



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EFFECTO DE DIFERENTES OFERTAS DE FORRAJE EN OVEJAS
DURANTE LA GESTACIÓN: COMPORTAMIENTO MATERNAL AL
PARTO Y RESPUESTA DE ESTRÉS AL DESTETE ABRUPTO**

Por

Nicolás Iwanka

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

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2019**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dra. Karina Neimaur

Segundo miembro (Tutor):

Dra. Aline Freitas de Melo

Tercer miembro:

Dra. Daniela Crespi

Cuarto miembro:

Dr. Rodolfo Ungerfeld

Quinto miembro:

Dra. Raquel Pérez Clariget

Fecha:

10/04/2019

Autores:

Br. Nicolás Iwanka

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecerle a Aline Freitas de Melo, mi tutora, por sus conocimientos, así como por su dedicación y el tiempo dedicado a este trabajo. También a los cotutores Rodolfo Ungerfeld y Raquel Perez Clariget por compartir su experiencia y conocimientos con el objetivo de enriquecer este trabajo. Me gustaría agradecerle también a Juan Pablo Damián, Santiago Machado, María José Abud y Sergio Ramírez, por su colaboración en la parte experimental del trabajo. A funcionarios y alumnos de la EEBR por su cordial atención durante la estadía.

Agradecerle a la Facultad de Veterinaria, a CIDEC y a todos los profesores que durante la carrera me brindaron su conocimiento y contribuyeron en mi formación académica.

Por último, quiero agradecer y dedicarles este trabajo a mi familia, mi novia y amigos por el apoyo incondicional y la confianza que me brindaron para poder lograr este objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	8
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Establecimiento y evolución del vínculo madre-cría.....	11
2.2 Destete Artificial.....	12
2.3 Efecto de la subnutrición durante la gestación sobre el vínculo madre-cría.....	14
3. HIPÓTESIS.....	16
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
6. RESULTADOS.....	20
6.1 Peso y Condición corporal durante la gestación.....	20
6.2 Peso corporal de las ovejas durante el período postparto.....	21
6.3 Producción láctea en el período postparto.....	21
6.4 Escala de comportamiento maternal al parto (ECM).....	22
6.5 Comportamientos al destete.....	22
7. DISCUSIÓN.....	27
8. CONCLUSIONES.....	30
9. BIBLIOGRAFÍA.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Peso y condición corporal de ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural alta o baja desde 23 días antes de la concepción (IA) hasta el día 122 de gestación.....	20
Figura 2. Peso corporal durante el período posparto de ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural en alta o baja desde 23 días antes de la concepción (IA) hasta 122 días de gestación.....	21
Figura 3. Producción láctea de ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural alta o baja desde 23 días antes de la concepción (IA) hasta 122 días de gestación.....	22
Figura 4. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban paradas, echadas o caminando desde tres días anteriores al destete hasta seis días posteriores al mismo en ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural alta o baja.....	23
Figura 5. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban pastando y rumiando, desde tres días anteriores al destete hasta seis días posteriores al mismo, para dos grupos de ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural alta o baja.....	25
Figura 6. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban costeando y vocalizando, desde tres días anteriores al destete hasta seis días posteriores al mismo, para dos grupos de ovejas que pastorearon oferta de forraje de campo natural alta o baja.....	26

RESUMEN

En el Uruguay la producción ovina se realiza predominantemente de manera extensiva con una base forrajera aportada por el campo natural. La producción de forraje presenta un marcado déficit en los meses de invierno, momento en el que transcurre la gestación de las ovejas. En estas condiciones las ovejas pierden peso durante la gestación, sus corderos tienen menor peso al nacer y la oveja y el cordero establecen un vínculo madre-cría de menor intensidad. Además, las ovejas presentan una menor producción de leche y sus corderos un menor desarrollo corporal. Por lo tanto, es de esperar que debido a la restricción alimenticia sufrida por las ovejas durante la gestación también se vea afectada la respuesta de estrés de las ovejas al destete. Esta Tesis tuvo como objetivo general determinar si una oferta de forraje baja desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación en ovejas afecta el comportamiento maternal al parto y la respuesta de estrés de las ovejas al destete. El estudio fue realizado en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía, Universidad de la República (Cerro Largo, Uruguay; 32° S). Se utilizaron 24 ovejas Corriedale multíparas con una cría, las que se asignaron a dos ofertas de forraje de campo natural diferentes desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 días de gestación. Doce ovejas pastaron en una alta oferta de forraje (10 a 12 kg de materia seca (MS)/100 kg de peso vivo/día; grupo AOF) y otras 12 ovejas pastorearon en una baja oferta de forraje (5 a 8 kg MS/100 kg de peso vivo/día; grupo BOF). La asignación de pastura se estimó y se ajustó mensualmente. Todas las ovejas fueron retiradas del tratamiento a los 123 días de gestación. Se les realizó esquila preparto a los 120 días de gestación y se les suministró afrechillo de arroz y glicerina desde antes de la esquila hasta el parto. Luego de la esquila, las ovejas de ambos grupos pastorearon pradera de festuca (14 kg de MS/100 kg de PV por día). Se registró mensualmente el peso corporal (PC) y la condición corporal (CC) de las ovejas durante la gestación. Además, se registró el peso de las ovejas los días 14, 34 y 65 posparto y se estimó la producción de leche ordeñando en forma manual y completa a todas las ovejas a los 32, 41 y 54 días posparto. Se registró el comportamiento maternal para cada oveja entre las 12 y 24 h posparto. El destete artificial se realizó en forma completa y abrupta a los 65 días posparto. Se registraron los comportamientos (costear, vocalizar, caminar, rumiar, pastar, parado y echado) desde 3 días antes del destete hasta el día 6 luego de realizado el mismo, con muestreos instantáneos tipo scan cada 10 min. Las vocalizaciones se registraron usando un muestreo 0/1 durante un período de 30 s cada 10 min. El valor de la escala de comportamiento maternal (ECM) y los comportamientos al parto se compararon con ANOVA. La producción de leche, el PC y la CC de las ovejas, así como la frecuencia de los diferentes comportamientos evaluados antes y luego del destete fueron analizados mediante ANOVA para mediciones repetidas. Las ovejas AOF presentaron mayor PC y CC que las BOF durante la gestación ($P < 0,005$). Además las ovejas AOF pesaron más que las ovejas BOF

durante el posparto ($P < 0,04$). Las ovejas AOF produjeron más leche que las ovejas BOF ($P < 0,03$). Los tratamientos nutricionales recibidos por las ovejas durante la gestación no afectaron la ECM. Tres días antes del destete las ovejas BOF pastaron con una mayor frecuencia que las AOF ($P < 0,01$), mientras que el día del destete artificial las ovejas AOF pastaron con mayor frecuencia que las BOF ($P < 0,01$). Los demás comportamientos registrados al destete no fueron afectados por el tratamiento nutricional. En conclusión, una baja oferta de forraje desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación de ovejas no afectó el comportamiento maternal ni los comportamientos al destete más indicativos de la respuesta de estrés (costear y vocalizar).

SUMMARY

In Uruguay, sheep production systems are predominantly extensive, and the main source of nutrients are native pastures. In these systems, the lowest availability of forage occurs in winter, when ewes are pregnant. Therefore, pregnant ewes lose body weight, and their offspring are born with a lighter weight. Moreover, undernourished ewes have lower milk production and their lambs present a inferior body development. Furthermore, the establishment of the ewe-lamb attachment is weak. The main aim of this thesis was to determine whether a low pasture allowance from before conception until the last third of gestation affects the attachment at birth as well as the stress response at weaning. The experiment was carried out at Experimental Station Bernardo Rosengurtt, Agronomy School, Universidad de la República (Cerro Largo, Uruguay; 32° S) with 24 multiparous Corriedale ewes. Ewes grazed on high (10 to 12 kg dry matter (MS)/100 kg weight in life/day; n=12; group AOF) or low (5 to 8 kg MS/100 kg weight in life/day; n=12; group BOF) native pasture allowance from before conception until the day 122 of gestation. Native pasture allowance was adjusted monthly. Pre-partum shearing was performed at day 120 of gestation; besides, all ewes received rice bran and crude glycerin from day 123 until lambing. After shearing, ewes from both groups grazed on *Festuca arundinacea* (14 kg in MS/100 kg of PV a day). Their body weight (BW) as well as their body condition (BC) were recorded monthly during gestation. Moreover, ewes' body weight was recorded on days 14, 34 and 65 postpartum. Moreover, ewes' milk production was measured on days 32, 41 and 54 postpartum. Maternal behavior score (MBS) was recorded between 12 and 24 h postpartum. Lambs were weaned at 65 of age. From 3 days before weaning until day 6 after weaning the frequency of pacing, vocalizing, walking, rumination, grazing, standing and lying down were recorded in all ewes, using 10 min scan sampling. Ewe's vocalization was recorded for a 30 s period every 10 min using 0/1 sampling. The MBS and suckling events were compared using an ANOVA. Milk production, body weight, BC as well as the different behaviors frequency were compared using and ANOVA for repeated measurements. The AOF ewes presented higher BW and BC than BOF ewes during gestation period ($P < 0.005$); AOF ewes showed higher BW than BOF ewes during postpartum period ($P < 0.04$). Furthermore, AOF ewes also produced more milk than BOF ewes ($P < 0.03$). The nutrition treatments performed in sheep during gestation period did not affect the MBS. Three days before weaning, BOF ewes grazed more frequently than AOF ewes ($P < 0.01$), while the day of the artificial weaning AOF ewes grazed more frequently than the BOF ($P < 0.01$). In conclusion, ewes that grazed on a low native pasture allowance from before conception until the last third of gestation did not show differences in maternal behavior at birth nor in the behaviors which are most indicative of stress response at weaning.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El sector ovino en el Uruguay se basa fundamentalmente en la producción de carne y lana. Para la cría ovina el sistema de producción más comúnmente observado tanto en nuestro país como en la región es de tipo extensivo, con una base forrajera aportada por el campo natural (Oficialdegui, 2002). Este sistema productivo tiene una gran variabilidad estacional en la producción de forraje, siendo que en el invierno ocurre un retraso en el crecimiento de las pasturas, así como con una menor cantidad de especies presentes (Carámbula, 1991). Como contrapartida la primavera es la época en la cual se dispone de las mejores pasturas tanto en cantidad como calidad. Debido a esto, a la estacionalidad de las especies presentes y a los manejos reproductivos comúnmente utilizados, la encarnada generalmente se realiza de marzo a mayo, y los partos y lactancias ocurren en los meses de agosto a octubre. La gestación coincide con el invierno, momento en el que la oferta de forraje no cubre con los requerimientos energéticos de los animales (Carámbula, 1991). Además, en el tercio final de la gestación es el período en el que se da el mayor crecimiento del feto y la glándula mamaria, lo que acentúa el balance energético negativo de los animales (Anderson, 1975; Kenyon y Webby., 2007). En este sentido, sería adecuado realizar ecografías y agrupar a las ovejas por número de fetos y por condición corporal (CC) para suplementar en primera instancia a las ovejas que gesten mellizos y a continuación a las de peor estado nutricional, dejando por último las que gesten un solo feto o estén en mejor condición (SUL, 2016). Esto siempre y cuando no se pueda suplementar a toda la majada. Putu y col. (1988) demostraron que al suplementar a las ovejas gestantes con lupino durante la última semana de gestación, se lograron mejoras en el comportamiento maternal de las ovejas, dando como resultado un mayor cuidado de sus crías y las ovejas permanecieron en el lugar de parto por más tiempo. Por lo tanto, este tipo de manejo es utilizado con el objetivo de mejorar los índices productivos y las condiciones de bienestar animal.

En este marco se ha observado que si los ovinos son alimentados por debajo de sus requerimientos durante la gestación, el vínculo madre cría tendrá una baja intensidad, por ejemplo ovejas peor nutridas durante la gestación pasaron significativamente menos tiempo lamiendo a su cordero y mostraron comportamientos más agresivos hacia el mismo (Dwyer y col., 2003). Las ovejas que sufren una subnutrición durante la preñez y la etapa de lactancia, tienen menor peso, menor desarrollo de la glándula mamaria y una menor producción de calostro y leche. Por lo tanto, el desarrollo del cordero y su peso al destete son menores (Corner y col., 2008). Esta menor producción de leche, puede derivar en un cordero que comenzará a ingerir pasturas más tempranamente, en un intento por compensar la falta de leche que le debiera proporcionar su madre. Esto generaría un cordero más independiente y con una intensidad del vínculo con su madre menor y por ende una menor respuesta de estrés al destete. La mortalidad neonatal tanto en sistemas intensivos como extensivos es considerada como uno de los mayores problemas de la producción ovina (Haughey, 1991; Christley et al., 2003), y justamente la causa más frecuente de muerte de los corderos es un inadecuado establecimiento de la relación madre-

cría (Kuchel y Lindsay, 1999). Esto podría llevar al abandono de corderos, o bien, al retardo en establecer el amamantamiento de las crías. La interacción con la madre y niveles adecuados de calostro son puntos críticos para la supervivencia del cordero recién nacido.

En condiciones normales, a partir del parto, la frecuencia de amamantamientos disminuye gradualmente hasta el momento del destete natural (Munro, 1956; Ewbank, 1967). Esta disminución está asociada a un mayor desarrollo e independencia nutricional del cordero de su madre (Hinch y col., 1987). En condiciones naturales, la producción de leche es un factor importante para mantener una proximidad entre la oveja y su cría, existiendo mayor separación entre ambos a medida que la producción láctea disminuye, con un consecuente aumento de la ingestión de pasturas por parte del cordero (Penning y Gibb, 1979). Sin embargo, en los sistemas de producción ovina, frecuentemente se realiza el destete artificial, manejo que genera una marcada respuesta de estrés en los corderos y en las ovejas, debido a la pérdida abrupta del vínculo madre-cría y a los cambios nutricionales, y de ambiente físico y social (Napolitano et al., 1995). Tanto la oveja como el cordero responden al destete incrementando la frecuencia de vocalizaciones (Orgeur y col., 1999) y la actividad locomotora, lo que indica su esfuerzo por restablecer el contacto (Zito et al., 1977). A su vez ocurren algunos cambios fisiológicos importantes en las ovejas, como el aumento de la concentración sérica de cortisol (Rhind et al., 1998; Pérez-León y col., 2006), un aumento en la cantidad de leucocitos (Orgeur y col., 1998) y una disminución de la concentración de proteínas totales y globulinas (Freitas-de-Melo y col., 2013).

Por tanto, hasta el momento no se ha estudiado como la subnutrición, que frecuentemente ocurre en los sistemas extensivos de producción, afecta el vínculo madre-cría durante el posparto y la respuesta de estrés de las ovejas al destete. Las posibles diferencias podrían repercutir sobre, por ejemplo, el PC y CC de las ovejas durante la gestación, el PC de las ovejas en el posparto, producción de leche de las ovejas, la ECM y los comportamientos al destete.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Establecimiento y evolución del vínculo madre-cría

El comportamiento maternal de las ovejas se despliega abruptamente alrededor del parto (Poindron y Lévy, 1990), lo que está mediado por cambios neuroendócrinos (principalmente por la disminución de progesterona, el aumento de estrógenos y oxitocina). Debido a estos cambios y solamente durante el periparto, las madres se ven sumamente atraídas por el líquido amniótico que recubre a sus crías (Poindron y Le Neindre, 1980). En las primeras horas posparto las madres destinan toda su atención a sus crías, emitiendo balidos bajos y acicalando a sus corderos. El comportamiento materno estimula a la cría a incorporarse y a centrarse en la glándula mamaria. Cuando la oveja limpia a su cordero durante las 2 a 4 primeras h posparto se familiariza con su olor, lo que constituye la base para el establecimiento del vínculo selectivo (Poindron y Le Neindre, 1980). La memoria de la madre propicia que se produzca el reconocimiento de su cría, para lo que es de suma importancia el olfato, aunque también intervienen otros factores como la audición y la visión (Lévy y col., 2004). Una vez establecido el vínculo, la madre solo permite el amamantamiento de su propio cordero y muestra un comportamiento agresivo hacia otros corderos que intenten mamar (García González y Goddard, 1998). Por lo tanto, el comportamiento maternal de los ovinos se caracteriza por ser muy selectivo (Nowak y col., 2000; Poindron, 2005; Poindron y col., 2007). La mortalidad neonatal tanto en sistemas intensivos como extensivos es considerada como uno de los mayores problemas de la producción ovina (Haughey, 1991; Christley y col., 2003). La causa más frecuente de muerte de los corderos es un inadecuado establecimiento de la relación madre-cría con sus consecuencias (Kuchel y Lindsay, 1999), como el abandono de corderos. El vínculo madre-cría inmediatamente al parto se caracteriza por la existencia de una alta frecuencia de amamantamientos, asociado a una estrecha cercanía entre el cordero y su madre (Hinch y col., 1987; Hinch, 1989). La interacción con la madre y niveles adecuados de calostro son puntos críticos para la supervivencia del cordero recién nacido. Si el vínculo madre-cría no se establece adecuadamente, la probabilidad de supervivencia de la cría es muy baja ya que el recién nacido tiene una escasa reserva energética, siendo dependiente de su madre y muy vulnerable a las condiciones ambientales adversas (Eales y Small, 1995) y a predadores.

Luego del parto, la frecuencia de amamantamientos disminuye gradualmente hasta el momento del destete natural (Munro, 1956; Ewbank, 1967). Esta disminución está asociada a un mayor desarrollo e independencia nutricional de su madre (Hinch y col., 1987). Ewbank (1967) observó que durante las primeras 2 semanas de vida las ovejas permiten al cordero mamar todas las veces que ellos requieran, pero se lo van impidiendo a medida que la lactación se hace más tardía. El crecimiento del cordero durante las primeras 6 semanas de vida es casi totalmente dependiente de la leche, y por tanto está fuertemente relacionado con la producción láctea de la madre (Munro, 1962). A medida que el cordero crece se va tornando más independiente de su madre hasta alcanzar el destete natural.

El destete natural es la etapa por la cual el mamífero hace la transición de la dependencia materna hacia la independencia tanto social como nutricional (Weary y col., 2008). La estrecha relación madre-cría se basa en que la oveja es un importante modelo social para el cordero (Weary y col., 2008). En condiciones naturales, la producción de leche es un factor importante para mantener una proximidad entre la oveja y su cría, existiendo mayor separación entre ambos a medida que la producción láctea disminuye, con un consecuente aumento de la ingestión de pasturas por parte del cordero (Penning y Gibb, 1979). El proceso del destete se da gradualmente y depende de una serie de factores (disponibilidad de materia sólida, raza, producción de leche, etc.), de modo que es difícil especificar una edad para el destete natural (Napolitano y col., 2008). Sin embargo, existen trabajos en que se ha observado que el destete natural ocurre entre los 4 y 6 meses de vida (Arnold y col., 1979).

2.2 Destete artificial

En los sistemas de producción ovina frecuentemente se realiza el destete artificial, manejo que genera una marcada respuesta de estrés en los corderos y en las ovejas debido a la pérdida del vínculo madre-cría y a los cambios nutricionales en los corderos, así como de ambiente físico y social (Napolitano y col., 1995). Este se lleva a cabo con anterioridad a lo que sería natural para el cordero y consiste en el reemplazo completo del amamantamiento, por la cría artificial con leche o la sustitución de ella por alimentos sólidos (Weary y col., 2008; Brown, 1964; Napolitano y col., 2008). Si bien genera una respuesta de estrés en los animales, el destete artificial se realiza frecuentemente en los sistemas de producción ovina debido a que se obtienen mejores índices productivos y reproductivos. Por ejemplo, en los sistemas de producción ovina dedicados a la carne y lana, se realiza dicho manejo en busca de mejorar la CC y el PC de los animales. Un mayor PC y CC de las ovejas en la encarnerada, está positivamente relacionado con la tasa de concepción, prolificidad, peso de los corderos al parto y al destete (Vatankhaha y Salehi, 2010; Vatankhaha y col., 2012). El destete puede realizarse por diversos métodos y en distintos momentos de la vida del animal, dependiendo de los objetivos del productor. Por ejemplo, se produce en las primeras 48 h de vida del cordero en los sistemas de producción de leche (Napolitano y col., 2008). En sistemas de producción de carne y lana, lo más frecuente es que sea antes de los 120 días, momento en que al haber pasado el pico de lactación los corderos están incrementando el consumo de alimentos sólidos (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). Se han estudiado distintas variantes de destete con diferentes repercusiones en la respuesta de estrés en ovejas y corderos. El destete abrupto, el más común, consiste en la separación completa de la madre y su cría, de forma que no existe entre ambos contacto visual, auditivo ni olfativo luego del destete (Freitas-de-Melo y col., 2013). Destete progresivo, donde se realiza la separación gradual de la oveja y su cordero, aumentando en cada instancia el tiempo de separación hasta la separación definitiva (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). Orgeur y col. (1998) observaron que la cantidad de vocalizaciones aumentó en los primeros períodos de separación temporaria, para luego darse el acostumbramiento de los animales a las separaciones y por tanto al momento del destete definitivo los

cambios comportamentales fueron de una intensidad menor. Sin embargo, en dicho manejo se encontró una mayor sensibilidad a la infestación de parásitos, tanto antes como después del destete definitivo. Otro tipo de destete estudiado fue el destete realizado con un alambrado de por medio, en el que los animales mantienen contacto visual, auditivo y olfativo pudiendo por ende comunicarse antes de la separación definitiva (Orihuela y col., 2004). Sin embargo, con este tipo de destete los corderos vocalizaron más el día del destete, lo que indicaría mayor respuesta de estrés que en el destete abrupto (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). También se ha estudiado el destete en dos etapas, el que consiste en una primera etapa en donde se impide el amamantamiento del cordero, cubriendo la ubre de la madre y luego una segunda etapa donde se realiza la separación definitiva de la oveja y su cría (Schichowski y col., 2008). Los corderos destetados con este método vocalizaron menos que los destetados abruptamente (Schichowski y col., 2008).

El destete artificial, realizado de manera abrupta y completa produce una respuesta de estrés generada por una serie de factores como: emocional, debido a la separación física entre la oveja y su cordero y por ende pérdida del vínculo madre-cría; cambios en el ambiente físico y social, la oveja o el cordero son llevados a un lugar nuevo, desconocido para ellos, en donde probablemente tendrán contacto con animales con los que anteriormente no tenían; cese de la succión, produce que ciertos mecanismos neurofisiológicos inducidos por la misma se vean interrumpidos y cambios nutricionales en el cordero, se sustituye completamente la alimentación láctea por otro tipo de alimentos (Weary y col., 2008; Freitas-de-Melo y col., 2013; Damian y col., 2013). Esta respuesta de estrés al destete artificial puede variar en intensidad dependiendo de algunos factores, tales como: la intensidad del vínculo madre-cría, la cual, cuanto mayor sea, mayor será la respuesta de estrés a la separación; la edad de los corderos, donde a menor edad, más fuerte es el vínculo; el sexo de la cría y su raza, donde las hembras presentan una mayor intensidad en el vínculo madre-cría; así como también debido a la alimentación que ha recibido la madre durante la gestación y lactancia, ya que una restricción alimenticia importante afecta negativamente el vínculo madre-cría y por ende la respuesta de estrés a la separación (Shaw y col., 1995; Schichowski y col., 2008; Freitas-de-Melo y col., 2015; Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). En este contexto, se ha estudiado que tanto la oveja como el cordero responden al destete incrementando la frecuencia de vocalizaciones (Orgeur y col., 1999) y la actividad locomotora, lo que indica su esfuerzo por restablecer el contacto (Zito y col., 1977). A su vez ocurren algunos cambios fisiológicos importantes como el aumento de la concentración sérica de cortisol (Rhind y col., 1998; Pérez-León y col., 2006), junto con el aumento de los leucocitos (Orgeur y col., 1998) y la disminución de la concentración de proteínas totales y globulinas (Freitas-de-Melo y col., 2013) en las ovejas, lo que indicaría una respuesta de estrés al destete abrupto. Esta serie de cambios comportamentales y fisiológicos que sufren tanto ovejas como corderos generalmente se producen inmediatamente de la separación entre ambos, alcanzando su máxima amplitud a las pocas horas de realizado el destete artificial y se manifiestan durante 3 a 4 días aproximadamente, para luego cesar. Uno de los motivos por los cuales se piensa que estos comportamientos no

llegan más allá de los 4 días luego del destete podría vincularse a la baja efectividad que tienen en comparación al gasto que les genera (Weary y Fraser, 1995; Freitas-de-Melo y col., 2013). A su vez, tanto las madres como las crías disminuyen los comportamientos de alimentación y descanso al aumentar los comportamientos relacionados a la búsqueda. Se ha comprobado que luego del destete los animales pasan menos tiempo echados, pastando y rumiando de lo que lo hacían anteriormente (Freitas-de-Melo y col., 2013; Damián y col., 2013; Cockram y col., 1993).

2.3 Efecto de la subnutrición durante la gestación sobre el vínculo madre-cría

Una alimentación por debajo de los requerimientos nutricionales durante la gestación y lactancia de las ovejas podría afectar el desarrollo de los procesos fisiológicos relacionados al parto y la correcta expresión del comportamiento tanto de la madre como de su cría, afectando seguramente en forma negativa el vínculo entre ellos. Es conocido que la subnutrición en el último mes de la gestación en ovejas puede acelerar la maduración del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal fetal con un incremento temprano de los niveles de cortisol fetal (Bloomfield y col., 2004), una mayor expresión de receptores de ACTH en la glándula adrenal fetal (Edwards y col., 2002), lo que consecuentemente provoca un adelanto del parto (Bloomfield y col., 2003). A su vez, estos corderos tienen menor peso al nacer (Thomson y Thomson, 1949; Smeaton y col., 1985), lo que se asocia con una menor tasa de crecimiento (Oliver y col., 2001, 2005) y mayor mortandad (Moule, 1954; Alexander y col., 1959; Davies, 1964). El reconocimiento de la cría y el establecimiento del vínculo madre-cría también pueden verse afectados por la subnutrición durante la gestación. Por ejemplo, ovejas alimentadas por debajo de sus necesidades (65% con respecto al grupo control), dedicaron menos tiempo al aseo de su cría y demostraron comportamientos más agresivos hacia sus corderos que aquellas ovejas alimentadas adecuadamente (Dwyer y col., 2003). A su vez, esto repercute en una baja habilidad por parte del cordero en diferenciar a su madre de otra oveja durante las primeras 12 h posparto (Olazábal-Fenochio y col., 2013). Por ejemplo, las ovejas menos pesadas son más propensas a verse más atraídas por comida que por sus corderos, y a moverse del lugar de parición para poder pastar. Como consecuencia ocurre una mayor separación entre la madre y su cría, pudiendo aumentar la mortalidad de los corderos (Nowak, 1996, Dwyer, 2008). Putu y col. (1988) demostraron que al suplementar a las ovejas gestantes con lupino durante la última semana de gestación, se lograron mejoras en el comportamiento maternal de las ovejas, dando como resultado un mayor cuidado de sus crías y las ovejas permanecieron en el lugar de parto por más tiempo.

La alimentación deficiente durante la preñez y la etapa de lactancia puede afectar la producción de leche por parte de la madre y por tanto el desarrollo del cordero. Debido a esta menor producción de leche, existirá como consecuencia un cordero que comenzará a ingerir pasturas más tempranamente, en un intento por compensar la falta de leche que le debiera proporcionar su madre, lo que va a generar un cordero más independiente y por ende con una intensidad menor

en el vínculo con su madre. Una baja alimentación durante la gestación afecta negativamente la producción de leche durante el postparto, lo que puede afectar la intensidad del vínculo madre-cría, ya que la producción de leche es un factor determinante en la intensidad del vínculo madre-cría (Arnold y col., 1979). La respuesta al destete artificial es proporcional a la intensidad del vínculo madre-cría, por lo que una menor producción de leche podría determinar una menor intensidad del vínculo madre-cría y una menor respuesta de estrés al destete. En resumen, la alimentación inadecuada de la madre durante la preñez y en el período posparto, no solo disminuye el peso al nacer, sino que también afecta negativamente la condición de ella misma durante el período de lactación, y el despliegue de su comportamiento materno.

3. Hipótesis

Una oferta de forraje baja desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación de las ovejas afecta negativamente el comportamiento maternal al parto y la respuesta de estrés de las ovejas al destete.

4. Objetivo

Determinar si una oferta de forraje baja desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación en ovejas afecta el comportamiento maternal al parto y la respuesta de estrés de las ovejas al destete.

4.1 Objetivos específicos:

Determinar si una oferta de forraje baja desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación en ovejas afecta:

- el peso, la condición corporal y la producción de leche de las ovejas;
- el comportamiento de las ovejas al parto y al destete.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Local de estudio, animales y su manejo

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, Facultad de Agronomía, Universidad de la República (Cerro Largo, Uruguay; 32° S). Todos los procedimientos fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Se utilizaron ovejas múltiparas que habían parido una cría, con un peso de $48,2 \pm 0,8$ kg (media \pm sem) y una condición corporal (CC) de $2,6 \pm 0,1$ (escala de 1 a 5 donde 1 = emaciado y 5 = obeso; Russel et al., 1969) al comienzo del estudio. Las ovejas pastaron campo natural bajo condiciones extensivas y con libre acceso al agua. Las ovejas fueron pesadas y se determinó la condición corporal desde 23 días antes de realizada la inseminación artificial (IA) hasta el destete artificial en forma mensual. El estro fue sincronizado con dos dosis de un análogo de PGF2alfa (10 mg, Dinoprost tromethamine, Lutalyse, Pfizer, Kalamazoo, MI, EUA) separadas por 10 días. El estro fue detectado dos veces al día, utilizando 10% de carneros vasectomizados pintados en el pecho. Las ovejas detectadas en estro fueron inseminadas con semen fresco de 3 carneros diferentes, mediante la técnica de inseminación transcervical 12 h luego de la detección de celo (día 0). Treinta días después de la IA se realizó ultrasonografía transrectal, seleccionando aquellas ovejas que solo gestaban un feto.

5.2. Tratamientos experimentales y diseño experimental

Las ovejas se asignaron al azar a dos ofertas de forraje desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 días de gestación. Doce ovejas pastaron en una alta oferta de forraje (10 a 12 kg de materia seca (MS)/100 kg de peso vivo (PV) por día; grupo AOF), y otras 12 ovejas pastorearon en una baja oferta de forraje (5 a 8 kg MS/100 kg de PV por día; grupo BOF). El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones y 4 animales en cada parcela. Los animales se ubicaron en tres potreros distintos divididos en dos por cercas eléctricas. Se realizó esquila preparto a los 120 días de gestación, y antes de la esquila cada oveja recibió 100 mL de glicerina cruda animal. Un día luego de la esquila las ovejas recibieron afrechillo de arroz ($200 \text{ g.kg PV}^{-1}.\text{d}^{-1}$) y 50 mL de glicerina cruda. $\text{animal}^{-1}.\text{d}^{-1}$ (glicerol al 77%).

5.3 Manejos posteriores al tratamiento

Luego de la esquila realizada el día 120 de gestación, las ovejas de ambos grupos pastorearon pradera de festuca (14 kg de MS/100 kg de PV por día) de los días 123 al 148 de gestación. A partir de este momento hasta el destete artificial, todas las ovejas permanecieron en potreros pastoreando campo natural a una disponibilidad de 12 a 15 kg de MS/100 kg de PV por día y con libre acceso al agua.

5.4 Cálculo de disponibilidad de pastura

La asignación de pastura (kg / ha de MS) se estimó y ajustó mensualmente, utilizando una técnica de doble muestreo directo, con apreciación visual y una escala de 1 a 5 (Haydock y Shaw, 1975). En cada parcela (total 6), la cantidad de escalas que se utilizaron se definió de acuerdo a la heterogeneidad de la pastura, y luego, cada punto de la escala fue definido por la densidad y altura de la misma. Se usó cuadrantes de 50 x 20 cm² en cada punto de la escala y se midió la altura de los pastos (se midieron tres puntos en la línea diagonal), posteriormente la pastura fue cortada a nivel del suelo. Se tomaron tres muestras frescas de cada escala de cada potrero y se pesaron. Cada muestra se secó en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 h para determinar el contenido de MS. Luego, se calculó la asignación de forraje/ha de cada muestra. Se determinó cada punto de la escala y la medida de altura del pasto para cada potrero y se relacionaron con los kg de MS /ha. La ecuación lineal con mayor coeficiente de determinación se utilizó para estimar los kg de MS/ha de cada potrero. En cada corral se realizaron de 80 a 100 estimaciones visuales para definir los puntos de la escala y se determinó la altura de la pastura. La media de punto de escala o de la altura del forraje se utilizó para estimar los kg de MS/ha usando la ecuación lineal. Entonces, los kg de MS/ha por cada 100 kg de peso corporal por mes se ajustaron utilizando el peso total de las ovejas, e incluyendo o sacando ovejas de misma edad y estado fisiológico.

5.5 Registros comportamentales al nacimiento

Los nacimientos de los corderos fueron observados durante el día (de las 06:00 a las 18:00 horas) en potreros de 1 ha, y durante la noche en corrales de 40m X 20m con luz artificial tenue. Para ello las ovejas fueron trasladadas todos los días a los corrales que estaban a muy corta distancia de donde permanecían durante el día. Durante todo el periodo las ovejas continuaron siendo suplementadas. Los registros fueron realizados por 4 observadores entrenados, en grupos de a 2 y turnos de 6 h.

5.6 Escala de comportamiento maternal (ECM)

Se registró la ECM para cada oveja entre las 12 y 24 h posparto. Mientras el cordero era pesado, un observador registró el ECM en una escala de 1 a 5 puntos basado en la distancia que la oveja permanecía en relación a su cordero (1= mínimo: abandona al cordero, se aleja más de 10 metros y no retornaba cuando el observador se retiraba, 5=máximo: la oveja permanecía a menos de 1 metro de distancia de su cordero y realizaba contacto físico con el mismo) (O'Connor et al., 1985).

5.7 Peso, CC, producción de leche y respuestas comportamentales y fisiológicas al destete en ovejas

Se pesaron a las ovejas desde el nacimiento hasta el destete artificial, y se estimó la producción de leche ordeñando a todas las ovejas a los 32, 41 y 54

días postparto. Previo a la estimación de la producción de leche, se separó temporalmente a las ovejas de sus crías impidiéndoles mamar. La producción de leche se estimó mediante la técnica de ordeño usando oxitocina (Sphor et al., 2011). Para ello se inyectó 5 UI de oxitocina im (Hipofamina, Laboratorios Dispert, Montevideo, Uruguay) y se ordeñó a la oveja en forma manual y completa. A las 4 h se repitió el procedimiento, y luego del mismo las ovejas volvieron a reunirse con sus respectivos corderos. La producción de leche diaria se calculó de acuerdo a Doney et al. (1979). Antes del destete se registró la frecuencia de amamantamiento de los corderos.

Registros comportamentales al destete

El destete artificial se realizó en forma completa y abrupta a los 65 días (Día 0) de edad, llevando a los corderos a un potrero ubicado a una distancia mayor a los 1000 m, evitando el contacto visual, auditivo y olfativo entre los corderos y las madres. En los potreros en que se ubicaron a los corderos luego del destete, había zonas con sombra y agua *ad libitum*.

Los registros de comportamientos se realizaron desde el Día -3 hasta el Día 6, durante dos períodos diarios (08:00 a 11:00 y 16:00 a 19:00 h). Las observaciones fueron realizadas por dos observadores, uno para cada grupo de animales. Se registraron los principales comportamientos (costear, vocalizar, caminar, rumiar, pastar, parado y echado) utilizando muestreos instantáneos (scan) cada 10 min. Las vocalizaciones se registraron usando un muestreo 0/1 durante un período de 30 s cada 10 min (Lehner, 1996).

5.8 Análisis estadístico

Todas las variables fueron testeadas en cuanto a su distribución normal por el test de Shapiro-Wilk. Los datos se analizaron en un diseño de bloques al azar utilizando el Programa del Sistema SAS (SAS Institute, Cary, NC, EE. UU.), considerando el efecto del tiempo, tratamiento e interacción entre tratamiento y tiempo. Se calculó la frecuencia de observaciones en que cada oveja realizó cada comportamiento. El valor de la ECM y los eventos de amamantamiento se compararon mediante ANOVA de acuerdo a la alimentación que tuvieron las ovejas durante la gestación. La producción de leche, el peso y la CC de las ovejas, así como la frecuencia de los diferentes comportamientos evaluados antes y luego del destete fueron analizados mediante ANOVA para mediciones repetidas (procedimiento MIXED). La separación de medias de variables con distribución normal se hizo utilizando el test de Tukey-Kramer. Los efectos se consideraron significativos cuando $P \leq 0,05$, y se consideró como tendencia estadística cuando $0,05 < P < 0,1$. Los datos se presentan como medias ajustadas \pm error estándar de la media.

6. RESULTADOS

6.1 PC y CC durante la gestación

El PC y la CC de las ovejas se vieron afectados por los tratamientos nutricionales llevados a cabo durante la gestación. Las ovejas del grupo AOF tuvieron un mayor peso y condición corporal que las del grupo BOF (PV, AOF: $50,2 \pm 0,4$ kg vs BOF: $48,3 \pm 0,4$ kg; $P < 0,005$; CC, AOF: $2,7 \pm 0,03$ vs BOF: $2,5 \pm 0,03$; $P < 0,005$). Hubo una interacción entre el tratamiento nutricional recibido por los animales y el tiempo, tanto para el peso corporal ($P < 0,01$) como para la condición corporal ($P < 0,005$). Entre el día 58 y el día 122 de gestación las ovejas de AOF tuvieron mayor peso corporal que las ovejas que recibieron el tratamiento BOF ($P \leq 0,0006$). Las ovejas AOF también tendieron a ser más pesadas el día 145 de gestación que las ovejas BOF ($P = 0,06$) (Figura 1A). Desde el día 58 hasta el día 145 de gestación, las ovejas de AOF lograron mayor CC que las ovejas del grupo BOF ($P \leq 0,01$) (Figura 1B).

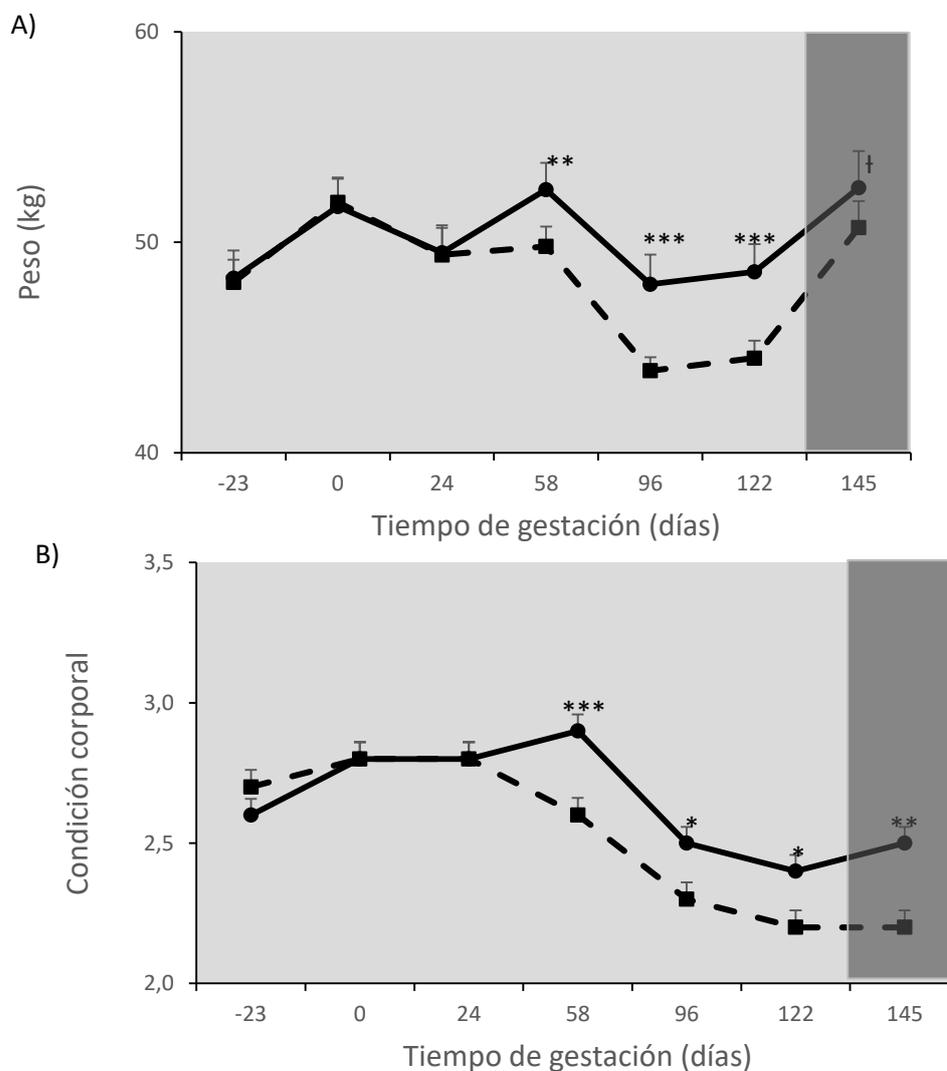


Figura 1: (A) Peso y (B) condición corporal de ovejas que pastorearon alta (-●-) o baja (-■-) oferta de forraje de campo natural desde 23 días antes de la concepción (día 0) hasta el día 122 de gestación (media \pm EE). El área gris clara muestra el período durante el cual las ovejas recibieron los tratamientos nutricionales en pastura natural mientras que el área gris oscura indica el período en el cual las ovejas pastorearon sobre *Festuca Arundinacea*. Los asteriscos indican diferencias significativas entre los tratamientos en los diferentes días y la cruz indica tendencia: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; † $P = 0,06$.

6.2 PC durante el período posparto

El tratamiento nutricional diferencial que recibieron ambos grupos durante la gestación afectó el PC de las ovejas durante el posparto. Las ovejas del grupo AOF presentaron mayor PV que las ovejas pertenecientes al grupo BOF ($46,3 \pm 1,2$ kg vs $42,5 \pm 1,2$ kg respectivamente; $P < 0,04$). En ambos tratamientos los animales perdieron PV entre los días 34 y 65 posparto ($P < 0,001$; Figura 2). No hubo interacción entre el tratamiento nutricional y el tiempo.

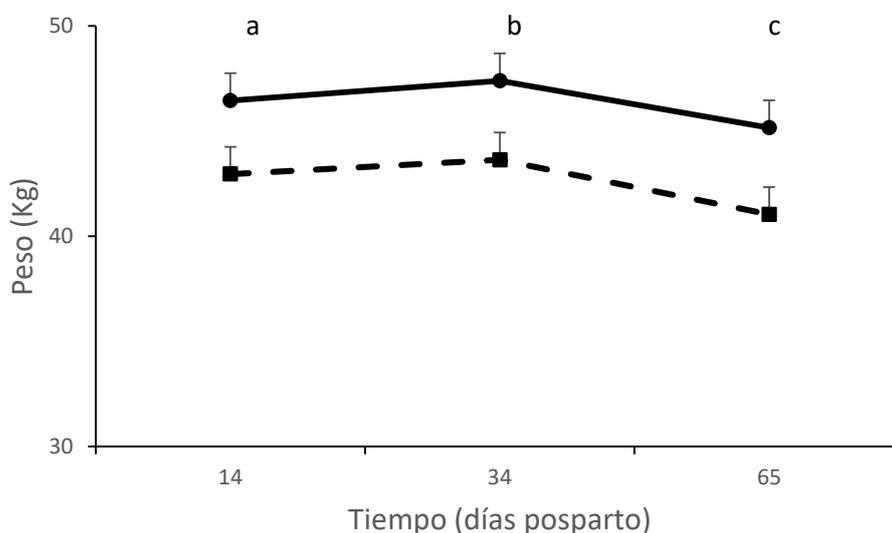


Figura 2: Peso corporal durante el período posparto de ovejas que estuvieron en alta (-●-) o baja (-■-) oferta de forraje de campo natural desde 23 días antes de la concepción hasta 122 días de gestación (media \pm EE). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los días ($P < 0,0001$).

6.3 Producción láctea en el período posparto

Los tratamientos nutricionales afectaron la producción láctea de las ovejas. Las ovejas que recibieron el tratamiento AOF produjeron más kilos de leche por día que las ovejas del grupo BOF ($0,7 \pm 0,04$ kg/día vs $0,5 \pm 0,04$ kg/día respectivamente; $P = 0,03$). A su vez la producción láctea fue disminuyendo a lo largo del tiempo ($P < 0,0001$). No hubo interacción entre el tratamiento nutricional y el tiempo (Figura 3).

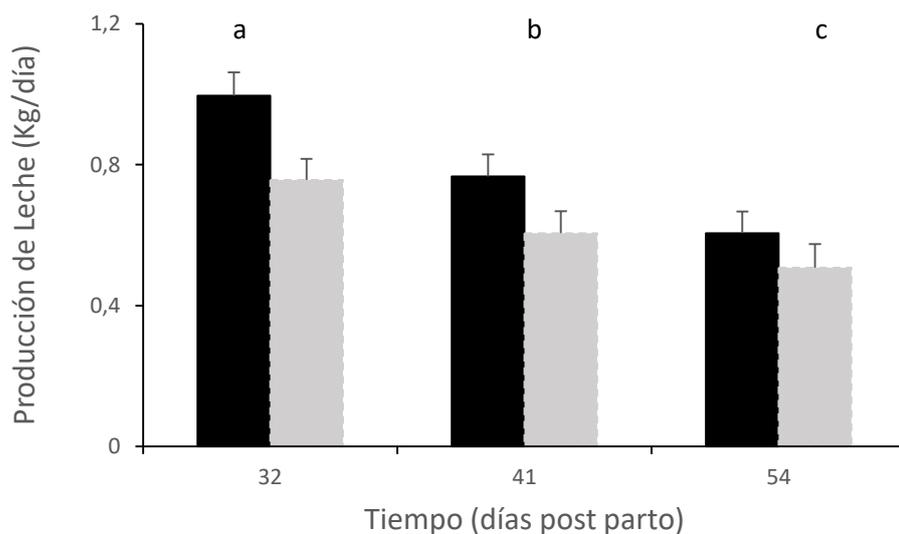


Figura 3: Producción láctea de ovejas que pastorearon en alta (barras negras) o baja (barras grises) oferta de forraje de campo natural desde 23 días antes de la concepción hasta 122 días de gestación (media \pm EE). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los días ($P < 0,0001$).

6.4 Escala de comportamiento maternal al parto (ECM)

Los tratamientos nutricionales recibidos por las ovejas durante la gestación no afectaron la ECM. El grupo AOF presentó una escala de ECM de $4,3 \pm 0,3$ y el grupo que pastoreó a una BOF de $4,2 \pm 0,3$.

6.5 Comportamientos al destete

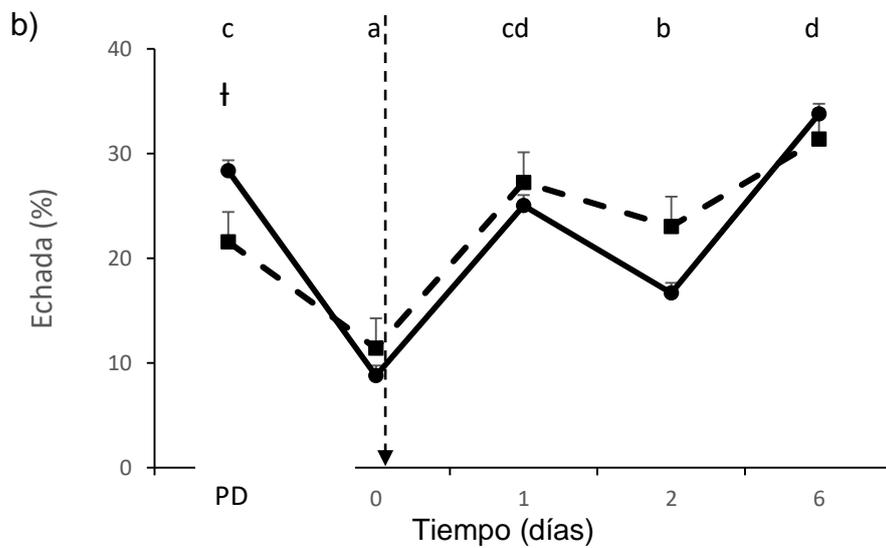
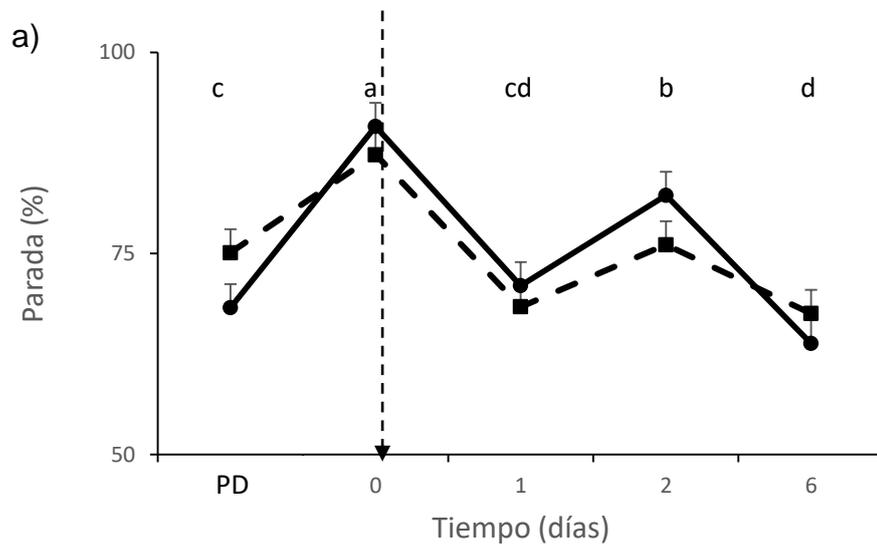
Antes del destete no se registraron diferencias en la frecuencia de amamantamiento entre los tratamientos ($1,2 \pm 0,3$ vs $1,2 \pm 0,2$ en 18 h para las ovejas AOF y BOF, respectivamente).

6.5.1 Posturas: parada, echada y caminando

No hubo efecto del tratamiento en la frecuencia con que las ovejas se mantuvieron paradas. Se observaron cambios a lo largo del tiempo ($P < 0,0001$): las ovejas presentaron una frecuencia máxima el día del destete, luego del que fueron observadas menos veces paradas, presentando un valor mínimo 6 días luego del destete (Figura 1a). No hubo interacción entre tratamiento y tiempo para el comportamiento parada.

No se observó efecto del tratamiento en la frecuencia con que las ovejas estuvieron echadas. Se observaron cambios con el tiempo ($P < 0,0001$): las ovejas presentaron la menor frecuencia de este comportamiento el día en que se realizó el destete. En el Día 1 posdestete las ovejas volvieron a los valores iniciales para el comportamiento echadas, y se observó la frecuencia máxima 6 días luego del destete (Figura 1b). No se observó interacción entre tratamiento y tiempo para el comportamiento echada.

No hubo efecto del tratamiento sobre la frecuencia en que las ovejas se encontraron caminando. Se observaron cambios con el tiempo ($P=0,0001$): se observó una disminución en la frecuencia en que ambos grupos caminaron el día del destete (Figura 1c). No se observó interacción entre tratamiento y tiempo.



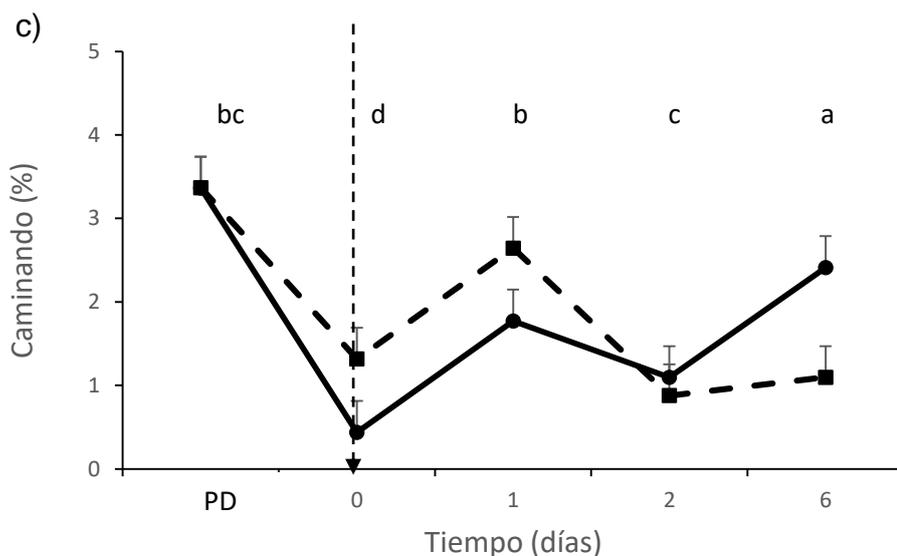


Figura 4. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban (a) paradas, (b) echadas o (c) caminando desde 3 días anteriores al destete hasta 6 días posteriores al mismo en ovejas que pastorearon una alta o baja oferta de forraje de campo natural (media \pm SEM). PD significa período predestete (representa el promedio de los 3 días predestete). La línea discontinuada indica el día del destete. Los asteriscos indican diferencias entre los grupos y la cruz indica tendencia (*: $P < 0,05$; †: $0,1 \geq P > 0,05$). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los días ($P < 0,0001$).

6.5.2 Comportamientos alimenticios: pastando y rumiando

No se observó efecto del tratamiento sobre la frecuencia con que las ovejas estuvieron pastando. Se observaron cambios en el tiempo ($P < 0,0001$): las ovejas disminuyeron la frecuencia con que pastaban, llegando a la frecuencia mínima el Día 0, y posteriormente dicha frecuencia fue incrementando, llegando a su pico máximo el Día 2 (Figura 2a). Hubo interacción entre el tratamiento y el tiempo ($P = 0,0038$): antes de realizarse el destete artificial, las ovejas del grupo BOF pastaban más que las ovejas del grupo AOF ($P < 0,01$). Sin embargo, el día del destete se observó una mayor frecuencia de este comportamiento en las ovejas AOF comprado con las ovejas BOF ($P < 0,01$).

No hubo efecto del tratamiento sobre la frecuencia en que las ovejas rumiaron. No se observaron cambios en el tiempo (Figura 2b). Tampoco hubo interacción entre el tratamiento y el tiempo.

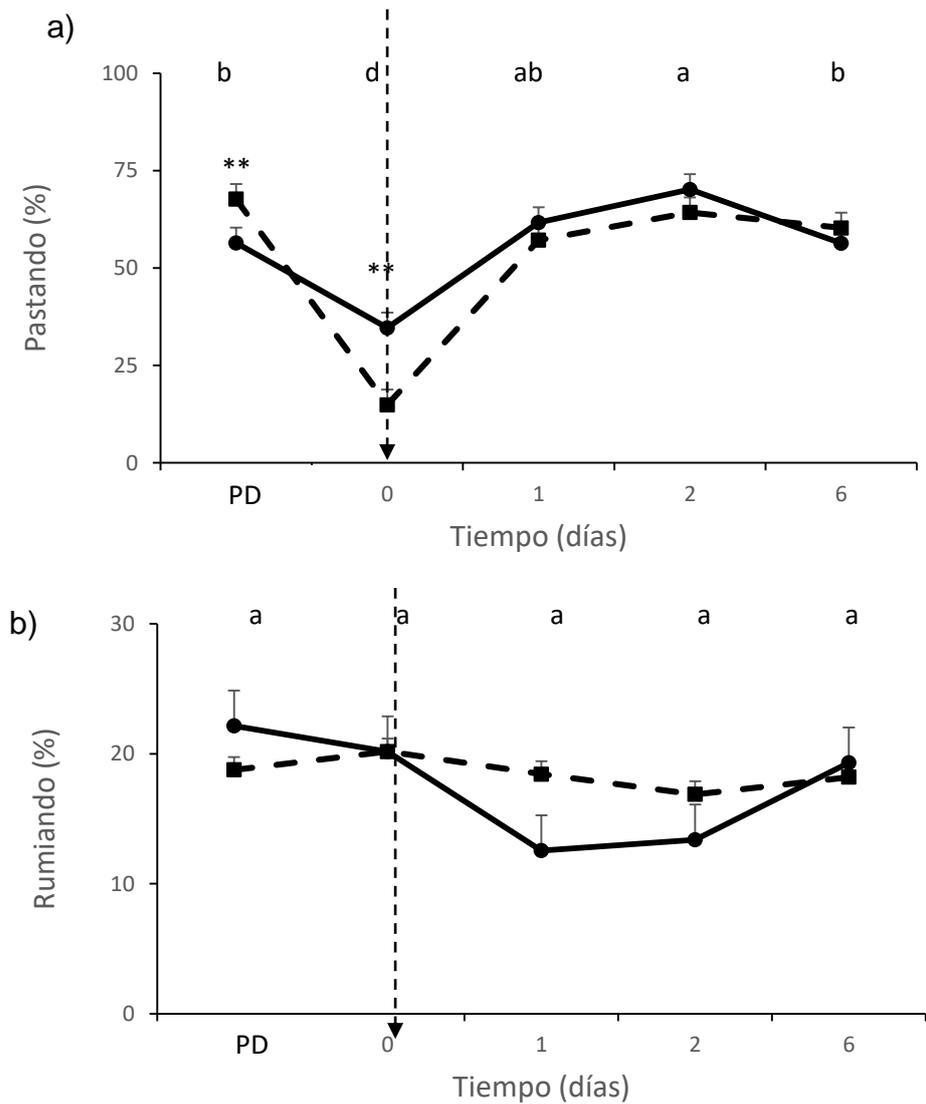


Figura 5. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban (a) pastando y (b) rumiando antes y después del destete artificial, en dos grupos de ovejas que pastorearon a una alta o baja oferta de forraje de campo natural (media \pm SEM). PD significa período predestete (representa el promedio de los 3 días predestete). La línea discontinuada indica el día del destete. Los asteriscos indican diferencias entre los grupos (* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ y *** $P < 0,0001$). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los días ($P < 0,0001$).

6.5.3 Comportamientos indicadores de estrés al destete: costear y vocalizar

No hubo efecto del tratamiento sobre la frecuencia con la que las ovejas costearon. Tanto para el grupo AOF como para el BOF se observaron cambios con el tiempo ($P < 0,0001$): las ovejas de ambos grupos mostraron que costearon solamente el día posterior al destete (Figura 3a). No hubo interacción entre el tratamiento y el tiempo.

No se observó efecto del tratamiento sobre la frecuencia en que los animales vocalizaron. Hubo cambios con el tiempo ($P < 0,0001$): las ovejas presentaron la

máxima frecuencia de vocalizaciones el día del destete artificial, para luego ir decreciendo la frecuencia de vocalizaciones hasta retomar los valores iniciales a los 2 días posdestete (figura 3b). No existió interacción entre el tratamiento y el tiempo.

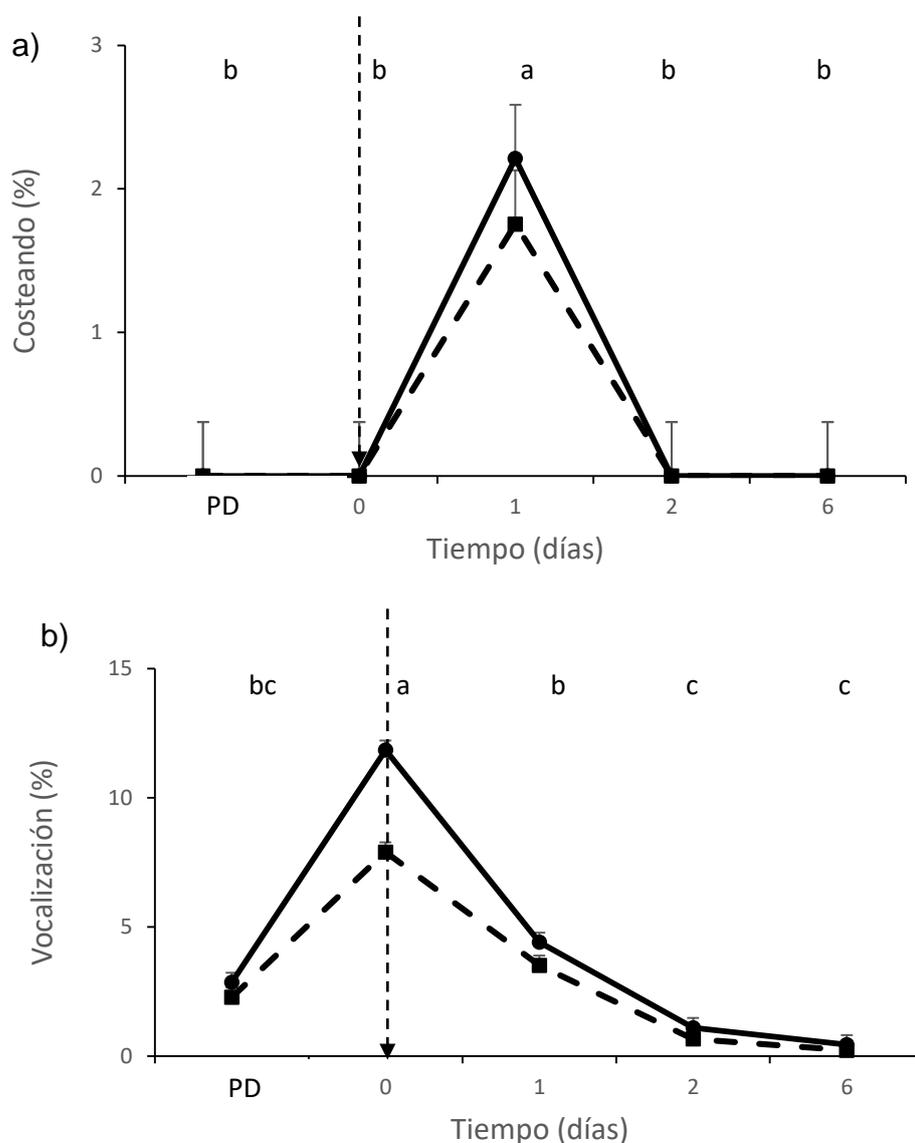


Figura 6. Frecuencia de observaciones en las que las ovejas estaban (a) costeando y (b) vocalizando, desde tres días anteriores al destete, el día del destete y hasta seis días posteriores al mismo, para dos grupos de ovejas que pastorearon a una alta o baja oferta de forraje de campo natural (Media \pm SEM). PD significa período predestete (representa el promedio de los 3 días predestete). La línea discontinuada indica el día del destete. Los asteriscos indican diferencias entre los grupos (* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ y *** $P < 0,0001$). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los días ($P < 0,0001$).

7. DISCUSIÓN

Las ofertas de forraje de campo natural que las ovejas pastorearon desde 23 días antes de la concepción hasta los 122 días de gestación no afectaron el comportamiento maternal al parto (determinado a partir de la ECM) ni las principales respuestas comportamentales indicadoras de estrés al destete (costeando y vocalizando). Por lo tanto, la restricción nutricional a campo natural aplicada en esta Tesis probablemente no afectó la intensidad del vínculo madre-cría al parto y en el posparto. Sin embargo, el reconocimiento de la cría y los comportamientos relacionados con el establecimiento del vínculo madre-cría en ovinos pueden verse afectados por una alimentación deficiente durante la gestación. Por ejemplo, ovejas alimentadas por debajo de sus necesidades (65% con respecto al grupo control), dedicaron menos tiempo al aseo de su cría y demostraron comportamientos más agresivos hacia sus corderos que aquellas ovejas alimentadas adecuadamente (Dwyer y col., 2003). A su vez, esto repercutió en una baja habilidad por parte del cordero en diferenciar a su madre de otra oveja durante las primeras 12 h posparto (Olazábal-Fenochio y col., 2013). Sin embargo, en nuestro trabajo los tratamientos nutricionales no afectaron los comportamientos registrados relacionados con el vínculo madre-cría al parto, lo que coincide con lo expuesto por Freitas-de-Melo y col. (2015), en donde además se registraron otras variables como por ejemplo, el tiempo que tomó la segunda fase del parto, el tiempo en que la madre lamió por primera vez a su cordero luego del nacimiento y el tiempo en pararse y mamar por primera vez. En esta Tesis se utilizaron parte de los animales de dicho trabajo, pero se estudiaron aspectos relacionados al vínculo madre-cría durante el posparto. En ambos casos, probablemente no se encontraron diferencias en los comportamientos relacionados a la intensidad del vínculo madre-cría entre los grupos AOF y BOF, ya que a ambos grupos se les mejoró la alimentación en la etapa final de la gestación (luego de los 123 días hasta el parto), esto debe haber generado una mejora en el vínculo madre-cría. Se ha visto en otros trabajos que la suplementación en el tercio final de gestación repercutió en el aumento de peso y condición corporal de las ovejas, en una mayor producción de calostro y leche, así como en un mayor peso del cordero al nacer (Mukasa-Mugerwa y col., 1994; Banchemo y col., 2002;), el cual probablemente presente mayor vigor, reservas corporales y de grasa parda, facilitando la termorregulación. Sumado a esto, las ovejas de ambos grupos presentaron valores de la ECM que las caracterizaron como muy buenas madres, demostrando ser una majada que se caracteriza por la protección de sus crías.

Por otro lado, aunque el vínculo madre-cría durante el posparto puede verse afectado por una nutrición deficiente de las madres durante la gestación, ya que afecta negativamente la producción de leche y esta es un factor determinante en la intensidad del vínculo madre-cría (Arnold, 1979), los comportamientos más indicativos de respuesta de estrés al destete (vocalizar y costear) no se modificaron con el tratamiento nutricional. Por otro lado, las ovejas BOF pastaron más que las del grupo AOF antes del destete, lo que se revirtió el día del destete artificial, pasando el grupo AOF a ser el que pastó más frecuentemente que el BOF. Una posible explicación de que las ovejas del grupo BOF pastorearan más

antes del destete que las del grupo AOF es que las mismas intentaron compensar la mayor pérdida de peso durante la gestación consumiendo una mayor cantidad de pastura. Esto concuerda con lo observado por Allden y Scott Young (1964) en donde observaron que en comparación con ovejas mejor alimentadas en condiciones similares de pastoreo, las ovejas que habían tenido una peor nutrición mostraron una capacidad para compensar esa restricción previa asociada a un mayor consumo cuando tenían una mejor oferta de alimento posterior. Si bien, en este caso no se midió el consumo de forraje de los animales, la mayor frecuencia de pastoreo podría ser indicativa de un mayor consumo por parte de las ovejas. Por otro lado, la frecuencia de pastoreo cambió el día del destete artificial, pasando a ser las ovejas del grupo AOF las que pastorearon con mayor frecuencia que las BOF. Esto puede ser debido a que el cordero es el principal vínculo de la oveja (Nowak et al., 2011) y generalmente su cordero es su principal compañía de pastoreo. Por lo tanto, al perder al cordero al destete artificial, las ovejas del grupo BOF, las que pastorearon con una mayor frecuencia antes del destete, fueron las que se vieron más afectadas.

Dado que el destete artificial generó cambios en todos los comportamientos, exceptuando rumiando, esto reafirma lo expuesto por Freitas-de-Melo y Ungerfeld, (2016), de que el destete artificial es un manejo estresante. El día del destete artificial se observó un aumento en los comportamientos parada y vocalizando y valores mínimos para echada, caminando y pastando. Para el comportamiento costearo la máxima frecuencia se observó el día siguiente al destete artificial. Por lo tanto, el destete determinó aumentos en las frecuencias de los comportamientos que se relacionan con la búsqueda de la cría, disminuyendo los comportamientos relacionados al descanso y la alimentación (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). Esto puede explicarse debido a que el componente nutricional es un factor determinante del vínculo madre-cordero, pero no el único, ya que también intervienen factores sociales y emocionales, como la interacción con la madre. Damián y col (2013) vieron que la presencia y el vínculo del cordero con su madre es sumamente importante en la respuesta de estrés que se genera cuando existe una separación madre-cría, lo que explica que si bien existió subnutrición para ambos grupos de ovejas, esto no afectó la intensidad del vínculo madre-cría.

El PC y la CC de las ovejas se vieron afectadas por los tratamientos nutricionales a los que fueron sometidas durante gran parte de la gestación. Las ovejas pertenecientes al grupo AOF tuvieron mayor peso vivo y una mayor condición corporal que las ovejas pertenecientes al grupo BOF. Esto concuerda con lo que esperábamos, ya que Chilliard y col (1998) observaron que la pérdida de peso vivo ocurre rápidamente en condiciones de subnutrición. A su vez, el contenido de proteína bruta del campo natural en el que pastorearon las ovejas, es muy bajo durante el invierno, por lo que el balance proteico probablemente será negativo en estas condiciones (Freitas-de-Melo y col., 2018b). Esta subnutrición se refleja claramente en la mayor pérdida de peso vivo que sufrieron las ovejas pertenecientes al grupo BOF, fundamentalmente entre los días 58 y 122 de gestación. En nuestro estudio el déficit nutricional al que fueron sometidas las

ovejas gestantes fue seguido de un aumento en la oferta de forraje y un cambio en la misma hacia el día 123 de gestación, donde pasaron a pastorear una pradera de festuca. A su vez, en el día 120 de gestación se llevó a cabo la esquila, la que probablemente estimuló la ingestión de pasturas por parte de las ovejas (Allden y Scott Young., 1964; Kenyon y col., 2002). Estas dos situaciones en conjunto probablemente hayan aportado para el aumento que se vio en el PC a partir del día 123 de gestación y para la moderada elevación de la CC.

Aunque las ovejas AOF produjeron más leche durante el posparto, lo que podría indicar una mayor demanda de sus reservas corporales y una mayor pérdida de peso, fueron las BOF las que tuvieron menor peso corporal durante el posparto. Por lo tanto, el aumento de la oferta de alimento en el tercio final de la gestación probablemente no fue suficiente para compensar la subnutrición anterior en lo que respecta al desarrollo de la glándula mamaria y el peso corporal. De acuerdo a lo esperado las ovejas AOF produjeron más kg de leche por día en comparación con las ovejas BOF. La mejora que se produjo en la alimentación de las ovejas fue recién a partir de los 123 días de gestación, es decir a falta solamente de 3 semanas para el momento del parto. Treacher (1970) vió que la alimentación de las ovejas gestantes durante las últimas seis semanas de gestación influyó negativamente sobre la producción de leche y la curva de lactancia en ovejas lecheras. A pesar de que hubo diferencias en la producción de leche entre los grupos, las cuales podrían indicar diferentes grados de desarrollo de la glándula mamaria, no se observaron diferencias entre grupos durante los eventos de amamantamientos. Además, las ovejas que sufren restricción nutricional durante la gestación producen menos leche durante la lactancia (Treacher, 1970). Esto compromete el desarrollo corporal del cordero y puede inducir a que el consumo de pasturas en los mismos se adelante como se ha visto en otras especies de mamíferos (Weary y col., 2008). Esto podría provocar un adelantamiento en el proceso de destete natural del cordero y en la independencia nutricional del mismo, lo que llevaría a una menor respuesta de estrés al destete abrupto. El hecho de que no existieran diferencias en los eventos de amamantamientos entre los grupos, podría indicar que la cercanía entre la oveja y su cordero fue similar para ambos grupos y por lo tanto también el vínculo madre-cría. Esto coincide con lo observado por Freitas-de-Melo y col. (2018a), en donde también encontraron que a pesar de las diferencias entre los grupos en la producción de leche, no se afectó negativamente la intensidad del vínculo madre-cría. Lo que podría sugerir que las diferencias en la respuesta al destete en ovinos encontradas en otros estudios, como por ejemplo Freitas-de-Melo y col. (2017) probablemente puedan deberse a diferencias entre grupos en el momento de la independencia nutricional en que se encuentren los corderos, más que a diferencias en la intensidad del vínculo madre-cría.

8. CONCLUSIONES

Una baja oferta de forraje desde antes de la concepción hasta el tercio final de la gestación de las ovejas no afectó en forma negativa el vínculo madre-cría ni la respuesta de estrés de las ovejas al destete, tanto el vínculo madre-cría como los comportamientos al destete más indicativos de la respuesta de estrés (costear y vocalizar) no fueron afectados por los tratamientos nutricionales, posiblemente debido a la mejora en la alimentación que recibieron las ovejas al final de la gestación.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alexander G (1984). Constraints to lamb survival. En: Lindsay DR, Pearce DT, (Ed) *Reproduction in Sheep*, Camberra, Australian Academy of Science, p 199-209.
2. Alexander G, Peterson JE, Watson RH (1959). Neonatal mortality in lambs: Intensive observations during lambing in a Corriedale flock with a history of high lamb mortality. *Aust Vet J.* 35: 433-441.
3. Allden WG, Scott Young R (1964). The summer nutrition of weaner sheep: herbage intake following periods of differential nutrition. *Aust J Agric Res* 15: 989-1000.
4. Anderson, R.R. (1975). Mammary Gland Growth in Sheep. *J Anim Sci* 41: 118–123.
5. Arnold GW, Morgan PD (1975). Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. *Appl Anim Ethol.* 2: 25-46.
6. Arnold GW, Wallace SR, Maller RA (1979). Some factors involved in natural weaning processes in sheep. *Appl Anim Ethol.* 5: 43-50.
7. Banchemo, G.E., Quintans, G., Milton, J.T.B., Lindsay, D.R. (2002). Supplementation of Corriedale ewes with maize during the last week of pregnancy increases production of colostrum. *Anim. Prod. Aust.* 24: 273.
8. Banchemo, G.E., Quintans, G., Martin, A., Lindsay, D.R., Milton, J.T.B. (2004). Nutrition and colostrum production in sheep. 1. Metabolic and hormonal responses to a high-energy supplement in the final stages of pregnancy. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 633–643.
9. Berger J (1979). Weaning conflict in Desert and Mountain Bighorn sheep (*Ovis canadensis*): an ecological interpretation. *Z. Tierpsychol.* 50: 188-200.
10. Bloomfield FH, Oliver MH, Hawkins P, Campbell M, Philips DJ, Gluckman PD, Challis JR, Harding JE, (2003) periconceptional nutritional origin for non-infectious preterm birth. *Science.* 300: 606.
11. Bloomfield FH, Oliver MH, Hawkins P, Holloway AC, Campbell M, Gluckman PD, Harding JE, Challis JR (2004). Periconceptional undernutrition in sheep accelerates maturation of the fetal hypothalamic-pituitary-adrenal axis in late gestation. *Endocrinology.* 145: 1278-4285.
12. Brown TH (1964). Early weaning of lambs. *J Agric Sci*; 63:191-204.
13. Carámbula M (1991). Aspectos relevantes para la producción forrajera. INIA Serie técnica N°19, p. 45-46.
14. Chilliard Y, Bocquier F, Doreau M. (1998). Digestive and metabolic adaptation of ruminants to undernutrition, and consequences of reproduction. *Reprod Nutr Dev* 38:131-152.
15. Christley RM, Morgan KL, Parkin TDH, French NP (2003). Factors related to risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Prev Vet Med.* 57: 209-226.
16. 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. *Appl Anim Behav Sci*; 38:127-142.
17. Corner A, Kenyon PR, Stafford KJ, West M, Lopez-Villalobos N, Morris ST, Oliver MH. (2008). Effect of nutrition from mid to late pregnancy on the

- performance of twin- and triplet-bearing ewes and their lambs. *Aust J Exp Agr* 48:666-671.
18. Damián JP, Hötzel MJ, Banchemo G, Ungerfeld R. (2013); Behavioural response of grazing lambs to changes associated with feeding and separation from their mothers at weaning. *Res Vet Sci.* 95(3):913-8.
 19. Davies HL (1964). Lamb losses in South Western Australia. *Proc Aust Soc Anim Prod* 5: 107-112.
 20. Doney JM, Peart JN, Smith WF, Louda F (1979). A consideration of the technique for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *J Agric Sci.* 92: 123–132.
 21. Dwyer CM, Lawrence AB, Bishop SC, Lewis M (2003). Ewe-Lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *Br J Nutr.* 89: 123-136.
 22. Dwyer, C.M. (2008). Individual Variation in the Expression of Maternal Behaviour: A Review of the Neuroendocrine Mechanisms in the Sheep. *J. Neuroendocrinol.* 20: 526-534.
 23. Dwyer, C.M. (2014). Maternal behavior and lamb survival from neuroendocrinology to practical application. *Animal* 8:102–112.
 24. Eales FA, Small J (1995). *Practical lambing and lamb care.* Singapore, Longman, 247 p.
 25. Edwards LJ, Bryce AE, Coulter CL, McMillen IC (2002). Maternal undernutrition throughout pregnancy increases adrenocorticotrophic receptor and steroidogenic acute regulatory protein gene expression in the adrenal gland of twin fetal sheep during late gestation. *Mol Cell Endocrinol.* 196: 1-10.
 26. Erhard HW, Boissy A, Rae MT, Rhind SM (2004). Effects of prenatal undernutrition on emotional reactivity and cognitive flexibility in adult sheep. *Behav Br Res.* 151: 25-35.
 27. Ewbank E (1967). Nursing and suckling behaviour amongst Clun Forest ewes and lambs. *Anim Behav.* 15: 251-258.
 28. Freitas de Melo A, Banchemo G, Hötzel MJ, Damián JP, Ungerfeld R. (2013) Progesterone administration reduces the behavioural and physiological responses of ewes to abrupt weaning of lambs. *Animal.* 7(8):1367-1373.
 29. Freitas-de-Melo A, Ungerfeld R, Hötzel MJ, Abud MJ, Alvarez Oxiley A, Orihuela A, et al (2015). Mother–young behaviours at lambing in grazing ewes: Effects of lamb sex and food restriction in pregnancy. *Appl Anim Behav Sci;* 168:3136.
 30. Freitas-de-Melo A, Ungerfeld R. (2016). *Rev Mex Cienc Pecu;* 7(3):361-375.
 31. Freitas-de-Melo A, Ungerfeld R, Orihuela A, Hötzel MJ, Pérez-Clariget R (2017a). 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. *Anim. Prod. Sci.* 58:930936.
 32. Freitas-de-Melo A, Ungerfeld R, Orihuela A, Hötzel MJ, Pérez-Clariget, R (2018a). Restricción alimenticia durante la gestación y vínculo madre-cría en ovinos: una revisión. *Veterinaria (Montevideo).* 54:19-28.
 33. Freitas-de-Melo A, Terrazas A, Ungerfeld R, Hötzel MJ, Orihuela A, Pérez-Clariget, R (2018b). Influence of low pasture allowance during pregnancy on

- the attachment between ewes and their lambs at birth and during lactation. *Appl Anim Behav Sci*; 199:9-16.
34. Gardner DS, Pearce S, Dandrea J, Walker R, Ramsay MM, Stephenson T, Symonds ME (2004). Peri-implantation undernutrition programs blunted angiotensin II evoked baroreflex responses in young adult sheep. *Hypertension*. 43: 1290-1296.
 35. Haughey KG (1991). Perinatal lamb mortality-its investigation, causes and control. *J S African Vet Assoc*. 62: 78-91.
 36. Haydoc KP, Shaw NH (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust J Exp Agric Anim Hus* 15: 663-670.
 37. Hinch GN, Lecrivain E, Lynch JJ, Elwin RL (1987). Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Appl Anim Behav Sci*. 17: 305-318.
 38. Hinch GN (1989). The suckling behaviour of triple, twin and single lambs at pasture. *Appl Anim Behav Sci*; 22:39-48.
 39. Kendrick KM, Keverne EB, Baldwin BA, Sharman DF (1986). Cerebrospinal fluid levels of acetylcholinesterase, monoamines and oxytocin during labor, parturition, vaginocervical stimulation, lamb separation and suckling in sheep. *Neuroendocrinology* 44: 149-156.
 40. Kenyon PR, Morris ST, Revell DK, Mc Cutcheon SN (2002) Nutrition during mid to late pregnancy does not affect the birth weight response to mid pregnancy shearing. *Aust J Agric Res* 53: 13-20.
 41. Kenyon, P.R., Webby, R.W. (2007). Pastures and supplements in sheep production systems. En: Rattray PV, Brookes IM, Nicol AM. Pasture and supplements for grazing animals. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N°14, p. 255–274.
 42. Kuchel RC, Lindsay DR (1999). Maternal behavior and the survival of lambs in superfine wool sheep. *Reprod Fert Develop*. 11: 391-394.
 43. Lehner PN (1996). Handbook of ethological methods, 2a ed. Cambridge, Cambridge University, 694 p.
 44. Lévy F, Keller M, Poindron P (2004). Olfactory regulation of maternal behavior in mammals. *Horm Behav*; 46:284-302.
 45. Lévy F, Kendrick KM, Keverne EB, Piketty V, Poindron P (1992). Intracerebral oxytocin is important for the onset of maternal behavior in inexperienced ewes delivered under peridural anesthesia. *Behav Neurosci* 106: 427–432.
 46. Lynch, J.J., Leng, R.A., Hinch, G.N., Nolan, J., Bindon, B.M., Piper, L.R. (1990). Effects of cottonseed supplementation on birth weight and survival of lambs from a range of litter sizes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 18:516.
 47. Lynch JJ, Hinch GN, Adams DB (1992) Biological principles and implications for production. En: Lynch JJ, Hinch GN, Adams DB. The behaviour of sheep. Melbourne, CSIRO, p. 126- 152.
 48. Moule GR (1954). Observations on mortality amongst lambs in Queensland. *Aust Vet J*. 30: 153-171.
 49. 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. *Prev Vet Med* 19:45-56.

50. Munro J (1962). A study of the milk yield of three strains of Scottish Blackface ewes in two environments. *Anim Prod.* 4: 203-213.
51. Munro J (1956). Observations on the suckling behaviour of young lambs. *Br J Anim Behav.* 4: 34-36.
52. Napolitano F, Marino V, De Rosa G, Capparelli R, Bordi A (1995). Influence of artificial rearing on behavioural and immune response of lambs. *Appl Anim Behav Sci.* 45: 245-253.
53. Napolitano F, Rosa D, Sevi A (2008). Welfare implications of artificial rearing and early weaning in sheep. *Appl Anim Behav Sci*; 110:58-72.
54. Nowak R, Poindron P, Le Neindre P, Putu IG (1987). Ability of 12-hour-old Merino and crossbred lambs to recognize their mothers. *Appl Anim Behav Sci.* 17: 263-271.
55. Nowak R (1996) Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Appl Anim Behav Sci* 49: 61-72.
56. Nowak R, Porter RH, Levy F, Orgeur P, Schaal B (2000). Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev Reprod.* 5: 153-163.
57. Nowak R, Keller M and Levy F (2011). Mother–Young relationships in sheep: A model for a multidisciplinary approach of the study of attachment in mammals. *J Neuroendocrinol* 23: 1042–1053.
58. O'Connor CE, Jay NP, Nicol AM, Beatson PR (1985). Ewe maternal behaviour score and lamb survival. *Proc NZ Soc Anim Prod,* 45: 159-162.
59. Oficialdegui R (2002) Sistemas de Producción a pastos con Ovinos. Disponible en: <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2010-2/arch-7.pdf>. Fecha de consulta: 1-6-2016.
60. Olazabal-Fenochio A, Vera-Ávila HR, Serafín-López N, Medrano-Hernández JA, Sánchez-Saucedo H, Terrazas-García AM. Reconocimiento mutuo madre-cría en ovinos Columbia con restricción nutricional durante la gestación. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013; 4(2):127-147.
61. Oliver MH, Hawkins P, Breier BH, Van Zijl PL, Sargison SA, Harding JE (2001). Maternal undernutrition during the periconceptual period increases plasma taurine levels and insulin response to glucose but not arginine in the late gestational fetal sheep. *Endocrinology.* 142: 4576-4579.
62. Oliver MH, Hawkins P, Harding JE (2005). Periconceptual undernutrition alters growth trajectory and metabolic and endocrine responses to fasting in late-gestation fetal sheep. *Pediatr Res.* 57: 591-598.
63. Oliver MH, Jaquiere AL, Bloomfield FH, Harding JE (2007). The effects of maternal nutrition around the time of conception on the health of the offspring. *Soc Reprod Fert (Suppl 64):* 397-410.
64. Orgeur P, Mavric N, Yvore P, Bernard S, Nowak R, Schaal B, Levy F (1998). Artificial weaning in sheep: consequences on behavioural, hormonal and immuno-pathological indicators of welfare. *Appl Anim Behav Sci*; 58:87-103.
65. Orgeur P, Bernard S, Naciri M, Nowak R, Schaal B, Levy F (1999). Psychological consequences of two different weaning methods in sheep. *Reprod Nutr Dev*; 39:231-244.
66. Orihuela A, Suárez E, Vázquez R (2004). Effect of restricting suckling on the social bond between ewes and their 10-week-old lambs. *Livest Prod Sci*; 87:259-264.

67. Penning PD, Gibb MJ (1979). The effect of milk intake on the intake of cut and grazed herbage by lambs. *Anim Prod.* 29: 53-67.
68. Pérez-León I, Orihuela A, Lidfors L, Aguirre V. Reducing mother young separation distress by inducing ewes into oestrous into day of weaning. *Anim Welf* 2006;(15):383389
69. Poindrón P, Le Neindre P (1980). Endocrine and sensory regulation of maternal behaviour in the ewe. *Adv Study Behav.* 11: 75-119.
70. Poindrón P, Lévy F (1990). Physiological, sensory and experiential determinants of maternal behaviour in sheep. En: Norman A, Robert S, (Ed), *Mammalian parenting: Biochemical Neurobiological and Behavioural Determinants.* Oxford University Press. Pp, 133-156.
71. Poindrón P (2005). Mechanisms of activation of maternal behaviour in mammals. *Reprod, Nutr, Dev.* 45: 341-351
72. Poindrón P, Lévy F, Keller M (2007). Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: the two facets of maternal attachment. *Dev Psy.* 49: 54-70.
73. Putu IG, Poindrón P, Lindsay DR (1988). A high level of nutrition during late pregnancy improves subsequent maternal behavior of merino ewes. *Aust Soc Anim Prod;* 17: 294-297.
74. Rhind SM, Reid HW, McMillen SR, Palmarini G. The role of cortisol and b-endorphin in the response of the immune system to weaning in lambs. *Anim Sci* 1998;(66):397-402.
75. Russel AJF, Doney JM and Gunn RG 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Sci* 72, 451–454.
76. Schichowski C, Moors E, Gauly M (2008). Effects of weaning lambs in two stages or by abrupt separation on their behavior and growth rate. *J Anim Sci;* 86:220-225.
77. Shaw KL, Nolan JV, Lynch JJ, Coverdale OR, Gill HS (1995). Effects of weaning, supplementation and gender on acquired immunity to *Haemonchus contortus* in lambs. *Int J Parasitol;* 25:381-387.
78. Smeaton DC, Wadams TK, Hockey, H-UP (1985). Effects of very low nutrition during pregnancy on live weight and survival of ewes and lambs. *Proc NZ Soc Anim Prod.* 45: 151-154.
79. Sphor L, Banchemo G, Correac G, Osóroia MTM, Quintans G (2011). Early prepartum shearing increases milk production of wool sheep and the weight of the lambs at birth and weaning. *Small Rum Res.* 99: 44–47.
80. SUL (2016). Manual práctico de producción ovina del Secretariado uruguayo de la lana, 269 p.
81. Thomson AM, Thomson W (1949). Lambing in relation to the diet of the pregnant ewe. *Br J Nutr.* 2: 290-305.
82. Todd SE, Oliver MH, Jaquiere AL, Bloomfield FH, Harding JE (2009). Periconceptional undernutrition of ewes impairs glucose tolerance in their adult offspring. *Pediatr Res.* 65: 409-413.
83. Treacher TT. (1970). Effects of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in Ewes. *Anim Prod.* 12:23-36.
84. Vatankhaha M, Salehi SA (2010). Genetic and non-genetic factors affecting Lori-Bakhtiari ewe body weight and its relationship with productivity. *Small Rum Res;* 94:98-102.

85. Vatankhah M, Talebi MA, Zamani F (2012). Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Rum Res*; 106:105-109.
86. Weary DM, Jasper J, Hötzel MJ (2008). Understanding weaning distress. *Appl Anim Behav Sci*. 110: 24-41.
87. Weary DM, Fraser D (1995). Signalling need: costly signals and animal welfare assessment. *Appl Anim Behav Sci*; 44:159-169.
88. Woods LL, Weeks DA, Rasch R (2004). Programming of adult blood pressure by maternal protein restriction: role of nephrogenesis. *Kidney Int*. 65:1339-1348.
89. Zito CA, Wilson LL, Graves HB (1977). Some effects of social deprivation on behavioural development of lambs. *Appl Anim Ethol*. 3: 367-377.