

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**“SUPLEMENTACIÓN PRE ENCARNERADA CON UN SUBPRODUCTO DE LA
DESTILACIÓN DE GRANO DE SORGO EN OVEJAS Y BORREGAS MERINO
AUSTRALIANO PASTOREANDO A CAMPO NATURAL”**

por:

**CORIA FERREIRA, Romina
ROSAS FERNÁNDEZ, Martín Elbio**

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

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis Aprobada por:

Presidente de mesa

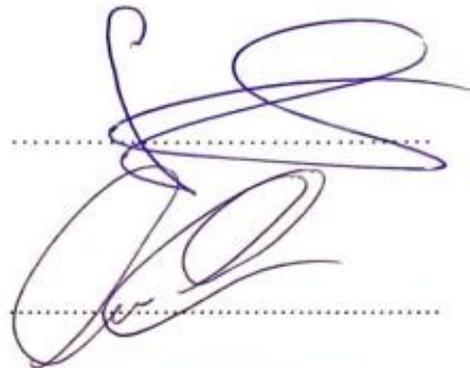
Segundo miembro (tutor)

Tercer miembro

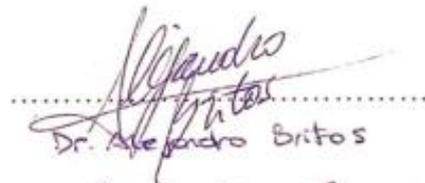
Cuarto miembro (co-tutor)

Fecha:

Autores:



Dr. Mauro Minteguiaga



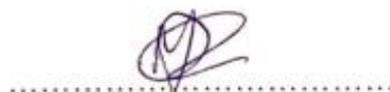
Dr. Alejandro Britos



Ing. Agr. Matías Orihuela



Br. Romina Coria Ferreira



Br. Martin Elbio Rosas Fernández

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro tutor, Dr. Mauro Minteguiaga, quien nos orientó, guió y nos apoyó para realizar el trabajo de campo, así como la escritura en esta gran etapa de nuestra carrera.
- Al Ing. Agr. Matías Orihuela, nuestro co-tutor quien formó parte de este proceso siendo importante su apoyo durante la parte práctica, y también guiándonos con la escritura.
- Al Ing. José Ignacio Aguerre, encargado técnico del campo (CICOMA), gracias a él conseguimos todo lo necesario para poder realizar el trabajo.
- Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), por brindarnos todas las condiciones para llevar a cabo nuestro trabajo y poner a nuestra disposición los animales en el Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini (CICOMA), y a Fernando y Toto que sin ellos no hubiese sido posible.
- Al Dr. Sergio Fierro, por la colaboración y ayuda durante la parte práctica.
- A nuestros compañeros y amigos: Valentina Castro, Lucas Curbelo Mauricio Burutarán, Emiliano Rodríguez por formar parte de nuestro trabajo de tesis y ser de gran apoyo en esta etapa final.
- Por último y más importante a nuestras familias y amigos que nos acompañaron en toda la carrera y nos apoyaron infinitamente en todo momento siendo imposible haber llegado a esta etapa sin ellos.

TABLA DE CONTENIDO	
PÁGINA DE APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	VI
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. BASES SOBRE LA FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA OVINA.....	10
2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA TASA OVULATORIA.....	18
2.3. FLUSHING Y FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA.....	25
3. HIPÓTESIS	35
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	35
Objetivo general	35
Objetivos específicos	35
5. MATERIALES Y MÉTODOS	36
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO	36
5.2. CLIMA	38
5.3. RECURSOS DISPONIBLES	38
5.3.1. Base forrajera, Carga y Manejo	38
5.3.2. Suplementación	40
5.4. DETERMINACIONES REALIZADAS	41
5.4.1. Determinaciones en el Animal.....	41
5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
6. RESULTADOS	44
7. DISCUSIÓN.....	48
7. CONCLUSIONES.....	53
8. BIBLIOGRAFÍA.....	54

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Cuadros

1. Efecto del estado corporal en la respuesta al flushing en ovejas Merino adultas.....	26
2. Valores de tasa ovulatoria obtenidos con suplementación energética o proteica en ovejas Ideal en torno a la encarnerada, para tres años consecutivos.....	31
3. Síntesis de respuestas en tasa ovulatoria según diferentes estrategias de alimentación.....	33
4. Resultados de análisis del campo natural al comienzo del experimento.....	39
5. Resultados de análisis del campo natural al finalizar del experimento.....	39
6. Grupos, superficie utilizada, disponibilidad y carga animal.....	40
7. Resultados de muestreo del suplemento utilizado.....	41
8. Resultados de los consumos estimados de PC y EM del CN y suplemento...	42
9. Peso vivo inicial, final y Condición Corporal inicial y final de borregas Merino Australiano.....	44
10. Peso vivo inicial, final y Condición Corporal inicial y final de ovejas Merino Australiano.....	45
11. Tasa ovulatoria de ovejas Merino Australiano.....	45
12. Se muestran los resultados de prolificidad, fertilidad y fecundidad del primer servicio.....	46
13. Prolificidad, fecundidad y fertilidad luego de dos servicios.....	47

Figuras

1. Endocrinología del ciclo estral.....	11
2. Esquema del ciclo ovárico y su control hormonal.....	13
3. Esquema de crecimiento folicular en ondas en la oveja.....	14
4. Relación entre Tasa ovulatoria y consumo de proteína por las ovejas.....	33
5. Cronograma experimental.....	37

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con un subproducto de la destilación de grano de sorgo (DDGS o burlanda de sorgo -BS) en torno a la encarnera sobre variables reproductivas en ovejas y borregas Merino Australiano pastoreando campo natural. Se utilizaron un total de 390 hembras de una majada experimental del Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini (CICOMA- SUL); 31° 03' 19" S 57° 13' 26" O (Colonia Lavalleja; Departamento de Salto, Uruguay). Fueron utilizadas 178 ovejas adultas con un peso vivo (PV) promedio $39,7 \pm 4,1$ kg y $2,95 \pm 0,2$ de condición corporal (CC) y 212 borregas con $43,8 \pm 3,5$ kg de PV y CC de $3,70 \pm 0,3$. Las hembras se distribuyeron al azar en tres grupos y tres potreros; control (C, n= 129); baja suplementación (LS, n= 131) 0,2 kg de BS/hembra/día y alta suplementación (HS, n=130) 0,4 kg de BS/hembra/día. En los tres grupos la asignación de forraje fue de al menos 6,0% kg MS/Kg de PV. El día -23 (inicio de encarnera: Día=0) se ingresaron las hembras a su potrero, teniendo similar disponibilidad (1123 kgMS/ha, promedio), la tasa de crecimiento en promedio fue de 29 kg MS/ha/día. La suplementación se extendió desde el día -15 hasta el 7, la calidad de la BS fue PC: 38,0%; FDA: 20,3%; FDN: 35,80%, Cenizas: 4,4%; EE: 12,9%. El día 0 ingresaron los carneros a razón del 3%. En las ovejas, los días 13 y 20 se realizó la evaluación de tasa ovulatoria (TO) por ecografía transrectal. Se evaluó PV y CC inicial y final los días -37 y 7. Al día 66 se realizó ecografía transabdominal, determinándose prolificidad (fetos observados/hembras preñadas), fertilidad (hembras preñadas/hembras encarneras) y fecundidad (fetos observados/hembras encarneras). En las borregas, se observaron variaciones significativas ($P < 0,05$) en PV o CC entre grupos, en el grupo HS se observó un incremento de peso (24,5 g/borrega/día), mientras que, en los dos grupos restantes, se registró una pérdida (26,0 y 18,3 gr/borrega/día C y LS respectivamente), hubo una diferencia significativa en la CC ($P < 0,05$), mientras que los grupos suplementados incrementaron la CC, el grupo C perdió CC. En las ovejas, los tres grupos tuvieron incremento de PV, en el grupo HS el incremento fue de 111,2 gr/oveja/día, superior ($P < 0,05$) que al observado en los grupos C y LS (79,7 vs. 68,4 gr/oveja/día, C y LS respectivamente). La CC inicial fue similar en los tres grupos de ovejas, sin embargo, al finalizar, las suplementadas mantuvieron o mejoraron CC (0,08 y 0,1; HS y LS respectivamente), las no suplementadas tuvieron una pérdida de 0,16 CC ($P < 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre grupos en TO, prolificidad, fertilidad y fecundidad. Los niveles de suplementación de BS evaluados no fueron suficientes para alcanzar incrementos en las variables reproductivas estudiadas.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect a supplementation with a subproduct of destillation of sorghum grain (DDGS o "burlanda" -BS) around the mating on reproductive variables in Australian Merino ewe and hoggets grazing natural pastures and water ad libitum. A total of 390 females from the experimental flock of the "Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini" (CICOMA-SUL) were used; 31° 03' 19" S 57° 13' 26" W (Colonia Lavalleja; Department of Salto, Uruguay). The body weight (PV) from the 178 ewes was 39,7± 4,1 kg and the Body Condition score (CC) 2,95 ± 0,2. In the 212 hogget the PV was 43,8± 3,5 kg and CC 3,70± 0,3. The females were randomly distributed in three groups and three paddocks: control (C n= 129), low supplementation (LS n= 131) 0.2 kg/BS/female/day and high supplementation (HS n=130) 0.4 kg/BS/female/day. The forage allocation was 6.0% Kg DM/Kg in the three groups. On day -23 the females were entered into their paddock, and the initial disponibility was 1123 KgDM/ha, the growth rate of the pasture was 29 KgMS/ha/d. Supplementation begin on day -15, the quality of the BS was CP: 38 .0%; FDA: 20.32%; FDN: 35.80%, Ashes: 4.42%; fat: 12.94%. On day 0 the rams entered at a rate of 3%, the supplementation continued until day 7, then the measurements of PV and CC were performed. On days 13 and 20, the ovulation rate (TO) was evaluated by transrectal ultrasound. Initial and final PV and CC were evaluated on days -37 and 7. On day 66, transabdominal ultrasound was performed, determining prolificacy (fetuses/pregnated female), fertility (pregnated female/mating females) and fecundity (fetuses/mating females). In the hoggets, significat difference was recorded in PV and CC ($P<0.05$) between groups, in the HS hoggets increase the PV (24,5 gr/hogget/d) while in C and LS lost in PV (26,0 y 18,3 gr/hogget/d). The supplemented hogget increased the CC ($P<0,05$). In the ewes, all groups increased the PV, but the increased was superior in HS ewes (111,2 gr/ewe/d). The supplemented ewes mantain or imporve the CC and the C ewes lost ($P<0.05$). No signifficative difference was found in TO, prolificacy, fertility and fecundity. The BS supplementation levels evaluated were not sufficient to increases the reproductive variables studied.

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay el porcentaje de señalada o tasa reproductiva (corderos señalados/ovejas puestas en servicio) se ubica en promedio en 70% (en base a datos oficiales de DICOSE 2020), porcentaje que se ha mantenido relativamente constante a lo largo de las últimas décadas. Si bien la causa del bajo porcentaje de señalada es multifactorial, este bajo porcentaje termina afectando la rentabilidad de los sistemas ovinos, tanto carniceros como laneros. Para mejorar el porcentaje de señalada, uno de los aspectos a mejorar sería la prolificidad de la majada (corderos nacidos/ovejas servidas). La prolificidad está asociada al número de ovulaciones que ocurren en cada ciclo estral (tasa ovulatoria, TO), la que está determinada principalmente por la genética, existiendo razas prolíficas (mayor potencial mellicero), sin embargo, la mayoría de las majadas uruguayas tienen baja TO (Banchemo y Quintans, 2005).

Existe una relación muy estrecha entre la nutrición y la reproducción en la oveja (Scaramuzzi et al., 2006), existiendo tres efectos de la nutrición, el efecto “estático” que refiere al peso vivo de la oveja a la encarnerada (Smith y Stewart, 1990), el efecto “dinámico” o “flushing” y el efecto “inmediato” o “focus feeding”. El flushing puede generarse tanto con pasturas de buena calidad (como las leguminosas) o con suplementos, ricos en proteína y energía tales como harina de soja, grano de lupino, expeller de girasol (Esponda, Itzaina y Ramos, 2016; Barragué Martínez, Clement y Fossati, 2006; Fernández Abella et al., 2007). Sin embargo, han aparecido ultimamente en el mercado otros tipos de suplementos derivados de la fermentación de cereales, denominados (DG- Destilled Grain). Estos suplementos, que comúnmente pueden ser de grano de maíz o sorgo (denominado burlanda de sorgo-BS), por su valor comercial son accesibles al productor, y se han obtenidos buenos resultados de su inclusión en la dieta de rumiantes (Anzolabehere y Cortazzo, 2017; Bruni, Trujillo, Facchín, Saragó y Chilibroste, 2014). Sin embargo aun no hay reportes de su uso previo a la encarnerada.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de la BS en la suplementación de ovejas pre encarnerada, ya que no se conoce si esta suplementación podría generar incrementos en la TO ovejas y/o borregas pastoreando campo natural

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. BASES SOBRE LA FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA OVINA

2.1.1. Ciclo estral de las ovejas

El ciclo estral es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente. La oveja es una especie poliéstrica estacional de día corto, esto quiere decir que su estación de cría inicia cuando las horas luz decrecen (Ungerfeld, 2002), para la mayoría de las razas esto ocurre a fines de verano y otoño (Castro, Menchaca y Rubianes, 2007). La duración en promedio del ciclo estral es de 17 días, observándose un rango entre 14 y 19 días (Rubianes et al., 1995; Forcada, 1996; Abecia y Forcada, 2010). El factor más importante que regula el ciclo estral es la variación estacional de la longitud del día, pudiendo ser controlado por otros factores como la nutrición, aspectos sociales y condiciones de explotación (Forcada, 1996). El ciclo se puede dividir en dos fases: la fase luteal, con predominio de Progesterona (P4), que inicia el día 2-3 del ciclo, fijando el día 0 el coincidente con el estro, y se extiende alrededor del día 15; la fase folicular de predominio estrogénica, que abarca desde la regresión del cuerpo lúteo (CL) a la ovulación, siendo corta, de aproximadamente 3-4 días en la oveja (Hafez y Hafez, 2002), que comprende los días 13-14 al 2, desde la luteólisis hasta la ovulación (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld, 2002). La endocrinología del ciclo estral se esquematiza en la (Figura 1). De igual manera estas fases pueden subdividirse en, proestro, estro, metaestro y diestro. El diestro da paso al proestro, período durante el cual aumenta el crecimiento folicular y se produce la regresión del CL del ciclo anterior (Ungerfeld, 2002); el proestro (desde la luteólisis hasta el inicio del estro), fase en que se da la preparación del estro y tiene una duración aproximada de 3 días; se da el comienzo del crecimiento terminal de los folículos (Fernández Abella, 1993). Por su parte el estro (período en el cual la hembra acepta al macho) 24 a 36 (rango 18 a 48 horas) horas dependiendo de la raza, edad, estación de año y presencia del macho. La ovulación es espontánea y se presenta al final del estro, unas 24 a 27 horas de iniciado el mismo (Fernández Abella, 1987; Hafez y Hafez, 2002).

El metaestro (desde el final del estro hasta la formación del CL que impide la ovulación), es el período post-ovulatorio y tiene una duración de 2 a 3 días (Fernández Abella, 1993), y diestro (presencia del CL activo) (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld, 2002), donde el CL es el que produce y secreta altos niveles de P4 (Bartlewski et al, 1999). La última fase del ciclo es la de mayor duración, inicia al finalizar el metaestro y se prolonga hasta el día 14 del ciclo, determinando una duración aproximada de 12 días; esta fase se corresponde con un período de inactividad sexual que comienza con la madurez completa del CL hasta su regresión. Cuando hay presencia de gestación persiste dicho CL durante toda la gestación (Durán del Campo 1980, Fernández Abella 1993, Caravaca Rodríguez et al., 2003).

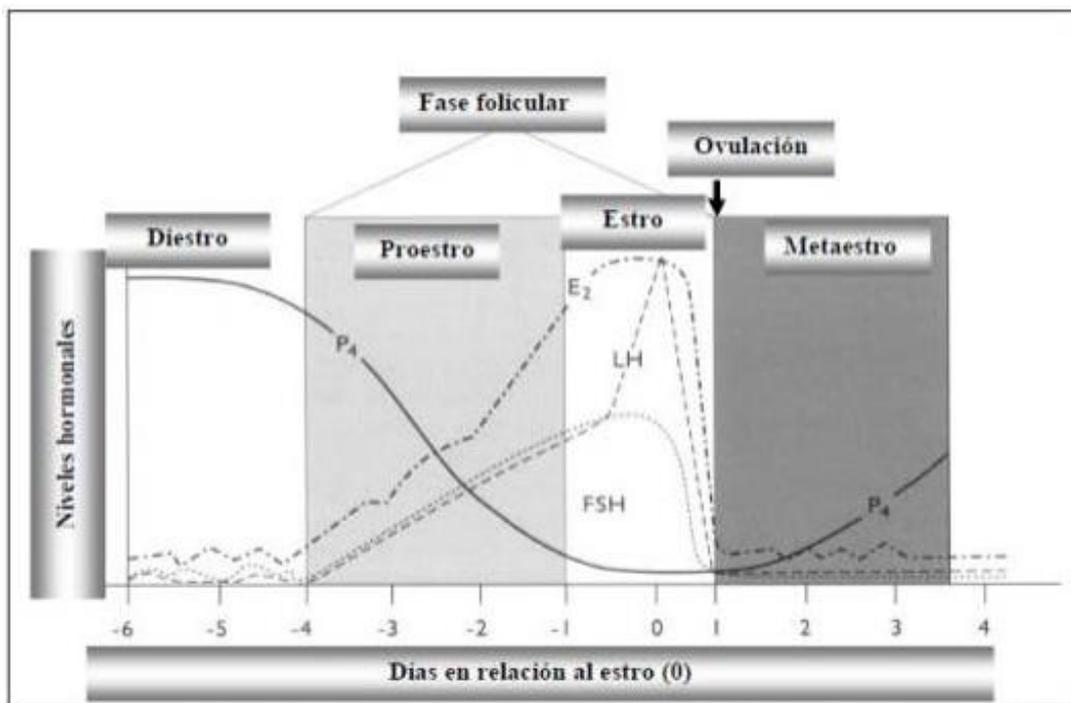


Figura 1. Endocrinología del ciclo estral, (adaptado de Senger, 1999).

2.1.2. Dinámica Folicular y regulación neuroendocrina en ovejas

El ciclo estral es regulado por mecanismos neuroendocrinos y endocrinos (Figura 2), por hormonas hipotalámicas, gonadotrofinas y esteroides secretados por los ovarios, lo que se denomina eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (Hafez y Hafez, 2002). El hipotálamo a través de la liberación y secreción de GnRH (hormona liberadora de gonadotropina), estimula a la glándula pituitaria para que secrete la hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) e induce la ovulación dada por el pico de LH, comprendiendo el proceso de ovulación como la ruptura del folículo maduro y la liberación del óvulo (Durán del Campo, 1980). En el ovario están presentes estructuras como el folículo que secreta estradiol e inhibina, el CL secreta P4 y oxitocina; y el útero produce la secreción de prostaglandina F2 α (Scaramuzzi et al., 1993), siendo esta hormona la principal responsable de la luteólisis (Niswender et al., 2000).

La hormona FSH es secretada de manera pulsátil mediante picos, siendo la encargada de esta forma de regular el crecimiento folicular; esta dinámica se evidencia en dos momentos, uno que coincide con el pico preovulatorio de LH y el segundo se presenta próximo a la ovulación, luego del primero a unas 24-30 horas (Fernández Abella, 1993).

La LH es secretada en forma de pulsos que aumentan su frecuencia y disminuyen su amplitud en la fase preovulatoria, pese a que en presencia de CL la frecuencia es baja y la amplitud es superior. En consecuencia, a cada pulso de LH se secreta un pulso de estradiol, siendo este responsable del mecanismo de acción de feedback positivo con respecto a la liberación y secreción de LH (Fernández Abella, 1993). La GnRH hipotalámica estimula la secreción de LH de la hipófisis anterior, que va a producir la ovulación de un folículo dominante y estimula la luteinización del resto de los folículos (Ungerfeld, 2002).

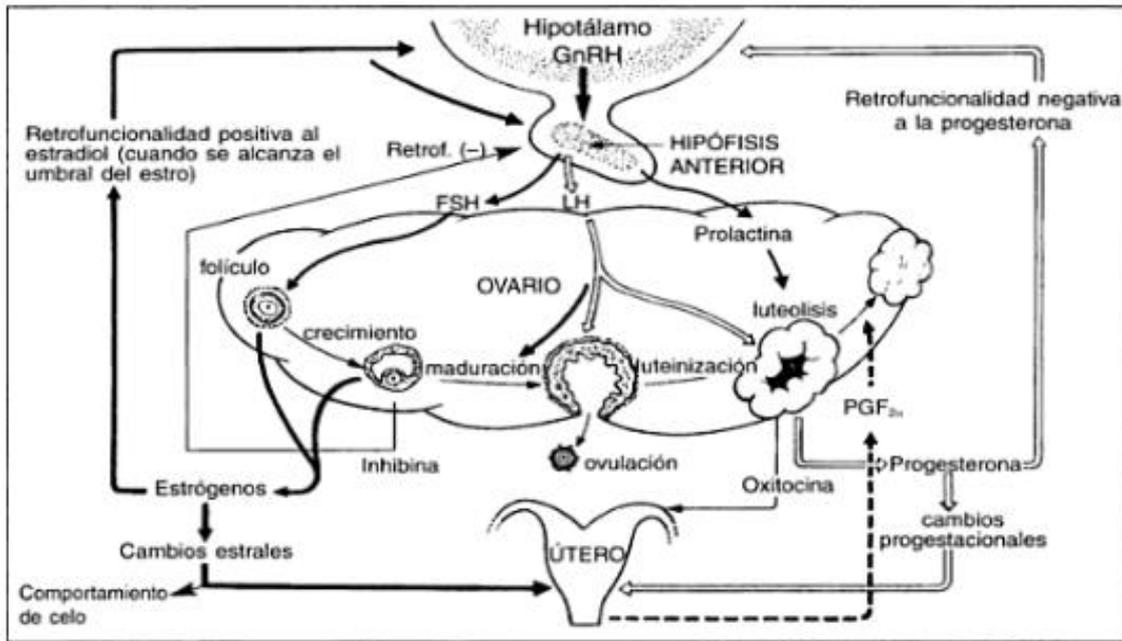
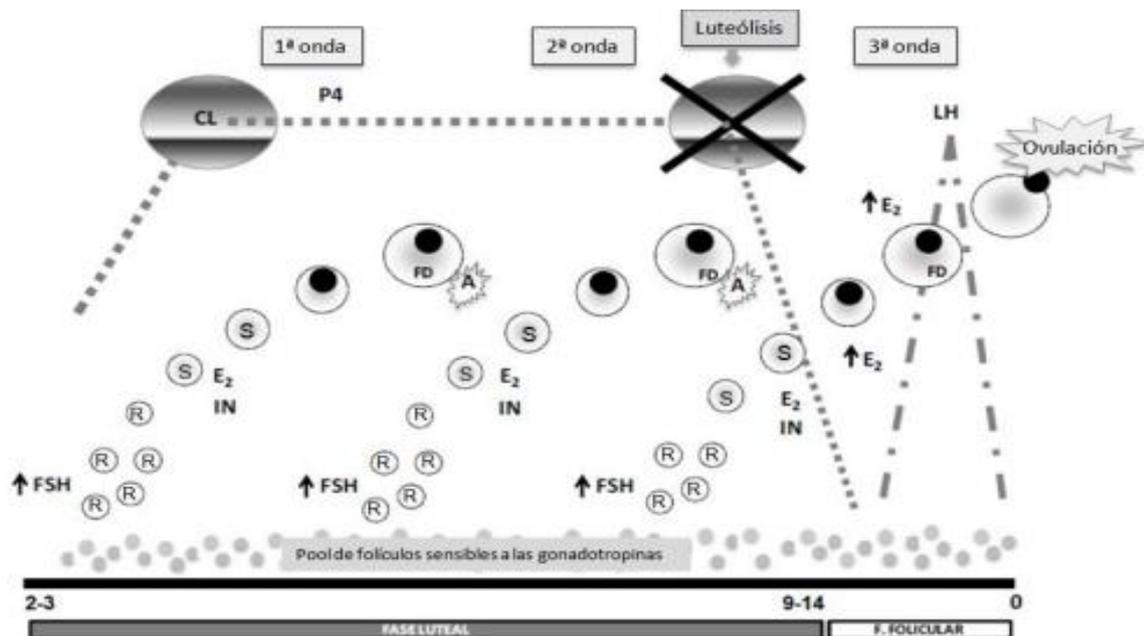


Figura 2. Esquema del ciclo ovárico y su control hormonal. Fuente: adaptado de Peters y Ball, por Caravaca Rodríguez et al., (2003).

En ovejas el desarrollo folicular sucede de manera sistemático y organizado en ondas foliculares (Figura 3) de crecimiento y regresión (Evans, 2003). El desarrollo de cada una de estas se encuentra diferenciado en tres etapas: reclutamiento, selección y dominancia folicular, donde cada una surge por un incremento de la hormona FSH, (Ginther et al., 1995; Souza, Campbell y Baird, 1997).

La oveja presenta un desarrollo folicular de 2 a 5 ondas, siendo el promedio un patrón de 3 ondas foliculares, los folículos ováricos crecen desde 3 hasta 6 mm de tamaño (Ginther, Kot y Wiltbank, 1995; Bartlewsky et al., 1999; Viñoles, Bancharo y Rubianes, 1999, Evans, Duffy, Hynes y Boland, 2000). Las ondas foliculares emergen aproximadamente entre los días 0, 6 y 11 del ciclo (Menchaca y Rubianes, 2012). Se ha encontrado una emergencia de una cuarta onda (día 14), dándose en estos casos la aparición de la tercera onda de manera prematura (Ginther et al., 1995; Viñoles et al., 1999; Evans et al., 2000).



CL: cuerpo lúteo; P4: progesterona; FSH: hormona folículo estimulante; LH: hormona luteinizante; S: selección folicular; FD: folículo dominante de la onda folicular; A: atresia (en presencia de altos niveles de P4, el FD de esa onda se atresia, se produce el recambio folicular -R-, y una nueva onda comienza con un pico previo de FSH, el cual se produce en presencia del FD de la onda anterior); IN: inhibina; E2: 17 β - estradiol; el FD secreta E2, ante la disminución de la P4, el folículo sigue creciendo, produciendo E2, por retroalimentación positiva se libera LH y se genera el pico preovulatorio de LH, el cual dará lugar a la ovulación del o los FD. F. Folicular: fase folicular.

Figura 3. Esquema del crecimiento folicular en ondas en la oveja (adaptado de Senger, 2005; Fierro, 2010).

Hay una estrecha relación entre la concentración de la hormona FSH y la aparición de las ondas foliculares, cada incremento en la concentración de FSH precede la emergencia de cada onda folicular (Ginther et al., 1995; Souza et al., 1997); dando lugar al "reclutamiento folicular" de algunos folículos primordiales sensibles a la FSH (Ungerfeld et al., 2002). Los folículos que son reclutados siguen creciendo hasta alcanzar la etapa de "selección folicular" donde uno de estos folículos se hace dominante, continúan creciendo en comparación a los demás, siendo dependiente de la LH (Viñoles, Forsberg, Banchero y Rubianes, 2001; Ginther, 2000). Durante el crecimiento el folículo dominante sintetiza estrógenos (E2) que inhibe los niveles de FSH, impidiendo de esta forma el reclutamiento de otros folículos de la misma onda (Baird, 1983). Además, sintetiza inhibina, la cual produce una retroalimentación negativa sobre la síntesis de FSH (González-Bulnes et al., 2004), siendo limitante para el reclutamiento de nuevos folículos (McNeilly et al., 1991).

El folículo dominante tiene una tasa de crecimiento de 1 mm/día, llegando a

alcanzar su máximo crecimiento al día 3 de la emergencia folicular (Viñoles et al., 2001). Si esto sucede con altos niveles de P4, ésta inhibe la frecuencia e intensidad en la que se generan los de pulsos de LH (ejerciendo retroalimentación negativa sobre el hipotálamo durante la fase luteal, inhibiendo la liberación de GnRH y de gonadotrofinas). El folículo dominante detendrá la producción de E2 dando fin a su dominancia e ingresando al estado de atresia folicular.

La FSH aumenta una vez más potenciando la emergencia de una nueva onda folicular, conocido como el proceso de “recambio folicular” (Ginther et al., 1995). Alrededor de los días 12 - 14 del ciclo estral, se produce la luteólisis, determinando una disminución brusca de los niveles de P4 (McCracken et al., 1970), liberando la inhibición de esta hormona sobre la pulsatilidad de la LH. El folículo dominante continúa su crecimiento y producción de E2 a partir de los pulsos de LH, la hembra demuestra comportamiento estral, la LH y los E2 se retroalimentan positivamente, se produce el pico preovulatorio de LH, dando lugar a la ovulación del folículo preovulatorio con un diámetro de 4 mm o más (Baird, 1978; Duggavathi et al., 2005; Menchaca y Rubianes, 2012). Luego de ocurrida la ovulación las células foliculares se diferencian a células luteales que producen P4 (Murphy, 2000; Weems et al., 2006), formándose el CL. La producción y liberación de P4 por el CL es sostenida y regulada por las hormonas que se denominan luteotrópicas, entre las que se incluyen LH, prolactina y E2 (Díaz et al., 2002; Niswender, 2002).

En la oveja se produce el fenómeno de co-dominancia que genera la posibilidad de ovulaciones múltiples (Scaramuzzi et al., 1993). Cuando ocurre la ovulación múltiple (ovulación de más de un folículo), en la mayoría de los casos pertenecen a la misma onda folicular, o en ondas consecutivas (Scaramuzzi et al., 1993) y las ovulaciones ocurren en un intervalo menor a 12 horas (Menchaca y Rubianes, 2012).

2.1.3. Estación de Cría

Como se ha mencionado, la oveja es una hembra poliéstrica estacional (Fernández Abella, 1993), lo que implica que anualmente, y durante un periodo de tiempo variable (limitado por factores tales como la raza y edad), la oveja esté en condiciones de reproducirse. La estación de cría está caracterizada por cambios cíclicos en el tracto reproductor que van seguidas por períodos de receptividad

sexual (Azzarini y Ponzoni, 1971).

A través de diversos mecanismos fisiológicos se pueden observar variaciones en la actividad ovárica, logrando una mayor fecundidad durante el otoño. En este período la TO es superior a nivel poblacional e individual, como resultado de un aumento en la reclutación de folículos y menor tasa de atresia (Fernández Abella., 1993).

En cada estación en la primera ovulación se presenta un estro silente, lo que se conoce como una ovulación sin presencia de estro, como consecuencia de la carencia de un CL previo que produzca sensibilidad en el hipotálamo al pico preovulatorio de estradiol (Fernández Abella., 1993). En borregas es común que se dé un estro sin ovulación durante su primera estación de cría (Edey., 1968) y durante el anestro post-parto en un pequeño porcentaje de la majada (Fernández Abella., 1993).

La estacionalidad depende de varios factores, los más importantes es la variación estacional del fotoperiodo o duración de las horas de luz (Azzarini y Ponzoni., 1971) y la raza. En nuestro país las razas consideradas de lana fina comienzan su estación sexual antes que las de lana gruesa. Puede decirse que por lo general la raza Merino Australiano comienza su estación de cría en noviembre, mientras que Corriedale en enero o febrero y Romney en febrero o marzo (Durán del Campo., 1980).

2.1.4. Tasa Ovulatoria

En los rumiantes el número de ovocitos liberados en el momento de la ovulación se encuentra fuertemente regulado, y pocas veces es mayor a tres, siendo el resultado de complejos procesos de desarrollo y diferenciación de los folículos. Dichos procesos son de gran interés en los animales de granja porque determinan el tamaño de la camada, siendo uno de los principales componentes de la eficiencia reproductiva y de la productividad de un establecimiento. En la actualidad el tamaño de la camada es muy importante para reducir el impacto ambiental de las industrias de rumiantes, donde las variables reproductivas como la fertilidad y fecundidad son determinantes en la eficiencia de las emisiones de gases de efecto invernadero (Juengel et al., 2021).

La TO es el número de ovocitos ovulados en cada estro (Banchero y Quintans, 2005), existiendo factores genéticos y no genéticos que la afectan. Se determina contando en ambos ovarios el número de cuerpos lúteos (estructuras que quedan luego de la liberación de cada ovocito) por ecografía o por laparoscopia y dividiendo por el número de ovejas con CL (Banchero y Quintans, 2005). La TO está determinada mayormente por el genotipo, pero factores ambientales, sobre todo la nutrición, influyen sobre la misma. Logramos altas tasas cuando se alcanza un buen PV al servicio, una buena CC o cuando se les aumenta el nivel nutricional (cantidad y/o calidad) previo al servicio por períodos variables de tiempo (Azzarini y Ponzoni, 1971).

Los factores ambientales pueden subdividirse en internos y externos. La edad, CC y PV son de mayor relevancia dentro de los internos, mientras que fotoperiodo, temperatura, efectos sociales y la alimentación ya mencionada, forman parte de los externos (Fernández Abella, 1993). Una sobrealimentación en torno al servicio genera un aumento en la TO, técnica denominada "Flushing". Ha sido observada una mayor respuesta en ovejas adultas, de CC intermedia, en razas que presenten poca prolificidad y sobre el fin del verano-otoño (Fernández Abella y Formoso, 2007b). En la TO se ven reflejados los procesos de reclutamiento y selección folicular, ya que a mayor tasa de reclutamiento y menor presión de selección se da una mayor TO (Azzarini, 1992). La prolificidad es un indicador clave del desempeño reproductivo de las ovejas y el factor que brinda altas posibilidades de mejora (Azzarini, 1992).

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA TASA OVULATORIA

2.2.1. Genéticos

La prolificidad está asociada al número de ovulaciones que ocurren en cada ciclo estral, determinada principalmente por la genética, existiendo razas con mayor potencial mellicero (razas prolíficas), sin embargo, la mayoría de las majadas uruguayas tienen baja TO (Banchero y Quintans, 2005). En este sentido, Fernández Abella et al. (1994), la sitúa entre 1,1 y 1,3. El empleo de cruzamientos con razas de alta prolificidad (Finnish Landrace, Frisona Milchschaft, Romanov., D' man, entre otras) permitiría obtener en forma relativamente rápida una descendencia con mayor prolificidad que las observadas en razas poco prolíficas (Fogarty et al., 1984).

Dentro de las alternativas genéticas para incrementar la prolificidad y en consecuencia generar incrementos en la TO, se encuentran los genes mayores, tales como el gen Fec^B. Este genera un incremento de la prolificidad (Piper y Bindon et al. 1982, 1996, Davis et al. 1991b, Davis 2005). Sin embargo, su uso se ha visto limitado por el incremento en el número de ovejas con tamaño de camada 3 o más, a pesar de los esfuerzos por limitar la prolificidad con restricciones nutricionales (Fernández Abella y Azzarini, 2006).

Se han determinado múltiples mutaciones genéticas en tres genes diferentes que afectan a la TO en las ovejas, todos ellos se encuentran relacionados con el factor de crecimiento transformante β (TGFB), en varias líneas ovinas de todo el mundo. También se han establecido líneas ovinas con otros genes principales, algunos de los cuales no parecen interactuar con la superfamilia TGFB y, por tanto, pueden estar afectando a otras vías aún por descubrir (Juengel, Davis, McNatty, 2013). Ha habido un interés particular en tres genes principales de fecundidad, el receptor de proteína morfogenética ósea tipo 1B (BMPR1B), la proteína morfogenética ósea 15 (BMP15) y el factor de diferenciación de crecimiento 9 (GDF9), que controlan la vía de señalización de la proteína morfogenética ósea (BMP) y tienen efectos importantes en la TO (Fabre et al., 2006; Juengel et al., 2013). Se han identificado al menos seis mutaciones diferentes en el gen BMP15 en las que las ovejas heterocigotas tienen mayores TO y las homocigotas serían infértiles (Galloway et

al., 2000). Aunque todas las mutaciones tienen efectos generales similares sobre la fertilidad, existen diferencias sutiles, ya que los aumentos en la TO observados en los animales heterocigotos varían del 35 al 100% (McNatty et al., 2004). Pese a que esto podría estar relacionado con las diferencias en la genética de base de las distintas líneas de ovejas, además se ha planteado la hipótesis de que sea el resultado de los distintos efectos de las mutaciones sobre la función de la proteína. Se propone que aquellas mutaciones que potencialmente afectan a la interacción de BMP15 con sus receptores tienen mayores efectos sobre la TO, dada la compleja naturaleza de las interacciones entre BMP15 y GDF9 con sus receptores (McNatty et al., 2004).

2.2.2. Edad

En corderas y borregas, la TO es menor que en una oveja adulta. Dentro de los animales adultos no se encuentran demasiadas diferencias según la edad (Fernández Abella y Formoso, 2007b). A medida que aumenta la edad, la prolificidad aumenta y se da una reducción de las ovejas falladas, determinado esto por una mayor fertilidad (Fernández Abella, 2001), pero ésta comienza a disminuir a partir de los 6 o 7 años de edad (Durán del Campo 1980, Caravaca Rodríguez et al. 2003, Fernández Abella y Formoso 2007b, Buratovich 2010). El descenso de la fertilidad en las ovejas podría estar más asociado a una imposibilidad de que el animal se alimente correctamente que a la edad en sí (Azzarini y Ponzoni, 1971). Siendo en parte esto explicado por las condiciones de nuestro país, donde los sistemas de producción son predominantemente sobre campo natural, por una disminución en la CC a partir de dicha edad por problemas de dentición.

2.2.3. Estatus nutricional

Existe una relación entre la nutrición y la dinámica folicular, Viñoles, Forsberg, Banchemo y Rubianes (2002), reportan que ovejas con buena CC (4,1) presentaron un mayor número de ondas foliculares por ciclo que aquellas con una baja CC (1,9). En consecuencia, Viñoles et al., (2003), sostienen que alimentación de calidad (energética-proteica), suministrada a partir de la segunda mitad del ciclo estral (correspondiendo con la emergencia de la onda folicular) repercutirá en la TO,

debido a que se incrementarían los niveles circulantes de FSH durante la fase folicular, lo que conlleva a un incremento en el número de folículos seleccionados para ovular. En el mismo sentido, ovejas con mejor CC tienen mayor concentración de FSH y menor concentración de estradiol, con respecto al grupo de baja CC, se extendería el período de reclutamiento, generando mayor TO (Viñoles et al., 2002).

Es sabido que hay una correlación positiva entre PV y TO (Lindsay et al., 1975, Kelly y McEvan 1983). Cuando tenemos ovejas de un mismo biotipo y tienen un PV mayor, además de presentar una muy buena CC, se pueden obtener niveles superiores de TO (Banchero et al., 2003). Se puede separar los efectos del PV en dos componentes; el peso en sí al momento del servicio, peso estático y las fluctuaciones de peso en dicho periodo, o peso dinámico. En ovejas, a mayor PV o CC, mayor la TO, esto se conoce como “peso estático” (Ganzábal et al., 2003), donde por encima de un peso crítico variable según la raza y la majada (38 Kg: Ideal-Merino; 45 Kg: Corriedale, Merilín; 50Kg: Romney) se incrementa la TO determinando un aumento en el número de partos múltiples (% de ovejas melliceras) y en la fertilidad (reducción del % de ovejas falladas).

El incremento del PV en las semanas previas al servicio (3 a 6 semanas) es fundamental, porque aumenta la probabilidad de que las ovejas tengan ovulaciones múltiples. Esto se conoce como “efecto dinámico” del PV y el mismo es positivo si las ovejas obtienen o superan al servicio el peso crítico o estático. De esta manera, cuando las ovejas ganan PV logrando por ejemplo 45 Kg al servicio (Smith et al; 1990), tendrán mayor fecundidad que aquellas ovejas que pierden peso, o lo mantienen. Este PV debe ser superior al peso estático de dicha majada, sino los efectos favorables no se evidencian.

Los mejores resultados se obtienen con ovejas en buen estado y que durante la encarnerada se encuentren aún ganando peso (Azzarini y Ponzoni., 1971). Como monitoreo del estado energético en las ovejas de cría lo que más se utiliza es la CC, que nos permite definir estrategias de alimentación en los momentos críticos para mejorar la eficiencia reproductiva. La CC es una herramienta subjetiva del estado nutricional de un animal que se obtiene al palparla columna vertebral y los procesos lumbares que se encuentran ubicados detrás de la última costilla y por encima de los riñones (Montossi et al., 2005).

2.2.4. Fotoperíodo

El factor primordial en el cual se generan cambios con la estación de cría es la duración de las horas de luz (fotoperíodo), además de que posee un gran impacto sobre la fertilidad (Buratovich, 2010). La duración de las horas luz tiene un rol importante en las variaciones de la actividad sexual (Hafez, 1993). Durante el otoño el fotoperíodo decreciente determina, sin importar la raza, que todas las ovejas de una majada estén ciclando (en estro), determinando que sea la estación de máxima fecundidad (Fernández Abella, 2001).

Está estudiado que la época de mayor fecundidad en las ovejas es el otoño, que entre otras causas se encuentra explicado por un aumento en la TO, que inicia a fines de verano alcanzando el mayor reclutamiento folicular en febrero-marzo. Sin embargo, en época de primavera-verano el número de óvulos que son liberados por oveja es próximo a uno. Por otra parte, la selección folicular es menor a medida que pasa el otoño, alcanzando valores máximos en el mes de mayo, determinando la mayor eficiencia (porcentaje de folículos reclutados que ovulan). Por esta razón es que en la estación de mayor fertilidad existe un momento donde el reclutamiento es mayor (marzo) y un periodo donde la atresia es menor (mayo) (Fernández Abella, 1993).

2.2.5. Factores ambientales

El frío podría generar un anticipo en el comienzo de la estación de cría. Valores entre 0°C y 8°C producen un adelanto del comienzo de la estación, aumentando el largo de gestación (Fernández Abella, 1993). La eficacia reproductiva se ve afectada fundamentalmente por la temperatura, humedad y precipitaciones durante la estación de cría, siendo mayores los perjuicios en la fertilidad si se dan condiciones de elevada humedad (efecto indirecto) (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Dependiendo en el momento en que ocurran los factores de estrés por frío o calor se van a manifestar distintos efectos. El estrés sufrido por altas temperaturas en etapas tempranas del desarrollo, como ovulación, fertilización y primeros días de vida del embrión puede inducir al anestro, además de generarse posible

disminución en la fertilización (Buratovich, 2010). Por cierto, existe una clara interacción con el genotipo, particularmente con el origen geográfico de las razas.

Las funciones reproductivas pueden verse alteradas por la exposición a temperaturas extremas, ya que provocan un estrés en el animal, dando como resultado una disminución del aporte sanguíneo hacia los órganos reproductivos y generando cambios en las secreciones hormonales (Fernández Abella, 1993). Dutt (1964) demostró que al exponer ovejas en el día 12 del ciclo estral a temperaturas de 32° C, la cantidad de óvulos anormales fue mayor.

Precipitaciones superiores a 40 mm por día producen muertes embrionarias en los meses de otoño, y a superiores volúmenes de lluvia se incrementan las pérdidas. De producirse temporales en los momentos de inseminación con ovejas sincronizadas, las pérdidas pueden ser mayores a 50% (Fernández Abella, 2001).

2.2.6. Efecto macho

Dentro de los factores sociales el principal factor que influye en la TO es el efecto macho. Se basa en incorporar masivamente carneros (mayor al 4 %) a una majada de ovejas que se encuentran en anestro, pero próximas al inicio de la estación de cría (no más de 40-50 días), lo cual induciría a la ovulación (Underwood et al., 1944). El impacto que genera el efecto macho es el anticipo de la estación de cría, inducción del estro y ovulación en ovejas en anestro superficial y aumenta la fertilidad de las que están ciclando (Mauléon y Dautier, 1965) mediante un incremento en la pulsatilidad de LH (Oldham y Martin, Cognié et al., Murtagh et al., citados por Fernández Abella, 1993). Estudios en la raza Merino Australiano reportan respuestas que oscilan entre un 40 y 100% de las ovejas en anestro por el efecto macho (Buratovich, 2010). El resultado a dicho efecto se encuentra perjudicado por la CC de las ovejas, la edad de las mismas, la actividad ovárica, el período de aislamiento que hayan tenido, la raza y el porcentaje de carneros utilizados (Martín, 1984, Signoret et al., 1984, Rodríguez Iglesias, 1990). Sin embargo, no es posible generar este efecto en ovejas que estén en contacto permanente con el carnero.

2.2.7. Nutrición

La TO está determinada por el genotipo de la oveja, pero factores ambientales, sobre todo la nutrición, influyen considerablemente sobre este potencial (Banchero et al., 2003). La reproducción puede ser afectada directa e indirectamente, y se define en términos de aporte energético, proteico y de otros componentes como vitaminas, aunque en menor grado (Azzarini 1985, Fernández Abella, 1993). En la oveja, la suplementación a corto plazo estimula la foliculogénesis (Viñoles et al., 2005; Somchit et al., 2007) y produce efectos de incrementos en la TO (Teleni et al., 1989; Letelier et al., 2008), y se ha sugerido que el mecanismo de dicho efecto no es considerado principalmente hipotalámico, sino que compromete efectos directos de los nutrientes y metabolitos sobre el folículo (Scaramuzzi et al., 2006). La foliculogénesis es un proceso que responde a la nutrición y que se adapta a las señales nutricionales directas e indirectas. En la actualidad hay fuertes estudios que reflejan que el incremento de la nutrición estimula este proceso, donde los folículos responden a las acciones directas de la nutrición, sin embargo, hay pocos reportes que demuestran que la nutrición estimula dicho proceso mediante el incremento de las gonadotropinas. Por el contrario, hay estudios contundentes que argumentan que la desnutrición inhibe la foliculogénesis y, en este caso se reduce la secreción de LH y FSH por acciones centrales sobre el sistema hipotálamo-hipofisario y, en particular, por la inhibición del generador de impulsos de GnRH (Scaramuzzi, Brown, Dupont, 2010).

Se describen aumentos en la TO con dietas mejoradas alrededor del servicio sin incrementos en el PV, apreciando un efecto inmediato de los nutrientes (Knight et al., 1975). Fernández Abella y Formoso (2007b) coinciden con dicha información indicando que variaciones en el PV de las ovejas explican parcialmente las modificaciones en TO, mientras que la alimentación proteica y energética genera cambios muy importantes afectando los procesos de reclutamiento y selección folicular respectivamente.

Se evidencian efectos de la nutrición los cuales se dividen en indirectos (o de largo de plazo) o efectos directos (o de mediano-corto plazo). Los efectos de largo plazo se refieren a la influencia que ejerce la nutrición durante las etapas fetales del animal hasta llegar a la pubertad, y su repercusión en el adulto. En este momento

una correcta alimentación sería fundamental ya que afecta el potencial genético del individuo (Gunn, 1983). En lo que refiere a los efectos directos, los de mediano plazo son los que afectan dentro de un ciclo reproductivo o al siguiente, donde el nivel alimenticio establece una mayor o menor acumulación de energía en el cuerpo, variando de esta manera el PV y CC. Como ya se ha descrito ambos componentes son responsables directos de la fertilidad de la hembra, y existe un período clave que se comprende entre el fin de la gestación lactación y el próximo servicio donde se establece el potencial de generar descendencia (Fernández Abella, 1993).

Finalmente, los efectos de corto plazo hacen referencia a los factores que actúan directamente en el periodo pre-servicio y servicio, modificando principalmente la TO (Coop 1962, Fernández Abella, 1993). Dentro de estos efectos observamos el peso estático y peso dinámico, que al ser provocados por un consumo diferencial de energía son efectivos en un rango de CC (Gunn, 1983) y el tipo de respuesta varía según el genotipo.

Existen manejos nutricionales como el “flushing” que nos permiten con bajos costos un incremento en la TO (Rubianes y Ungerfeld, 2002) y es por lo mencionado anteriormente que Azzarini (1971) recomienda un aumento en el nivel energético de la dieta a principio de verano-otoño (disminución de atresia) y un flushing proteico en el otoño avanzado (aumento en el reclutamiento).

La nutrición potencia favorablemente su efecto sobre la TO cuando los tratamientos alimenticios coinciden con la emergencia de una nueva onda folicular. Estos tratamientos nutricionales promueven un aumento en la TO afectando particularmente las últimas dos etapas de desarrollo folicular (folículos independientes de gonadotropinas y folículos ovulatorios (Viñoles, 2003). Es probable que la nutrición modifique la sensibilidad de dichos folículos a la acción de las gonadotropinas a nivel de ovario además de provocar cambios en la población folicular aumentando el reclutamiento y disminuyendo la atresia (Haresign, Nottle, Rhind et al., Scaramuzzi y Campbell, Stewart, Xu et al., citados por Viñoles, 2003). Viñoles (2003) afirma que los mecanismos por los cuales la nutrición opera sobre la TO aún no han sido completamente dilucidados y establece que la respuesta no es mediada por ningún nutriente, hormona o metabolito específico.

2.2.8. Sanidad

Los problemas de sanidad restringen la expresión del potencial reproductivo afectando indirectamente la TO a través de la pérdida de PV o CC o disminución de la manifestación de estros, e inciden sobre el consumo voluntario (Nari y Cardozo, 1987), enfermedades infecto-contagiosas como foot-rot o pietín causa estos efectos (Fernández Abella y Formoso, 2007d). Los parásitos gastrointestinales, principalmente *Haemonchus contortus*, reducen considerablemente el reclutamiento folicular, disminuyendo entre un 15-20% la TO (Fernández Abella, 2011)

2.3. FLUSHING Y FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA

2.3.1 Flushing

Se entiende por “flushing” a una sobrealimentación entorno al servicio, lo que genera un aumento en la TO. Tienen una mayor respuesta a esta técnica ovejas adultas, de CC intermedia (2,5-3,0), en razas que presenten poca prolificidad y sobre el fin del verano-otoño (Fernández Abella y Formoso, 2007b). Esta técnica permite desarrollar el potencial de gestar mellizos con un incremento o mantenimiento de PV de la oveja. Por lo tanto, se mantendrán las mismas necesidades de mantenimiento durante el año, salvo en el último tercio de gestación y lactación (Aguerre y Fernández Abella, 2012).

2.3.2. Factores que afectan la respuesta al flushing

Consideramos que hay muchos factores que afectan la respuesta al flushing, como por ejemplo: los genéticos, la edad, condición corporal, peso y tipo de alimentación.

2.3.2.1. Genéticos

La raza de la majada es uno de los factores que más incide en la respuesta al “flushing”. Dentro de un mismo genotipo podría existir una mayor respuesta al flushing, haciendo una selección por tasa mellicera, así como también en

condiciones alimenticias normales presentar una mayor ovulación. Como ejemplo de selección a nivel nacional, llevado a cabo por el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) es el de la majada ALFERSUL, en el cual son seleccionados los animales por la tasa mellicera. Un experimento realizado en esta institución evidenció como resultado que una majada Corriedale pastoreando sobre *Lotus pedunculatus cv. Maku* alcanzaba un mismo número de TO que una Corriedale ALFERSUL alimentado en base a campo natural. Del mismo modo, si comparamos el desempeño ovulatorio de estos grupos sobre la pastura sembrada con *Lotus pedunculatus cv. Maku*, la diferencia será muy superior a favor de la majada seleccionada (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

2.3.2.2. Condición Corporal

Por lo general una oveja con una CC entre 3,0 y 3,5 tiene buenos niveles de reclutamiento folicular, por lo que, frente a este grado de reservas energéticas, la aplicación de un “flushing” tendrá baja incidencia sobre la TO. Se espera que la mayor respuesta se obtenga en ovejas que se encuentren en CC media (2,5 a 3,0; Fernández Abella, 1993). En este sentido, Fernández Abella y Formoso (2007b) reportan mayores respuestas al flushing (medidos como % de incremento en TO) en ovejas que tienen CC de entre 2,5 y 2,76 frente a ovejas con mejor CC (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de CC en la respuesta al flushing en ovejas Merino adultas

Condición Corporal	Respuesta al flushing (% de incremento en la TO)
2.50 - 2.75	15 - 20%
3.00 - 3.5	0 - 8%

%; porcentaje; TO: Tasa ovulatoria.

Fuente: Fernández Abella y Formoso (2007b).

Resultados similares arrojaron un ensayo en INIA Glencoe descrito por Montossi et al., (2005) con ovejas pastoreando un mejoramiento de *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, apartando los animales según CC al inicio del ensayo. Se pudo comprobar que la respuesta en TO fue mayor en las hembras que presentaban una menor CC (menor a 3,25). Según estos autores es posible que la respuesta sea

aún mayor utilizando ovejas con menores CC iniciales que las del ensayo en cuestión.

2.3.2.3. Edad

La edad posee un rol de importancia en la respuesta al flushing. En el pre-servicio corderas y borregas van a tener una menor respuesta a la sobrealimentación, ya que estas categorías priorizarían el crecimiento (Kenyon, Corner-Thomas, 2022), por tener una menor TO con respecto a las ovejas. Para estas categorías debemos considerar un buen desarrollo y una buena CC (mayor a 3) (Fernández Abella y Formoso, 2007b). El incremento en el potencial reproductivo por la edad se condice con un aumento de respuesta al flushing y en ovejas con CC regulares (2.5 – 3.5) la respuesta al flushing será mayor, mientras que en ovejas en mal estado de CC menor a 2.5 el mayor impacto será el incremento del número de ovejas gestando y no la cantidad de mellizos.

2.3.2.4. Tipo de alimentación

En épocas de verano y a principios de otoño se deben suministrar alimentos ricos en energía asegurando siempre un aporte de proteína mínimo en el alimento. A partir de abril y mayo, una vez cubierta la demanda de energía conviene utilizar alimentos ricos en proteína (SUL, 2011). Existe una asociación del consumo de proteína con aumentos en el reclutamiento folicular y de la energía con una disminución de la selección o atresia de los folículos (Lindsay 1976, Haresign 1981, Knight, 1981).

En ovejas se relaciona el llamado estado nutricional neto (net nutritional status) con la TO, el conjunto de los nutrientes disponibles entre reservas corporales y los que se derivan de la dieta diaria del animal (Lindsay, 1976). Esto explicaría que las ovejas que se encuentran en buena CC y pesadas sometidas a dietas carentes en energía y proteína aún pueden mostrar una buena TO por la buena disponibilidad propia de nutrientes.

Pretendiendo determinar cuáles son los nutrientes involucrados en la respuesta al flushing, es que se han reportado respuestas lineales en cuanto al consumo de proteína y la implicancia que tienen los aminoácidos ramificados (BCAA),

deduciendo que tanto los efectos dinámicos y estático del peso, además del efecto nutriente inmediato, tienen la misma respuesta medida en diferentes tiempos (Smith, 1991). Asimismo, descartó los posibles efectos en la liberación de FSH directa o indirectamente a través de feedbacks negativos. De este modo indica que el efecto es a nivel del ovario y es mediado por acción directa de los BCAA o indirecta vía una hormona metabólica.

Un estudio reciente ha constatado que la exposición de los ovocitos en maduración a concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados de cadena larga (NEFAs) tiene un impacto negativo en la fertilidad, no solo por la reducción de la capacidad de desarrollo del ovocito, sino también por el compromiso de la calidad, la viabilidad y la capacidad metabólica de los embriones tempranos (Van Hoeck et al., 2011). Al someter ovejas a una alimentación enriquecida en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) (aceite de pescado saponificado) 74,3% v. 57%; se evidenciaron incrementos en cuanto al número y calidad de ovocitos. También, en estos animales se produjo un incremento en la proporción de ácidos grasos de cadena larga y en las células del cummulus (Zeron et al., 2002).

En resumen, con los conocimientos actuales se sugiere que los estados nutricionales que dan lugar a concentraciones circulantes elevadas NEFAs pueden comprometer el desarrollo del folículo dominante y también el del embrión temprano, por lo que se recomienda evitar las dietas o los estados metabólicos que favorecen las concentraciones elevadas de NEFAs durante el ciclo de la concepción y el período postconcepción temprano (Dupont, Scaramuzzi, Reverchon, 2014).

2.3.2.5. Nutrición energética y proteica

De manera independiente, la energía y la proteína tienen influencia sobre la TO, sin embargo, el nivel de uno de estos puede afectar la respuesta del otro y podría necesitar un incremento en la concentración de ambos para lograr un efecto máximo (Banchemo y Quintans, 2005).

Para un nivel constante de energía podría darse un incremento lineal de la TO a medida que la proteína aumenta, recientemente Banchemo et al. (2021), reporta que con cada gramo extra de proteína cruda suministrada por la dieta se relaciona con

un incremento del 0,1% en la TO. En el mismo sentido, Smith (1984) reportó un umbral de 125 grs de proteína digestible por día para producir ese incremento en TO. Este umbral es el que explica la falta de respuesta que se obtiene cuando se realiza una suplementación (flushing), sin considerar el consumo de proteína (Fernández Abella, 1993).

La relación fisiológica entre el consumo de energía y la foliculogénesis implica a varias hormonas metabólicas y factores de crecimiento, como la insulina, el IGF-I, la leptina y la hormona del crecimiento (GH), que interactúan en el entorno folicular para modular la foliculogénesis estimulada por gonadotropinas (Scaramuzzi et al., 2010). Las hormonas metabólicas tienen una importancia para explicar los efectos de la nutrición sobre la TO. En experimentos en el que se suministraba grano de lupino y se hacían infusiones de glucosa y glucosamina durante 5 días, se encontró que la insulina, la hormona de crecimiento (GH), la “insulina como factor de crecimiento 1” (IGF-1) y la leptina tienen un rol importante en el crecimiento folicular y en la mediación de los efectos de la nutrición (Muñoz-Gutiérrez et al., 2002, 2004). Las concentraciones de glucosa, insulina y leptina en el ovario tienen efecto sobre la TO dependiendo del momento del reclutamiento folicular en el que se encuentra la oveja cuando estas sustancias tienen su máxima concentración (Viñoles et al., 2005).

. Por otra parte, la suplementación de ovejas con dietas energéticas se obtuvo un incremento de 1,5 % de ovulaciones múltiples por cada Mega Joule (MJ) de energía por encima de los requerimientos de mantenimiento (1 M=12 MJ; Smith, 1985). Catalano y Sirhan (1993), en un ensayo lograron un aumento del 8% de ovulaciones múltiples por cada MJ de energía metabolizable (EM), ingerido diariamente por encima de 1 M durante los últimos 12 días del ciclo estral, evaluando la respuesta en TO hasta ofertas de 1,4 M. Viñoles et al., (2002), explican que el incremento en la TO en suplementaciones energéticas está dado por un aumento de insulina en sangre.

Un aumento de la energía de la dieta, durante la fase lútea tardía, mejora la TO (Downing y Scaramuzzi, 1991). Dietas energéticas generan aumentos de glucosa e insulina, permitiendo un ahorro de proteína como precursor de energía y esto produce mayor disponibilidad de nitrógeno para sintetizar enzimas microsomales hepáticas (Smith, 1988). Esto podría generar una acción directa de la insulina sobre

el hipotálamo estimulando la secreción de GnRH y por lo tanto las gonadotropinas (FSH y LH), responsables de un incremento en la TO. Además, el tejido ovárico podría aumentar la susceptibilidad a estas hormonas, provocando el mismo efecto (Catalano y Sirhan, 1993). Pretendiendo explicar el rol que posee la energía sobre la TO, se ha planteado que las enzimas microsomales hepáticas tienen la capacidad de metabolizar los esteroides. Como respuesta el feedback negativo que ejercen los esteroides sobre el eje hipotálamo hipófisis se vería reducido, desencadenando una mayor producción de gonadotropinas (Thomas et al., 1987).

Las dietas proteicas actúan sobre la TO al cambiar los niveles de insulina y de la hormona de crecimiento, las que podrían producir cambios en la actividad intraovárica de los moduladores de FSH y el factor de crecimiento asociado a la insulina (IGF-1). Un incremento en la actividad de este factor provocaría un aumento en la sensibilidad de la enzima aromatasa a la FSH, llevando a un mayor reclutamiento folicular y obteniendo como resultados aumentos en la TO (Smith 1985, Viñoles, 2003).

Los diferentes tipos de proteína poseen efectos variables sobre la TO, observándose al administrar por vía intravenosa proteínas y aminoácidos. Las proteínas que tienen mayor cantidad de aminoácidos compuestos por radicales ramificados (valina, leucina, isoleucina), poseen un papel importante sobre los mecanismos que controlan la TO (Downing et al., 1991). La combinación de aminoácidos ramificados administrados por vía sanguínea también resultó en un incremento en la TO (Downing et al., 1995).

En un ensayo en ovejas Merino Australiano con un PV de 43 kg, se obtuvo una TO de 1,4 al ser suplementadas con grano de lupino a razón 0,6 kg/animal/día, mientras que en el testigo que no fue suplementado tuvo una TO de 1,19 (17% más de ovulaciones en el grupo suplementado; Ritar y Adam, 1988). Nottle et al., (1988) proporcionó dos fuentes de nitrógeno a ovejas Merino Australiano (grano de lupino y caseína tratada con formaldehído), reportando incrementos de TO en las suplementadas con lupino. No obstante Catalano y Sirhan (1993), reportan que el aumento de la TO tendría una mayor correlación con el aporte de EM del grano de lupino que con el de proteína. En el mismo sentido, Teleni et al. (1989), sugieren que en este tipo de suplementaciones hay un aumento de precursores de glucosa que son proporcionados por la proteína y grasa bruta (extracto etéreo) del grano.

Trabajos realizados a nivel nacional con una suplementación proteica en ovejas Ideal en torno a la encarnerada (farelo de 34% de PC) obtuvieron un 17% de aumento en TO frente a un grupo testigo sin suplementar (Acuña et al., 1988).

También en otro trabajo realizado con ovejas Ideal, que pastoreaban sobre campo natural y siendo suplementadas con una fuente energética (0,4 kg/animal/día de grano) y una proteica (0,5 kg/animal/día de farelo) en el transcurso de 17 y 30 días en torno a la encarnerada, se obtuvieron los siguientes resultados que se resumen en el (Cuadro 2) (Azzarini, 1990).

Cuadro 2. Valores de TO obtenidos con suplementación energética o proteica en ovejas Ideal en torno a la encarnerada, para tres años consecutivos.

Tratamiento/Año	1989	1987	1988
Testigo	1.16	1.18	1.14
Energía	1.27	1.34
Proteína	1.38	1.51	1.26*

*17 días de suplementación

Fuente: Azzarini (1990).

Se ha observado un claro estímulo en el comportamiento reproductivo acompañado por un aumento del nivel de FSH a lo largo del periodo estratégico, para alcanzar una mayor TO en ovejas que su nutrición es en base a proteínas (Thompson y Smith 1988,).

Se presentaron resultados logrados en ovejas que tuvieron acceso a pasturas sembradas con *Lotus cv. maku* por períodos cortos entre 10 y 13 días, consiguiendo más ovulaciones dobles (42% vs. 24%, P=0.08) que ovejas pastoreando campo natural, tratando de asegurar los requerimientos mínimos de proteína digestible de 125 gramos que son reportados por Smith (1985) a partir de los cuales habría respuesta en TO. El suministro de energía podría potenciar el efecto positivo de los niveles de proteína (Banchemo et al., 2003).

Smith (1985) observó que el componente limitante para aumentar la TO es el nivel de proteína hasta que se consigue con 125 g/a/día de proteína digestible, pasando la energía digestible a ser el factor limitante. Los incrementos en la ingesta de

energía digestible generan una respuesta positiva en la TO. Sin embargo, con los trabajos reportados por Thompson et al., (1973), se concluyó que un mayor contenido de proteína cruda de la dieta per se no explican totalmente los incrementos en TO, ya que no se logró incrementar la misma mediante el uso de urea. Esto lleva en sí a que otros factores como la baja degradabilidad ruminal y/o aporte energético de la fuente de proteína podrían ser los encargados del aumento de TO y no el mayor contenido de proteína cruda (Banchero y Quintans, 2005).

Se ha establecido que una alimentación estratégica durante periodos cortos que van de 10 a 16 días, tanto para pasturas como para suplementos de calidad permiten aumentos importantes en la TO de ovejas de razas Ideal, Ideal x Frisona Milchschaf, Corriedale, y Hampshire Down, con condición moderada (Banchero y Quintans, 2005). En ovejas pastoreando campo natural, las mejores respuestas en TO se dan cuando el consumo de PC del suplemento sobrepasa por 100-110 gr por encima de la proteína aportada por la dieta base o lo que es equivalente a suplementos con más de 20% de PC dependiendo de la cantidad del mismo, sin embargo, para obtener estas respuestas, la energía de la dieta no debe ser limitante (Banchero y Quintans, 2005).

Se encontraron trabajos a nivel nacional en los cuales se describen incrementos en la TO de 15 puntos porcentuales suplementando con harina de soja, a razón de 500 g/a/día, en tanto que utilizando taninos de quebracho protegiendo la proteína, el aumento fue superior llegando a 28 puntos porcentuales en ovejas raza Ideal (Banchero et al., 2012a). En el mismo sentido, Banchero y Quintans (2004) observaron que la TO se incrementa linealmente con el aumento de consumo de proteína cruda en ovejas Corriedale (Figura 4). Al mismo tiempo, cuando la proteína del suplemento es protegida por taninos condensados exógenos, el aumento de la TO podría ser un 10% superior (Banchero, Montosi y de Barbieri, 2013). El incremento de estos compuestos no puede sobrepasar el 1.5% de la dieta ya que terminarían siendo limitantes en el consumo (Banchero et al., 2011).

Una síntesis de resultados en TO a nivel nacional según la alimentación se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Síntesis de respuestas en TO según diferentes estrategias de alimentación.

Tratamiento	Consumo estimado de PC*	TO
Campo natural	135	1.15 a
Campo natural + 600 g/a/d de expeler de girasol	240	1.36 bc
Campo natural + 680 g/a/d ración con expeler de girasol y maíz, (8:2)	240	1.32 ab
Campo natural + 600 g/a/d bloque comercial proteico	195	1.27 ab
Lotus Maku	270	1.44 bc
Lotus Maku + 600 g/a/d de maíz	216	1.28 ab

PC: Proteína Cruda; TO: Tasa Ovulatoria; NS: letras iguales no difieren significativamente ($p > 0.05$)
 *Nota: para estimar el consumo de proteína de las ovejas se consideró la calidad de los componentes de la dieta y la selectividad animal (Montossi et al, 2000).

Fuente: Banchemo y Quintans (2004).

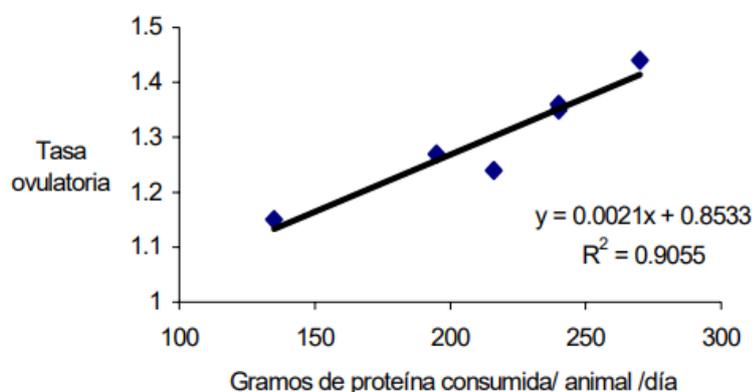


Figura 4. Relación entre TO y consumo estimado de proteína por las ovejas Corriedale, adaptado de Banchemo y Quintans, 2004.

Como se ha mencionado es posible generar el flushing tanto con pasturas de buena calidad (alfalfa y *lotus corniculatus* cv. Maku), y suplementos (harina de soja, grano de lupino, expeler de girasol). Todos estos suplementos destacan por su alto porcentaje de proteína. No obstante, en los últimos años han aparecido en el mercado subproductos de la fermentación de cereales ricos en almidón para la producción de bioetanol, conocidos como DG (Distillers Grains, FEDNA, 2011). De

la fermentación del sorgo se obtiene un subproducto conocido como burlanda de sorgo (BS), que puede obtenerse tanto húmeda como seca (Anzolabehere y Cortazzo, 2017; Bruni, Trujillo, Facchín, Saragó y Chilibroste, 2014). Los DG secos (Dry Distillers Grains DDG) se caracterizan por su elevado contenido de materia seca, rico en energía (aportada principalmente por grasa y fibra altamente digestible), proteína y minerales, siendo las concentraciones de dichos nutrientes aproximadamente tres veces más elevada que el grano que le dio origen y confiriéndole un gran potencial en la alimentación animal (Anzolabehere y Cortazzo, 2017). A pesar de que existen reportes promisorios de la utilización de BS en la alimentación de rumiantes, no se conoce si la suplementación de ovejas con BS podría generar incrementos en la TO ovejas y/o borregas pastoreando campo natural

En síntesis, puede sostenerse que suministrando dietas con altos valores energéticos y proteicos (considerando particularmente la fuente de proteína), en el transcurso de períodos cortos previos a la encarnerada se desatan cambios metabólicos y endócrinos que modifican los procesos de crecimiento, maduración y/o atresias foliculares originando un aumento en TO y prolificidad, sin embargo, no se conoce si la suplementación de ovejas con BS podría generar incrementos en la TO ovejas y/o borregas pastoreando campo natural

3. HIPÓTESIS

Niveles incrementales de una suplementación con BS previo a la encarnerada generan mejoras en la prolificidad, PV y CC, proporcionales al nivel de suplementación en ovejas y borregas Merino pastoreando campo natural.

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

Evaluar la utilización de BS como alternativa para la realización de un flushing en ovejas Merino Australiano pastoreando campo natural.

Objetivos específicos

Evaluar la suplementación de ovejas y de borregas con BS durante 22 días en dos niveles de suplementación: bajo (200 g de BS/día/oveja) y alto (400 g de BS/día/oveja).

Evaluar PV, CC y variables reproductivas (TO, prolificidad, fertilidad, fecundidad) en ovejas y borregas suplementadas con BS.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en el Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini (CICOMA) perteneciente al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL); 31° 03' 19" S 57° 13' 26" O (Colonia Lavalleja; Departamento de Salto, Uruguay); durante el período comprendido entre febrero y junio. Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA-SUL). La secuencia de actividades y evaluaciones realizadas se presenta en la (Figura 5).

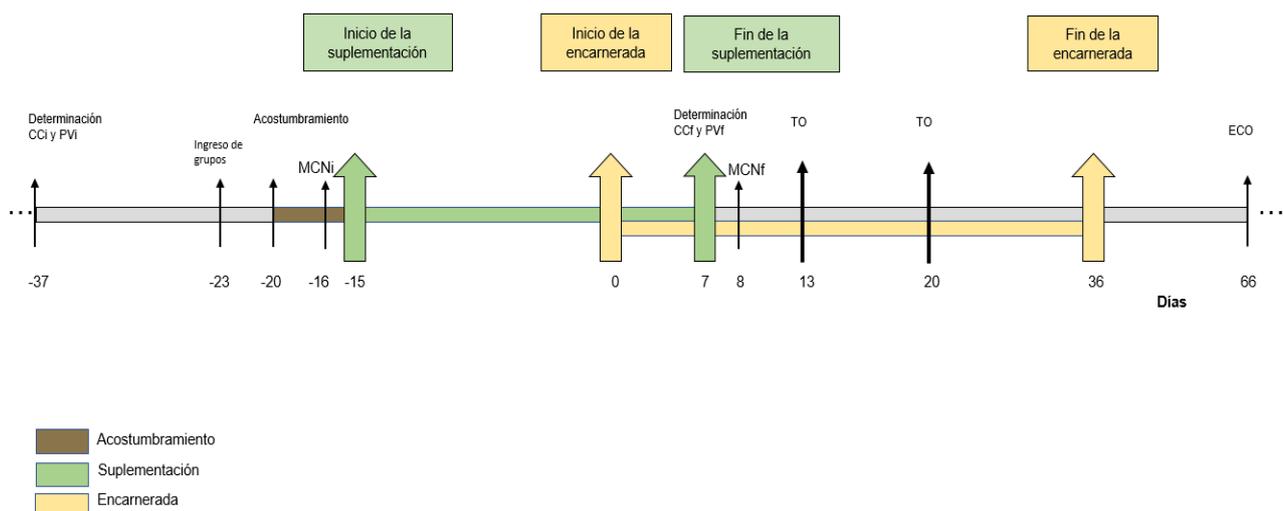
Se utilizaron un total de 390 hembras Merino Australiano (multíparas y nulíparas) de una majada experimental, clínicamente aptas para el servicio (los criterios de refugo fueron revisión de ubres, enfermedades podales, desgaste dental), las hembras se mantuvieron pastoreando campo natural y con agua *ad libitum*. Todas las ovejas y borregas fueron dosificadas contra nemátodos gastrointestinales e inmunizadas contra enfermedades clostridiales (Clostrisan 9+T®, subcutánea 2 ml/ animal, Laboratorio Santa Elena, Montevideo, Uruguay), un mes antes de comenzar el experimento. Durante el periodo experimental los animales fueron monitoreados (conteo de huevos de parásitos por gramo de materia fecal -HPG- y visualización de mucosas (FAMACHA®), el día (-1) del experimento se tomaron muestras en los tres tratamientos, a diez ovejas y diez borregas al azar, totalizando 60 muestras de 2g de materia fecal por animal por potrero, decidiéndose dosificar el día 7 del experimento con Ranizole-cibeles (levamisol 8%, ivermectina 0.2% y radoxanide 7.5%), a dosis de 1 ml/ 10kg.

Al Día -37 se midió PV (PV; TruTest id5000) y CC (Russel, 1969), conformándose tres grupos homogéneos, Control (C; n=129), Alta suplementación (HS; n=130) y Baja suplementación (LS; n=131). Se identificaron los animales por grupo con diferente color en la lana de copete. Se sortearon 3 potreros, uno para cada grupo, con diferente superficie, pero similar asignación de forraje/animal (Cuadro 5). Se consideró el inicio de la encarnerada (ingreso de carneros a la majada) como Día=0. Cada grupo ingresó al potrero de destino al día -23, el acostumbramiento a la

suplementación fue por 5 días (días -20 al -16), suplementando 50 g de BS/animal en comederos lineales de doble entrada, con un frente de ataque de 0,25 m/animal, de 0,4 m de altura. Desde el día -15 al 7 se realizó la suplementación diferencial, una vez al día y por la mañana. El grupo HS se suplementó con 400 gr de BS/animal, el grupo LS se suplementó con 200 gr de BS/animal y el grupo C no se suplementó.

El servicio se realizó por encarnera a campo. El Día 0 se ingresaron carneros Merino Australiano clínicamente aptos para la reproducción a cada uno de los grupos, en una relación del 3%. Para identificar ovejas servidas por semana, se pintaron los carneros con grasa y tierra de color en la zona peri-prepucial cada dos días, el orden cronológico en el que se utilizaron las pinturas fue el siguiente: roja (Día 0 al Día 7) y verde (Día 8 al Día 15). Los días 13 y 20 se realizó ecografía transrectal a las ovejas marcadas (según técnica descrita por Viñoles et al. 2010) con ecógrafo Aloka Pro Sound, sonda lineal 7,5 MHz.

Al día 36 se retiraron los carneros, y los tres grupos de hembras se unieron, conformando un único lote de manejo. Se mantuvieron a pastoreo de campo natural hasta el diagnóstico de gestación mediante ecografía transabdominal al día 66, ecógrafo Aloka Pro Sound, sonda micro convexa 3,5 MHz, según técnica descrita por Viñoles et al. 2010.



CCI: Condición corporal inicial; CCf: Condición corporal final; ECO: Diagnóstico de gestación por ecografía; PVI: Peso Vivo inicial; PVf: Peso Vivo final; TO: Tasa ovulatoria; MCNi: Medición de campo natural inicial; MCNf: Medición de campo natural final.

Figura 5. Cronograma experimental.

5.2. CLIMA

Durante todo el periodo experimental se registraron las precipitaciones acontecidas, con pluviómetro Walmur®, las precipitaciones acumuladas en el período (marzo-abril) fueron de 122 mm.

5.3. RECURSOS DISPONIBLES

5.3.1. Base forrajera, Carga y Manejo

Se dispuso de tres potreros de campo natural, con 112,9 hás totales sobre suelos de basalto superficial y medio (ver cuadro 6). Los cuales fueron muestreados para determinar la disponibilidad inicial y final los días -16 y 8 según técnica descrita por Haydock y Shawn, (1975). Para la determinación de los estratos (1-2-3) se tomaron dos muestras representativas de cada uno, mediante rectángulos de hierro de 0,1 m² por potrero, además el porcentaje verde-seco de la muestra, tomando como referencia a Jaurena et al. (2018). Las muestras fueron pesadas en fresco y luego se procedió al secado en microondas a potencia máxima aproximadamente por 12 minutos hasta peso constante, determinando el porcentaje de materia seca (MS). Las muestras se remitieron al Laboratorio de Nutrición Animal (INIA La Estanduela) para análisis de calidad (cuadros 4 y 5). Durante el período de suplementación diferencial, la asignación de forraje (Kg de MS/Kg de PV) fue de al menos 6 %.

Cuadro 4. Resultados de análisis del campo natural al comienzo del experimento.

Grupo	MSA	PC (% bs)	FDA (% bs)	FDN (% bs)	CEN (% bs)	EE (% bs)
Entrada						
C	91.80	6.02	42.28	68.71	11.04	1.99
HS	91.43	6.09	43.52	64.53	12.58	2.11
LS	91.63	5.60	41.27	65.82	10.19	2.42

% bs: porcentaje en base seca; MSA: materia seca analítica; FDA: Fibra detergente ácida; Fibra detergente neutra; CEN: cenizas totales; EE: extracto etéreo.

Cuadro 5. Resultados de análisis del campo natural al finalizar del experimento:

Identificación de la muestra	MSA	PC (% bs)	FDA (% bs)	FDN (% bs)	CEN (%bs)	EE (% bs)
Salida						
C	93.20	6.65	41.57	67.75	9.97	1.63
HS	96.43	6.28	41.57	65.64	11.25	1.61
LS	96.39	6.53	41.37	68.21	10.92	2.01

% bs: porcentaje en base seca; MSA: materia seca analítica; FDA: Fibra detergente ácida; Fibra detergente neutra; CEN: cenizas totales; EE: extracto etéreo.

La disponibilidad inicial en los tratamientos de HS y LS fue de 1085 y 810 kg MS/ha (respectivamente), la carga en estos porteros fue la misma carga 0,5 UG/ha. En el

potrero del tratamiento C la disponibilidad fue mayor (1475 kg MS/ha), por lo que se incrementó la carga (0,8 UG/ha) para igualar la asignación. El manejo de pastoreo fue de carga continua, calculándose por la calculadora del Plan Agropecuario. La tasa de crecimiento de pastura fue estimada a partir de tres jaulas de exclusión, ubicadas en los diferentes potreros con cortes al ras del suelo antes y después del experimento (Pravia et al., 2013; Berretta et al., 1993). La tasa de crecimiento diaria se calculó: peso seco de muestra de jaula final – peso seco de la muestra de la jaula inicial/días entre muestreos. Para el potrero C el crecimiento diario 35,0 kg MS/ ha; potrero HS el crecimiento fue de 29,0 kg MS/ha y en el potrero LS el crecimiento fue de 23,0 kg MS/ha.

Cuadro 6. Grupos, superficie utilizada, disponibilidad y carga animal.

Grupos (n)	Superficie (has)	Disponibilidad (kg MS/ha)		Carga
		DI	DF	
C (129)	27,3	1475	1194	0,8
LS (131)	41,2	810	1057	0,5
HS (130)	44,4	1085	1389	0,5

C: Control; LS: Baja suplementación; HS: alta suplementación; LS: baja suplementación; DI: disponibilidad inicial; DF: disponibilidad final; MS: materia seca; (n): número de animales; (ha/has): hectáreas

5.3.2. Suplementación

En los tratamientos de HS y LS se utilizó burlanda de sorgo proveniente de la planta de ALUR, Paysandú. Para determinar la cantidad de suplemento a suministrar a las ovejas por día según el tratamiento, se consideró la digestibilidad teórica de la proteína, el mínimo es de 125 gr de proteína digestible (Smith, 1988) que se debería administrar para generar un flushing y el límite de inclusión que posee la BS (25%), según lo reportado por FEDNA, (2011); los análisis químicos reales que se presentan a continuación en el (cuadro 7).

Cuadro 7. Composición química del suplemento utilizado.

Muestra	MSA	PC (%bs)	FDA (%bs)	FDN (%bs)	CEN (%bs)	EE (%bs)	ADICP (%bs)
DDGS burlanda de sorgo	93.38	38.01	20.32	35.80	4.42	12.94	10.67

% bs: porcentaje en base seca; MSA: materia seca analítica; FDA: Fibra detergente ácida; Fibra detergente neutra; CEN: cenizas totales; EE: extracto etéreo; ADICP: % de proteína cruda de la muestra que es insoluble en detergente ácido (ligada a fibra ácida), se expresa como % en base seca de la muestra.

5.4. DETERMINACIONES REALIZADAS

5.4.1. Determinaciones en el Animal

Se efectuaron las siguientes determinaciones de variables reproductivas en ovejas y borregas: TO (CLs/ovejas con CL); Prolificidad (fetos observados/hembras con feto); Fertilidad (hembras preñadas/hembras encarneradas*100); Fecundidad (fetos observados/hembras encarneradas*100). Las pérdidas embrionarias fueron calculadas como la diferencia entre TO total y prolificidad luego de dos servicios.

5.4.2. Determinaciones en la Pastura

Se determinó el consumo de proteína cruda del campo natural y del suplemento, asumiendo que el consumo fue de 2,13% del PV (NRC, 2009), y que además hubo sustitución de pastura por suplemento. Se estimó de igual modo el consumo de energía metabolizable.

Cuadro 8. Resultados de los consumos estimados de PC y EM del CN y suplemento

Grupo (n)	PCCN (gr/d)	PCBS (gr/d)	PCT (gr/d)	EMCN (Mcal)	EMBS (Mcal)	EMT(Mcal)
LS (72)	48,10	71,0	119,08	1,64	0,55	2,18
HS (70)	31,28	142,0	179,25	1,31	1,09	2,40
C (70)	61,15	-	61,15	2,05	-	2,05

PCCN: proteína cruda del campo natural; PCBS: proteína cruda del suplemento; PCT: proteína cruda total; EMCN: energía metabolizable del campo natural; EMBS: energía metabolizable del suplemento; EMT: energía metabolizable total.

El cálculo tanto de proteína como de energía fue realizado por la ecuación de nutrientes digestibles totales descrita en la guía de alimentación de rumiantes (Mieres, 2004).

Para el cálculo de consumo de proteína del grupo C sobre campo natural, se utilizaron los valores arrojados por el análisis del potrero (6,34 % de PC) y el consumo promedio estacional de MS para una oveja de cría de 40 kg que es 2,13% kg (NRC, 1985). Por consiguiente, el consumo de proteína procedente del campo natural para este grupo es de 53,55 g/animal/día. Para el caso de los grupos suplementados, debemos tener en cuenta el % de PC adicional que reciben del suplemento. El análisis arroja resultados del contenido de PC del suplemento de 38% en base seca. Teniendo en cuenta los niveles de consumo por oveja de 200 y 400 gr/animal/día de suplemento para los grupos LS y HS respectivamente; Mediante la suma del consumo de proteína del suplemento y el estimado de la pastura (40,67 PC) (29,76 PC) se obtiene el valor total consumido para el grupo LS (111,31 g/día), y para HS (171,12 g/día) respectivamente.

5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos a utilizar será el paquete estadístico INFOSTAT®. Las medidas de las variables PV y CC serán comparadas por Anova, usando el Test de comparación de medias de Tukey. Las variables con distribución multinomial (TO, prolificidad y fecundidad) fueron comparadas mediante el Test de Brown (Brown, 1988). Las frecuencias observadas (Fertilidad) serán comparadas por el Test de Chi Cuadrado. Para todas las variables el nivel de significancia a utilizar será $P=0,05$.

6. RESULTADOS

En los siguientes cuadros se muestran la evolución del PV y CC en borregas (cuadro 9) y ovejas (cuadro 10), antes de la suplementación y una vez finalizada (Días -37 y 7). En la categoría borregas, las pertenecientes al grupo HS tuvieron un incremento de peso, el que fue del entorno de los 24,5 gr/borrega/día, mientras que, en los dos grupos restantes, se registró una pérdida de peso. Esta pérdida osciló entre los 26,0 gr para el C y 18,3 gr para el LS, estas variaciones de peso son significativamente diferentes ($P < 0.05$). En esta categoría, se observó diferencias en la CC entre suplementados y no suplementados. Los grupos suplementados tuvieron un incremento de CC de 0,20 y 0,24 (LS y HS respectivamente), mientras que el grupo C tuvo una pérdida de 0,16 puntos de CC, esta diferencia fue significativa entre suplementado vs. no suplementado ($P < 0,05$).

Cuadro 9. Peso vivo inicial, final y CC inicial y final de borregas Merino Australiano con dos niveles de BS de sorgo entre los días -15 y 7 y control de una encarnerada a campo natural.

Grupo (n)	PV i	PV f	CC i	CC f
LS (72)	43,8 ± 3,7	43,2 ± 4,0 ^{ab}	3,68 ± 0,3	3,89 ± 0,3 ^a
HS (70)	43,8 ± 3,4	44,6 ± 3,4 ^b	3,60 ± 0,3	3,83 ± 0,3 ^a
C (70)	43,9 ± 3,5	42,4 ± 5,6 ^a	3,70 ± 0,4	3,54 ± 0,4 ^b

PVi: Peso vivo inicial; PVf: Peso vivo final; CCi: Condición Corporal inicial; CCf: Condición Corporal final; LS: Suplementación 200 gr/día de DDGS de sorgo. HS: Suplementación 400 gr/día de DDGS de sorgo; C: Control. Diferente letra en la misma columna: $P < 0,05$

En la categoría ovejas (cuadro 10), los tres grupos tuvieron incremento de peso, la magnitud de este incremento no fue diferente en los grupos C y LS (79,7 vs. 68,4 gr/oveja/día, C y LS respectivamente), sin embargo, en el grupo HS la magnitud del incremento fue de 111,2 gr/oveja/día, encontrándose diferencias significativas con los otros dos grupos ($P < 0,05$). Al inicio del experimento, los tres grupos de ovejas tuvieron similar CC (CC i), sin embargo, al finalizar, las ovejas con acceso al suplemento habían mantenido o mejorado la CC (0,08 y 0,1; HS y LS respectivamente), las ovejas sin acceso al suplemento tuvieron una pérdida de 0,16

puntos de CC, esta diferencia fue significativa entre suplementado vs. no suplementado ($P < 0,05$).

Cuadro 10. Peso vivo inicial, final y CC inicial y final de ovejas Merino Australiano suplementadas con dos niveles de BS entre los días -15 y 7 o control en una encarnerada a campo natural.

Grupo (n)	PV i	PV f	CC i	CC f
LS (59)	39,8 ± 3,8	43,5 ± 3,5 ^b	2,96 ± 0,2	3,06 ± 0,3 ^a
HS (60)	39,7 ± 3,9	45,3 ± 3,8 ^a	2,95 ± 0,2	3,03 ± 0,3 ^a
C (59)	39,7 ± 4,6	43,5 ± 4,0 ^b	2,95 ± 0,2	2,80 ± 0,3 ^b

PVi: Peso vivo inicial; PVf: Peso vivo final; CCi: Condición Corporal inicial; CCf: Condición Corporal final; LS: Suplementación 200 gr/día de DDGS de sorgo. HS: Suplementación 400 gr/día de DDGS de sorgo; C: Control. Diferente letra en la misma columna: $P < 0,05$.

En el (cuadro 11) se muestran los resultados de TO, la TO realizadas a ovejas que se sirvieron más tarde (2^a TO) fueron inferiores que las obtenidas de la primera TO (en los tres grupos), sin embargo, no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$). En los grupos que se encontraron mayores diferencias entre 1^a y 2^a fueron entre LS y C, donde las ovejas que se sirvieron antes tuvieron mayor TO, sin embargo, en el grupo HS, no se observó este comportamiento. No se observaron diferencias significativas en la TO total (ovejas servidas en la primera semana + ovejas servidas en la segunda semana) entre grupos ($P > 0,05$).

Cuadro 11. TO de ovejas Merino Australiano suplementadas con dos niveles de BS entre los días -15 y 7 o control, en una encarnerada a campo natural.

Grupo (n)	1 ^a TO (n)	2 ^a TO (n)	TO total
LS (53)	1,34 ± 0,48 (32) ^a	1,05 ± 0,22 (21) ^a	1,23 ± 0,42 ^a
HS (56)	1,22 ± 0,49 (32) ^a	1,13 ± 0,34 (24) ^a	1,18 ± 0,43 ^a
C (51)	1,26 ± 0,44 (31) ^a	1,00 ± 0,00 (20) ^a	1,16 ± 0,37 ^a

1^a TO: Tasa Ovulatoria de ovejas servidas la primera semana de encarnerada. 2^a TO: Tasa Ovulatoria de ovejas servidas la segunda semana de encarnerada. TO total: Tasa Ovulatoria de ovejas servidas en la primera y segunda semana de encarnerada. LS: Suplementación 200 gr/día de BS. HS: Suplementación 400 gr/día de BS; C: Control. Diferente letra en la misma columna: $P < 0,05$.

En el (cuadro 12) se muestran los resultados de prolificidad, fertilidad y fecundidad del primer servicio en las dos categorías. No hubo diferencias en la prolificidad de los diferentes grupos y categorías, aunque el grupo de ovejas HS tuvo mayor prolificidad que los restantes ($P>0,05$). La fertilidad en el primer servicio fue mayor en ovejas de los grupos LS y C que para las HS, pero sin diferencias significativas.

Cuadro 12. Resultados reproductivos (prolificidad, fertilidad y fecundidad) del primer servicio de ovejas y borregas Merino Australiano suplementadas con dos niveles de BS de sorgo entre los días -15 y 7 o control, en una encarnerada a campo natural.

Grupo (n)	Categoría (n)	Prolificidad	Fertilidad (%)	Fecundidad (%)
LS (131)	B (72)	1,02 ± 0,1	79,1	80,6
	O (59)	1,06 ± 0,2	86,4	91,5
HS (130)	B (70)	1,06 ± 0,2	77,1	80,9
	O (60)	1,13 ± 0,3	76,6	86,5
C (129)	B (70)	1,04 ± 0,2	77,1	80,1
	O (59)	1,04 ± 0,2	84,7	88,0

B: Borregas; O: Ovejas. LS: Suplementación 200 gr/día de BS. HS: Suplementación 400 gr/día de BS; C: Control. Prolificidad: fetos a la ecografía/ovejas preñadas. Fertilidad: ovejas preñadas/ovejas encarneradas*100. Fecundidad: fetos a la ecografía/ovejas encarneradas*100. Diferente letra en la misma columna: $P<0,05$.

En el (cuadro 13) se presentan los resultados de prolificidad, fecundidad, fertilidad de los tres grupos luego de dos servicios. No se encontraron diferencias significativas, entre los diferentes grupos, sin embargo, el grupo HS tuvo mayor prolificidad que los otros dos grupos. No se encontraron diferencias en la fertilidad y fecundidad.

La prolificidad final entre lotes (prolificidades borregas + ovejas), no fue diferente entre grupos, si bien la prolificidad en el grupo HS fue mayor (1,15), no fue significativamente diferente a los grupos LS y C (1,06 de prolificidad en ambos).

Cuadro 13. Resultados reproductivos (prolificidad, fertilidad y fecundidad) después de dos servicios de ovejas y borregas Merino Australiano suplementadas con dos niveles de BS de sorgo entre los días -15 y 7 o control, en una encarnerada a campo natural.

Grupo (n)	Categoría	Prolificidad	Fertilidad (%)	Fecundidad (%)
LS (131)	B (72)	1,01 ± 0,1	94,4	95,3
	O (59)	1,05 ± 0,2	96,6	101,4
HS (130)	B (70)	1,05 ± 0,2	92,8	97,4
	O (60)	1,10 ± 0,3	98,3	108,1
C (129)	B (70)	1,03 ± 0,2	95,7	98,5
	O (59)	1,04 ± 0,2	91,5	95,1

B: Borregas; O: Ovejas. LS: Suplementación 200 gr/día de BS. HS: Suplementación 400 gr/día de BS; C: Control. Prolificidad: fetos a la ecografía/ovejas preñadas. Fertilidad: ovejas preñadas/ovejas encarneradas*100. Fecundidad: fetos a la ecografía/ovejas encarneradas*100. Diferente letra en la misma columna: P<0,05.

Si se asume que cada CL observado en la ecografía es un embrión, según lo reportado por Viñoles et al. (2012). Las pérdidas embrionarias ocurridas entre la TO y la ecografía fetal (Día 66; diferencias entre TO y prolificidad) fueron diferentes entre grupos (P<0,05). En el grupo HS se registró un 7% de pérdidas, mientras que para LS y C las pérdidas fueron de 26 y 17% respectivamente.

7. DISCUSIÓN

La hipótesis planteada acerca de que niveles incrementales de una suplementación con BS previo a la encarnerada generan mejoras en la prolificidad, PV y CC en ovejas y borregas Merino Australiano pastoreando campo natural, fue aceptada parcialmente. Si bien hubo un incremento en el PV y CC en algunos grupos de hembras, ello no generó mejoras en la fertilidad, prolificidad o fecundidad.

El flushing en borregas no tuvo efecto, no se encontraron diferencias significativas en las variables reproductivas estudiadas (prolificidad, fertilidad y fecundidad), hallazgos ya reportados por Kenyon, Corner-Thomas et al., (2022). En las ovejas existe una tendencia en el incremento de la TO de manera no significativa, una razón para el mismo es el aumento del PV, en acuerdo con Ganzábal et al., (2003). Hay escasas investigaciones sobre el potencial de las borregas para responder al efecto flushing, el cual si se encuentra bien establecido en ovejas adultas (Kenyon, Corner-Thomas, 2022).

El PV y su evolución es uno de los criterios más utilizados para evaluar la nutrición de la majada por la facilidad que posee para determinarlo, en nuestro experimento se observó una favorable evolución del PV para los diferentes grupos de ovejas, sin embargo, en el grupo HS la magnitud del incremento fue mayor (111,2 gr/oveja/día), teniendo diferencias significativas con los otros dos grupos ($P < 0,05$). En la categoría borregas, las pertenecientes al grupo HS también obtuvieron un incremento de peso del entorno de los (24,5 gr/borrega/día), mientras que en los dos grupos restantes se registró una pérdida de PV. Es probable que animales que tengan un PV similar puedan estar en diferente estado nutricional, pudiendo deberse a los estados fisiológicos, conformación y llenado del tracto gastrointestinal. No obstante, incrementos en el PV previo a la encarnerada, expresan una mejora en el estado nutricional, por un plano alimenticio que supera los requerimientos de mantenimiento y tiene resultados positivos en el desempeño reproductivo. Según Fernández Abella y Formoso (2007b), la ganancia de PV de la hembra en el periodo de la encarnerada (efecto dinámico) incrementa la probabilidad de que se generen ovulaciones múltiples; sin embargo, en nuestros resultados esto no se encuentra reflejado, ya que no se logró una mejora en las variables reproductivas estudiadas para los grupos suplementados como se

mencionó anteriormente, pero se refleja una tendencia al incremento en la TO del grupo HS.

El PV promedio por tratamiento al final del experimento presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), a favor de los lotes suplementados explicado por una mejora en la dieta. En este sentido, Ganzábal et al., (2003), reporta que para ovejas Corriedale, por cada kg que se incrementa por encima del peso crítico, se incrementa 1,15 o 1,16 en TO. En consecuencia, ese incremento de PV por la suplementación es lo que lleva a que exista una tendencia a incrementar la TO en el grupo HS.

Es llamativo que a pesar de que los tres grupos de ovejas incrementaron su peso hacia el final del experimento, solo los suplementados (LS y HS) tuvieron igual o mejor CC que al inicio del experimento. La CC es una medición indirecta y subjetiva de las reservas corporales (Rusel, 1969), siendo posible apreciar diferencias de hasta 0,25 puntos, en nuestros resultados, la mejor CC de los grupos suplementados al final del experimento puede ser evidencia de un mejor estatus nutricional dado por una mayor ingestión de energía en la dieta (Morel et al., 2016). Una oveja con una CC entre (3,0 y 3,5) presenta buenos niveles de reclutamiento folicular por lo que un “flushing” tendrá poco efecto en la TO (Fernández Abella, 1993), coincidiendo con los resultados obtenidos en esta variable, donde las ovejas en promedio partieron de una CC inicial de 3. Sin embargo, en ovejas con un nivel de reservas energéticas entorno de (2,25 a 2,75) es esperable que exista una respuesta a la técnica mencionada, coincidiendo con lo reportado por el SUL (2011), donde las mayores respuestas al flushing se logran en ovejas adultas, en CC mayor o igual a (2,5), en razas poco prolíficas, y al final del verano-otoño.

Las mejores respuestas en TO se dan cuando el animal consume 100 a 110 gr de PC por encima de la proteína aportada por el campo natural (Banchemo y Quintans, 2005), en adición, Smith (1984) afirma que existiría una respuesta lineal en la TO a medida que la proteína se incrementa para un nivel constante de energía a partir de un umbral de 125 gr/animal/día de proteína digestible, asegurando un balance energético positivo de las ovejas. Catalano y Sirhan (1993) registraron que por cada MJ (1 MJ= 0,24 MCal) de energía metabolizable ingerido diariamente, por encima de los niveles de mantenimiento, se producía un aumento del 8% en ovulaciones múltiples. En este sentido, podemos asegurar que nuestro experimento, y en

especial en los grupos suplementados, el aporte de energía fue superior al recomendado por el NRC (2005) de 1,63 Mcal/día, es así como el aporte total de energía en el grupo LS fue 33% superior al recomendado y en el HS 47% superior.

El aporte de proteína cruda del suplemento (extra a la obtenida del campo natural) para grupo LS fue de 70 gr/animal/día y el HS 141 gr /animal/día, solo el grupo HS llegaría a los niveles reportados por Banchemo y Quintans (2005) como umbrales para la respuesta en TO. Sin embargo, debido a la digestibilidad relativamente baja de la BS (Bruni et al., 2014), no podemos asegurar que se hayan consumido los 125 gr de proteína metabolizable recomendados por Smith (1984).

El consumo mínimo de PC recomendado por NRC (2005) para ovejas de 40 Kg encarneradas es de 59 g/oveja, estos niveles no llegaron a ser aportados por la pastura en el grupo C (53,5 gr/animal/día), sin embargo, la oveja tiene una alta capacidad de selección y ante elevadas asignaciones de forraje (como el observado en nuestro experimento), la calidad de la dieta es superior hasta en un 40% (Ganzábal, 1997). Aun asumiendo esta selección, los niveles de proteína ingeridos por el grupo C no son suficientes para elevar la TO. Además, el consumo del grupo LS, obtenido de la sumatoria de la proteína aportada por el CN más el suplemento, tampoco se llegó a lograr ese mínimo reportado (111,3 gr/animal/día); en cuanto al grupo de HS se alcanzó y superó el mínimo de proteína (179,25 gr/animal/día) reportado por dicho autor. El grupo HS supera al registrado por Casco et al., (2007) quienes obtuvieron consumos de 128 g/animal/día suplementado con bloques proteicos; no obstante, los valores obtenidos en el experimento son menores a los que se alcanzaron en trabajos realizados por Errazola, Machado y Tafernaberry, (2014); Esponda et al., (2016) obteniendo como resultado el consumo de proteína del campo natural más el suplemento 203.4 gr/animal/día y 200 gr/animal/día, respectivamente.

Errandonea (2018), observó que la mejora en la respuesta de la TO obtenida con la suplementación proteica focalizada (harina de soja al 0,9% del PV) sobre un grupo de ovejas Merino Australiano sincronizadas con dos dosis de prostaglandina y una IATF (TO: 1,35), fue en términos porcentuales, mayor que la observada en ovejas del grupo estro espontaneo previamente sincronizado con dos dosis de prostaglandina con detección de estro y posterior IA (TO: 1,30). Con este resultado el autor confirma que para obtener una respuesta ovulatoria adecuada es

conveniente realizar la suplementación entre los días -8 a -4 antes del momento estimado de ovulación, incrementando así las concentraciones de glucosa, insulina y leptina cuando la selección de los folículos ováricos ovulatorios está por ocurrir (Smith y Stewart, 1990; Downing et al. 1995a; Downing et al., 1995b; Viñoles et al., 2005). En ese mismo trabajo Errandonea (2018) concluyó que independientemente del uso de suplementación, la respuesta reproductiva del primer servicio es significativamente mayor cuando se utilizan ovejas en estro espontáneo pre-sincronizado. Esas diferencias reproductivas entre protocolos de sincronización se minimizan al considerar en forma conjunta la IA más el servicio de repaso con carneros.

La TO alcanzada en los grupos suplementados (HS: 1,18) y (LS: 1,23) son menores a los obtenidos por Errandonea et al. (2018), quienes realizan una suplementación focalizada (días 9-13 del ciclo estral) con harina de soja al 0,9% del PV en ovejas Merino Australiano y obtienen una TO de 1,35. Además de la obvia diferencia en los días de suplementación y el tipo de flushing buscado (*focus feeding* vs. flushing tradicional), otro factor que puede explicar la diferencia en la respuesta es el nivel de proteína en la dieta y su calidad.

Según nuestros resultados, para obtener una mejora o incrementos en TO no sólo es relevante el porcentaje y cantidad de proteína ingerida, sino la calidad de esta; según lo reportado por Bruni et al., (2014), la digestibilidad de la proteína de BS es baja (63,6%) considerando que esta no es aprovechada en la totalidad del tracto gastrointestinal. Sin embargo, más allá de los valores de proteína que les suministramos, no se logró que se incremente la TO por acción directa de la misma; esto nos lleva a pensar si la proteína y los demás componentes de la BS realmente sirven para la interacción reproductiva.

Experimentos a nivel nacional llevados a cabo por Fernández Abella et al., (2007), encontraron valores de TO de 1,59 en ovejas Corriedale (n=40) pastoreando *Lotus* cv. *maku* (20,5% PC, con una asignación 5,9%) durante 10 días, sin cambios en la CC, consumo estimado de 1.2 kg de MS y 0.246 kg de PC/animal/día, a pesar de que la suplementación en nuestras ovejas fue más días, los resultados de TO fueron menores a los reportados por estos autores, quizá la raza sea la explicación a estas diferencias.

Los resultados nacionales reportados por Esponda et al., (2016), en cuanto la fertilidad y TO no tuvieron impacto, pero sí una tendencia en la misma. No obstante, en lo que respecta a la prolificidad si obtuvieron diferencias significativas. Cotejando con nuestros resultados donde no se lograron diferencias significativas en las variables reproductivas.

Las pérdidas embrionarias del presente trabajo ocurridas entre la TO y la ecografía fetal (Día 66; diferencias entre TO y prolificidad) fueron de entidad y además se registraron diferencias significativas entre los grupos, obteniendo como resultados pérdidas en el entorno de un 7, 17 y 26% en los grupos HS, C y LS respectivamente. A diferencia de trabajos nacionales como el reportado por Esponda et al., (2016), donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, sólo hubo 5 casos de pérdida del producto obtenido entre la concepción y el fin del período embrionario de diferenciación (35-40 días de gestación), en un total de 367 animales analizados. Con respecto al trabajo reportado por Arbiza (2016), donde registraron pérdidas parciales y totales, obteniendo como resultado un 18,1% en el grupo tratamiento y 18,5% en el grupo C; 35,5% en el grupo tratamiento y 37,6% en el grupo C respectivamente.

Viñoles et al., (2012) reportó que al suplementar ovejas con grano de lupino a razón de 500 gr/animal/día durante 15 días después de realizar una inseminación artificial, no redujo la sobrevivencia embrionaria; pero cuando se les interrumpió la suplementación observó pérdidas embrionarias por encima de los 30 días. Estos mismos autores señalan que la sobrealimentación puede generar mortalidad embrionaria temprana cuando hay altos niveles de energía, llevando esto a disminuir los niveles de P4 en el plasma, no pudiendo mantenerse la gestación.

En referencia a las posibles causas sanitarias, podemos descartar que en nuestro experimento hubo algún brote *Haemonchus contortus* como causa de estas pérdidas reproductivas, como es reportado por algunos autores en nuestro país (Fernández Abella et al., 2006). Tampoco se evidenció durante el experimento ningún evento de enfermedades podales, aún con las precipitaciones acontecidas, que pudiera adjudicarse las fallas o pérdidas reproductivas diagnosticadas (Fernández Abella, 2015).

7. CONCLUSIONES

Se concluye que la suplementación de ovejas y borregas Merino Australiano con BS, en los niveles aquí testados, entre los Días -15 y 7 en una encarnerada a campo natural, generó incrementos en PV y CC, sin embargo, no causó efectos significativos en fertilidad, fecundidad y prolificidad. Con los resultados obtenidos podemos aseverar que las ovejas y borregas no realizaron flushing.

Ya que los niveles de suplementación implementados no lograron un incremento en las variables reproductivas estudiadas, sería interesante realizar nuevos estudios donde se varíe tanto los niveles de suplementación como los días y comprobar su efecto. Además, sería interesante comparar esos resultados reproductivos con los de otras suplementaciones (harina de soja, grano de lupino, expeller de girasol) ya testados por la investigación nacional, durante el mismo período.

Para finalizar el trabajo creemos que se podría mejorar el diseño experimental tomando en cuenta algunas alternativas como por ejemplo suprimir la categoría de borregas, ya que sabemos que no tienen una respuesta ante el flushing; otra sería contar con tres grupos (control, suplementados con BS y otro suplementado con harina de soja), además de que se podría realizar teniendo solo dos grupos (control y suplementado con BS). Por último, creemos que se podría nivelar la asignación de forraje con animales de las misma especie y hábitos de consumo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abecia, A., y Forcada, F. (2010). *Manejo reproductivo en ganado ovino*. Zaragoza: Servet.
- Acuña, J., Antonaccio, A., y Osorio, G. (1988). *Efecto de la suplementación sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas Ideal manejadas sobre campo natural* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Adams, N. R., Abordi, J. A., Briegel, J. R., y Sanders, M. R. (1994). Effect of diet on the clearance of estradiol-17 β in the ewe. *Biology of Reproduction*, 51(4), 668-674.
- Aguerre, J. J., y Fernández Abella, D. (2012). Uso del flushing para aumentar los corderos señalados. *Lana Noticias*, (160) 4-7.
- Anzolabehere, M., y Cortazzo, N.R. (2017). *Utilización de granos secos de destilería obtenidos a partir de sorgo (DDGS) en raciones concentradas ofrecidas a terneros de destete precoz alimentados en confinamiento* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR. Montevideo.
- Arbiza, J. P. (2016). *Efecto de una suplementación proteica corta sobre las pérdidas reproductivas en ovinos inseminación a tiempo fijo vía cervical* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR. Montevideo.
- Azzarini, M. (1985). Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. En Salto, Uruguay (Ed.), *Seminario Técnico de Producción Ovina* (Vol. 2, pp. 111-132). Montevideo: SUL.
- Azzarini, M. (1990). Contribución del control reproductivo a los sistemas de producción ovina. En 3° *Seminario Técnico de Producción Ovina* (pp. 111-236). Montevideo: SUL.
- Azzarini, M. (2000). *Una propuesta para mejorar los procreos ovinos*. Montevideo: SUL.
- Azzarini, M., y Ponzoni, R. (1971). La fertilidad y fecundidad de las ovejas. En *Aspectos Modernos de la Producción Ovina* (pp. 75-98). Montevideo: Universidad de la República.
- Banchemo, G., Milton, J., Lindsay, D., La Manna, A., Vázquez, A. I., y Quintans, G. (2003). Como aumentar la tasa ovulatoria/mellicera en ovejas Corriedale. En *Jornada Anual de Producción Animal* (pp. 52-56). Montevideo: INIA.
- Banchemo, G., Montossi, F., De y Barbieri, I. (2013). Como lograr una buena encarnadura para mejorar la eficiencia reproductiva de nuestras majadas. *Revista INIA*, 32,12-16.
- Banchemo, G.E., Stefanova, K., Lindsay, D.R., Quintans, G., Baldi, F., Milton, J.T.B., y Martin, G.B. (2021). Ovulation and ovulation rate in ewes under grazing conditions: factors affecting the response to short-term supplementation. *Animal*, 15, 2-9.

- Banchero, G., Vázquez, A., Vera, M., y Quintans, G. (2011). Utilización de taninos condensados para incrementar la tasa ovulatoria en ovejas. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXIX, pp. 252-253). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Banchero, G., Vázquez, A., Vera, M., y Quintans, G. (2012). Adding condensed tannins to the diet increases ovulation rate in sheep. *Animal Production Science*, 52, 853-856.
- Banchero, G., y Quintans, G. (2004). Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. En *Seminario de Reproducción Ovina: resultados experimentales* (pp. 25-29). Treinta y Tres: INIA.
- Banchero, G., y Quintans, G. (2005). Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. En *Seminario de Actualización Técnica INIA* (pp. 17-33). Montevideo:INIA.
- Banchero, G., y Quintans, G. (2008). "Flushing corto" una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. *Revista INIA*, (14), 1-5.
- Baird D.T. (1978). Pulsatile secretion of LH and ovarian estradiol during the follicular phase of the sheep estrous cycle. *Biology of Reproduction*, 18, 359-364.
- Baird, D.T. (1983). Factors regulating the growth of the preovulatory follicle in the sheep and human. *Journal of Reproductive and Fertility*, 69, 343-352.
- Baptista, R., Carriquiry, E., Díaz, S., Jaurena, M., y Porcile V. (2018). La regla verde: Una herramienta para el manejo del campo natural. *Revista INIA*, (54), 26-29.
- Barragú Martínez, J.A., Clement Piquet, N.A., y Fossati Leániz, J.J. (2006). *Manejo nutricional estratégico previo a la encarnada para aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Bartlewsky, P., Beard, A., Cook, S., Chandolia, R., Honaramooz, A., y Rawlings, N. (1999). Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrus cycle in breeds of sheep differing in prolificacy. *Journal of Reproduction and Fertility*, 115,111-124.
- Berretta, E., Guerra, J., y Mattos, D. (1993). *Registros físicos en la producción pecuaria*. Montevideo: INIA.
- Brown, G.H. (1988). The statistical comparisons of reproduction rates for groups of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 39, 899-905.
- Bruni, M., Trujillo, A., Facchín, L., Saragó, L., y Chilibroste, P. (2014). Evaluación nutricional para rumiantes de la burlanda de sorgo húmeda obtenida de la producción de etanol de ALUR. *Revista Cangué*, 35, 28-38.
- Buratovich, O. (2010). Eficiencia reproductiva en ovinos; factores que la afectan. Parte II. Otros factores no nutricionales. *Ganadería*, 36, 163-166. Recuperado de <http://inta.gov.ar/documentos/eficiencia-reproductiva-en-ovinosfactores-que->

la-afectan.-parte-ii-otros-factores-no-nutricionales/

- Carvaca Rodríguez, F., Castel Genís, J., Guzmán Guerrero, J., Delgado, M., Mena, Y., Alcalde, M., y González Redondo, P. (2003). *Bases de la reproducción animal*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA78&dq=fisiologia+reproductiva+ovina&hl=es&sa=X&ei=mCbiU_LUJ5G9oQS0-4LwDQ&ved=0CCoQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false
- Catalano, R., y Sirhan, L. (1993). "Flushing" en ovinos: importancia de la proteína y la energía como determinantes de una mayor prolificidad. *Avances en Producción Animal*, 18(1-2), 21-30.
- Coop, I.E. (1962). Liveweight-productivity relationship in sheep. *New Zeland Journal of Agricultural Research*, 5, 249.
- Davis, G. H.; Fahmy, M. H.; Castronguay, F.; Greeff, J. C.; Hofmeyr, J.H.; Gootwinw, E.; Bo, A.; Braw – Tal, R.; Haley, C. S.; Klewie, J.; Gabryszuka, M.; Slowac, M.; Piper, L. R.; Bindon, B. M.; Boomarov Veress, L.; Lengyel, A.; Paszthy, G.; Horn, P.; Visscher, A. H.; Wassmuth, R.; Young, L. D.; Thimonier, J. 1991a. The Booroola gene. In: International Workshop on Major Genes for Reproduction in Sheep (2º., 1991, Toulouse, Francia). Proceedings. Paris, INRA. pp. 2–13.
- Davis, G. H. 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genetic Evolution*. 11: 11–23.
- Díaz, F.J., Anderson L.E., Wu Y.L., Rabot A., Tsai S.J., y Wiltbank M.C. (2002) Regulation of progesterone and prostaglandin F2 α production in the CL. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 191, 65-80.
- Dicose. (2020). *Datos Preliminares basados en la Declaración Jurada de Existencias*. Montevideo: DICOSE – SNIG 2020. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2020>.
- Duggavathi, R., Bartlewski P.M., Barret D.M.W., y Rawlings N.C. (2005). The temporal relationship between patterns of LH and FSH secretion, and development of ovulatory-sized follicles during the mid- to late-luteal phase of sheep. *Theriogenology*, 64, 393-407.
- Dupont, J., Scaramuzzi, R. J., y Reverchon, M. (2014). The effect of nutrition and metabolic status on the development of follicles, oocytes and embryos in ruminants. *The Animal Consortium*, 8(7), 1031-1044.
- Durán Del Campo, A. (1980). *Anatomía, fisiología de la reproducción en inseminación artificial en ovinos*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Dutt, R. H. (1964). Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival in sheep. *International Journal of Biometeorology*, 8, 47–56. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02186927#page-1>
- Downing, J. A., Joss J, Connell P, y Scaramuzzi, R. J. (1995a). Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin

- grain. *Journal of Reproduction and Fertility*, 103,137-145.
- Downing, J. A., Joss, J., Connell, P., y Scaramuzzi, R. J. (1995b). Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes infused with glucose during the late luteal phase of the oestrous cycle. *Journal of Endocrinology*, 146, 403-410.
- Downing, J. A., y Scaramuzzi, R. J. (1991). Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, 43, 209-227.
- Downing, J. A., Joss, J., y Scaramuzzi, R. J. (1995). A mixture of the branched chain amino acids leucine, isoleucine and valine inceases ovulation rate in ewes when infused during the late phase of the oestrus cycle an effect that may be mediated by insulin. *Journal of Endocrinology*, 145, 315-325.
- Edey, T.N. (1968). Body weight and ovulation rate in sheep. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 7, 188-191.
- Errandonea J, N. (2018). *Suplementación proteica focalizada previo a servicios de inseminación artificial a tiempo fijo en ovinos sincronizados con prostaglandinas* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Errandonea, N., Fierro, S., Viñoles, C., Gil, J., Bancharo, G., y Olivera-Muzante, J. (2018). Short term protein supplementation during a long interval prostaglandin based protocol for timed AI in sheep. *Theriogenology*, 114, 34-39.
- Errazola, P. A., Machado, S., y Tafernaberry, J.A. (2014). *Efecto del flushing con suplementos de diferentes concentraciones de taninos sobre la tasa ovulatoria en ovinos* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Esponda, M., Itzaina, M.C., y Ramos, J.F. (2016). *Evaluación del libre acceso al concentrado proteico como modalidad de suplementación para el flushing de ovejas sobre campo natural* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo.
- Evans, A. C. O. (2003). Ovarian follicle growth and consequences for fertility in sheep. *Animal Reprodroduction Science*, 78, 289-306.
- Evans, A. C. O., Duffi P., Hynes N., y Boland M. P. (2000). Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*, 53, 699-715.
- Fabre, S., Pierre, A., Mulsant, P., Bodin, L., Di Pasquale, E., Persani, L., Monniaux, D. (2006). Regulation of ovulation rate in mammals: contribution of sheep genetic models. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 4, 1-12
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2011). *Granos solubles de Sorgo*. Recuperado de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/granos-y-solubles-de-cebada-ddqs-actualizado-nov-2011
- Fernández Abella, D. (1987). *Temas de reproducción ovina*. Montevideo: Universidad de la República.
- Fernández Abella, D. (1993). *Principios de la fisiología reproductiva ovina*.

Montevideo: Hemisferio Sur.

- Fernández Abella, D. (2001). *Manual de inseminación artificial por vía cervical en ovinos*. Montevideo: SUL.
- Fernández Abella, D., Azzarini, M. (2006). Evaluación de diferentes niveles restrictivos en la alimentación de ovejas Corriedale-Fec sobre la tasa ovulatoria y la fecundidad. *Producción Ovina*, 18, 119-122.
- Fernández Abella, D. (2011). Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. (en línea). En *15° Congreso Latinoamericano de Buiatría, 39° Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 189- 196). Paysandú: Centro Médico Veterinario Paysandú. Recuperado de <http://centromedicoveterinariopaysandu.com/wpcontent/uploads/2014/08/ovinos-Fernandez-Abella-2011.pdf>.
- Fernández Abella, D. (2014). *Fertilidad de la oveja II*. Paysandú: Facultad de Agronomía.
- Fernández Abella, D., Castells, D., Piaggio, L., y Deleon, N (2006). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. I. Efecto de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y la fecundidad. *Producción Ovina*, 18, 25-31. Recuperado de https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/61-Fernandez_Abella.pdf
- Fernández Abella, D., Formoso, D., Casco, O., Delgado, M. E., García, A. P., y Ibañez, W. (2007a). Efecto de un flushing focalizado utilizando Lotus uliginosus cv maku, bloques proteicos y expeler de soja sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de ovejas Corriedale. (en línea). *Producción Ovina*, 19, 33-42. Recuperado de http://www.produccionbovina.com/produccion_ovina/produccion_ovina/67-Fernandez-Formoso.pdf
- Fernández Abella, D., Formoso, D., Casco, O., Delgado, M.E., García, A.P., y Ibañez, W. (2007b). Efecto del pastoreo de Lotus Uliginosus cv Maku sobre la tasa ovulatoria y fecundidad en dos biotipos de la raza Corriedale. *Producción Ovina*, 19, 25-32.
- Fernández Abella, D., Formoso, D., Goicochea, I., Locatelli, A., Scarlato, S., Ibañez, W., y Irabuena, O. (2007c). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. III. Efecto de la asignación de forraje y un estrés pluviométrico artificial sobre la tasa ovulatoria y pérdidas reproductivas en ovejas Corriedale. *Producción Ovina*, 19, 15- 23. Recuperado de https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/68-Fernandez-Formosos.pdf
- Fernández Abella, D., Saldaña, S., Surraco, L., Villegas, N., Hernández Russo, Z., y Rodríguez Palma, R. (1994). Evaluación de la variación estacional de la actividad sexual y crecimiento de lana en cuatro razas. *Boletín Técnico de Ciencias Biológicas*, 4, 19-44.
- Fernández Abella, D., y Formoso, D. (2007d). El flushing; una herramienta para incrementar la tasa ovulatoria de los ovinos. *Lana Noticias*, 145, 12-16.

- Fernández Abella D., y Villegas N. (2015). Inseminación artificial en ovinos. En Fernández Abella D. *Tecnologías Reproductivas Bovinas y Ovinas* (pp. 127-151). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Fogarty, N. M., Hall, D. G., Donnelly, J. R., Jelbart, R. A., y Dawe, S. T. (1984). Increased ewe reproduction 200% lambs. *Animal Production in Australia*, 15, 66-79.
- Forcada Miranda, F. (1996). Reproducción Ovina. En C. Buxadé, *Zootecnia* (pp. 77-93). Madrid: Mundi prensa.
- Ganzábal, A., Ruggia, A., y Miquelerena, J. (2003). Producción de corderos en sistemas intensivos. *Serie de Actividades de Difusión de INIA 342*, 1-7.
- Galloway, S. M., McNatty, K. P., Cambridge, L. M., Laitinen, M. P., Juengel, J. L., Jokiranta, T. S., ... Montgomery, G. W. (2000). Mutations in an oocyte-derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner. *Nature Genetics*, (25), 279-283.
- Ginther, O.J. (2000). Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Animal Reproduction Science*, 60, 61-79.
- Ginther, O. J., Kot, K., y Wiltbank, M. C. (1995). Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*, 43, 689-703.
- González-Bulnes, A., Souza, C.J.H., Campbell, B.K., y Baird D.T. (2004). Systemic and intraovarian effects of dominant follicles on ovine follicular growth. *Animal Reproduction Science*, 84, 107-119.
- Gunn, R. G. (1983). The influence of nutrition on reproduction in the ewe. En W. Haresign (Ed.), *Sheep production* (pp. 99- 115). London: Butterworths.
- Hafez, E. S. E. (1993). Reproducción e inseminación artificial en animales. s.l.: Interamericana McGraw-Hill.
- Hafez E., y Hafez B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales* (7ª ed.), South Carolina: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Haresign, W. (1981). The influence of nutrition on reproduction in the ewe 2. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone releasing. *Animal Production*, 32, 197-202.
- Haydock, K.P., y Shaw, N.H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15, 663-670.
- Henderson, K.M., Martin, G.B., McNatty, K.P., McNielly, A.S., y Tsonis C.G. (1993). A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction, Fertility and Development*, 5, 459-478.
- Jefferies, B.C. (1961). Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*, 32, 19-21.
- Juengel, J., Cushman, R.A., Dupont, J., Fabre, S., Lea, R. G., Martin, G. B., ... Smith, P. (2021). The ovarian follicle of ruminants: the path from conceptus to adult.

Reproduction, Fertility and Development, 33, 621-642.

- Juengel, J. L., Davis, G. H., y McNatty, K. P. (2013). Using sheep lines with mutations in single genes to better understand ovarian function. *Reproduction* 146, 111-123.
- Kelly, R. W., y McEvan, S. (1983). Ovulation rate response of heavy and light ewes to flushing, Annual Report. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 11(3), 219-224.
- Kenyon, P.R., y Corner-Thomas, R. A. (2022). Breeding Ewe Lambs: An Australasian Perspective. *Animals*, 12, 3207.
- Knihht, T. W. (1981). Effect of diet and live-weight on FSH and oestradiol concentrations in Romney ewes. *Proceedings of the Australian Society for Reproductive Biology*, 13, 19.
- Knihht, T. W., Oldham, C. M., y Lindsay, D. R. (1975). Studies in ovine infertility in agricultural regions in western Australia; the influence of a supplement of lupins (*Lupinus angustifolius* cv. Uniwhite) at joining on the reproductive performance of ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26, 567-575.
- Letelier, C., Mallo, F., Encinas, T., Ros, J.M., y Gonzalez-Bulnes, A. (2008). Glucogenic supply increases ovulation rate by modifying follicle recruitment and subsequent development of preovulatory follicles without effects on ghrelin secretion. *Reproduction*, 136, 65-72.
- Lindsay, D. R. (1976). The usefulness to the animal producer of research findings in nutrition on reproduction. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 11, 217-224.
- Lindsay, D. R., Knight, T. W., y Oldham, C. M. (1975). Studies in ovine fertility in agricultural regions of western Australia; ovulation rate, fertility and lambing performance. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26, 189-198.
- Martín, G. B. (1984). Factors affecting the secretion of L.H. in the ewe. *Biological Reviews*, 59, 1-87.
- McCracken, J. A., Glew, M. E., y Scaramuzzi, R. J. (1970). Corpus luteum regression induced by prostaglandin F_{2α}. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 30, 544-546.
- McNatty, K. P. (1982). Preovulatory follicular development in sheep treated with PMSG and/or prostaglandin. *Journal of Reproduction and Fertility*, 65, 11-123.
- McNatty, K. P., Moore, L. G., Hudson, N. L., Quirke, L. D., Lawrence, S. B., Reader, K., Juengel, J. L. (2004). The oocyte and its role in regulating ovulation rate: a new paradigm in reproductive biology. *Reproduction*, 128, 379-386.
- McNeilly, A. S., Picton H. M., Campbell B.K., y Baird, D.T. (1991). Gonadotrophic control of follicle growth in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*, 43(Suppl), 177-186.
- Menchaca, A., y Rubianes, E. (2012, octubre 4-5). Avances en el control ovárico en la oveja. En *Reunión Bianual sobre Reproducción Animal* (pp. 76-83). Temascaltepec de González, México.

- Mieres, J.M. (2004). Guía para la alimentación de rumiantes. *Serie Técnica INIA*, (142), 69-77.
- Montossi, F. (2000). Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. *INIA Serie Técnica*, (113), 29.
- Montossi, F., De Barbieri, I., Nolla, M., Luzardo, S., Mederos, A., y San Julián, R. (2005a). El manejo de la condición corporal en la oveja de cría; una herramienta disponible para la mejora de la eficiencia reproductiva en sistemas ganaderos. En *Seminario de Reproducción Ovina* (pp. 49-60). Treinta y Tres-Tacuarembó: INIA.
- Montossi, F., Ganzabal, A., De Barbieri, I., Nolla, M., y Luzardo, L. (2005b). Mejora de la eficiencia reproductiva de las majadas. *Revista del INIA*, 3, 2-5.
- Morel, P. C. H., Schreurs, N. M., Corner-Thomas, R. A., Greer, A. W., Jenkinson, C. M. C., Ridler, A. L., y Kenyon, P. R. (2016). Live weight and body composition associated with an increase in body condition score of mature ewes and the relationship to dietary energy requirements. *Small Ruminant Research*, 143, 8-14.
- Muñoz-Gutiérrez, M., Blache, D., Martín, G. B., y Scaramuzzi, R. J. (2002). Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anoestrous sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction*, 124, 721-731.
- Muñoz-Gutiérrez, M., Blache, D., Martín, G. B., y Scaramuzzi, R. J. (2004). Ovarian follicular expression of mRNA encoding the type I IGF receptor and IGFbinding protein-2 in sheep following five days of nutritional supplementation with glucose, glucosamine or lupins. *Reproduction*, 128, 747-756.
- Murphy, B.D. (2000). Models of luteinization. *Biology of Reproduction*, 63, 2-11.
- Nari, A., y Cardozo, H. (1987). Enfermedades causadas por parásitos internos; nemátodos gastrointestinales. En J. Bonino Morlán, A. Durán del Campo, y J.J. Mari (Eds.), *Enfermedades de los lanares* (Vol. 1, pp. 1-57). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Niswender, G. D. (2002). Molecular control of luteal secretion of progesterone. *Reproduction*, 123, 333-339.
- Niswender, G., Jungel, L., Silva, P. J., Rollyson, M. K., y McIntush, E. W. (2000). Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Review*, 80(1), 1-29. Recuperado de <http://physrev.physiology.org/content/80/1/1.full-text.pdf+html>
- Nottle, M. B., Armstrong, D. T., Setchell, B. P., y Seamark, R. F. (1985). Lupin feeding and folliculogenesis in the Merino ewe. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*, 10, 145.
- Nottle, M. B., Haind, P. I., Seamark, R. F., y Setchell, B. P. (1988). Increases in ovulation rate in lupin feed ewes are initiated by increases in protein digested post- ruminally. *Journal of Reproduction and Fertility*, 84, 563-566.
- Oldham, C. M., Lindsay, D. R., y Martin, G. B. (1990). Effects of seasonal variation of

- live weight on the breeding activity of Merino ewes. En C.M. Oldham, G.B. Martin, Purvis, I.W. eds. Reproductive physiology of Merino sheep; concepts and consequences. Perth, University of Western Australia, School of Agriculture. pp. 41-58.
- Oldham, C. M., y Lindsay, D. R. (1984). The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. En D. R. Lindsay, y D. T. Pearce (Eds.), *Reproduction in sheep* (pp. 274-276). s.l., *Australian Academy of Science/Australian Wool Corporation*.
- Piper, L. R., Bindon, B. M. 1982. Genetic segregation for fecundity in Booroola Merino sheep. In: World Congress of Sheep and Beef Cattle Breeding (2^o., 1982, Toulouse, Francia). Proceedings. Paris, INRA. v. 1, pp 395-400.
- Piper, L. R., Bindon, B. M. 1996. The Booroola Merino. In: Fahmy, M. H. ed. Prolific sheep. Cambridge, CAB International. pp. 152-160.
- Plan Agropecuario. (2023). *Calculadora de carga*. Recuperado de <https://www.planagropecuario.org.uy/web/calculadora-de-carga.html>
- Pravia, M. I., Montossi, F., Gutierrez, D., Ayala, W., Andregnette, B., Invernizzi, G., y Procile, V. (2013) Estimación de la disponibilidad de pasturas y forrajes en predios de Gripecar II: Ajustes del "Rising Plate Meter" para las condiciones de Uruguay. En *Invernada de precisión: Pasturas, calidad de carne, genética, gestión empresarial e impacto ambiental* (pp. 31-67). Montevideo: INIA.
- Rubianes, E., Castro, de T., Viñoles, C., Ungerfeld, R., Carabaja, B, y Kmaid, S. (1995) *Superovulación y transferencia embrionaria en ovinos*. Montevideo, Departamento de Fisiología Facultad de Veterinaria.
- Rubianes, E., y Ungerfeld, R. (2002). *Perspectivas de la investigación sobre reproducción ovina en América Latina en el marco de las actuales tendencias productivas*. Montevideo: Facultad de Agronomía/Facultad de Veterinaria.
- Rhind, S. M., y Mc Neilly, A. S. (1986). Follicle population, ovulation rates plasma profile of L.H., F.S.H. and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Animal Reproduction Science*, 10, 105-115.
- Ritar, A. J., y Adams, N. R. (1988). Increased ovulation rate, but not FSH or LH concentration in ewes supplemented with lupin grain. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 17, 310-313.
- Rodríguez Iglesias, R. M. (1990). Distribución diaria de estros inducidos mediante "efecto macho" en ovejas Corriedale. En M. Azzarini, y R. Cardellino (Eds.) *Selección de temas agropecuarios* (pp. 7-20). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Russel A. J. F., Doney J.M., y Gunn R.G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science*, 72, 451-454.
- Scaramuzzi R. J., Adams N.R., Baird D.T., Campbell B.K., Downing J.A., Findlay J.K., Henderson K.M., ... Tsonis C.G. (1993) A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction, Fertility and Development*, 5, 459-478.
- Scaramuzzi R. J., Browm, H. M., y Dupont, J. (2010). Nutritional and metabolic mechanisms in the ovary and their role in mediating the effects of diet on

- folliculogenesis: A Perspective. *Reproduction in Domestic Animals*, 45, 32-41.
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B.K., Downing, J.A., Kendall, N.R., Khalid, M., y Muñoz-Gutiérrez Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in ewes on the concentrations of reproductive and metabolic hormone and the mechanism that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition and Development*, 46, 339-354.
- Scaramuzzi, R. J., Downing, J. A., Campbell, B. K., y Cognié, Y. (1988). Control of fertility and fecundity of sheep by means of hormonal manipulation. En J.K. Findlay (Ed.), *Controlled breeding in sheep* (pp. 37-45). Melbourne: CSIRO.
- Signoret, J. P., Cognié, Y., y Martin, G. B. (1984). The effect of males on female reproductive physiology. En M. Courot (Ed.), *The male in farm animal reproduction* (pp. 290-303). s.l.: Martinus Wihhoff.
- Smith, J. F. (1984). Protein, energy and ovulation rate. En R.B. Land, y D.W. Robinson (Eds.), *Genetics of reproduction in sheep* (pp. 349-359). London: Butterworths.
- Smith, J. F. (1985). Protein, energy and ovulation rate. En R. B. Land, y D.W. Robinson (Eds.). *Genetics of Reproduction in sheep*. Wellington: New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries Research.
- Smith, J. F. (1988). Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. *Australian Journal of Biological Science*, 41, 27-36.
- Smith, J. F. (1991). A review of recent developments on the effect of nutrition on ovulation rate (the flushing effect) with particular reference to research at Ruakura. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 51, 15-23.
- Smith, J. F., y Stewart, R. D. (1990). Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes. En G. B. Martín, C. M. Oldham, I. M. Purvis (Eds.), *Reproductive physiology of merino sheep, concept and consequences* (pp. 85- 100). Perth: Australia, University of Western Australia.
- Souza, C. J., Campbell, B. K., y Baird, D. T. (1997) Follicular dynamics and ovarian steroid secretion in sheep during the follicular and early luteal phases of the estrous cycle. *Biology of Reproduction*, 56, 483- 488.
- Teleni, E., Rowe, J. B., Croker, K. P., Murray, P. J., y King, W. R. (1989). Lupins and energy-yielding nutrients in ewes II. Responses in ovulation rate in ewes to increased availability of glucose, acetate and amino acids. *Reproduction Fertility and Development*, 1, 117- 125.
- Thompson, N. L. H., Goode, L., Harvez, R. W., Myeres, R. M., y Linnerud, A. C. (1973). Effect of dietary urea on reproduction in ruminants. *Journal of Reproduction and Fertility*, 37(2), 399-405.
- Thompson, L. H., y Smith, J. F. (1988). Effect of nutrition on the ovulatory response of Coopworth ewes to varying doses of two FSH preparations. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 48, 81-85.
- Underwood, E. J., y Shier, F. L. (1941). A specific breeding problem of sheep on subterranean clover pastures in Western Australia. *Journal of Agriculture (Western Australia)*, 18, 13-23.

- Ungerfeld, R. (2002). Control endócrino del ciclo estral. En R. Ungerfeld, *Reproducción en los animales domésticos* (Vol. 1, pp. 41-55). Montevideo: Melibea.
- Ungerfeld, R., Menchaca, A., de Castro T., y Rubianes E. (2002) Tratamientos hormonales para la inducción y sincronización de estros en ovejas y cabras. En: Ungerfeld R. *Reproducción en los animales domésticos* (Vol. 2., pp. 483-493). Montevideo: Melibea.
- Van Hoeck, V., Sturmeijer, R. G., Bermejo-Alvarez, P., Rizos, D., Gutierrez-Adan, A., Leese, H. J., Bols, P. E., y Leroy, J. L. (2011). Elevated non-esterified fatty acid concentrations during bovine oocyte maturation compromise early embryo physiology. *PLoS One*, 6, e23183.
- Viñoles, C. (2003). *Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe* (Tesis doctorado). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Viñoles, C., Banchemo, G., Fosberg, M., y Rubianes, E. (2001) Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*, 55(4), 993-1004.
- Viñoles, C., Banchemo, G., Forsberg, M., y Rubianes, E. (2002). Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science*, 74, 539-545.
- Viñoles, C., Banchemo, G., y Rubianes, E. (1999). Follicular wave pattern and progesterone concentrations in cycling ewes with high and low body condition score. *Theriogenology*, 51, 437.
- Viñoles, C., Cajarville, C., Martín, G. B., Meikle, A., Repetto, J., y Forberg, M. (2003) Siete días de suplementación con concentrados permite aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. En Jornadas Uruguayas de Buiatría (Vol. XXXI, pp. 144-146). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Viñoles, C., Cajarville, C., Forsberg, M., Martín, G. B., Meikle, A., y Repetto, J. (2005). Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction*, 129(3), 299-309.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Meikle, A., y Rubianes, E. (1999). The effect of sub luteal levels of exogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewe. *Theriogenology*, 51, 1351-1361.
- Viñoles, C., González de Bulnes A., Martín, G. B., Sales, F., y Sale S. (2010). Sheep and goats. En L. DesCoteaux, J. Colloton, y G. Gnemi (Eds.), *Atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography* (pp.181-210). Ames: Wiley-Blackwell.
- Viñoles, C., Martín, B., y Meikle, A. (2009). Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. *Animal Reproduction Science*, 113, 82-92.
- Weems, C.W., Weems, Y. S., y Randel, R. D. (2006). Prostaglandins and reproduction in female farm animals. *Veterinary Journal*, 171, 206-228.
- Zeron, Y., Sklan, D., y Arav, A. (2002). Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe

oocytes. *Molecular Reproduction and Development*, 61, 271-278.