models. *Small Ruminant Research*, 113: 34-39.
- Banchero G, Pérez-Clariget R, Bencini R, Lindsay DR, Milton JTB, Martin GB. 2006. Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. *Reproduction, Nutrition and Development*, 46: 447-460.
- Banchero GE, Quintans G, Martin A, Lindsay DR, Milton JTB. 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development*, 16: 633-43.
- Banchero GE, Quintans G, Milton JTB, Lindsay DR. 2002. Supplementation of Corriedale ewes with maize during the last week of pregnancy increases production of colostrum. *Animal Production in Australia*, 24: 273.
- Barnard S, Matthews L, Messori S, Podaliri-Vulpiani M, Ferri N. 2016. Laterality as an indicator of emotional stress in ewes and lambs during a separation test. *Animal Cognition*, 19: 207-214.
- Berger J. 1979. Weaning conflict in desert and mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis*): an ecological interpretation. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 50:188-200.

- Bernal AL. 2001. Uterine Contractility Symposium Overview of current research in parturition. *Experimental Physiology*, 86.2: 213-222.
- Blecha F, Pollmann DS, Nichols DA. 1983. Weaning pigs at an early age decreases cellular immunity. *Journal Animal Science*, 56: 396-400.
- Brown TH. 1964. Early weaning of lambs. *Journal of Agricultural Science* 63: 191-204.
- Budge H, Bispham J, Dandrea J, Evans E, Heasman L, Ingleton PM, Sullivan C, Wilson V, Stephenson T, Symonds ME. 2000. Effect of maternal nutrition on brown adipose tissue and its prolactin receptor status in the fetal lamb. *Pediatric Research* 47: 781-786.
- Bush IE, Ferguson KA. 1953. The secretion of the adrenal cortex in sheep. *Journal of Endocrinology*, 10: 1-8.
- Caneque V, Velasco S, Diaz M, Perez C, Huidobro F, Lauzurica S, Manzanares C, Gonzalez J. 2001. Effects of weaning age and slaughter weight on carcass and meat quality of Talaverana breed lambs raised at pasture. *Animal Science*, 73: 85-95.
- Cannon B, Nedergaard J. 1985. The biochemistry of an inefficient tissue: brown adipose tissue. *Essays in Biochemistry*, 20: 110-164.
- Carámbula M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Serie técnica INIA Treinta y Tres, n. 19.
- Cardellino R. 2015. La producción ovina en Uruguay. <http://www.dohnetresarboles.com.uy/newsletters/bob/agronomia2015.pdf> Accedido: 24/06/2017.
- Challis JRG, Matthews SG, Gibb W, Lye SJ. 2000. Endocrine and paracrine regulation of birth at term and preterm. *Endocrine Reviews*, 21: 514-550
- Clutton-Brock TH. 1991. The evolution of parental care. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Cockram MS, Imlah P, Goddard PJ, Harkiss GD, Waran NK. 1993. The behavioural, endocrine and leucocyte response of ewes to repeated removal of lambs before the age of natural weaning. *Applied Animal Behaviour Science* 38: 127-142.

- Corner RA, Kenyon PR, Stafford KJ, West DM, Morris ST, Oliver MH. 2010. The effects of pasture availability for twin- and triplet-bearing ewes in mid and late pregnancy on ewe and lamb behavior 12 to 24 h after birth. *Animal*, 4: 108-115.
- Damián JP, Hötzel MJ, Banchero G, Ungerfeld R. 2013. Behavioural response of grazing lambs to changes associated with feeding and separation from their mothers at weaning. *Research in Veterinary Science*, 95: 913-918.
- Departament of agriculture and food, Governement of Western Australia.
<https://www.agric.wa.gov.au/management-reproduction/managing-pregnancy-ewes>
 Accedido: 15/06/2017.
- DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario, 2016. Producción Animal: ganadería vacuna y lanar. <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario2016> Accedido: 24/06/2017.
- Dutra F. 2005. Nuevos enfoques sobre la patología de la mortalidad perinatal de corderos. Serie Técnica INIA, n.401.
- Dwyer CM, Lawrence AB, Bishop SC, Lewis M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 89: 123-136.
- Dwyer CM, Lawrence AB, Bishop SC, Lewis M. 2003. Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 89: 123-136.
- Dwyer CM. 2008. Individual Variation in the Expression of Maternal Behaviour: A Review of the Neuroendocrine Mechanisms in the Sheep. *Journal of Neuroendocrinology*, 20: 526-534.
- Dwyer CM. 2008. The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Research*, 76: 31-41.
- Dwyer CM. 2014. Maternal behaviour and lamb survival: from neuroendocrinology to practical application. *Animal* 8: 102-112
- Everett-Hincks JM, Blair HT, Stafford KJ, Lopez-Villalobos N, Kenyon PR, Morris ST. 2005. The effect of pasture allowance fed to twin- and triplet-bearing ewes in late

- pregnancy on ewe and lamb behaviour and performance to weaning. *Livestock Production Science*, 97: 253-266.
- Ewbank E. 1967. Nursing and suckling behaviour amongst Clun Forest ewes and lambs. *Animal Behaviour*, 15:251-258.
- Ewbank R. 1964. Observations on the suckling habits of twin lambs. *Animal Behaviour*, 12: 34-37.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal), Tablas FEDNA para glicerina y salvado de arroz blanco. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/glicerina-85-actualizado-abril-2012 y http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/salvado-de-arroz-blanco-14-ee. Accedido: 02/09/2015.
- Ferreira G, Terrazas A, Poindron P, Nowak R, Orgeur P, Levy F. 2000. Learning of olfactory cues is not necessary for early lamb recognition by the mother. *Physiology Behavior*, 69: 405-412.
- Fletcher IC. 1971. Relations between frequency of suckling, lamb growth and post-partum oestrus behaviour in ewes. *Animal Behaviour*, 19: 108-111.
- Freitas-de-Melo A, Banchero G, Hötzel MJ, Damián JP, Ungerfeld R. 2013. Progesterone administration reduces the behavioural and physiological responses of ewes to abrupt weaning of lambs. *Animal*, 8: 1367-1373.
- Geist V. 1971. *Mountain Sheep: A Study in Behaviour Evolution*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Geraseev LC, Perez JRO, Pedreira BC, Quintão FA, Oliveira RP. 2008. Effects of pre and postnatal nutritional restriction on visceral mass growth of Santa Ines lambs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60: 960-969.
- Griffin JFT. 1989. Stress and Immunity: a Unifying Concept. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 20: 263-312.
- Grubb P. 1974. Social organization of Soay sheep and the behaviour of ewes and lambs. In: Jewell P, Milner C, Boyd J. (Eds.), *Island Survivors*. Athlone Press, London, pp. 131-159.

- Harding JE, Johnston BM. 1995. Nutrition and fetal growth. *Reproduction Fertility and Development*, 7: 539-547.
- Haydock KP, Shaw NH. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal husbandry*, 5: 663-670.
- Hinch GN. 1987. Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 305-318.
- Hinch GN. 1989. The sucking behaviour of triplet, twin and single lambs at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 22: 39-48.
- Huertas-González, Pérez-Cabal MA, Alenda R. 2006. Explotación de ovino intensivo de producción de leche. Dossier EXPOAVIGA. http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Ganad%2FGanad_2006_43_20_25.pdf. Accedido: 24/06/2017.
- Keller M, Meurisse M, Poindron P, Nowak R, Ferreira G, ShayitM, Lévy F. 2003. Maternal experience influences the establishment of visual/auditory, but not olfactory recognition of the newborn lamb by ewes at parturition. *Developmental Psychobiology*, 43: 167-176.
- Kenyon PR, Blair HT. 2014. Foetal programming in sheep – Effects on production. *Small Ruminant Research*, 118: 16-30.
- Kenyon PR. 2008. A review of in-utero environmental effects on sheep production. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 68: 142-155.
- Kenyon PR, Webby RW. 2007. Pastures and supplements in sheep production systems. En: Rattray PV, Brookes IM, Nicol AM. (Eds.), *Pasture and Supplements for Grazing Animals*. New Zealand Society of Animal Production, New Zealand, pp. 255–274.
- Kuchel RC, Lindsay DR. 1999. Maternal behavior and the survival of lambs in superfine wool sheep. *Reproduction Fertility and Develpoment*, 11: 391-394.
- Lee GJ, Harris D, Ferguson BD, Jelbart RA. 1990. Growth and carcass fatness of ewe, wether, ram and cyptorchid crossbred lambs reared at pasture: effects of weaning age. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30: 743-747.

- Lévy F, Keller M, Poindron P. 2004. Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Hormones and Behavior*, 46: 284-302.
- Lévy F, Keller M. 2008. Neurobiology of maternal behavior in sheep. En: Brockman HJ, Roper TJ, Naguib M, Wynne-Edwards KE, Barnard C, Mitani M. (Eds.), *Advances in the Study of Behavior*. Elsevier, Amsterdam, pp. 399-437.
- Liggins GC, 2000. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in preparing the fetus for birth. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 182: 475-477.
- Lindsay DR, Fletcher C. 1968. Sensory involvement in the recognition of lambs by their dams. *Animal Behaviour*, 16: 415-417
- Lindsay DR, Nowak R, Putu IG, McNeill D. 1990. Behavioural interactions between the ewe and her young at parturition: a vital step for the lamb. En: consequences Oldham CM, Martin GB, Purvis IW (Eds.), *Reproductive physiology of Merino sheep: concepts and consequences*. University of Western Australia, Australia, pp. 191-205.
- Louca A, Mavrogen A, Lawlor MJ. 1974. Effects of plane of nutrition in late pregnancy on lamb birth-weight and milk-yield in early lactation of Chios and Awassi sheep. *Animal Production*, 19: 341-349.
- Lyford SJ. 1988. Growth and development of the ruminant digestive system. In: Curch DC (Eds.), *The Ruminant Animal*. Prentice-Hall, USA, pp. 44-63.
- Lynch EM, Earley B, McGee M, Doyle S. 2010. Characterisation of physiological and immunological responses in beef cows to abrupt weaning and subsequent housing. *BMC Veterinary Research*, 6: 37.
- Lynch JJ, Hinch GN, Adams DB. 1992. *The behaviour of sheep: biological principles and implications for production*, 1st edition. CSIRO, Melbourne, Australia.
- Mari JJ. Primeras Jornadas Ovinas Veterinarias. 9 y 10 de noviembre, 1979. Tucumán, Uruguay.
- Martin GB, Milton JTB, Davidson RH, Banchero G, Lindsay DR, Blache D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 82/83: 231-246.

- Mellor DJ, Murray L. 1985. Effects of maternal nutrition on the availability of energy in the body reserves of foetuses at term and in colostrum from Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science*, 39: 235-240.
- Mellor DJ, Murray L. 1985. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science*, 39: 230-234.
- Mesiano S, DeFranco E, Muglia LJ. 2015. Parturition. En: Tony MP, Zeleznik AJ (Eds.), *Physiology of reproduction*. Elsevier, UK, pp. 1875-1925.
- Montossi F, Gómez Miller R, Pigurina G, Luzardo S. 2003. FASE II. Evaluación y cuantificación de las pérdidas de la Cadena. En: Montossi F. (ed.), 1ª Auditoría de calidad de la cadena cárnica ovina. INIA Tacuarembó, Uruguay, n. 138.
- Morgan PD, Boundy CAP, Amold GW, Lindsay DR. 1975. The roles played by the senses of the ewe in the location and recognition of lambs. *Applied Animal Ethology*, 1: 139-150.
- Möstl E, Palme R. 2002. Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology*, 23: 67-74.
- Mukasa-Mugerwa E, Said AN, Lahlou-Kassi A, Sherington J, Mutiga ER. 1994. Birth weight as a risk factor for perinatal lamb mortality, and the effects of stage of pregnant ewe supplementation and gestation weight gain in Ethiopian Menz sheep. *Preventive Veterinary Medicine*, 19: 45-56.
- Munro J. 1956. Observations on the suckling behaviour of young lambs. *Animal Behaviour*, 4: 34-36.
- Muñoz C, Carson AF, McCoy MA, Dawson LER, O'Connell NE, Gordon AW. 2008. Nutritional status of adult ewes during early and mid-pregnancy. 1. Effects of plane of nutrition on ewe reproduction and offspring performance to weaning. *Animal*, 2:52-63.
- Napolitano F, Marino V, De Rosa G, Capparelli R, Bordi A. 1995. Influence of artificial rearing on behavioral and immune response of lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 245-253.

- Napolitano F, Rosa D, Sevi A. 2008. Welfare implications of artificial rearing and early weaning in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 110: 58-72.
- Noakes DE, Parkinson TJ, England GCW. 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*, 8th edition. Elsevier, Inglaterra.
- Nowak R, Lindsay DR. 1990. Effect of genotype and litter size on discrimination of mothers by their twelve-hour-old lambs. *Behaviour* 115, 1-13.
- Nowak R, Poindron P, Le Neindre P, Putu IG. 1987. Ability of 12-hour-old merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 263-271.
- Nowak R, Porter RH, Frédéric L, Orgeur P, Schaal B. 2000. Role of mother–young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction*, 5:153-163.
- Nowak R. 1990. Mother and Sibling discrimination at a distance by three to seven day old lambs. *Developmental Psychobiology*, 23: 285-295.
- Nowak R. 1991. Senses involved in discrimination in merino ewes at close contact and from distance by their newborn lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 42: 357-366.
- Nowak R. 1996. Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Applied Animal Behavior Science*, 49: 61-72.
- Nowak R. 2006. Suckling, milk, and the development of preferences towards maternal cues by neonates: from early learning to filial attachment? En: Brockmann HJ, Slater PJB, Snowdon CT, Roper TJ, Naguib M, Wynne-Edwards KE (Eds.), *Advances in the Study of Behaviour*. Elsevier, Amsterdam, pp.1-358.
- Nowak R, Porter RH, Blanche D, Dwyer CM. (2008). Behaviour and the welfare of the Sheep. En: Dwyer C. (Ed.), *The Welfare of sheep*. Springer, Edinburgh, UK, pp. 81-134.
- Nowak RF, Lindsay DR. 1992. Discrimination of merino ewes by their newborn lambs: important for survival. *Applied Animal Behaviour Science*, 34: 61-74.

- NRC (National Research Council). 1985. Nutrient requirements of sheep, 6th Revised Edition. Washington DC, USA.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington DC, USA.
- O'Connor CE, Jay NP, Nicol AM, Beatson PR. 1985. Ewe maternal behaviour score and lamb survival. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 45: 159-162.
- Olazabal-Fenochio A, Vera-Ávila HR, Serafín-López N, Medrano-Hernández JA, Sánchez-Saucedo H, Terrazas-García AM. 2013. Reconocimiento mutuo madre-cría en ovinos Columbia con restricción nutricional durante la gestación. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4: 127-147.
- Oldham CM, Thompson AN, Ferguson MB, Gordon DJ, Kearney GA, Paganoni BL. 2011. The birthweight and survival of merino lambs can be predicted from the profile of live weight change of their mothers during pregnancy. Animal Production Science, 51: 776-783.
- Olivera-Muzante J. 2015. ¿Es posible mejorar la supervivencia de corderos en nuestros sistemas ovinos? Revista Cangüé digital, 36: 15-17.
- Orgeur P, Bernard S, Naciri M, Nowak R, Schaal B, Levy F. 1999. Psychological consequences of two different weaning methods in sheep. Reproduction Nutrition and Development, 39:231-44.
- Orgeur P, Mavric N, Yvone P, Bernard S, Nowak R, Schaal B, Levy F. 1998. Artificial weaning in sheep: consequences on behavioural, hormonal and immuno-pathological indicators of welfare. Applied Animal Behaviour Science 58: 87-103.
- Otero J. 2017. Javier Otero, gerente del SUL: “el producto bruto nos indica que es mejor negocio el ovino que el vacuno” <http://www.diarioelpueblo.com.uy/titulares/javier-otero-gerente-del-sul-el-producto-bruto-nos-indica-que-es-mejor-negocio-el-ovino-que-el-vacuno.html> Accedido: 24/06/2017.

- Pattinson SE, Davies DAR, Winter AC. 1995. Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24 h post partum. *Animal Science*, 61: 63-68.
- Pérez-León I, Orihuela A, Lidfors L, Aguirre V. 2006. Reducing mother young separation distress by inducing ewes into oestrous into day of weaning. *Animal Welfare* 15: 383-389.
- Pickup H, Dwyer M. 2011. Breed differences in the expression of maternal care at parturition persist throughout the lactation period in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 132: 33-41.
- Poindron P, Le Neindre P. 1980. Endocrine and sensory regulation of the maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*, 11: 75-119.
- Poindron P, Levy F, Keller M. 2007. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: the two facets of maternal attachment. *Developmental Psychobiology*, 49: 54-70.
- Putu IG, Poindron P, Lindsay DR. 1988. A high level of nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behavior of merino ewes. *Australian Society of Animal Production* 17: 294-297.
- Rawlings NC, Bartlewski PM. 2007. Current therapy in large animal theriogenology. En: Youngquist RS, Threlfall WR (Eds.), *Clinical Reproductive Physiology of Ewes*. Elsevier, St. Louis, pp. 642-649.
- Rhind SM, Reid HW, McMillen SR, Palmarini G. 1998. The role of cortisol and b-endorphin in the response of the immune system to weaning in lambs. *Animal Science* 66: 397-402.
- Russel JF, Gunna RG, Doneya JM. 1968. Components of weight loss in pregnant hill ewes during winter. *Animal Production*, 10: 43-51.
- Sebe F. 2007. Establishment of vocal communication and discrimination between ewes and their lamb in the first two days after parturition. *Developmental Psychobiology*, 49: 375-386.
- Senger PL. 2003. *Pathways to Pregnancy and Parturition*. Current Concepts Inc, Washington DC, USA.

- Slee J, Springbett A. Early post-natal behaviour in lambs of ten breeds. 1986. *Applied Animal Behaviour Science*, 15: 229-240.
- Smith FV, Van Toller C, Boyes T. 1966. The “critical period” in the attachment of lambs and ewes. *Animal Behaviour*, 14: 120-125.
- Sphor L, Banchero G, Correac G, Osório MTM, 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.
- Stephens DB, Baldwin BA. 1971. Observations on the behaviour of groups of artificially reared lambs. *Research in Veterinary Science*, 12: 219-224.
- Suarez VH, Buseti MR, Garriz CA, Gallinger MM, Babinec FJ. 2000. Prewaning growth, carcass traits and sensory evaluation of Corriedale, Corriedale · Pampinta and Pampinta lambs. *Small Ruminant Research*, 36: 85-89.
- Terrazas A, Hernández H, Delgadillo JA, Flores JA, Ramírez-Vera S, Fierros A, Rojas S, 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.
- Thomson AM, Thomson W. 1949. Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*, 2: 290-305.
- Ungerfeld R, Hotzel MJ, Scarsi A, Quintans G. 2011. Behavioral and physiological changes in early-weaned multiparous and primiparous beef cows. *Animal*, 8: 1270-275.
- Ungerfeld R, Quintans DG, Enríquez DH, Hötzel MJ. 2009. Behavioural changes at weaning in 6-month-old beef calves reared by cows of high or low milk yield. *Animal Production Science*, 49: 637-642.
- Vatankhah M, Talebi MA, Zamani F. 2012. Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive and productive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Ruminant Research* 106: 105-109.

- Vatankhaha M, Salehi SA. 2010. Genetic and non-genetic factors affecting Lori-Bakhtiari ewe body weight and its relationship with productivity. *Small Ruminant Research*, 94: 98-102.
- Watson DL, Gill HS. 1991. The effect of weaning on antibody responses and nematode parasitism in Merino lambs. *Research in Veterinary Science*, 51: 128-132.
- Weary DM, Fraser D. 1995. Signalling need: costly signals and animal welfare assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 44: 159-169.
- Weary DM, Jasper J, Hötzel MJ. 2008. Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*, 110:24-41.
- Wendy J, McLaren I, Young R, Rice GE. 1996. Late pregnancy and parturition in the sheep. Bittar EE, Zakar T (Eds.), *Advances in Organ Biology*. Jal Press Inc., London, England, pp. 1-26.
- Yilmaz O, Denkb H, Bayrama D. 2007. Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz lambs. *Small Ruminant Research*, 68: 336-339.
- Zeleznik AJ, Pohl CR. Control of follicular development, corpus luteum function, the maternal recognition of pregnancy, and the neuroendocrine regulation of the menstrual cycle in higher primates. En: Neill JD, Plant TM, Pfaff DW, Challis JRG, de Kretser DM, JoAnne AO, Richards S, Wassarman PM (Eds.), *Knobil and Neill's Physiology of reproduction*. Elsevier, St. Louis, pp. 2389-2448. Ed.

Anexos