

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**VÍNCULO SOCIAL ENTRE CORDEROS MELLIZOS DURANTE LA
LACTACIÓN**

por

**EIZMENDI Florencia
MARIEZCURRENA María Andreina**

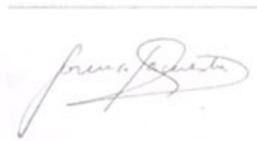
TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de mesa:

Dra. Lorena Lacuesta



Segundo miembro:

Dra. Daniela Casuriaga



Tercer miembro:

Dra. Karina Neimaur



Cuarto miembro:

Dra. Aline Freitas-de-Melo



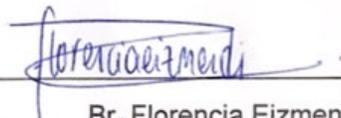
Quinto miembro:

Dr. Rodolfo Ungerfeld

Fecha:

27/12/2022

Autores:



Br. Florencia Eizmendi



Br. María Andreina Mariezcurrena

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a nuestra tutora, Dra. Daniela Casuriaga Mallmann, por su calidez, el apoyo y la constante dedicación para con nosotras.

A nuestros co-tutores, Dres. Aline Freitas-de-Melo y Rodolfo Ungerfeld, por confiarnos este trabajo y dedicarnos su tiempo.

A Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República por formarnos como profesionales durante toda la carrera.

A la Estación Experimental Las Brujas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) por permitirnos el uso de los animales y sus instalaciones para llevar a cabo el experimento.

A Julia, de biblioteca de Facultad de Veterinaria por ayudarnos intensamente en la búsqueda de bibliografía.

A la Bach. Sofia Ackermann por su colaboración en las observaciones a campo y en el registro de datos.

A Jesica Piedrabuena por la ayuda en el diseño gráfico.

A nuestros amigos y compañeros, por la motivación y el apoyo constante.

Y especialmente, a nuestras familias, por el esfuerzo realizado para que podamos llevar a cabo nuestra carrera y el apoyo incondicional durante todos estos años de estudio.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
RESUMEN.....	5
SUMMARY	6
1 INTRODUCCIÓN.....	7
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 El ovino como especie social	9
2.2 Estudio de los vínculos sociales en ovinos	10
2.3 Vínculo madre-cría	11
2.4 Vínculo entre corderos mellizos	13
3 HIPÓTESIS	15
4 OBJETIVOS	16
4.1 Objetivos generales:.....	16
4.2 Objetivos específicos:	16
5 MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1 Local de estudio, animales y su manejo.....	17
5.2 Distancia entre animales	17
5.2.1 Área de observación	17
5.2.2 Fotografías aéreas y medición de las distancias.....	19
5.3 Peso corporal y registros de comportamiento	19
5.4 Análisis estadístico.....	19
6 RESULTADOS	21
6.1 Peso corporal	21
6.2 Distancia entre animales	21
6.2.1 Distancia entre hermanos vs. distancia promedio con el resto de los corderos	21
6.2.2 Distancia entre hermanos vs. distancia hacia la madre	21
6.3 Registros de comportamiento.....	22
6.3.1 Posturas: parado, echado y caminando.....	22
6.3.2 Comportamientos alimenticios: pastando, rumiando y mamando	23
7 DISCUSIÓN.....	25
8 CONCLUSIÓN.....	27
9 BIBLIOGRAFÍA.....	28

RESUMEN

En ovinos, el primer vínculo y el más fuerte que se establece luego del parto en la vida de un cordero es el vínculo con su madre. Luego de este, el vínculo entre corderos mellizos es el segundo en establecerse. Existen relativamente pocos trabajos en los que se estudió el vínculo entre corderos mellizos. Los trabajos son concluyentes respecto a la existencia del vínculo entre corderos mellizos; sin embargo, no hemos encontrado reportes sobre como la intensidad de este vínculo se modifica a medida que el cordero crece. Por ello, el objetivo de este experimento fue determinar si la intensidad del vínculo entre corderos mellizos varía durante el periodo de lactación. El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental Las Brujas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) (Canelones, Uruguay). Se utilizaron 20 ovejas múltiparas y sus respectivos corderos mellizos. Se delimitó un cuadrilátero para la observación de los animales (67 m x 47 m x 73 m x 49 m) en el interior del potrero de 3,1 ha, colocando mallas eléctricas en sus bordes. A los 33, 49, 62 y 78 días de edad, se tomaron fotografías aéreas del área de observación con un dron (DJI Mavic Air 2, Guangdong, China), volando a una altura de 39 m. Se tomaron fotografías aéreas cada 1 h durante 4 h en la mañana y 4 h en la tarde. En cada registro se tomaron 2 fotografías que cubrían la totalidad del área de observación, presentando aproximadamente un 10% de superposición entre ambas. Las fotografías fueron alineadas y luego se realizaron las mediciones de distancia mediante el programa Photoshop (Adobe Systems Incorporated, versión 22.5.1). Se midieron las distancias entre los corderos y entre las madres y sus crías, considerando la distancia mínima entre los dos individuos. Además, se registraron los siguientes comportamientos: caminando, echado, parado, rumiando y pastando. Los registros de comportamiento se hicieron en forma paralela a los registros fotográficos con una frecuencia cada 30 min mediante muestreo de barrido (scan). La distancia entre hermanos fue menor que la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo ($11,7 \pm 0,8$ m vs $26,2 \pm 0,8$ m, respectivamente, $p < 0,0001$). La distancia entre hermanos aumentó desde el día 33 al 78 ($p=0,03$), mientras que la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo se mantuvo constante durante el mismo periodo. Se observó un aumento en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron pastando y rumiando ($p < 0,0001$, para ambos). Por otra parte, se observó una disminución en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron mamando ($p < 0,0001$). Del estudio realizado se concluyó que la intensidad del vínculo social entre corderos mellizos disminuye a lo largo del periodo de lactación, posiblemente debido a un aumento en las interacciones sociales con otros individuos. A pesar de eso, los hermanos se mantienen más cerca entre ellos que con el resto de los individuos del grupo, confirmando la existencia de un vínculo preferencial entre corderos mellizos. Sería interesante investigar como las interacciones sociales entre corderos varían a lo largo de la lactación.

SUMMARY

In sheep, the first and strongest social bond set in a lamb's life is with its mother. After this, the bond between twin lambs is the second to be established. There is little information about the social bond between twin lambs. The reports are conclusive regarding the existence of the social bond between twin lambs; but we have not found reports on how the intensity of this social bond changes as the lamb grows. Therefore, the objective of this experiment was to determine if the intensity of the bond between twin lambs varies during the lactation period. The study was performed at the Las Brujas Experimental Station of the National Institute for Agricultural Research (INIA) (Canelones, Uruguay) with twenty multiparous ewes and its twin lambs. A quadrilateral was delimited for the observation of the animals (67 m x 47 m x 73 m x 49 m) inside of an 3,1 ha paddock, using a plastic sheep electric fence. At 33, 49, 62 and 78 days of age, aerial photographs of the observation area were taken with a drone (DJI Mavic Air 2, Guangdong, China), flying at 39 m high. Aerial photographs were taken every 1 h for 4 h in the morning and 4 h in the afternoon. In each record, 2 photographs were taken covering the entire observation area and overlapping approximately 10% with the other. The photographs were aligned and then distance measurements were made using the Photoshop (Adobe Systems Incorporated, version 22.5.1). The distances between the lambs and between the mothers and their lambs were measured, considering the minimum distance between the two individuals. In addition, the following behaviors were recorded: walking, lying down, standing, ruminating and grazing. The behavioral records were performed at the same time thato the photographic records, with a frequency every 30 min using scanning sampling (scan). The distance between siblings was lower than the average distance in relation to the rest of the lambs in the group ($11,7 \pm 0,8$ m vs $26,2 \pm 0,8$ m, respectively, $p < 0,0001$). The distance between siblings increased from day 33 to 78 ($p=0,03$), while the average distance in relation to the rest of the lambs in the group remained constant during the same period. The percentage of observations in which the lambs were grazing and ruminating increase during the period ($p < 0,0001$, for both). On the other hand, the percentage of observations in which the lambs were suckling decrease ($p < 0,0001$). It was concluded that the intensity of the social bond between twin lambs decreases throughout the lactation period, possibly due to an increase in social interactions with other individuals. Despite of this, the siblings remain closer to each other than to the rest of the individuals in the group, confirming the existence of a preferential bond between twin lambs. It would be interesting to investigate how social interactions among lambs vary throughout lactation.

1 INTRODUCCIÓN

Los ovinos se caracterizan por ser sociales y gregarios, y suelen vivir en grupos que se mantienen a lo largo del tiempo. La gregariedad de los ovinos les permite aumentar la supervivencia frente a predadores, responder más eficientemente a su entorno y, les proporciona mejores condiciones para la cría de corderos. Los ovinos son conscientes de la presencia y del estado emocional de sus pares, influyendo en sus respuestas al entorno y sobre su bienestar (Veissier, Boissy, Nowak, Orgeur y Poindron, 1998). La gregariedad facilita que los ovinos establezcan vínculos sociales con otros individuos del grupo. Por ejemplo, la presencia de un individuo con el que se mantiene un vínculo positivo durante una situación estresante, disminuye la respuesta de estrés (Langford et al., 2010; Porter, Nowak y Orgeur, 1995). Los vínculos se establecen entre individuos en diferentes intensidades, y en algunos casos, se constituyen como vínculos sociales duraderos y estables (Ozella et al., 2022). Veissier et al. (1998) plantean que, en ovinos, el primer vínculo y el más fuerte que se establece luego del parto es el vínculo entre la madre y su(s) cordero(s). En caso de partos múltiples, el vínculo entre hermanos se considera el segundo más intenso (Shillito Walser, Hague y Yeomans, 1983). Para el establecimiento y mantenimiento de los vínculos sociales es indispensable que exista reconocimiento mutuo y memoria social (da Costa, Leigh, Man y Kendrick, 2004; Kendrick, da Costa, Leigh, Hinton y Peirce, 2001). La existencia de un vínculo entre ovinos puede estudiarse por varios métodos: la evaluación de la proximidad entre individuos (Freitas de Melo y Ungerfeld, 2020), mediante test de preferencia (Nowak, Poindron y Putu, 1989; Ungerfeld, Freitas-de-Melo, Nowak y Lévy, 2018), o a través de la evaluación de la respuesta de estrés que se desencadena frente a una separación de los individuos que mantienen el vínculo (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016).

El vínculo madre-cría se establece inmediatamente luego del parto, lo que ocurre aproximadamente dentro de las 2 horas posparto, pudiendo variar de acuerdo a la experiencia previa de la oveja. Posteriormente, las ovejas dirigen su comportamiento maternal hacia las crías reconocidas como propias estimulándolas a pararse y mamar, lo que a su vez fortalece el vínculo y aumenta la probabilidad de supervivencia de la cría. Una vez establecido el vínculo, los corderos discriminan a su madre de otra oveja a 50 cm de distancia dentro de las 24 horas posteriores al nacimiento (Nowak, Keller y Lévy, 2011). En el desarrollo del reconocimiento madre-cría intervienen señales olfativas, auditivas y visuales. Las vocalizaciones facilitan los comportamientos gregarios; su mayor importancia se da en corderos lactantes, favoreciendo la reunión con su madre cuando se encuentran a mayor distancia (Mooring, Fitzpatrick, Nishihira y Reisig, 2004). A medida que el cordero va creciendo, el vínculo madre-cría va modificándose, observándose cambios alimenticios graduales que implican un aumento de la independencia nutricional y social del cordero de su madre (Weary, Jasper y Hötzel, 2008). De manera progresiva, va aumentando la distancia física entre ambos, y también aumentan las interacciones sociales entre los corderos del grupo. El vínculo madre-cría llega a su fin con el destete natural, el cual está influenciado por la alimentación de la oveja durante la gestación.

El vínculo entre corderos mellizos es el segundo vínculo que se establece en la vida. Este vínculo es más intenso que con otros corderos del grupo (Ligout, Sebe y Porter 2004; Ligout, Keller y Porter, 2004). Los corderos mellizos se reconocen a partir del séptimo día de edad mediante distintos tipos de señales (Nowak, 1990), incluyendo señales olfativas, auditivas y visuales. Ligout y Porter (2004) reportaron que la presencia de la madre es necesaria para el establecimiento del vínculo entre

corderos mellizos. La oveja, a partir del mes de vida de los corderos, oficia de “punto de encuentro” al permitirles amamantar en forma simultánea (Ewbank, 1964, 1967), generando así momentos de encuentro entre los hermanos.

En su primer mes de vida los corderos mellizos, presentan una mayor asociación entre ellos que con otros corderos del grupo, e incluso que con su madre (Abecia, Canudo, Palacios, y Canto, 2022; Ozella et al., 2022). Hasta el momento, existen relativamente pocos trabajos sobre el vínculo entre mellizos y la mayoría de ellos reportan el vínculo en momentos puntuales de la lactación (Ligout et al., 2004; Shillito Walser, Willadsen y Hague, 1981), no existiendo reportes que hayan estudiado como este vínculo evoluciona durante la lactación. Adicionalmente, algunos trabajos reportan que el vínculo entre mellizos se mantiene en ausencia de la madre y la intensidad de dicho vínculo aumenta durante los días posteriores al destete artificial (Shillito Walser et al., 1981; Casuriaga, Ungerfeld, Ciappesoni y Freitas-de-Melo, 2022), aunque no hemos encontrado trabajos que reporten que el vínculo entre mellizos se mantiene por más tiempo luego del destete.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El ovino como especie social

El ovino es una especie doméstica social y gregaria, caracterizada por vivir en grupos de individuos que se mantienen en el tiempo (Nowak, Porter, Blache y Dwyer, 2008). La atracción social y la formación de un grupo de individuos les confiere a todos los miembros del grupo, ventajas evolutivas (Ward y Webster, 2016). La gregariedad de los ovinos puede evidenciarse por la marcada respuesta de estrés desarrollada por los animales, cuando los mismos son separados y aislados del grupo (Freitas-de-Melo et al., 2016, 2022). Los vínculos sociales en ovinos pueden ser evidenciados debido al contacto estrecho entre los animales del grupo. Estos vínculos sociales, se establecen entre diferentes individuos con diferentes intensidades, y en algunos casos, constituyen vínculos sociales duraderos y estables (Ozella et al., 2022). Los vínculos sociales son mantenidos a partir del reconocimiento entre los individuos, y la formación de la memoria social (da Costa et al., 2004; Kendrick et al., 2001). Todas las formas de organización social dependen del reconocimiento social, que es la capacidad de un individuo para discriminar individuos dentro de su grupo. La organización social se favorece al fortalecer el reconocimiento entre individuos, ya que animales que permanecen más tiempo asociados pueden aprender la identidad de cada uno de sus congéneres con una especificidad cada vez mayor (Ward y Webster, 2016). En concordancia con esto, Kendrick et al. (2001) demostraron que cada oveja puede recordar la cara de al menos otras cincuenta ovejas que formaron parte del mismo grupo social durante al menos dos años sin tener contacto. Además, se reportó que las ovejas discriminan con mayor velocidad las fotografías de las caras de individuos con los que ya están familiarizados, respecto a la cara de desconocidos (da Costa et al., 2004). La capacidad de reconocimiento y la memoria social son dos aspectos indispensables para el establecimiento y mantenimiento de los vínculos sociales (da Costa et al., 2004; Kendrick et al., 2001). Concretamente, el reconocimiento individual sucede cuando un individuo aprende las características de identificación únicas de otro, asignando las mismas a una identidad específica y relacionándolo con la información que tiene de ese individuo, basado en sus interacciones previas (Ward y Webster, 2016).

El gregarismo en los ovinos ha evolucionado como una característica que les permite a estos animales aumentar la probabilidad de supervivencia y responder más eficientemente a cambios en su entorno. Veissier et al. (1998) plantean que, en ovinos, el primer vínculo y el más fuerte se establece luego del parto entre la madre y su/s cordero/s. En caso de partos múltiples, el vínculo entre hermanos se considera el segundo más intenso (Shillito Walser et al., 1983). Durante los primeros meses de vida, la madre juega un rol muy importante, confiriendo alimento y protección a la cría, aumentando así la probabilidad de supervivencia de la misma (Levy y Keller, 2008). La separación temprana de la madre y su cría desencadena una respuesta de estrés intensa, tanto en las ovejas como en los corderos, demostrando la intensidad del vínculo madre-cría (Freitas-de-Melo et al., 2022). Por otro lado, en especies sociales, la compañía de individuos con los que se mantiene un vínculo puede disminuir el miedo o estrés desencadenado en respuesta a estresores (Langford et al., 2010). Por ejemplo, los corderos mellizos que permanecen con sus hermanos luego de la separación transitoria de su madre vocalizan menos que aquellos que permanecen junto a individuos desconocidos, indicando que la presencia del hermano atenúa la respuesta de estrés de su cordero mellizo (Porter et al., 1995). Además, mantener a

los corderos mellizos junto a su hermano y su madre luego del descole reduce las manifestaciones de estrés y dolor (Guesgen, Beausoleil, Minot, Stewart y Stafford, 2014). De forma similar, Larrondo et al. (2020) reportaron que la presencia del cordero mellizo sin descolar conjuntamente con el suministro de cama de paja luego del descole, disminuyó la respuesta de estrés y dolor del hermano. Por otro lado, Casuriaga et al. (2022) reportaron que los corderos mellizos que se mantuvieron juntos luego del destete, presentaron una mayor respuesta de estrés que aquellos que fueron separados de sus hermanos y mantenidos con otros individuos del grupo, posiblemente debido a un factor de contagio emocional entre los hermanos. Esto demuestra que los ovinos son conscientes de la presencia y del estado emocional de sus pares y que los mismos influyen en sus respuestas al entorno, y consecuentemente, son importantes para su bienestar (Veissier et al., 1998). Por lo tanto, el estudio de los vínculos sociales en ovinos puede contribuir al desarrollo de alternativas de manejo que mejoren el bienestar de los animales.

2.2 Estudio de los vínculos sociales en ovinos

La existencia de un vínculo entre ovinos puede estudiarse por varios métodos como, por ejemplo, la evaluación de la proximidad entre individuos (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2020). Los animales que tienen un vínculo, comúnmente presentan una mayor cercanía entre sí con respecto a otros animales del grupo. La evaluación de la proximidad entre individuos ha sido utilizada para estudiar el vínculo entre corderos mellizos, registrándose el número de veces en que los hermanos eran observados juntos adentro de un área preestablecida (Shillito Walser et al., 1981), el número de veces en que el hermano era el individuo más cercano a su cordero mellizo (medido subjetivamente a partir de longitudes corporales de corderos) (Casuriaga et al., 2022) y el tiempo que los hermanos permanecían juntos en relación a otros corderos del grupo (Abecia et al., 2022). En cualquiera de los casos, la evaluación de la proximidad entre individuos ha sido un indicador confiable de la existencia de vínculo social.

La existencia de un vínculo entre individuos también puede demostrarse por la manifestación de una interacción preferencial entre los animales, evaluada mediante un test de preferencia (Nowak et al., 1989; Ungerfeld et al., 2018). Este test consiste en evaluar la preferencia de un animal por otro, basándose en la cuantificación de variables como el tiempo que el animal testeado demora en acercarse al individuo con el cual tiene el vínculo, el tiempo que permanece junto a él y el número de vocalizaciones emitidas. Este test se ha aplicado para el estudio del vínculo madre-cría (Nowak et al., 1989; Ungerfeld et al., 2018), así como para el estudio del vínculo entre corderos mellizos (Ligout et al., 2004). Los corderos mellizos presentan preferencia por su hermano en relación a otro cordero desde etapas muy tempranas de la vida (Ligout et al., 2004; Nowak et al., 1990). Por otra parte, corderos mellizos de 2 meses no mostraron preferencia por su hermano en relación a otro cordero del grupo (Casuriaga et al., 2022). Por tanto, el test de preferencia puede ser una herramienta adecuada para determinar la intensidad del vínculo madre-cría, pero aparentemente no entre hermanos mellizos. En este sentido, en el estudio mencionado anteriormente (Casuriaga et al., 2022), el hermano fue el individuo que se mantuvo más próximo a su cordero mellizo en condiciones de pastoreo, lo que indica que, a pesar de no mostrar preferencia por su hermano, los corderos mellizos de 2 meses de edad mantenían un vínculo entre sí.

La respuesta de estrés a la separación de individuos que mantienen un vínculo social es otro método utilizado para evaluar la existencia y la intensidad del vínculo (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). Esto es posible debido a que la magnitud de la respuesta de estrés desencadenada, está directamente relacionada con la intensidad del vínculo social (Kikusui, Winslow y Mori, 2006; Porter et al., 1995). Este tipo de prueba ha sido utilizada fundamentalmente en el estudio del vínculo madre-cría. La respuesta de estrés a la separación puede evaluarse mediante la realización de separaciones transitorias o definitivas. Durante la separación transitoria de la madre y su cría se observa un aumento de las vocalizaciones y de la temperatura rectal, respuesta que disminuye cuando los individuos vuelven a reencontrarse, demostrando la existencia del vínculo (Freitas-de-Melo et al., 2018). Por otro lado, la respuesta de estrés a la separación definitiva de la madre y su cría a través del destete definitivo, se caracteriza por un aumento de la frecuencia de vocalizaciones y del comportamiento costear (caminata paralela al alambrado de forma continua), siendo estos los indicadores más específicos de estrés al destete en ovinos (Freitas-de-Melo et al., 2022). Además, luego del destete se observa un aumento del tiempo en que los animales están parados, un menor tiempo destinado a la alimentación, a la rumia, y al descanso (Freitas de Melo, Banchero, Hötzel, Damián y Ungerfeld, 2013; Freitas de Melo, Ungerfeld y Orihuela, 2021). La separación física entre hermanos no genera la misma respuesta que la separación madre-cría, lo cual está fuertemente relacionado al rol que cumple la madre en la vida del cordero, actuando como fuente de alimento, protección y aprendizaje para los mismos. Es decir, los factores que mantienen el vínculo materno son distintos a los que mantienen el vínculo entre hermanos.

2.3 Vínculo madre-cría

El vínculo madre-cría, es fuerte y selectivo y se forma inmediatamente luego del parto (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). El adecuado desarrollo del vínculo madre-cría depende de un correcto despliegue del comportamiento maternal y también, del vigor con que nace el cordero (Putu, Poindron y Lindsay, 1988). El amamantamiento temprano de la cría promueve un adecuado reconocimiento madre-cría aumentando las probabilidades de supervivencia de la misma. Se sabe que las madres de corderos mellizos producen más leche que las ovejas con corderos únicos. Sin embargo, la ingestión de leche por cordero es menor que en corderos únicos, lo que resulta en un menor peso corporal (Hinch et al., 1989). El bajo peso al nacer de los corderos tiene relación con el incremento en la dificultad para incorporarse, llegar a la ubre, mamar y crear el vínculo madre-cría. Las mayores tasas de supervivencia de los corderos se relacionan con el correcto desarrollo de la habilidad para diferenciar a su madre de otra oveja hasta 12 horas luego del parto (Freitas-de-Melo, 2017; Olazábal Fenochio et al., 2013). En condiciones naturales, el reconocimiento de la cría se produce dentro de las 2 horas posparto (Nowak et al., 2011) Dicho reconocimiento está influenciado por la experiencia materna previa (Keller et al., 2003; Nowak et al., 2011); se sabe que a los 30 minutos posparto tanto ovejas primíparas como múltiparas tienen desarrollada la capacidad de reconocer a su cría a través del olfato pero, la capacidad de reconocimiento auditivo y visual se desarrolla antes en ovejas múltiparas que en primíparas (Keller et al., 2003). Luego del reconocimiento madre-cría, las ovejas dirigen su comportamiento maternal hacia las crías reconocidas como propias, estimulándolas a pararse y mamar, lo que a su vez fortalece el vínculo (Mora-Medina et al., 2016). Freitas-De-Melo et al. (2021) reportaron que, en el posparto temprano, el vínculo entre la madre y su cordero único es más fuerte que el de la

madre y sus corderos mellizos.

Las señales olfativas adquieren mayor relevancia en el reconocimiento, especialmente en etapas tempranas y a distancias cortas (menores a 1 m). Por ejemplo, las señales olfativas son importantes en el desarrollo de la selectividad de la madre por sus crías luego del parto (Alexander, 1985; Baldwin y Shillito, 1974; Smith, 1965; Smith, Van Toller y Boyes, 1966). En este sentido, las ovejas con bulbectomía permiten mamar a corderos que no son propios (Baldwin y Shillito, 1974). Por otro lado, los corderos discriminan a su madre de otra oveja dentro de las 24 horas posteriores al nacimiento (Nowak et al., 2011), teniendo que encontrarse a menos de 50 cm de distancia (Nowak y Lindsay, 1990). Se ha reportado que corderos de 3 meses de edad demuestran preferencia por sus madres cuando son expuestos a vocalizaciones de las mismas, pero no cuando el estímulo se trata solo de la fotografía (Ungerfeld, Fernández-Werner, Gökdal, Atay y Freitas de Melo, 2021). Esto destaca la importancia del reconocimiento auditivo de los corderos hacia sus madres (Shillito Walser, Hague y Yeomans, 1985). Las vocalizaciones facilitan los comportamientos gregarios, siendo los balidos de gran importancia en el periodo en que los corderos son lactantes, favoreciendo así la reunión con su madre cuando estos se encuentran a mayor distancia (Mooring et al., 2004). A los 3 días de edad, los corderos discriminan a su madre de otras ovejas del grupo desde una distancia de varios metros (Nowak, 1990). Aun así, el cordero necesita ver y oír a su madre para localizarla correctamente (Veissier et al., 1998). A medida que el cordero va creciendo, va teniendo un papel más activo en el mantenimiento del vínculo con su madre (Hinch, Lecrivain, Lynch y Elwin, 1987). El reconocimiento mutuo entre la oveja y sus crías es necesario para que la madre pueda proveer el cuidado necesario a sus crías, aumentando la probabilidad de supervivencia y asegurando su adecuado desarrollo.

El vínculo madre-cría cambia con el crecimiento del cordero. Durante la primera semana de vida, las crías se mantienen muy cerca de su madre y existe una alta frecuencia de amamantamientos (uno a dos amamantamientos por hora) (Hinch et al., 1987). Paulatinamente, la oveja comienza a restringir el amamantamiento de sus crías y, consecuentemente disminuye su producción láctea (Banchemo, Quintans, Milton y Lindsay, 2005; Fonsêca et al., 2016). A su vez, hay un aumento del crecimiento corporal y, por ende, de los requerimientos nutricionales de la cría (Arbiza, Barberousse y Rostán, 2015). A partir de la tercera semana de vida, comienzan a ocurrir cambios estructurales en el aparato digestivo de los corderos dados por el incremento de la ingesta de sólidos, aumentando así el tamaño y desarrollo ruminal (Weary et al., 2008). A los dos meses de edad, el sistema digestivo de los corderos ya está totalmente desarrollado (Lyford, 1988). Estos cambios alimenticios graduales determinan un aumento de la independencia nutricional del cordero de su madre. Progresivamente, ocurre un aumento de la distancia física entre la madre y sus crías, y un aumento de la interacción social con otros corderos del grupo, indicando que las crías también van ganando independencia social de su madre (Weary et al., 2008). Este proceso culmina con el destete natural de los corderos, el que ocurre entre 6 y 12 meses en ovejas silvestres (Grubb, 1974). El momento del destete natural también está influenciado por la alimentación de la oveja durante la gestación, ya que, ovejas subnutridas tienen una lactancia más corta y, por ende, el destete ocurre de forma más temprana (Arnold, Wallace y Maller, 1979). Algunos autores mencionan que el vínculo madre-cría finaliza con el destete, mientras que otros como Pfeiffer (1967), Schaller (1977) y Scott (1945) consideran que estos son eventos independientes

(Hinch et al., 1987). Los mismos autores reportaron que los corderos prefieren, a su madre en relación a otra oveja en una prueba de preferencia realizada luego de 10 semanas de que los corderos habían sido destetados. Del mismo modo y más recientemente, Ungerfeld et al. (2018) obtuvieron mayores interacciones de los corderos con su propia madre, frente a otra oveja familiar del mismo grupo, durante al menos cuatro semanas luego del destete artificial. Además, Hinch et al. (1990) reportaron que las ovejas Merino y sus corderos mantienen interacciones preferenciales hasta por 2,5 años. Esto indica que el vínculo madre-cría se mantiene luego del destete natural, especialmente si la madre y sus crías son mantenidos en el mismo grupo social.

2.4 Vínculo entre corderos mellizos

Como se mencionó anteriormente, después del vínculo con la madre, el vínculo entre corderos mellizos es el segundo en establecerse en la vida de un cordero. Los corderos mellizos establecen un vínculo social que es más intenso que con otros corderos del grupo (Ligout et al., 2004; Shillito Walser et al., 1981). El reconocimiento entre corderos mellizos se produce a partir del séptimo día de edad mediante distintos tipos de señales (Nowak et al., 1990). A los 20 días de edad los corderos pueden reconocerse mediante señales auditivas (Ligout et al., 2004). En una prueba de preferencia, se demostró que los corderos prefieren a su hermano antes que, a un cordero desconocido, aun cuando no puedan verlo ni oírlo (Ligout et al., 2004), demostrando la importancia de las señales olfativas en el reconocimiento entre hermanos.

La presencia de la madre es necesaria para el establecimiento del vínculo entre corderos mellizos. Se ha reportado que, corderos mellizos de 1 mes de edad criados por sus madres, prefieren a su hermano ante un cordero familiar en una prueba de preferencia, mientras que los corderos criados artificialmente no lo hacen (Ligout y Porter, 2004). Esto demuestra que la madre promueve el desarrollo del vínculo entre sus crías. Más aún, los corderos genéticamente diferentes, nacidos de una misma oveja (receptora de los embriones de dichos corderos), y criados juntos luego del parto, desarrollan un vínculo social de forma similar a los corderos mellizos genéticamente hermanos entre sí (Shillito Walser et al., 1981). Esto sugiere que el desarrollo del vínculo entre los hermanos no está dado por su condición genética, sino que posiblemente se desarrolle en respuesta al contacto entre los corderos durante el posparto. La oveja estimula el amamantamiento de los corderos en forma simultánea oficiando de "punto de encuentro" entre los mismos (Ewbank, 1964, 1967), fomentando así un mayor contacto entre sus crías que con otros individuos del grupo. Este mayor contacto entre los corderos mellizos ocurre a una edad temprana, lo que propicia el desarrollo del vínculo. Bouissou y Andrieu (1978) demostraron que vaquillonas que tienen contacto social desde el nacimiento desarrollan vínculos sociales más intensos que aquellas que son agrupadas a los 6 o 12 meses de edad, indicando que la intensidad del vínculo depende de la edad en la que el mismo se establece. Esto indica que existe una edad particularmente favorable para el desarrollo de las relaciones preferenciales (Bouissou y Andrieu, 1978). El aprendizaje social es más eficiente cuando ocurre a más temprana edad (Veissier et al., 1998). Posteriormente, hay momentos en los que la formación de vínculos sociales se ve facilitada nuevamente, como sucede con el vínculo madre-cría al parto (Veissier et al.,

1998). Además, hay situaciones que favorecen el reestructuramiento de los vínculos sociales, como ocurre, por ejemplo, luego del destete artificial (Walser et al., 1981).

Existen relativamente pocos trabajos que han estudiado el vínculo entre corderos mellizos. Shillito Walser et al. (1981) observaron el número de veces en que los corderos mellizos de un mes y medio de vida fueron observados juntos dentro de un área preestablecida, reportando que en el 50 % de las observaciones los hermanos estaban juntos, por lo que los autores concluyeron que los corderos mellizos tienen un vínculo preferencial. Posteriormente, varios autores estudiaron la importancia de las diferentes señales en el reconocimiento entre los hermanos durante el primer mes de vida (Ligout et al., 2004; Ligout y Porter, 2003; Nowak et al., 1990). Más recientemente, Abecia et al. (2022) reportaron que los corderos mellizos de 1 mes de edad pasan más tiempo con sus hermanos que con otros corderos del grupo. Además, Ozella et al. (2022) observaron que la asociación entre corderos mellizos de 7 a 28 días de edad fue incluso mayor que la asociación con la madre. Por otro lado, se reportó que la distancia que mantienen los mellizos entre sí disminuye durante los primeros días posteriores al destete, demostrando que el vínculo entre mellizos se mantiene en ausencia de la madre y que la intensidad del mismo -o al menos la interpretación que es posible hacer a partir de la distancia entre ellos- se intensifica en respuesta a la separación maternal (Casuriaga et al., 2022; Shillito Walser et al., 1981). En resumen, los trabajos son concluyentes respecto a la existencia del vínculo entre corderos mellizos. Sin embargo, no hemos encontrado reportes sobre cómo la intensidad de este vínculo se modifica a medida que el cordero crece. Debido a que la madre juega un rol clave en el vínculo entre sus crías, sería esperable que la disminución del vínculo con la madre afecte el vínculo entre hermanos. Como se mencionó anteriormente, a medida que los corderos van creciendo, el vínculo entre la madre y su cría disminuye de intensidad y los corderos comienzan a socializar más con otros corderos del grupo. Por ejemplo, a medida que crecen aumenta el tiempo en que pasan pastoreando y jugando con otros individuos del grupo social (Freitas de Melo y Ungerfeld, 2016). De esta forma, las interacciones entre corderos van sustituyendo el contacto madre-cría en momentos de separación natural entre ambos (Porter et al., 1995). Por tanto, es esperable que los cambios en las interacciones sociales con el resto de los individuos del grupo, como la madre y otros congéneres afecten la intensidad del vínculo entre mellizos a lo largo del crecimiento.

3 HIPÓTESIS

La intensidad del vínculo social entre corderos mellizos varía durante el periodo de lactación.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivos generales:

Determinar si el vínculo social entre corderos mellizos lactantes varía en intensidad desde los 33 hasta los 78 días de edad.

4.2 Objetivos específicos:

- 1) Comparar la distancia que mantienen los corderos mellizos con la que mantienen con otros individuos del grupo.
- 2) Determinar si la distancia que mantienen los corderos mellizos entre sí varía a lo largo de la etapa de lactación.
- 3) Determinar cómo varía la distancia que mantienen los corderos mellizos hacia su madre durante la lactación.
- 4) Comparar si la distancia madre-cría y la distancia entre corderos mellizos varían distinto durante la lactación.
- 5) Determinar la evolución de los comportamientos y del peso de los corderos durante la etapa de lactación.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Local de estudio, animales y su manejo

Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Ética del INIA (protocolo número 2020.17). El experimento se realizó en la Estación Experimental Las Brujas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) (Canelones, Uruguay, 34°S) con 20 ovejas multíparas y sus respectivos corderos mellizos. Se utilizaron, 11 ovejas Milchschaaf ($56,6 \pm 2,8$ kg) y sus corderos mellizos (3 pares de hembras, 2 pares de machos y 6 pares de ambos sexos) y 9 ovejas Finnish Landrace ($52,2 \pm 3,3$ kg) y sus corderos mellizos (3 pares de hembras, 3 pares de machos y 3 pares ambos sexos). Las pariciones se produjeron en invierno (fines de agosto). Inmediatamente luego del parto, las ovejas y sus corderos mellizos se colocaron en parideras donde permanecieron por 48 h. Se colocaron anillos de goma en la base de los testículos de los corderos machos a las 24 h de nacidos como método de castración.

Durante el experimento los animales se mantuvieron en un potrero con una superficie de 3,1 ha (disponibilidad de forraje: 1000 kg materia seca/ha; altura promedio de la pastura: 8,9 cm). Los animales pastorearon dactylis, lotus y trébol blanco con libre acceso a agua. Desde las 48 h hasta los 21 días posparto, las ovejas y sus corderos permanecieron a cielo abierto durante el día (07:00 a 18:30 h), y durante la noche en un galpón, donde se le suministraba a cada oveja aproximadamente 300 g de maíz quebrado por día. Desde el día 22 hasta el final del experimento los animales pastorearon a cielo abierto durante todo el día.

5.2 Distancia entre animales

5.2.1 Área de observación

Se delimitó un cuadrilátero para la observación (67 m x 47 m x 73 m x 49 m) en el interior del potrero de 3,1 ha, colocando mallas eléctricas en sus bordes. Los animales eran introducidos en esta área 20 min previo al inicio de los registros. En el área de observación, se distribuyeron 12 escalas de plastillera, de 5 m cada una, para utilizar como referencia en las mediciones de distancia entre todos los corderos del grupo y entre la madre y sus crías (Figura 1). Se identificaron a las ovejas y sus corderos en la parte dorsal y en ambos laterales de manera que los animales pudieran ser identificados a la distancia. Las ovejas se identificaron con números en el dorso y en los laterales, mientras que los corderos se identificaron utilizando una combinación de símbolos y colores en la parte dorsal y números en los laterales. La identificación en el dorso tenía por objetivo facilitar la distinción de los animales en las fotografías aéreas, mientras que la identificación en los laterales facilitaba la identificación de los animales durante los registros comportamentales.

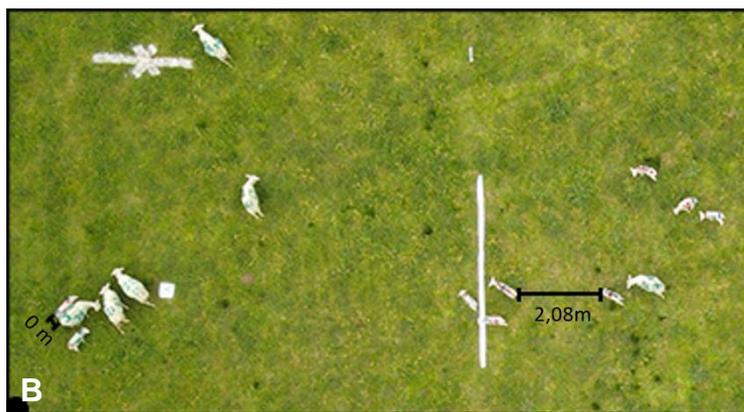


Figura 1. Vista aérea del área de observación a 39 m de altura (A), medición de distancias entre hermanos y entre la madre y la cría usando Photoshop (B).

5.2.2 Fotografías aéreas y medición de las distancias

Se tomaron fotografías aéreas del área de observación con un dron (DJI Mavic Air 2, Guangdong, China), cubriendo la totalidad de la misma. Los registros se realizaron a los 33, 49, 62 y 78 días de edad. Se tomaron fotografías aéreas cada 1 h durante 4 h en la mañana (08:15 h a 12:15 h) y 4 h en la tarde (14:15 h a 18:15 h), totalizando 40 fotos. Una de las fotografías no fue analizada por no haber obtenido una correcta superposición entre imágenes.

Previo al inicio del experimento, se realizó un entrenamiento en el manejo del dron y se realizó un acostumbamiento de los animales al potrero de estudio y al dron. Las fotografías se tomaron con el dron volando a una altura de 39 m. Cada 1 h, se tomaron 2 fotografías que cubrían la totalidad del área de observación, presentando aproximadamente un 10% de superposición entre ambas. Para asegurar la superposición entre las fotografías se dibujaron 3 cruces en la zona de superposición entre las fotos (Figura 1). Las fotografías se analizaron mediante el programa Photoshop (Adobe Systems Incorporated, versión 22.5.1). Primeramente, las fotografías fueron alineadas considerando las cruces dibujadas en las zonas de superposición y luego se realizaron las mediciones de distancia. Se midió el número de píxeles de cada escala, y se hizo corresponder el promedio de los píxeles de todas las escalas con una distancia de 5 m. Este procedimiento se realizó individualmente para cada registro fotográfico. Se midieron las distancias entre corderos y entre las madres y sus crías, considerando siempre la distancia mínima entre los dos individuos, independientemente del punto corporal implicado. Por ejemplo, de las patas de un individuo a la cabeza de otro, de cabeza a cabeza, de cuartos a cabeza, etc.

5.3 Peso corporal y registros de comportamiento

El peso corporal de los corderos se registró al parto y a los 17, 48 y 81 días de edad. Se registraron los comportamientos: parado, echado, caminando, pastando y rumiando de acuerdo a Feritas-de-Melo et al. (2019). Los registros de comportamiento se hicieron en forma paralela a los registros fotográficos, cada 30 min mediante muestreo de barrido (scan), a excepción del día 22 en el cual se registró comportamiento y no se realizaron registros fotográficos. Los eventos de amamantamiento se registraron de manera continua, utilizando muestreo focal.

5.4 Análisis estadístico

La distribución normal de los datos se testó con la prueba de Shapiro-Wilk. La distancia entre hermanos se comparó con el promedio de las distancias con los otros corderos del grupo y con la distancia de la madre a sus corderos, utilizando un modelo mixto (Proc Mixed del SAS, SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.), incluyendo el grupo (distancias entre hermanos vs distancia promedio a otros corderos del grupo, o distancias entre hermanos vs distancia de la madre a sus corderos), el tiempo y la interacción entre ambos factores como efectos principales, y el sexo y la raza del

cordero como efecto aleatorio. En la comparación de las distancias entre corderos, la madre fue incluida como efecto aleatorio. Se calculó la frecuencia de cada comportamiento y se expresó como porcentaje de observaciones/día. Las frecuencias de cada comportamiento y el peso corporal se compararon utilizando el mismo modelo, incluyendo solo el tiempo como efecto principal y, la madre, la raza y el sexo como efecto aleatorio. Todos los datos se presentan como MMC \pm EEM. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $p \leq 0,05$ y tendencias cuando $0,05 < p \leq 0,1$.

6 RESULTADOS

6.1 Peso corporal

Hubo efecto del tiempo en el peso corporal de los corderos ($p < 0,0001$). El peso aumentó desde el día 1 al 81 posparto ($p < 0,0001$) (Figura 2).

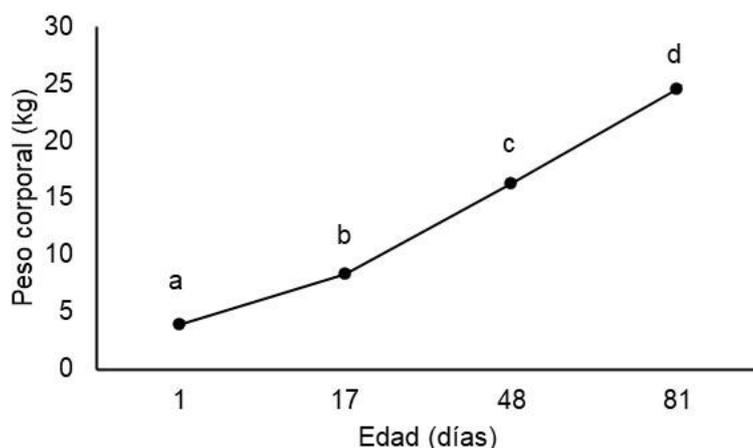


Figura 2- Peso de los corderos (MMC \pm EEM) desde el nacimiento (Día 1) hasta el final del experimento (Día 78). Diferentes letras indican diferencias en el tiempo ($p < 0,05$).

6.2 Distancia entre animales

6.2.1 Distancia entre hermanos vs. distancia promedio con el resto de los corderos

La distancia entre hermanos fue menor que la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo ($11,7 \pm 0,8$ m vs $26,2 \pm 0,8$ m, respectivamente, $p < 0,0001$). En todos los puntos la distancia entre hermanos fue menor que la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo (Figura 3A). La distancia entre hermanos varió de forma diferencial a lo largo del tiempo comparada a la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo ($p < 0,0001$). La distancia entre hermanos aumentó desde el día 33 al 78 ($p=0,03$), mientras que la distancia promedio que mantuvieron con el resto de los corderos del grupo se mantuvo constante durante el mismo periodo.

6.2.2 Distancia entre hermanos vs. distancia hacia la madre

La distancia entre hermanos varió de forma diferencial a lo largo del tiempo comparada a la distancia que mantuvieron los corderos con su madre ($p < 0,002$). La distancia entre hermanos aumentó desde el día 49 al 78 ($p=0,01$). Al día 78, la distancia que mantuvieron los corderos con su madre fue mayor que al día 33. Al día 33, la distancia entre hermanos fue menor que la distancia hacia la madre ($p=0,04$). Al día 78, la distancia entre hermanos fue mayor que la distancia hacia la madre ($p=0,002$) (Figura 3B).

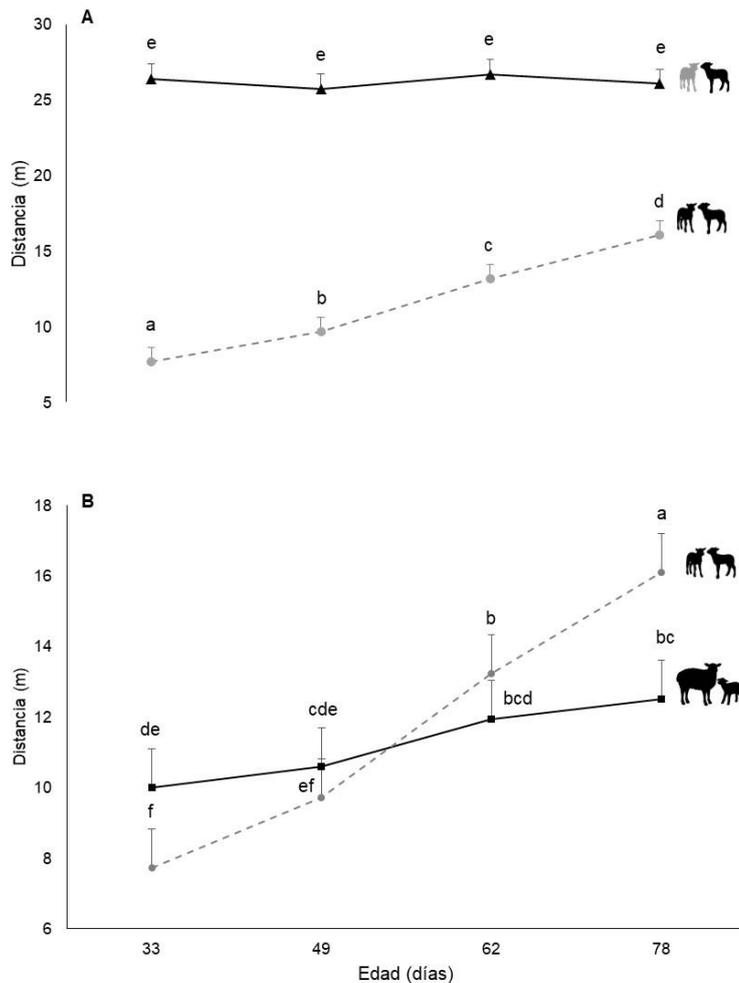


Figura 3- Distancia (MMC \pm EEM) entre hermanos (-●-) comparada con A) la distancia promedio que mantuvieron los hermanos hacia los demás individuos del grupo (-▲-) B) la distancia de madre (-■-) desde el día 33 al 78 posparto (Día 1=parto). Diferentes letras indican diferencias en el tiempo dentro del mismo grupo y entre grupos.

6.3 Registros de comportamiento

6.3.1 Posturas: parado, echado y caminando

Hubo efecto del tiempo en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron parados y echados ($p < 0,0001$, para ambos). El porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron parados aumentó desde el día 33 al 62 ($p < 0,0001$), y disminuyó al día 78 ($p = 0,04$), alcanzando valores similares a los registrados el día 49 (Figura 4A). El porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron echados disminuyó desde el día 33 al 62 ($p < 0,0001$), y aumentó al día 78 ($p = 0,01$) (Figura 4B). No hubo efecto del tiempo en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron caminando (Figura 4C).

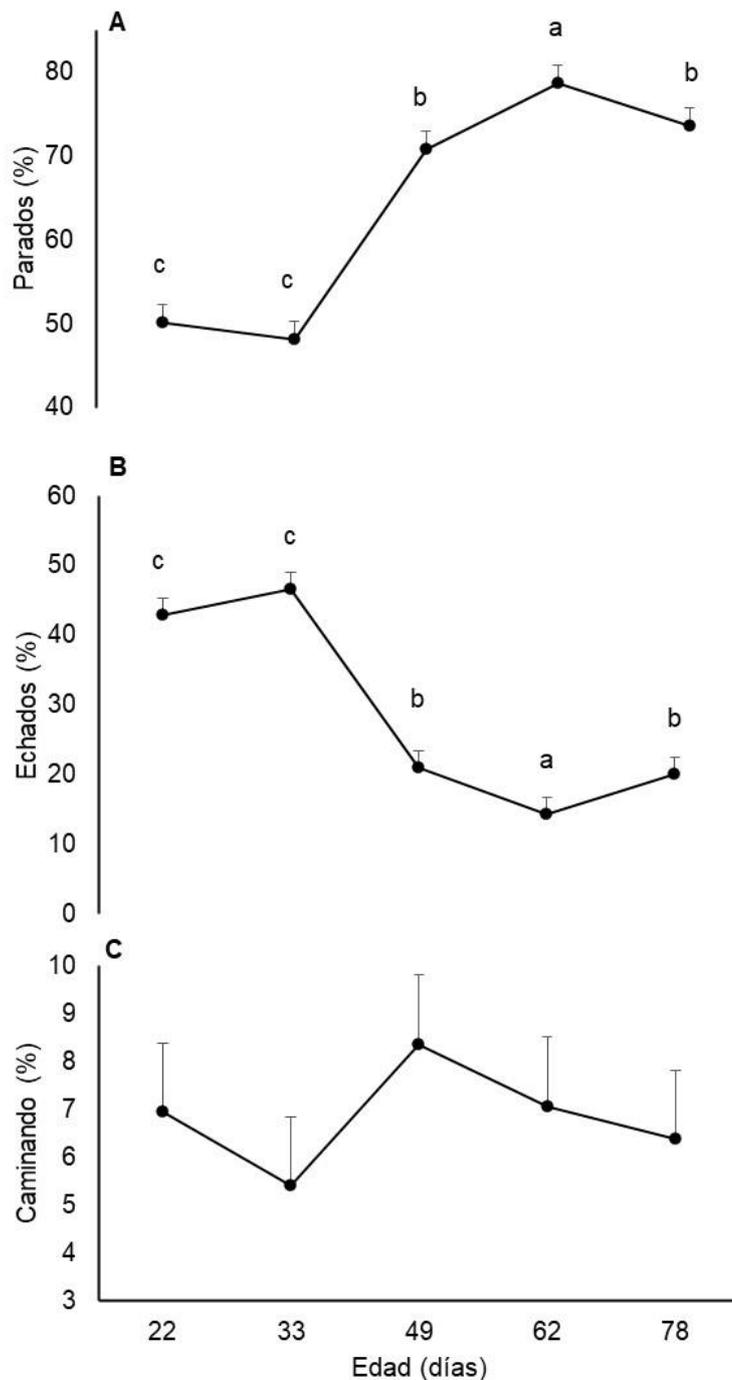


Figura 4- Porcentaje ((MMC \pm EEM)) de observaciones en que los corderos fueron observados parados (A), echados (B) y caminando (C) desde el día 22 al 78 posparto (Día 1= parto). Diferentes letras indican diferencias en el tiempo ($p < 0,05$).

6.3.2 Comportamientos alimenticios: pastando, rumiando y mamando

Hubo efecto del tiempo en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron pastando y rumiando ($p < 0,0001$, para ambos). El porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron pastando aumentó desde el día 22 hasta el día 62 ($p < 0,0001$), manteniéndose constante entre los días 62 y 78 (Figura 5A). El porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron rumiando aumentó desde el día 22 al 33 ($p < 0,0001$), se mantuvo estable entre los días 33 y 49,

disminuyó al día 62 ($p=0,0003$), y aumentó entre los días 62 y 78 ($p<0,0001$) (Figura 5B). Hubo efecto del tiempo en el porcentaje de observaciones en que los corderos estuvieron mamando ($p <0,0001$). Se observó una disminución en el amamantamiento desde el día 22 al día 49 ($p <0,0001$), manteniéndose constante hasta el día 78 (Figura 5C).

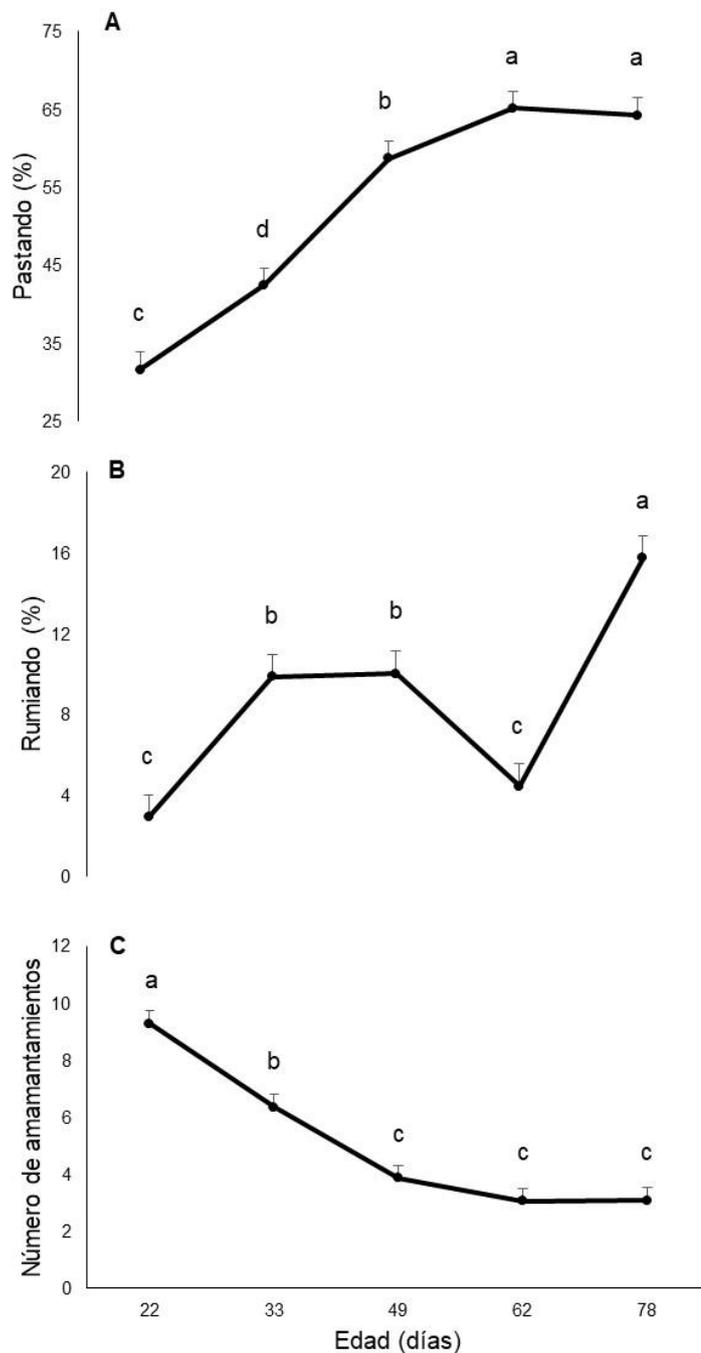


Figura 5- Porcentaje (LSmeans \pm SEM) de observaciones en que los corderos fueron observados pastando (A), rumiando (B) y, número de amamantamientos (C) desde el día 22 al 78 posparto (Día 1= parto). Diferentes letras indican diferencias en el tiempo ($p <0,05$).

7 DISCUSIÓN

Durante la lactación, los corderos mellizos aumentaron gradualmente la distancia entre ellos. Sin embargo, durante el mismo periodo estuvieron más cerca entre sí respecto a los demás corderos del grupo. Esto demuestra que, si se considera la distancia entre individuos como un indicador de intensidad de vínculo, como fue reportado por otros autores (Abecia et al., 2022; Casuriaga et al., 2022; Shillito Walser et al., 1981), los corderos mellizos tienen un vínculo social preferencial entre sí, cuya intensidad disminuye a medida que los corderos crecen. En todas las edades evaluadas, la distancia entre los corderos y su madre fue menor que la distancia entre corderos mellizos. A su vez, la distancia entre mellizos fue menor a la distancia promedio respecto a los otros corderos del grupo. Esto demuestra la existencia de una jerarquía social en la intensidad de los vínculos sociales que se establecen dentro del grupo. De forma similar, Veissier et al. (1998) plantean que, en ovinos, el primer vínculo y el más fuerte que se establece luego del parto, es el vínculo entre la madre y sus corderos, siendo el vínculo entre hermanos el segundo más intenso (Shillito Walser et al., 1983). Al comparar la distancia entre mellizos con la distancia que los mismos mantuvieron respecto a su madre, se observa que, la distancia entre hermanos aumenta sostenidamente durante el periodo, mientras que la distancia en relación a su madre aumenta el día 78. Esto podría ser debido al desarrollo de diferentes preferencias sociales por parte de cada mellizo dentro del radio de cercanía con la madre (Ozella et al., 2022). En acuerdo con lo anterior, se ha reportado que los corderos desarrollan nuevos lazos sociales con sus congéneres (Weary et al., 2008), pudiendo establecer relaciones de amistad como previamente fue reportado en bovinos (Bouissou y Andrieu, 1978). Además, durante el desarrollo, los corderos dedican paulatinamente más tiempo a pastorear y a jugar con otros individuos del grupo (Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016). Asimismo, los mellizos probablemente se mantuvieran en el radio de cercanía de su madre por más tiempo, ya que todavía eran dependientes de la misma. En esta etapa, la madre ejerce un rol muy importante en la vida del cordero, que está vinculado a la alimentación, protección y el aprendizaje social de las crías (Ramírez Martínez et al. 2011). Por lo tanto, la mayor cercanía con la madre, podría deberse a la dependencia de los corderos hacia los cuidados maternos y no necesariamente al vínculo que tengan con la misma. Por otro lado, el hecho de que el aumento de la distancia entre mellizos, no coincidiera con el aumento en la distancia madre-cría, podría indicar que la cercanía con la madre no sería el factor determinante del mantenimiento de la intensidad del vínculo entre hermanos. Esto coincide con resultados recientemente obtenidos en los mismos animales, donde se observó que la cercanía entre hermanos no depende de la presencia de la madre (Kusminnsky, datos no publicados). En acuerdo con lo anterior, se ha reportado que la mayor cercanía entre hermanos en relación a otros corderos del grupo se mantiene durante algunos días luego del destete (Casuriaga et al., 2022). Esto permite concluir que, si bien la presencia de la madre es fundamental para el establecimiento del vínculo entre los hermanos (Ligout et al., 2004), no necesariamente lo es para el mantenimiento del mismo. La distancia máxima entre hermanos se observó al día 78, coincidiendo con la máxima distancia que mantuvieron los corderos hacia su madre. Es posible que la mayor independencia de la madre, evidenciada por el aumento de la distancia de los corderos hacia la misma, permita un aumento del número de interacciones sociales entre corderos en relación al inicio del periodo (Ozella et al., 2022). Esto promueve el desarrollo de nuevas preferencias sociales para cada hermano, aumentando aún más la distancia entre los mismos.

El aumento de la distancia entre corderos mellizos se produjo fundamentalmente luego del pico de lactación de las ovejas (Banchero, Montossi y Ganzábal, 2006). Se registró una disminución de la frecuencia de amamantamiento, en paralelo a un aumento del pastoreo, de la rumia y del peso vivo de los corderos con la edad. A medida que los animales crecen, la oveja va restringiendo el amamantamiento de sus corderos, y consecuentemente disminuye la producción láctea (Banchero et al., 2005; Fonsêca et al., 2016). En este proceso, el cordero va generando independencia de la alimentación brindada por su madre, en tanto que necesita otra fuente de alimento que permita cubrir los requerimientos energéticos para el crecimiento, por lo que aumenta la frecuencia de pastoreo y rumia. De esta forma, los corderos aumentan el consumo de sólidos lo que determina un mayor desarrollo ruminal y una mayor independencia nutricional de su madre (Weary et al., 2008). A los 60 días de vida, el aparato digestivo de los corderos tiene el grado de desarrollo suficiente que permite maximizar su capacidad para digerir la pastura y obtener energía a partir de la ingestión de alimentos sólidos (Llyford, 1988; Weary et al. 2008). Este mayor desarrollo de rumen permite una mayor independencia nutricional de los corderos por su madre, pudiendo relacionarse con el aumento detectado de la distancia que mantienen los corderos hacia la misma. Dado que los ovinos sincronizan sus comportamientos y que esta sincronía es mayor en individuos que presentan un vínculo entre sí (Casuriaga et al., 2022) sería interesante investigar en qué medida los hermanos sincronizan sus comportamientos y como los cambios en la intensidad del vínculo entre los hermanos podrían afectar esta sincronía en el comportamiento.

8 CONCLUSIÓN

Del estudio realizado se concluyó que la intensidad del vínculo social entre corderos mellizos disminuye a lo largo del periodo de lactación, posiblemente debido a un aumento en las interacciones sociales con otros individuos. A pesar de eso, los hermanos se mantienen más cerca entre ellos que con el resto de los individuos del grupo, confirmando la existencia de un vínculo preferencial entre corderos mellizos. Sería interesante investigar como las interacciones sociales entre corderos varían a lo largo de la lactación.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Abecia, J. A., Canudo, C., Palacios, C., y Canto, F. (2022). Measuring lamb activity during lactation by actigraphy. *Chronobiology International*, 39(10), 1368-1380.
- Alexander, G. (1985). Role of auditory and visual cues in mutual recognition between ewes and lambs in Merino sheep. En *Reproductive and Developmental Behaviour in Sheep* (pp. 321-337). Amsterdam: Elsevier.
- Arnold, G. W., Wallace, S. R., y Maller, R. A. (1979). Some factors involved in natural weaning processes in sheep. *Applied Animal Ethology*, 5(1), 43-50.
- Baldwin, B. A., y E. E. Shillito. (1974). The effects of ablation of the olfactory bulbs on parturition and maternal behaviour in Soay sheep. *Animal Behaviour*, 22, 220-223.
- Banchero, G., Montossi, F., y Ganzábal, A. (2006). *Alimentación estratégica de corderos*. Montevideo: INIA.
- Banchero G., Quintans G., Milton J., y Lindsay D., (2005). Comportamiento maternal y vigor de los corderos al parto: efecto de la carga fetal y la condición corporal. *INIA Serie de Actividades de Difusión*, 342, 13-18.
- Casuriaga, D., Ungerfeld, R., Ciappesoni, G., y Freitas de Melo, A. (2022). Lambs are more stressed at early weaning when housed with their twin. *Tropical Animal Health and Production*, 54, 123.
- da Costa, A. P., Leigh, A. E., Man, M. S., y Kendrick, K. M. (2004). Face pictures reduce behavioural, autonomic, endocrine and neural indices of stress and fear in sheep. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1552), 2077-2084.
- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C., y Lewis, M. (2003). Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 89(1), 123-136.
- Ewbank, R. (1964). Observations on the sucking habits of twin lambs. *Animal Behaviour*, 12, 34-37.
- Ewbank, R. (1967). Nursing and suckling behavior amongst Clun forest ewes and lambs. *Animal Behaviour*, 15, 251-258.
- Fonsêca, V.F.C., Saraiva, E.P., Arruda, M.F., Pereira, W.E., Pimenta Filho, E.C., Santos, S.G.C.G., ... Silva, J.A. (2016). Mother-offspring relationship in Morada Nova sheep bred in atropical semiarid environment: a perspective on maternal investment and parental conflict. *Applied Animal Behaviour Science*, 183, 51-58.
- Freitas de Melo, A., Banchero, G., Hötzel, M. J., Damián, J. P., y Ungerfeld, R. (2013). Progesterone administration reduces the behavioural and physiological responses of ewes to abrupt weaning of lambs. *Animal*, 8, 1367-1373.
- Freitas de Melo, A., Terrazas, A., Ungerfeld, R., Hötzel, M. J., Orihuela, A., y Pérez-Clariget, R. (2018). Influence of low pasture allowance during pregnancy on the attachment between ewes and their lambs at birth and during lactation. *Applied Animal Behaviour Science*, 199, 9-16.

- Freitas de Melo, A., Ungerfeld, R., Hötzel, M. J., Abud, M. J., Alvarez-Oxiley, A., Orihuela, A., ... Pérez-Clariget, R. (2015). Mother–young behaviours at lambing in grazing ewes: Effects of lamb sex and food restriction in pregnancy. *Applied Animal Behaviour Science*, 168, 31-36.
- Freitas de Melo, A., Ungerfeld, R., Orihuela, A., Hötzel, M. J., y Pérez-Clariget, R. (2017). 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*, 58, 930-936.
- Freitas de Melo, A., Ungerfeld, R., y Orihuela, A. (2021). Behavioral and physiological responses to early weaning in ewes and their single or twin lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 1–12.
- Freitas de Melo, A., y Ungerfeld, R. (2016). Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bienestar animal. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7, 361-375.
- Freitas de Melo, A., y Ungerfeld, R. (2020). The sex of the offspring affects the lamb and ewe responses to abrupt weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, 229, 105008.
- Guesgen, M. J., Beausoleil, N. J., Minot, E. O., Stewart, M., y Stafford, K. J. (2014). Social context and other factors influence the behavioural expression of pain by lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 159, 41-49.
- Hinch, G. N., Lecrivain, E., Lynch, J. J., y Elwin, R. L. (1987). Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 17, 305-318.
- Hinch, G. N., Lynch, J. J., Elwin, R. L., y Green, G. C. (1990). Long-term associations between Merino ewes and their offspring. *Applied Animal Behaviour Science*, 27(1-2), 93-103.
- Isdahl F. (1987). Crecimiento y desarrollo. En *Manual de ovejero mesopotámico* (pp. 34-37). Corrientes: INTA Corrientes.
- Keller, M., Meurisse, M., Poindron, P., Nowak, R., Ferreira, G., Shayit, M., y 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.
- Kendrick, K. M., da Costa, A. P., Leigh, A. E., Hinton, M. R., y Peirce, J. W. (2001). Sheep don't forget a face. *Nature*, 414(6860), 165-166.
- Kikusui, T., Winslow, J. T., y Mori, Y. (2006). Social buffering: relief from stress and anxiety. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361(1476), 2215-2228.
- Langford, D.J., Tuttle, A.H., Brown, K., Deschenes, S., Fischer, D.B., Mutso, A., ..., Sternberg, W.F. (2010). Social approach to pain in laboratory mice. *Society of Neuroscience*, 5, 163-170.
- Larrondo, C., Orihuela, A., Strappini, A., Acosta-Jamett, G., Mota-Rojas, D., y Gallo, C. (2020). Provision of straw and the presence of undocked lambs reduce the behavioural and physiological expressions of pain and stress associated with tail docking in lambs: a preliminary study. *Animal Production Science*, 61(4), 423-431.

- Ligout, S., Keller, M., y Porter, R.H. (2004). The role of olfactory cues in the discrimination of agemates by lambs. *Animal Behaviour*, 68, 785-792.
- Ligout, S., Sebe, F., y Porter, R. (2004). Vocal discrimination of kin and non-kin agemates among lambs. *Behaviour*, 141, 355-369.
- Ligout, S., y Porter, R. H. (2003). Social discrimination in lambs: the role of indirect familiarization and methods of assessment. *Animal Behaviour*, 65(6), 1109-1115.
- Ligout, S. y Porter, R.H. (2004). Effect of maternal presence on the development of social relationships among lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 88, 47-59.
- Lyford S.J., (1988). Growth and development of the ruminant digestive system. En D.C. Curch (Ed.), *The Ruminant Animal* (pp. 44-63). New Jersey: Prentice-Hall.
- Mooring, M., Fitzpatrick, T., Nishihira, T., y Reisig, D. (2004). Vigilance, predation risk and the Allee effect in desert bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management*, 68, 519–532.
- Mora-Medina, P., Orihuela, A., Arch-Tirado, E., Roldán-Santiago, P., Terrazas, A., y Mota-Rojas, D. (2016). Sensory factors involved in mother-young bonding in sheep: a review. *Veterinary Medicine (Czech)*, 61, 595-611.
- Nowak, R. (1990). Mother and sibling discrimination at a distance by three- to seven-day-old lambs. *Developmental Psychobiology*, 23, 285-295.
- Nowak R. (1996). Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 49, 61-72.
- Nowak, R., Keller, M., y Lévy, F. (2011). Mother–young relationships in sheep: a model for a multidisciplinary approach of the study of attachment in mammals. *Journal of neuroendocrinology*, 23, 1042-1053.
- Nowak, R., Poindron, P., y Putu, I. G. (1989). Development of mother discrimination by single and multiple newborn lambs. *Developmental Psychobiology*, 22, 833-845.
- Nowak, R., Porter, R. H., Blache, D., y Dwyer, C. M. (2008). Behaviour and the welfare of the sheep (Ed). En *The welfare of sheep* (pp. 81-134). Dordrecht: Springer.
- Nowak, R., y Lindsay, D.R. (1990). Effect of breed and litter size on mother discrimination by 12-h-old lambs. *Behaviour*, 115, 1-13.
- Olazábal Fenochio, A., Vera Ávila, H. R., Serafín López, N., Medrano Hernández, J. A., Sánchez Saucedo, H., y Terrazas García, A. M. (2013). Reconocimiento mutuo madre-cría en ovinos Columbia con restricción nutricional durante la gestación. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(2), 127-147.
- Ozella, L., Price, E., Langford, J., Lewis, K. E., Cattuto, C., y Croft, D. P. (2022). Association networks and social temporal dynamics in ewes and lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 246, 105515.
- Pfeiffer, P. (1967). Le mouflon de Corse (Oris ammon musimon Schreber, 1782): position systématique, écologie, et éthologie comparées. *Mammalia*, 31(Supl.), 1-262.
- Porter, R. H., Nowak, R., y Orgeur, P. (1995). Influence of a conspecific agemate on distress bleating by lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 45, 239-244.

- Putu, I.G.; Poindron, P., y Lindsay, D.R. (1988). Early disturbance of Merino ewes from the birth site increases lamb separations and mortality. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 17, 298-301.
- Ramírez Martínez, M. G., Soto González, R., Poindron Massot, P., Álvarez Ramírez, L., Valencia Méndez, J. D. J., González Díaz, F. R., y Terrazas García, A. M. (2011). Comportamiento maternal alrededor del parto y reconocimiento madre-cría en ovinos Pelibuey. *Veterinaria México*, 42(1), 11-25.
- Schaller, G.B. (1977). *Mountain Monarchs: Wild Sheep and Goats of the Himalaya*. Chicago: University of Chicago Press.
- Scott, J.P. (1945). Social behaviour, organization and leadership in a small flock of domestic sheep. *Comparative Psychology Monographs*, 18, 1-29.
- Shillito Walser, E., Hague, P., y Yeomans, M. (1983). Variations in the strength of maternal behaviour and its conflict with flocking behaviour in Dalshbred, Jacob and Soay ewes. *Applied Animal Ethology*, 10, 245-250.
- Shillito Walser, E.S., Hague, P., y Yeomans, M. (1985). Preferences for sibling or mother in Dalesbred and Jacob twin lambs. En *Reproductive and Developmental Behaviour in Sheep* (pp. 393-401). Amsterdam: Elsevier.
- Shillito Walser, E., Walters, E., Hague, P., y Williams, T. (1985). Responses of lambs to model ewes. *Behaviour*, 95, 110–120.
- Shillito Walser, E., Willadsen, S., y Hague, P. (1981). Pair association between lambs of different breeds born to Jacob and Dalesbred ewes after embryo transplantation. *Applied Animal Ethology*, 7, 351-358.
- Smith, F. V. (1965). Instinct and learning in the attachment of lamb and ewe. *Animal Behaviour*, 13, 84-86.
- Smith, F. V., Van Toller, C., y Boyes, T. (1966). The 'critical period' in the attachment of lamb and ewes. *Animal Behaviour*, 14, 120-125.
- Ungerfeld, R., Fernández-Werner, A., Gökdal, Ö., Atay, O., y Freitas de Melo, A. (2021). Lambs identify their mothers' bleats but not a picture of her face. *Journal of Veterinary Behaviour*, 46, 69-73.
- Ungerfeld, R., Freitas-de-Melo, A., Nowak, R., y Lévy, F. (2018). Preference for the mother does not last long after weaning at 3 months of age in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 205, 28-33.
- Veissier, I., Boissy, A., Nowak, R., Orgeur, P., y Poindron, P. (1998). Ontogeny of social awareness in domestic herbivores. *Applied Animal Behaviour Science*, 57, 233-245.
- Ward, A., y Webster, M. (2016). Mechanisms: Social Recognition and Social Organisation. En *Sociality: the behaviour of group-living animals* (pp 9-27). Switzerland: Springer.
- Weary, D.M., Jasper, J., y Hotzel, M.J. (2008). Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*, 110, 24-41.