

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**SUPLEMENTACIÓN FOCALIZADA PRE-SERVICIO EN OVEJAS UTILIZANDO
COMEDEROS DE AUTOALIMENTACIÓN E INSEMINADAS A TIEMPO FIJO:
COMPORTAMIENTO INGESTIVO Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO**

por

Emiliano DURÁN FERREIRA

Juan Manuel GRASSO SCIRGALEA

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

2021

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de mesa:

Ing. María Helena Guerra

Segundo miembro (Tutor):



Dr. Sergio Fierro

Tercer miembro:



Victoria de Brun

Cuarto miembro (Co-tutor):



Dr. Julio Olivera Muzante

Fecha:

6/8/2021

Autores:

Br. Emiliano Durán Ferreira

Br. Juan Manuel Grasso Scirgalea

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor Dr. Sergio Fierro y a nuestros co-tutores Dr. Julio Olivera y Ing. Agr. Juan Pablo Marchelli por la paciencia y dedicación brindada tanto a lo largo del ensayo experimental como en el transcurso de la tesis.

A nuestros compañeros durante la estadía en CIEDAG, Tecs. Agrops. Alfonso Pereyra y Florencia Ferrer quienes colaboraron durante todo el transcurso del ensayo.

Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) por permitirnos realizar el trabajo de tesis. Particularmente agradecemos a Tec. Agrop. Haroldo Deschenaux, y a todo el personal de campo de CIEDAG, que sin la ayuda de los cuales hubiera sido imposible realizar el trabajo.

A nuestros familiares y amigos por el apoyo en el transcurso de la tesis y especialmente a lo largo de nuestra formación universitaria.

TABLA DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	4
1. RESUMEN.....	5
2. SUMMARY.....	6
3. INTRODUCCIÓN.....	7
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1. Fisiología reproductiva del ovino.....	9
4.2. Crecimiento, diferenciación y dinámica folicular.....	11
4.3. IA a Tiempo Fijo (IATF).....	13
4.4. Protocolos de IATF.....	14
4.4.1. Protocolos de IATF en base a PGF2 α	14
4.5. Alternativas para mejorar la Tasa Ovulatoria.....	15
4.6. Alimentación focalizada.....	16
4.7. Sincronización de estros y alimentación focalizada.....	19
4.8. Sistemas de suplementación a campo.....	20
4.8.1. Suplementación diaria.....	20
4.8.2. Suplementación por autoalimentación.....	20
5. HIPÓTESIS.....	22
6. OBJETIVOS.....	22
6.1. Objetivo general.....	22
6.2. Objetivos específicos.....	22
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
7.1. Animales.....	22
7.2. Manejo sanitario.....	23
7.3. Evaluación EC y PV.....	23
7.4. Manejo nutricional.....	24
7.5. Comportamiento ingestivo.....	24
7.6. Diseño experimental.....	24
7.7. Evaluación de respuesta estral.....	26
7.8. Extracción, evaluación seminal, inseminación artificial.....	26
7.9. Evaluaciones ecográficas.....	26
7.10. Consumo voluntario de MS y PC.....	26
7.10.1. Suplemento.....	27
7.10.2. Consumo de PC estimada (g/día).....	27
7.11. Precipitaciones.....	28
8. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.....	28
9. RESULTADOS.....	29
9.1. Evolución de PV y EC.....	29
9.2. Comportamiento ingestivo.....	29
9.3. Respuesta y dispersión estral respecto a la segunda dosis de PG.....	30
9.4. Respuesta reproductiva.....	31
10. DISCUSIÓN.....	32
11. CONCLUSIONES.....	35
12. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS.....	35
13. BIBLIOGRAFÍA.....	36

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

N°	Descripción	Página
1	Representación del consumo real de suplemento (g/día).	27
2	Representación del consumo de PC estimada (g/día).	27
3	Proporción del tiempo total pastoreando, descansando o consumiendo suplemento durante las horas de luz, según tratamiento (suplementación con comederos de autoalimentación o lineales de abastecimiento diario).	30
4	Respuesta ovulatoria y reproductiva de ovejas Corriedale multíparas, suplementadas en comederos de autoalimentación o lineales de abastecimiento diario con harina de soja, sincronizadas con un protocolo en base a PG e inseminadas a tiempo fijo por vía cervical con servicio de repaso.	31

FIGURAS

N°	Descripción	Página
1	Endocrinología del ciclo estral (adaptado de Senger, 1999).	10
2	Esquema del crecimiento folicular en ondas en la oveja (adaptado de Senger, 2005 y Fierro, 2010).	12
3	Relación entre el efecto nutriente inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo (adaptado de Oldham, Lindsay y Martin, 1990).	16
4	Efecto del consumo de energía digestible (MJ/día) y proteína digestible (g/día) sobre el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (adaptado de Smith 1984).	18
5	Comedero de autoalimentación CMT®.	21
6	Ubicación de las parcelas y sus respectivos tratamientos.	23
7	Representación de las diferentes instancias que se realizaron en el trabajo.	25
8	Precipitaciones acontecidas durante el ensayo.	28
9	Representación de la evolución del peso vivo (PV) y estado corporal (EC) a lo largo del ensayo.	29
10	Representación de la respuesta y dispersión estral respecto a segunda dosis de PG en autoalimentación o lineales de abastecimiento diario.	30

1. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento ingestivo en pastoreo y el desempeño reproductivo, de ovejas multíparas sincronizadas con protocolos largos en base a PGF2 α (PG) e inseminadas a tiempo fijo (IATF) y suplementadas en forma focalizada pre-servicio mediante comederos de autoalimentación o lineales de abastecimiento diario. El experimento fue realizado en el Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal" (CIEDAG) del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), ubicado en ruta nacional N° 7, km 140, Cerro Colorado, departamento de Florida (-33,86° S -55,58° O). Se utilizó un total de 192 ovejas multíparas raza Corriedale en estación reproductiva (febrero-junio), aptas para la reproducción, con estado corporal (EC) de $2,9 \pm 0,26$ al comenzar el ensayo. Las mismas fueron bloqueadas en dos grupos: autoalimentación (grupo Autoalimentación) o comederos lineales (grupo Diario) según su EC, PV y antecedentes reproductivos (parto simple o doble en el año previo). Cada grupo fue sincronizado con dos dosis de PG separadas 15 días. Las ovejas de ambos grupos fueron suplementadas por siete días con harina de soja peleteada (PC: 50,9%), utilizando 100 y 200 g/oveja/día (0,2 y 0,4% del PV) en los Días -11y -10 respectivamente (acostumbramiento), para luego emplear cantidades de 400 g/día/oveja (0,8% del PV) entre los Días -9 y -3. Se les realizó IATF (Día 0) a las 56 horas después de la segunda PG. Se evaluó en ambos grupos el EC, PV, comportamiento ingestivo (tiempo dedicado al consumo de suplemento, pastoreo y descanso), respuesta y dispersión estral respecto a la segunda dosis de PG, la respuesta ovulatoria (tasa ovulatoria -TO- y nivel ovulatorio, mediante ecografía trans-rectal al Día 5), no retorno al estro a los 21 días (NR_D21), la respuesta reproductiva (fertilidad, prolificidad y fecundidad) a la IATF y global (IATF + repaso), mediante ecografía trans-rectal o abdominal respectivamente). No se observaron diferencias significativas en el tiempo de pastoreo entre grupos (73,2% vs 74,7%; $P > 0,05$), pero si en el tiempo de descanso (17,8% vs 21,7%) y en el tiempo dedicado al consumo de suplemento (8,8% vs 3,5%; Autoalimentación y Diario respectivamente; $P < 0,05$). Se observaron diferencias significativas entre grupos en cuanto a la respuesta y dispersión estral, detectándose un 10,4% en el grupo Autoalimentación y 21,9% de estros en el grupo Diario, entre las -96 horas y las 24 horas con respecto a la segunda PG ($P < 0,05$). El número de ovejas que ovularon (92,7% vs 91,7%) y el nivel ovulatorio (1,14 vs 1,28) fueron similares entre grupos ($P > 0,05$), observándose diferencias significativas en la tasa ovulatoria (TO) (1,25 vs 1,40; Autoalimentación y Diario respectivamente; $P < 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre grupos en la tasa de NR_D21 (52,1% vs 54,2%), fertilidad (42,7% vs 47,9%), prolificidad (1,20 vs 1,28) y fecundidad a la IATF (0,51 vs 0,61, ni tampoco en la respuesta reproductiva global (IATF + repaso) de fertilidad (90,6% vs 93,8%), prolificidad (1,17 vs 1,21) y fecundidad (1,06 vs 1,14; Autoalimentación y Diario respectivamente; $P > 0,05$). Se concluye que las diferentes alternativas evaluadas para ofrecer el alimento en una suplementación focalizada (autoalimentación o lineal diario), determinaron diferencias en el comportamiento de consumo, pero no así en el desempeño reproductivo al servicio de IATF o global con repaso de carneros.

1. SUMMARY

The present research was made to evaluate the ingestive behavior in grazing and the reproductive performance of multipare-sheep synchronized with long protocols based on PGF2 α (PG) and inseminated at fixed time, and short-term supplemented with self-assisted feedings or linear daily-feed suppliers. The research was performed in Research and Experimentation Center "Dr. Alejandro Gallinal" (CIEDAG) from Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), located in National Road 7, km 140, Cerro Colorado, Florida Province(-33.86° S-55.58° O). A total of 192 multiparous Corriedale sheep in reproductive season (February-June) were used, ready for reproduction, with a body condition (BC) of 2.9 ± 0.26 at the moment of the beginning of the research. They were blocked in two groups: linear-feeding suppliers (daily group) or self-feeding (self-feeding group) according to their BC, their live weight (LW) and reproductive history (simple or double births in the previous year). Each group was synchronized with two doses of PG separated 15 days. The sheep of both groups were supplemented for seven days with pelleted soy bean meal (CP: 50.9%), using 100 and 200 g/sheep/day (0.2 y 0.4% of LW) in -11 and -10 days respectively (accustoming), to later use quantities of 400 g/sheep/day (0.8% of LW) between -9 and -3. TAI was performed at 56 hours after second PG. BC, LW, ingestive behavior (time spent to supplement consume, grazing and break), estral response and dispersion according to PG second dose, the ovulatory response (ovulation rate –OR- and ovulatory level, by trans-rectal ultrasound at day 5), no return to estrus for 21 days (NR_D21), the reproductive response (fertility, prolificacy and fecundity) at timed artificial insemination (TAI) and global (TAI+review with rams) by trans-rectal and abdominal ultrasound, respectively. No significant differences were observed in grazing time between groups (73.2% vs 74.7%; $P>0.05$), but yes in break time (17.8% vs 21.7%) and supplement consumption time (8.8% vs 3.5%; Self-feeding and Dairy respectively; $P<0.05$). Significant differences were observed between groups as to estrous response and dispersion, detecting 10.4% in Self-feeding group and 21.9% of estrus in Dairy group, between -96 and 24 hours with respect to the second PG ($P<0.05$). The number of sheep that ovulated (92.7% vs 91.7%) and the ovulatory level (1.14 vs 1.28) were similar between groups ($P>0.05$), observing significative differences in OR (1.25 vs 1.40; self-feeding and Dairy respectively; $P<0.05$). They were not observed significant differences between groups in NR_D21 rate (52.1% vs 54.2%), fertility (42.7% vs 47.9%), prolificacy (1.20 vs 1.28) and TAI fecundity (0.51 vs 0.61), either in global reproductive response (TAI+review) of fertility (90.6% vs 93.8%), prolificacy (1.17 vs 1.21) and fecundity (1.06 vs 1.14; Self-feeding and Dairy respectively; $P>0.05$). It is concluded that the evaluated alternatives of offering focus supplementation with soybean meal (Self-feeding feeder or dairy linear feeder), determined differences in consumer behavior, but not in reproductive performance at TAI service or final service.

2. INTRODUCCIÓN

Uruguay cuenta actualmente con un stock de 6.399.000 ovinos, el cual representa un 4% del total de exportaciones agropecuarias (De león, 2019), generando ingresos en el último año por un valor de 313 millones de dólares (lanas y productos de lana, carne ovina, pieles ovinas, ovinos en pie, grasa de lana y lanolina). Este monto marcó una disminución del 4% respecto del período anterior (SUL, 2019). Cabe resaltar que el sub-rubro carne ovina experimentó un aumento del 3,5% con respecto a ese período. En cuanto a los destinos de los principales sub-productos, China es el comprador más importante en lo que a lana se refiere, ya sea sucia, lavada o peinada, adquiriendo el 50% de las exportaciones y Alemania (16%) es el segundo destino en importancia, comprando principalmente lana peinada. En el rubro carne ovina, el principal mercado también es China, adquiriendo el 40,5% de lo exportado, ocupando Brasil el segundo lugar en importancia con 39% (De león, 2019).

Considerando la eficiencia reproductiva de las majadas, uno de los principales indicadores para evaluarla es la tasa reproductiva o señalada (corderos señalados / ovejas encarneradas * 100). Este indicador, está compuesto por otros tres indicadores reproductivos: la fertilidad (ovejas paridas / ovejas encarneradas * 100), la prolificidad (corderos nacidos / ovejas paridas) y la tasa de sobrevivencia (corderos señalados/corderos nacidos * 100; Azzarini, 2000). De los tres indicadores anteriormente mencionados, es mediante dos de ellos que podemos generar un mayor impacto: aumentando el número de corderos nacidos (mejora de la prolificidad) y mejorando su sobrevivencia. En Uruguay, el principal problema estaría dado por la alta mortalidad neonatal de corderos que se registra (Azzarini, 2004). A esto se le suma la baja tasa ovulatoria (total de cuerpos lúteos / oveja que ovula; TO) de nuestras majadas, la cual para nuestros principales biotipos no supera el 1,3 (Fernández Abella et al., 1994).

Teniendo en cuenta la alta potencialidad reproductiva de la especie ovina, y que la categoría más afectada del stock en los últimos años ha sido la de ovejas de cría (reducción del 15% en el período 2010-2017; De león, 2019), resulta clave para los sistemas de producción mejorar la TO y/o prolificidad y la sobrevivencia de los corderos para la recomposición del stock. Es por ello, que desde principios de este siglo, se generaron diversas prácticas de manejo y tecnologías con el objetivo de mejorar los aspectos reproductivos de las majadas del país, como por ejemplo: adecuada elección de la época de encarnerada, manejo nutricional de precisión, realización de esquila pre-parto, adecuado manejo sanitario, entre otros (Azzarini, 2000). El manejo nutricional pre-servicio es determinante en la fertilidad y prolificidad a alcanzar en una majada, ya que, mediante un incremento en el plano nutricional pre-servicio se logra incrementar la TO y/o prolificidad; esto ocurre cuando las ovejas llegan con mayor peso vivo (PV) o estado corporal (EC) al servicio (efecto “estático”, Knight, Oldham y Lindsay, 1975; Rhind y McNeilly, 1986; Ganzábal, Ruggia y Miquelerena, 2003). También puede suceder cuando las ovejas aumentan su nivel nutricional (cantidad y/o calidad) previo al servicio por un período que puede ir de tan solo cuatro a siete días (efecto “inmediato” mediante suplementación “focalizada”) en ovejas de moderado EC y adecuado momento del ciclo estral (Stewart y Oldham, 1986; Viñoles, 2003), hasta seis semanas (efecto “dinámico” con mejoras del PV; Azzarini y Ponzoni, 1971). Teniendo en cuenta la necesidad de

conocer con precisión el momento del ciclo estral en el que se encuentran las ovejas para aplicar la suplementación focalizada (Smith y Stewart, 1990; Downing, Joss, Connell y Scaramuzzi, 1995), la sincronización de estros es una herramienta útil para emplear. La mayoría de los trabajos que han realizado suplementación focalizada han utilizado un modelo de “pre-sincronización” de los estros, con una o dos dosis de prostaglandina (PG) o con progestágenos (P4), empleando para la suplementación el estro natural posterior al inducido por estas hormonas (Viñoles et al., 2003; Banchemo, Vázquez, Vera y Quintans, 2011). Recientemente, Olivera-Muzante et al. (2019) establecieron que con una suplementación proteica focalizada (harina de soja peleteada administrada diariamente durante cinco días al 1,2% del PV/oveja/día), aplicada previa al servicio de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), utilizando protocolos largos en base a PG o P4 y eCG, se podría mejorar en forma significativa la TO (+14%), prolificidad (+15%) y fecundidad (+14%). El protocolo de P4 y eCG generaría una prolificidad (+22%) y fecundidad (+20%) significativamente mayor que utilizando protocolos en base a PG, sin embargo, los costos de implementar el primero en nuestro país, serían cuatro veces mayores respecto al uso de PG (Olivera-Muzante, 2018).

La información generada a nivel nacional respecto a la suplementación en ovinos ha demostrado su impacto positivo tanto en el desempeño reproductivo como productivo (Olivera-Muzante, 2018; Olivera-Muzante et al., 2019). En contrapartida a esto, esta tecnología ha sido poco utilizada en el predio por parte de los productores (SUL, 2017), debido a múltiples factores tales como la necesidad de mayor cantidad de recursos humanos y logística. Como respuesta a dicha problemática, surgen los comederos de autoalimentación, que es una tecnología que reduciría las horas de trabajo empleadas, incrementando la productividad de los animales de manera sostenible y respetando el bienestar animal (SUL, 2017). Los comederos de autoalimentación “CMT®” con restricción mecánica, consisten en un depósito donde se almacena el suplemento y dos frentes por donde acceden los animales, utilizando dos guillotinas como herramientas para ejercer un control mecánico de la alimentación. A medida que los animales consumen, el suplemento se va renovando constantemente hasta que se produce el vaciamiento del mismo (SUL, 2017).

En los años 2016 y 2017, Marchelli et al. (en revisión) realizaron ensayos con harina de soja comparando suplementación lineal diaria o suplementación con comederos de autoalimentación CMT® en un flushing de 21 días (dos semanas pre-encarnerada y una semana luego de iniciada la misma). La suplementación con comederos de autoalimentación no generó diferencias en la tasa mellicera respecto a la suplementación diaria (23 vs. 31%; 27 vs. 20%, diaria vs. autoalimentación, años 2016 y 2017 respectivamente), pero afectó el comportamiento ingestivo de las ovejas: ovejas con autoalimentación dedicaron más tiempo a consumir suplemento en detrimento del tiempo dedicado al pastoreo.

En resumen y englobando todo lo anteriormente mencionado, podemos visualizar que hay diversos ensayos e información generada a nivel nacional sobre suplementación en ovinos, utilizando comederos lineales en flushing corto o largos, asociados o no a IA o IATF, y también utilizando comederos de autoalimentación en flushing “largo”, pero cabe resaltar la falta de información respecto al uso de los comederos de autoalimentación en suplementación focalizada o flushing “corto”. Por lo tanto, el motivo de este ensayo experimental fue evaluar el desempeño de las

ovejas al utilizar comederos de autoalimentación en un flushing “corto”, asociados a IATF utilizando un protocolo largo en base a PG. De esta manera, generar información de utilidad para favorecer la masificación de la utilización de la suplementación de precisión en ovinos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fisiología reproductiva del ovino

El ovino se define como una especie poliéstrica estacional de día corto, caracterizada por una época del año en que la mayoría de las hembras presentan cíclicamente estros (estación reproductiva) y otra en que se encuentran en anestro, lo cual es regulado por un mecanismo neurohormonal (Duran del Campo, 1980).

El ciclo estral es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente, teniendo en la oveja una duración promedio de 17 días y un rango de entre 14 y 19 días (Hafez y Hafez 2002; Ungerfeld, 2002). Se divide en cuatro etapas (Figura 1) que son: 1- Proestro: etapa que va desde el comienzo de la luteólisis hasta el inicio del estro, en la cual el endometrio uterino experimenta cambios pasando a ser un epitelio fino, notándose también cambios en el cérvix y en el mucus vaginal, el cual se torna claro y escaso; 2- Estro o celo, que es el período en el cual la hembra es receptiva al macho, en esta etapa los cambios uterinos que se constatan son hipertrofia de los cuernos y oviducto, aquí el mucus se torna abundante y nuboso; 3- Metaestro, que va desde el final del estro hasta la formación del cuerpo lúteo (CL), visualizándose cambios en el útero relacionados a la mucosa del endometrio, que se vuelve festoneada, y el mucus vaginal cremoso; 4- Diestro hay presencia de uno o más CL activos y el mucus vaginal se presenta caseoso (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld, 2002). Para facilitar su estudio se lo puede dividir en fase luteal, que se extiende desde el Día 2-3 (estro= Día 0) del ciclo, hasta alrededor del Día 13, y una fase folicular que va desde la luteólisis (regresión del CL) que se produce en torno al Día 13-14 hasta el Día 2 (Ungerfeld, 2002).

El estro en la oveja tiene una duración de 24-36 horas y esta duración es influida por factores como la raza, edad, estación de año y presencia del macho (Hafez y Hafez, 2002). La ovulación se da de forma espontánea y ocurre hacia el final del estro, unas 24 a 27 horas después de iniciado éste (Hafez y Hafez, 2002; Ungerfeld, 2002). Se entiende por ovulación, el acto de ruptura del folículo dominante (y en ocasiones del co-dominante) y la liberación del o de los óvulos. No existe ningún síntoma externo en la oveja que nos permita conocer el momento exacto en que ello se produce (Duran del Campo, 1980).

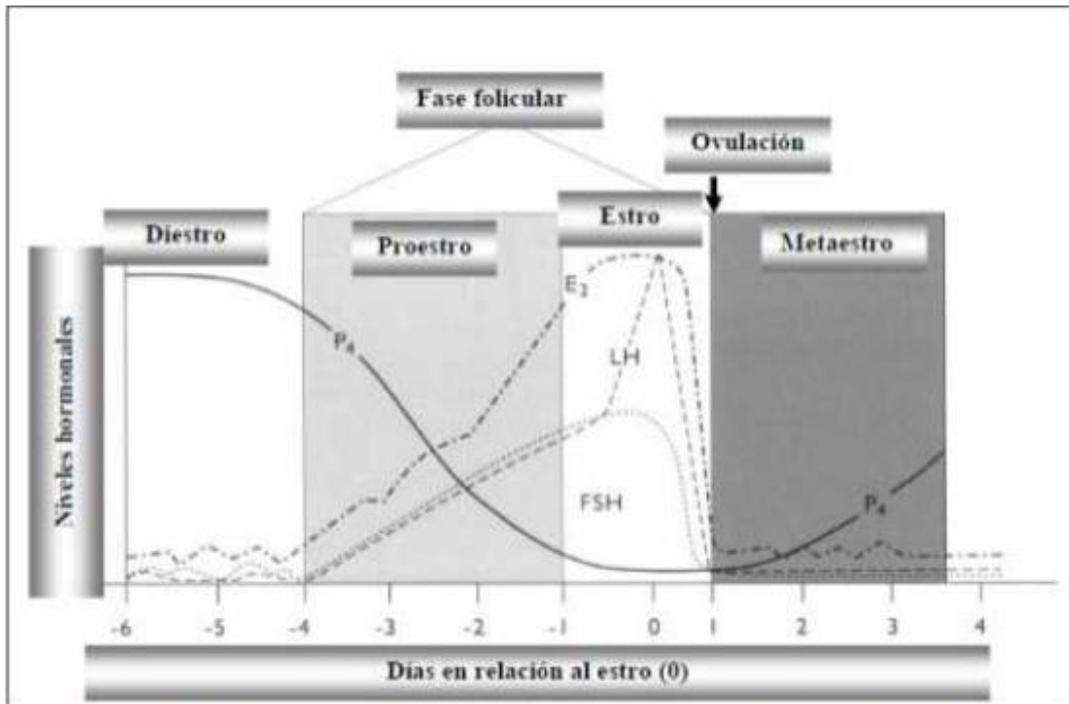


Figura 1: Endocrinología del ciclo estral (adaptado de Senger, 1999).

El ciclo estral resulta de la coordinación fundamental de cuatro órganos, el cerebro, la hipófisis, ovario y útero. La comunicación se realiza fundamentalmente (aunque no exclusivamente) a través de hormonas (Ungerfeld, 2002). La regulación está dada primeramente por el hipotálamo, encargado de la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). La adenohipófisis secreta hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH). El folículo, secreta estradiol (E2) e inhibina, el CL secreta progesterona y oxitocina y el útero produce prostaglandina F2 α . Cada secreción de hormonas genera un cambio que es correlativo a un consecuente cambio hormonal (Goodman, 1994). La GnRH hipotalámica estimula la secreción de LH, desencadenante de la ovulación de un folículo dominante y posterior luteinización. Mientras se desarrolla el CL, las concentraciones de progesterona aumentan y permanecen elevadas durante la fase luteal. Al producirse la luteólisis, la progesterona comienza a disminuir y hay un aumento de los pulsos de LH y se estimula la secreción de E2 por parte del folículo. De esta manera se produce la ovulación, con la consiguiente luteinización y comienza un nuevo ciclo (Viñoles, Meikle, Forsberg y Rubianes, 1999). La FSH es secretada en forma de picos y regula el crecimiento folicular. Hay dos picos principales durante el ciclo estral, uno que coincide con el pico pre-ovulatorio de LH y el segundo se encuentra muy próximo a la ovulación, después de 24-30 horas del primero (Fernández Abella, 1993). Se ha concluido que los niveles de FSH en el proestro están relacionados con la TO de los próximos ciclos estrales (Forcada Miranda, 1996). La LH es secretada en forma de pulsos, en la etapa preovulatoria los pulsos aumentan su frecuencia y disminuyen su amplitud, mientras que en presencia de un CL la frecuencia es baja y la amplitud es mayor. Cada vez que hay un pulso de LH en repuesta es secretado un pulso de E2, siendo este, el responsable del feedback positivo en la secreción de LH (Fernández Abella, 1993), siendo el factor luteotrófico más importante (Ungerfeld, 2002). Referido a los estrógenos, el más importante es 17-beta estradiol, sus funciones principales son

inducir el estro, determinar el pico preovulatorio de LH y regular el comportamiento sexual (Fernández Abella, 1993).

La progesterona (como su nombre lo indica, la hormona de la preñez) es la principal secreción del CL. Induce muchas respuestas, entre las que están: estimular la hipertrofia de las glándulas endometriales, estimular el crecimiento alveolar de las glándulas mamarias, estimular la actividad secretoria del oviducto y de las glándulas endometriales, estimular el comportamiento estral fuera del período normal en algunas especies (oveja y perra) en combinación con estrógenos, bloquear la motilidad uterina, y regular la secreción de gonadotrofinas. Los efectos de la progesterona se producen en sinergismo con los estrógenos (Ungerfeld, 2002).

Dentro de las PGs (prostaglandinas), las más importantes desde el punto de vista reproductivo son la F2 α y la PGE2, su acción está relacionada a la inducción del parto, ovulación, lisis del CL y transporte de gametos (Fernández Abella, 1993).

4.2. Crecimiento, diferenciación y dinámica folicular

La proliferación de las oogonias se restringe a la vida prenatal y poco después del nacimiento, cuando se transforman en oocitos primarios (Hafez, 1993). Posteriormente se produce el crecimiento folicular. Del conjunto de folículos primordiales establecidos al nacimiento, gradualmente pequeños folículos inician el crecimiento. La primera etapa del crecimiento abarca desde la fase de folículo primordial hasta la fase de folículos sensibles a las gonadotrofinas o folículo pre-antral. La segunda fase da lugar a folículos que dependen absolutamente del aporte gonadotrófico. Esta segunda fase es también llamada de reclutamiento folicular, que permite el paso al estadio de selección folicular, del cual emerge un folículo dominante con un diámetro entre 5 y 6 mm destinado a degenerarse por el proceso llamado "atresia" o llegar a la ovulación (Scaramuzzi et al., 1993; Viñoles et al., 1999).

La dinámica folicular es un proceso continuo que se basa en el crecimiento y regresión de folículos antrales, obteniéndose el folículo preovulatorio (Rubianes et al., 1995). El reclutamiento es el proceso en el cual los folículos maduran, la selección es donde ocurre el desarrollo de uno de ellos, evitando su atresia, convirtiéndose en un folículo potencialmente ovulable y la dominancia es cuando ese folículo seleccionado provoca la inhibición de los demás folículos subordinados (Rubianes et al., 1995).

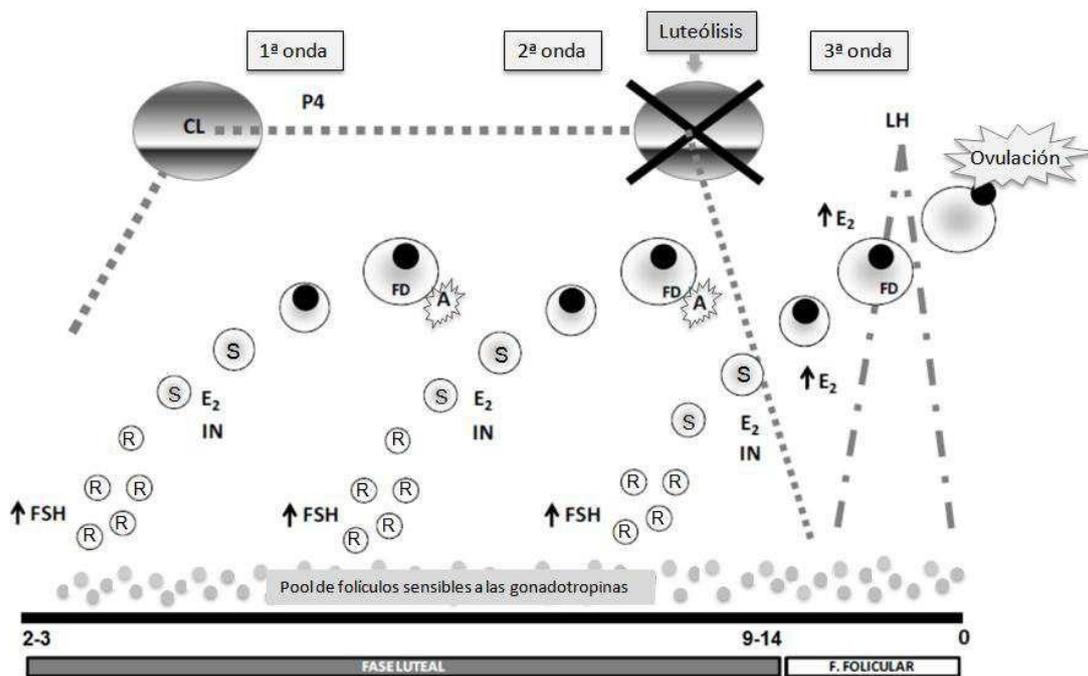


Figura 2: Esquema del crecimiento folicular en ondas en la oveja (adaptado de Senger, 2005 y Fierro, 2010). CL: cuerpo lúteo; P4: progesterona; FSH: hormona folículo estimulante; LH: hormona luteinizante; S: selección folicular; FD: folículo dominante de la onda folicular; A: atresia (en presencia de altos niveles de progesterona, 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 progesterona, 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/los FD. F. Folicular: fase folicular.

La emergencia de los folículos ováricos que crecen desde 3 hasta 6 mm ocurre en ondas (Figura 2), en un rango de dos a cuatro ondas foliculares en cada ciclo, siendo el patrón predominante de tres ondas que emergen alrededor de los días 0, 6 y 11 del ciclo estral. En los casos que se encontró una cuarta onda, la onda tres emerge más tempranamente y la onda cuatro emerge el día 14 (Ginther, Kot y Wiltbank, 1995; Viñoles et al., 1999; Evans, Duffi, Hynes y Boland, 2000). Existe una relación entre la concentración de la hormona FSH y la emergencia folicular, donde un aumento en la concentración de FSH precede la emergencia de cada onda (Ginther et al., 1995; Souza, Campbell y Baird, 1997). Esto es seguido por la estimulación de un grupo de folículos sensibles a gonadotropinas que se transforman en folículos dependientes de gonadotropinas (Souza et al., 1997; Viñoles et al., 1999). En esta etapa, todos los folículos en crecimiento secretan inhibina, que promueve una reducción en la concentraciones de FSH (Souza Campbell y Baird, 1998). La caída de la concentración de FSH juega un papel clave en la limitación del número de folículos que eventualmente ovulan (Baird, 1983).

No obstante, la oveja es capaz de desarrollar más de un folículo dominante, fenómeno denominado co-dominancia, lo que permite la ocurrencia de ovulaciones múltiples. Estas pueden ocurrir por el reclutamiento de un mayor número de folículos dentro de una misma onda, o por la ovulación de folículos dominantes de dos ondas consecutivas (Scaramuzzi et al., 1993). Los niveles crecientes de progesterona

durante la fase luteal temprana suprimen el crecimiento del folículo dominante de la primera onda folicular en ovejas (Rubianes, Castro y Carbajal, 1996) y aceleran la emergencia de la siguiente onda folicular. En contraposición, niveles sub-luteales de progesterona prolongan la sobrevivencia del folículo dominante y extienden su dominancia (Viñoles et al., 1999). La dominancia en la fase luteal temprana del ciclo estral es mayor comparada con la que ocurre en fase luteal media o tardía (Seekallu et al., 2010). Esto podría tener implicancias en el número de folículos disponibles para ovular al momento de la interrupción del ciclo estral, y por ende en la TO alcanzada.

Viñoles, Forsberg, Banchemo y Rubianes (2002), sostienen que el EC afecta el número de ondas que se desarrollan durante el ciclo. Ovejas con buen EC (4,1 puntos) desarrollan un patrón constante de tres ondas, mientras que ovejas flacas (1,9 puntos de EC) desarrollan dos o tres ondas. Dado que las ovejas gordas tienen una TO más alta que las flacas (efecto “estático” de la nutrición o peso “estático”; Downing y Scaramuzzi, 1991), se plantea la asociación positiva entre el EC, el número de ondas foliculares y la TO. Debido a esto, Viñoles et al. (2003), proponen la alimentación de calidad como una alternativa, que suministrada en un momento dado (a partir de la segunda mitad del ciclo estral, correspondiendo con la emergencia de la 3^a onda folicular), repercutiría en la TO, debido a que el aporte de proteína y energía, aumentaría los niveles circundantes de FSH durante la fase folicular, lo que conllevaría a un incremento en el número de folículos seleccionados para ovular.

4.3. IA a Tiempo Fijo (IATF)

La IATF es una herramienta que propicia un “manejo ovino de precisión” (Ponzoni, 2014). Es una biotecnología reproductiva que permitiría disminuir los días de servicio, evitar la detección de estros, optimizar el uso de los recursos humanos capacitados, minimizar encierres y contagios de enfermedades infecciosas (Menchaca y Rubianes, 2004; Olivera-Muzante y Gil, 2005). Además, facilita el uso más eficiente de una alimentación focalizada en momentos de alto impacto productivo como es el pre-servicio y el pre-parto (Martin, Rodger y Blache, 2004; Blache, Maloney y Revell, 2008). La IATF y el servicio de repaso concentrado que ella genera, permitirían ordenar y sincronizar las actividades en un ciclo productivo ovino, posibilitando vincular estas estrategias nutricionales en forma más “precisa”. Además, la IATF determinaría una parición más concentrada y poco extendida en el tiempo, la cual bien monitoreada podría ayudar a mejorar la sobrevivencia neonatal (Olivera-Muzante, 2017). Sin embargo, tan solo el 8,5% de los servicios de ovejas en nuestro país se hace por IA, siendo por IATF menos de un tercio de las mismas (MGAP DIEA, 2014). Uno de los factores que frenan la adopción de la IATF en los ovinos es el temor de los productores a una mayor mortalidad perinatal de los corderos nacidos, principal pérdida reproductiva observada en nuestros sistemas extensivos (Azzarini, 2000). Hasta que no se demuestre que la mortalidad perinatal de corderos provenientes de un servicio de IATF puede ser similar, e incluso inferior a la de las encarneradas tradicionales o de IA a estro visto, ya que permite una mejor vigilancia debido a que la parición tiene corta duración, no aumentará la adopción de la IATF como biotecnología válida y eficiente (Olivera-Muzante, 2015).

4.4. Protocolos de IATF

Los protocolos convencionales de IATF involucran dispositivos intravaginales impregnados con progestágenos (P4) mantenidos durante 12-14 días, asociados o no con gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento del retiro del dispositivo (P4-eCG), lo que produce tasas aceptables de preñez dentro y fuera de la estación reproductiva (Gordon, 1983; Abecia, Forcada y González-Bulnes, 2012). Sin embargo, los protocolos basados en P4-eCG se han asociado a alteraciones en la calidad de los ovocitos, que determinan menores tasas de fertilización y desarrollo embrionario deteriorado (González-Bulnes et al., 2005; Berlinguer et al., 2007). Además, el uso repetido de eCG se ha asociado a una respuesta inmune humoral en las ovejas y al desarrollo de quistes foliculares (Roy et al., 1999). Por otro lado, son potencialmente contaminantes ambientales y tisulares debido a residuos de dispositivos, eCG o la adición de antibióticos para evitar vaginitis (González-Bulnes et al., 2005; Contreras-Solís et al., 2009; Viñoles, Paganoni, Milton, Driancourt y Martin, 2011).

Los consumidores de todo el mundo están comenzando a exigir productos que sean “limpios, verdes y éticos” (Martin y Kadokawa, 2006; Martin y Ferasyi, 2016) y debido a su rápida tasa de metabolización (Piper, Vane y Wyllie, 1970; Davis, Fleet, Harrison y Walker, 1980) y la facilidad de aplicación, la prostaglandina representa una opción a los dispositivos impregnados de P4 para el manejo reproductivo en ovejas (Contreras-Solís et al., 2009; Abecia et al., 2012; Fierro, Gil, Viñoles y Olivera-Muzante, 2013).

4.4.1. Protocolos de IATF en base a PGF2 α

La PGF2 α y sus análogos sintéticos (PG) son agentes que poseen la capacidad de lisis el CL, debido a esto su uso está restringido a la estación reproductiva (McCracken, Glew y Scaramuzzi, 1970). Si no se conoce el estado reproductivo y el manejo previo de la majada a la cual se va aplicar la PG, ésta puede inducir aborto en hembras con gestaciones tempranas, provocando pérdidas reproductivas. Su forma de administración es intramuscular, lo que conlleva a una mejora en el manejo, sanidad y bienestar de las hembras ovinas (Abecia et al., 2012). Otra característica de las PG naturales es que tienen bajas concentraciones plasmáticas debido a que un 99 % son metabolizadas en un solo pasaje por el pulmón, por lo que no se acumulan en los tejidos y por ende no habría tiempo de espera en su uso (Davis et al., 1980; Moller-Holtkamp 1980, citados por Fierro, 2010). Acritopolou y Haresing (1980), comprobaron que la administración entre los días 5 y 14 del ciclo estral induce la luteólisis seguido de estro y ovulación, y luego se determinó su respuesta desde el día 3 (Rubianes et al., 2003), es por esto que se ha implementado su uso en protocolos de sincronización. La respuesta a la PG va a depender de la fase del ciclo estral en la que se encuentra el ovino cuando es administrada (Rubianes et al., 1997), porque se produce cambios dinámicos en el crecimiento del folículo durante la fase lútea (Gonzales-Bulnes et al., 2005). Igualmente sigue existiendo controversias respecto de las alteraciones de la función esteroideogénica del folículo preovulatorio, la TO, la fertilidad y la prolificidad luego de la administración de la PG (Fierro, Olivera-Muzante, Gil y Viñoles, 2011). Autores

como White, Keisler, Dailey y Inskeep (1987) y Hawk, Cooper y Pursell (1981), sostienen que el transporte espermático se ve alterado. Por otro lado la tasa de recuperación embrionaria es más baja en animales tratados con PG (Schiewe, Howard, Goodrowe, Stuart y Wildt, 1990; Fierro et al., 2011), pero la calidad embrionaria de los mismos fue similar a la de animales en estro espontáneo (Fierro et al., 2011).

Respecto a la duración del intervalo entre las dosis de PG, investigaciones realizadas en nuestro país han demostrado el beneficio del uso de protocolos “largos” de PG (Fierro, Viñoles y Olivera-Muzante, 2016; Fierro y Olivera-Muzante, 2017). Recientes reportes al respecto han dilucidado que al extender el intervalo entre inyecciones de PG, aumenta el tiempo que el folículo pre-ovulatorio es expuesto a niveles de progesterona luteal, con lo que dos inyecciones de PG separadas de 14 a 16 días (“protocolos largos”), mejora los resultados reproductivos a la IATF (Fierro et al., 2016; Fierro y Olivera-Muzante, 2017) hasta tasas de preñez comparables con protocolos basados en P4+eCG (Fierro y Olivera-Muzante, 2017). Sin embargo, la TO, prolificidad y fecundidad de los “protocolos largos” comparado con P4+eCG o estro espontáneo pueden ser más bajas, factor a tener en cuenta en programas de mejora genética (Errandonea et al., 2018). Recientes hallazgos demuestran que la TO y prolificidad en IATF de los protocolos largos en base a PG, es similar a la de ovejas en estro espontáneo (Olivera-Muzante, Minteguiaga y Fierro, 2020). En ese sentido, valoraciones económicas de diferentes protocolos, han concluido que, si el valor genético de más corderos potenciales importa, la alternativa de elección es usar el estro espontáneo pre-sincronizado, sin embargo, los costos de implementación harían más viable el uso de IATF con PG15 (Olivera-Muzante, 2018).

4.5. Alternativas para mejorar la Tasa Ovulatoria

La TO está determinada mayoritariamente por el genotipo de la oveja, pero factores ambientales, sobre todo la nutrición, influyen marcadamente sobre este potencial (Banchemo y Quintans, 2005). Dentro de una misma raza se puede obtener una mayor TO. Esto ocurre cuando las ovejas llegan con mayor PV al servicio (Knight et al. 1975) y/o presentan un muy buen EC (efecto “estático”; Rhind y McNeilly, 1986), o cuando aumentan su nivel nutricional (cantidad y/o calidad) previo al servicio por un período que puede ir de tan solo 4 a 7 días (efecto “inmediato”) en ovejas de moderado EC y adecuado momento del ciclo estral (Stewart y Oldham, 1986; Viñoles, 2003), hasta 6 semanas (efecto “dinámico” con mejoras del PV; Figura 3; Azzarini y Ponzoni, 1971).

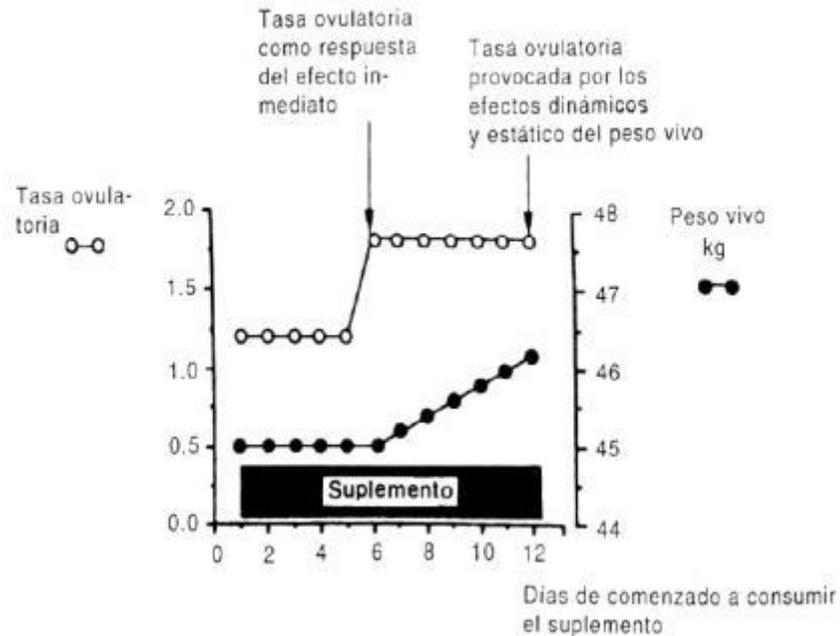


Figura 3. Relación entre el efecto nutricional inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo (adaptado de Oldham et al., 1990).

El “efecto estático”, es el peso en sí en el momento de la encarnerada. La importancia ha sido demostrada evidenciando la existencia de un peso crítico, ya que por debajo de ese peso la oveja no se reproduce con eficiencia. Para Corriedale y Romney el peso crítico sería 42-43 Kg y para Merino 37 Kg. El peso de la oveja no solo influye sobre el número de ovejas gestantes, sino también sobre la prolificidad (Azzarini y Ponzoni, 1971).

El “efecto dinámico” o efecto “flushing tradicional” representa un incremento en la TO provocado por un aumento en el PV y el EC tres semanas previo a la encarnerada (Forcada, Abecia, Zarazaga y Lozano, 1992). El efecto dinámico es positivo si las ovejas alcanzan o superan el peso crítico o estático (Fernández Abella et al., 2007). Morley, White, Kenney y Davis (1978), encontraron que, por cada kilogramo de aumento de PV al momento de la encarnerada, la TO aumentaba un 2%, mientras que Knight et al. (1975), registraron aumentos del 1,2% en TO por cada kilogramo de PV que aumentaban las ovejas. En nuestras condiciones y trabajando con ovejas Corriedale, Ganzábal et al. (2003), reportaron que por cada kilo más de PV de la oveja en el momento del inicio del servicio, es posible obtener 1,7 puntos porcentuales adicionales de corderos nacidos en un rango de 35 a 57 kg de PV.

4.6. Alimentación focalizada

La “alimentación focalizada”, o sea de corta duración, es un componente integral del paquete “limpio, verde y ético” para aumentar la eficiencia reproductiva en ovinos (Martin et al., 2004). Según trabajos revisados por Smith y Stewart (1990), existieron aumentos de la TO con dietas mejoradas, sin incrementos del PV. En ese sentido, suplementando ovejas al servicio con granos de lupino, se reportó un

inmediato aumento de la TO, el cual no sería explicado por variaciones del PV, indicando un efecto inmediato de los nutrientes sobre este parámetro. La tendencia a una mayor TO en ovejas suplementadas con maíz entero y harina de soja (Viñoles, Meikle y Martin, 2009) con mayor EC, sugiere que la respuesta a un período corto de suplementación, ocurre si las ovejas están en un balance energético adecuado. Este hallazgo parecería contradictorio con el mayor impacto de un plano nutricional elevado en ovejas en peor condición. Sin embargo, es el efecto flushing y no el efecto nutricional inmediato el que promueve una mejor respuesta en animales en peor EC (Viñoles et al., 2003). Este efecto se produciría por el incremento de los nutrientes y hormonas en plasma que actúan a nivel ovárico, generando el crecimiento y desarrollo de los folículos sensibles a las gonadotropinas (Muñoz-Gutiérrez, Blache, Martin y Scaramuzzi, 2002; 2004; Muñoz-Gutiérrez et al., 2005; Scaramuzzi et al., 2006; Scaramuzzi, Brown y Dupont, 2010). El balance energético positivo conduce a un incremento en leptina, insulina y glucosa en sangre. Estos cambios parecerían afectar el ovario directamente, y están asociados con el aumento de la foliculogénesis y por lo tanto el aumento en la TO de la oveja. A su vez, el balance energético positivo tiene una acción estimuladora sobre el eje hipotálamo-hipofisario (Scaramuzzi et al., 2006). La energía y proteína pueden influir en la TO independientemente uno del otro. Sin embargo, el nivel de uno de estos componentes puede afectar la respuesta del otro y para alcanzar un efecto máximo podría necesitarse un incremento en ambos (Banchero y Quintans, 2005). Muñoz-Gutiérrez et al. (2004), en un ensayo en el que se suministraba grano de lupino y se hacían infusiones de glucosa y glucosamina durante 5 días, encontraron que la insulina, la hormona de crecimiento (GH), la “insulina como factor de crecimiento 1” (IGF-1) y la leptina, cumplen un rol importante en el crecimiento folicular y en la mediación de los efectos de la nutrición. La hormona de crecimiento (GH) participa en la selección de los folículos, incrementando la insulina que determina una mayor producción de IGF-1 por las células de la granulosa y aumentando la sensibilidad de dichas células a la FSH (Fernández Abella, 1993). El incremento de este factor produce un mayor reclutamiento folicular y por lo tanto una mayor TO (Fernández Abella et al., 2007).

Bajo una buena nutrición, los folículos antrales más pequeños son estimulados por una interacción a nivel del ovario entre las gonadotropinas y las IGFs, sus proteínas de unión o la insulina, esto aumenta la cantidad de folículos que sobreviven a la atresia y llegan a desarrollarse en preovulatorios (Martin y Banchero, 1999). Por último, Teleni, Rowe, Croker, Murray y King (1989) encontraron que la respuesta en TO está muy relacionada con la tasa de entrada de glucosa al ovario. Los autores proponen que independientemente del tipo de alimento (energético o proteico), la tasa de entrada de glucosa es la que explica el incremento en la TO. Se mejora tanto la ovulación como la TO en las ovejas por un aumento de la ingesta energética. Esta respuesta ovulatoria aumenta por un incremento en la tasa de entrada de glucosa facilitado por un suministro de proteína metabolizable adicional, ya sea de proteína microbiana producida a partir de proteína dietética degradable en el rumen o de proteína dietética protegida de la degradación en el rumen durante el corto período de suplementación (Banchero et al., 2021).

El momento del ciclo estral en que la suplementación focalizada es efectiva es corto y preciso. La suplementación con lupino desde el día -8 al -5 antes de la ovulación promueve un aumento de la TO. Para ser efectivo, el alimento debe ser

administrado antes de la luteólisis, momento en el que ocurre la emergencia de la última onda ovulatoria, y previo a la fase folicular del nuevo ciclo estral (Smith y Stewart, 1990; Downing et al., 1995). Incluso alimentar las ovejas los días -4 al -1 respecto a la ovulación puede ser detrimental (Smith y Stewart, 1990). Smith (1985), estableció que la TO aumenta con un incremento en los niveles de proteína y energía de la dieta. A un mismo nivel de energía, existiría un incremento lineal en la TO a medida que la proteína aumenta. Pero para que esto suceda, debe ser consumido un nivel mínimo de proteína digestible por día de 125 gramos por oveja (Figura 4).

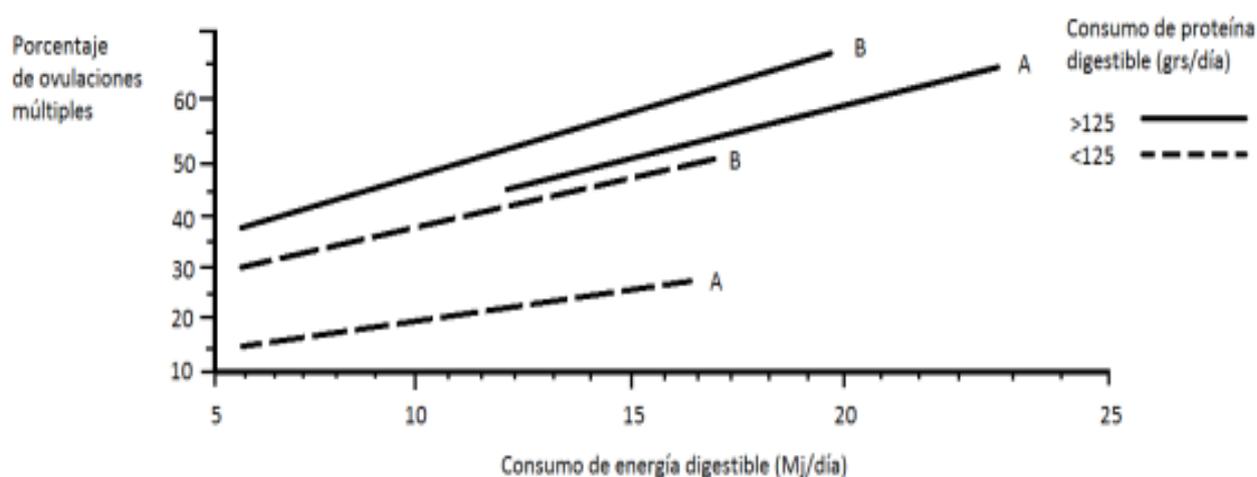


Figura 4. Efecto del consumo de energía digestible (MJ/día) y proteína digestible (g/día) sobre el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (adaptado de Smith 1984).

Es importante tener en cuenta también que el incremento en el consumo de proteína sólo estimularía la TO cuando el consumo inicial de la misma es de mantenimiento o ligeramente por debajo del mismo. Cuando el consumo inicial de proteína es moderado o alto, la respuesta es muy pobre o eventualmente nula (Fletcher, 1981). En las condiciones de producción pastoriles de nuestro país y aun teniendo en cuenta la característica selectividad de los ovinos en pastoreo, los bajos porcentajes de proteína en las pasturas naturales podrían ser restrictivos para un adecuado desempeño reproductivo (Montossi, Pigurina, Santamarina y Berretta, 2000). Esto puede explicar en parte las bajas tasas melliceras de nuestras majadas (Azzarini, 1985) y la falta de respuesta en la TO cuando se suplementa con maíz ovejas que pastorean campo natural (Banchemo y Quintans, 2005).

Banchemo et al., (2021), determinaron que con cada gramo adicional de proteína cruda proporcionada por la dieta se asocia con un incremento del 0,103% en la TO y cuando la misma fue protegida con taninos condensados exógenos, la TO podría aumentar un 10% más (Banchemo, Montossi y de Barbieri, 2013). El porcentaje de taninos no debe de exceder el 1,5% de la dieta total a suministrarse ya

que por encima de estos valores, limitan el consumo del alimento (Banchero et al., 2011).

4.7. Sincronización de estros y alimentación focalizada

Teniendo en cuenta la necesidad de conocer con precisión el momento del ciclo estral en el que se encuentran las ovejas para aplicar la alimentación focalizada (Smith y Stewart, 1990; Downing et al., 1995), la sincronización de estros es una herramienta útil a emplear. La mayoría de los trabajos que han realizado suplementación focalizada han utilizado un modelo de “pre-sincronización” de los estros, con una o dos dosis de PG o con P4, empleando para la suplementación el estro natural posterior al inducido por estas hormonas (Viñoles et al., 2003; Banchero et al., 2011). En ovejas pre-sincronizadas se han descrito incrementos en TO de 20 a 35 puntos porcentuales en ovejas con acceso a Lotus Maku por un período corto de tiempo (12 a 17 días) previo al servicio frente a ovejas que pastorean campo natural (Banchero, de Barbieri y Montossi, 2009). En ese sentido, Viñoles et al. (2009) obtuvieron en ovejas Corriedale sincronizadas (2 PG separadas 9 días), suplementadas con grano de maíz (20%) y harina de soja (80%) durante los 11 a 17 días posteriores a la segunda inyección de PG, un incremento significativo en TO no asociado con cambios detectables en PV. La suplementación con expeler de girasol o bloque proteico comercial (Cobalfosal®) por 10 días, a partir del día 4 luego de la sincronización en ovejas Corriedale que pastoreaban campo natural, permitió incrementos en la TO de 21 y 12 puntos porcentuales respectivamente, con respecto a las que pastoreaban solo campo natural (Banchero y Quintans, 2008). El uso de harina de soja en ovejas sincronizadas con prostaglandina (PG) e inseminadas a tiempo fijo, también generó una mejora de la TO, prolificidad y fecundidad (Errandonea et al., 2018; Olivera-Muzante et al., 2019). Dada la inevitable dispersión de los estros naturales que se genera con estos tratamientos de pre-sincronización (de diez a seis días, utilizando una o dos PG respectivamente; Olivera, Dighiero y Oliveira, 2003; Olivera y Gil, 2005), es de suponer que no todas las ovejas reciben la alimentación en la ventana de tiempo más precisa (Viñoles et al., 2010). Ésta limitante podría minimizarse trabajando con protocolos que generen mejores sincronizaciones de estros y ovulaciones.

Olivera-Muzante et al. (2019), establecieron que con una suplementación proteica focalizada (harina de soja peleteada durante 5 días al 1,2% del PV/oveja/día), aplicada previa al servicio de IATF utilizando protocolos en base a protocolos largos con PG o progestágenos+eCG se puede mejorar en forma significativa la TO (+14%), prolificidad (+15%) y fecundidad (+14%), como se observa cuando se aplica sobre ovejas en estro espontáneo. El protocolo de progestágenos+eCG generaría una prolificidad (+22%) y fecundidad (+20%) significativamente mayor que utilizando protocolos en base a PG, sin embargo, los costos de implementar el primero son cuatro veces mayores respecto al uso de PG (Olivera-Muzante, 2018). Por lo tanto un protocolo “largo” con PG es una buena elección a la hora de implementar una alimentación focalizada.

4.8. Sistemas de suplementación a campo

4.8.1. Suplementación diaria

La suplementación en forma diaria es el sistema con el que se cuenta con mayor experiencia a nivel nacional, sin embargo, a pesar de toda la información generada antes mencionada, demostrando beneficios en diferentes procesos productivos y reproductivos, la suplementación ha sido poco utilizada en el predio por parte del productor, debido a múltiples factores (recursos humanos, logística, etc.; SUL, 2017).

4.8.2. Suplementación por autoalimentación

Como respuesta a dicha problemática surgen los comederos de autoalimentación, que es una tecnología que reduciría las horas de trabajo empleadas, incrementando la productividad de los animales de manera sostenible y respetando el bienestar animal (SUL, 2017). Una de las principales limitantes de la modalidad de suplementación mediante el uso de comederos de autoalimentación, es que se observa una alta variación individual de consumo del suplemento por parte de los animales (Bowman y Sowell, 1997). Los desvíos de la cantidad de suplemento consumido por animal y por día, respecto al planificado, conducen a problemas tanto en los animales que ingieren más como los que ingieren menos, resultando en efectos negativos en la respuesta animal (Bowman y Sowell, 1997).

La inclusión de NaCl al 15% como método de regulación del consumo, no obtuvo resultados favorables respecto a su no inclusión (Esponda, Itzaina y Ramos, 2016). Por ello, la regulación mediante restricción mecánica, ha sido evaluada a través del uso de los comederos CMT®. Estos comederos consisten en un depósito donde se almacena el suplemento y dos frentes por donde acceden los animales, utilizando dos guillotinas como herramientas para ejercer un control mecánico de la alimentación (Figura 5). A medida que los animales consumen, el suplemento se va renovando constantemente hasta que se produce el vaciamiento del mismo (SUL, 2017).



Figura 5:Comedero de autoalimentación CMT®.

Trabajos nacionales utilizando harina de soja comparando suplementación diaria o suplementación con comederos de autoalimentación CMT® en un flushing de 21 días (dos semanas pre-encarnerada y una semana luego de iniciada la misma), han demostrado que la suplementación con comederos de autoalimentación no generó diferencias en la tasa mellicera respecto a la suplementación diaria (23 vs.31%; 27 vs.20%, diaria vs. autoalimentación, años 2016 y 2017 respectivamente), afectando el comportamiento ingestivo de las ovejas. En ese sentido, las ovejas con autoalimentación dedicaron más tiempo a consumir suplemento en detrimento del tiempo dedicado al pastoreo, ahorrando energía a través del pastoreo, lo que redundó en un incremento numérico en la tasa mellicera respecto a las ovejas suplementadas diariamente (Marchelli et al., en revisión).

5. HIPÓTESIS

El sistema de ofrecimiento de la suplementación focalizada pre-servicio (autoalimentación o lineal diario) determina diferencias en el comportamiento de consumo y en el desempeño reproductivo.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del sistema de ofrecimiento del suplemento (autoalimentación o lineal diario) focalizado pre-servicio sobre el comportamiento ingestivo y el desempeño reproductivo en ovejas multíparas sincronizadas con protocolos largos en base a PGs e inseminadas a tiempo fijo.

6.2. Objetivos específicos

Evaluar el tiempo dedicado al consumo de suplemento, pastoreo y descanso, en ovinos suplementados en comederos de autoalimentación o lineales diarios.

Evaluar la respuesta y dispersión estral respecto a segunda dosis de PG en animales suplementados en comederos lineales diarios o autoalimentación.

Evaluar la respuesta ovulatoria (TO y nivel ovulatorio) y reproductiva (no retorno al estro a 21 días (NR_D21), fertilidad, prolificidad y fecundidad), al servicio de IATF en animales suplementados en comederos lineales diarios o autoalimentación.

Evaluar la respuesta reproductiva global mediante el uso de IATF más un repaso posterior con carneros a campo.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal" (CIEDAG) del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), ubicado en ruta nacional N° 7, km 140, Cerro Colorado, departamento de Florida (-33,86° S-55,58° O). Los procedimientos experimentales fueron aprobados por la CEUA-SUL.

7.1. Animales

Se utilizaron 192 ovejas multíparas raza Corriedale en estación reproductiva (febrero-junio), aptas para la reproducción, con un PV promedio de $48,2 \pm 5,5$ kg y un EC $2,9 \pm 0,26$ al inicio del ensayo (escala 1 a 5 Russel, Doney y Gunn, 1969). Las ovejas estaban entrenadas para el consumo de suplementos en ambas modalidades. Los animales se bloquearon según su EC, PV y antecedentes reproductivos (parto simple o doble en el año previo), siendo luego distribuidas al azar en dos grupos (Autoalimentación y Diario), para minimizar el efecto del individuo. Para minimizar el efecto de la parcela, ambos grupos contaron con tres

repeticiones cada uno (Figura 6). Se utilizaron seis carneros vasectomizados para realizar la detección de estros.



Figura6: Ubicación de las parcelas y sus respectivos tratamientos. 4A, 6A y 12A: repeticiones del grupo Diario. 4B, 6B y 12B: repeticiones del grupo Autoalimentación.

7.2. Manejo sanitario

A todos los animales se les realizó un examen de aptitud reproductiva (ubre y vulva), seleccionando solo los aptos para la reproducción. Fueron inmunizados con vacunas preventivas contra Clostridiosis y dosificados previo al comienzo del ensayo con un antihelmíntico (Micronaph®- Naftalofós al 15%-Laboratorio Microsules) a razón de 1ml/5kg PV (30 mg de Naftalofós/kg de PV). Diez días después de la dosificación se colectó muestras de materia fecal para realizar conteo de huevos por gramo (HPG; técnica McMaster, Urquhart, Armour, Duncan, Dunn y Jennings, 1996), para verificar la reducción de carga parasitaria generada por la droga. También se realizaron revisiones podales periódicas y eventuales pediluvios para prevenir la aparición de afecciones podales.

7.3. Evaluación EC y PV

Se evaluó EC y PV al comienzo del ensayo experimental, repitiéndose la medición del EC al momento de realizar la ecografía al Día 35 y finalmente reiterándose la medición de ambos parámetros en la ecografía al Día 70 pos-servicio (Día 0= IATF). Con el propósito de uniformizar la evaluación de EC, la misma fue realizada siempre por el mismo operario. El PV de los animales se determinó con ayuno de 12 horas, mediante el uso de una balanza electrónica (Tru Test® ID 3000).

7.4. Manejo nutricional

Ambos grupos se ubicaron en potreros de campo natural con una disponibilidad de 980 ± 79 kg MS/ha sobre suelos Cristalinos, divididos mediante alambrados convencionales y eléctricos. La medición de la disponibilidad de pasturas en cada potrero se realizó mediante la utilización del plato de levante RPM-Rising Plate Meter, para lo cual se recorrió la totalidad de los potreros tomando medidas cada cinco pasos (mínimo 100 apoyos del plato por potrero). Se utilizó la ecuación generada para campos naturales en zona de Cristalino para la estación de otoño ($20,06 + 146,62x$ $R^2: 0,82$; Scarsi. comunicación personal) al inicio (Día -17) y al momento de la IATF.

Para la determinación de la composición de la pastura, se cortaron tres muestras de 50cm x 20cm por potrero (los lugares de corte fueron elegidos al azar sin que posean maleza leñosa), se separó el material verde y seco, y se colocó a estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante, y así poder calcular el porcentaje verde seco y restos secos. Un pool de material verde y otro de material seco por potrero, así como una muestra de suplemento, fueron enviados al Laboratorio de Nutrición de INIA para analizar: Materia seca analítica (MSA): 94%; Proteína cruda (PC): 9,4%; Fibra detergente ácida (FDA%): 39,3%; Fibra detergente neutra (FDN): 78,8% y Cenizas (CEN%): 8,4%.

Se manejó una dotación de 0,64 UG/ha, o sea 4 ovejas/ha promedio. La forma de pastoreo fue continua y las ovejas de los diferentes grupos se manejaron en potreros separados desde el comienzo del ensayo hasta el día de la IATF, ofreciendo agua *ad libitum* y sombra. Se llevó un registro de las precipitaciones ocurridas durante todo el período experimental.

7.5. Comportamiento ingestivo

Se realizó evaluación del comportamiento ingestivo mediante método de observación visual según Patiño et al. (2003). Para dicha evaluación, se seleccionaron ocho animales por tratamiento, identificando los mismos con números pintados con spray Stock Marker® en ambos flancos. Estos animales se monitorearon durante 11 horas (de 7:30 a 18:30 horas), realizando anotaciones cada 10 minutos, evaluando el desarrollo de las actividades diarias de pastoreo, descanso y consumo de suplemento, para luego calcular los tiempos invertidos en cada actividad. La observación se realizó mediante binoculares para no afectar el comportamiento normal de los individuos. Al final, se realizó una sumatoria por actividad comportamental y se multiplicó por 10 minutos, convirtiéndolo luego a porcentaje, obteniéndose así la proporción de horas luz dedicadas a cada actividad.

7.6. Diseño experimental

Se realizaron bloques de ovejas según EC, PV y antecedentes reproductivos, y luego se distribuyeron al azar entre los diferentes grupos y repeticiones (diseño de bloques completos al azar con N repeticiones).

En la figura 7 se presenta el esquema de diseño experimental. Los estros de las ovejas fueron sincronizados mediante un protocolo largo en base a PG (Estrumate®, 125 µg/oveja de Cloprostenol Sódico; 0,5ml/oveja vía im.), con dos dosis separadas 15 días entre sí (Fierro y Olivera-Muzante, 2017). Las ovejas fueron suplementadas entre los Días -11 y -3, respecto a la IATF (dos días de acostumbramiento o familiarización con el alimento y siete de suplementación total) con harina de soja peleteada, utilizando comederos de autoalimentación CMT® o comederos lineales (con acceso de un solo lado, de 40 cm de altura y con un espacio mínimo por oveja de 30 cm), con aporte diario según el grupo tratamiento que correspondiera. La cantidad de suplemento a utilizar fue de 100 y 200 g/oveja/día (0,2 y 0,4% del PV) en los Días -11 y -10 respectivamente (acostumbramiento), para luego emplear cantidades de 400 g/día/oveja (0,8% del PV) durante la etapa de consumo total. Al Día -2 se inyectó la segunda dosis de PG.

Se conformaron dos grupos (n= 96 cada uno), los cuales tuvieron tres repeticiones (n=32), para minimizar el efecto “parcela” en los resultados:

1. Grupo Autoalimentación: el alimento fue administrado en todo momento utilizando los comederos de autoalimentación, controlando a diario el correcto funcionamiento del comedero.

2. Grupo Consumo Diario: administración diaria del suplemento en comedero lineal, durante todo el período de suplementación.

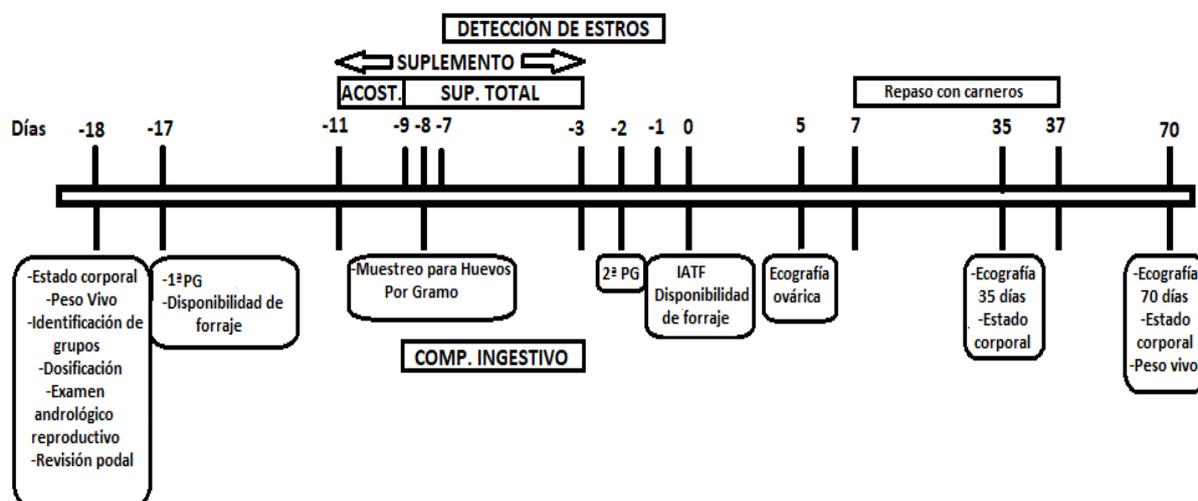


Figura 7: Representación de las diferentes instancias que se realizaron en el trabajo. 1ªPG: primera dosis de PG (Día -17). ACOST.: acostumbramiento a la suplementación 100, 200 g/día/oveja (Días -11 y -10). Sup. TOTAL: suplemento total: 400 g/día/oveja con harina de soja peleteada por 7 días (Días -9 al -3). Comp. INGESTIVO: comportamiento ingestivo (Días -9 al -3). 2ªPG: segunda dosis de PG (Día -2). IATF: inseminación artificial a tiempo fijo (Día 0) 56 horas posteriores a la segunda dosis de PG.

7.7. Evaluación de respuesta estral

Se realizó detección de estros a diario con carneros vasectomizados pintados con tierra de color (a una tasa de tres carneros cada 100 ovejas), desde las -96 horas hasta las +24 horas (Hora 0= 2ª PG), registrando respuesta y dispersión de estros respecto a la segunda dosis de PG. Los carneros vasectomizados permanecieron con las ovejas durante toda la detección de estros.

7.8. Extracción, evaluación seminal, inseminación artificial

Para la colecta de semen se utilizaron siete carneros Corriedale reproductivamente aptos y entrenados a extracción de semen con vagina artificial. La IATF se realizó a las 56 horas de la administración de la segunda dosis de PG, utilizando un pool de semen fresco de todos los carneros diluido con leche descremada UHT en una proporción 2:1 (diluyente/semen). Se realizó una valorización macroscópica del semen (motilidad de masa) y mediante espectrofotómetro, calculando la concentración de espermatozoides y ajustando así el volumen de la dosis inseminante, la cual debía contar con un mínimo de 150×10^6 de espermatozoides/oveja. La técnica que se utilizó fue la inseminación por vía cervical (Durán del Campo, 1980). Luego de la inseminación las ovejas se manejaron en un solo grupo, todas ellas presentaban caravanas y a su vez estaban identificadas con pintura de diferente color entre grupo (verde: Autoalimentación; rojo: Diario).

Al Día 7 se comenzó el repaso con carneros al 2%, los cuales portaban arneses con tiza de colores. El repaso se realizó durante 30 días, entre los Días 7 y 37 posteriores a la IATF, con el objetivo de que las ovejas que no hayan concebido a la IATF, tuvieran dos ciclos estrales más para quedar gestantes.

7.9. Evaluaciones ecográficas

Mediante ecografía trans-rectal utilizando ecógrafo Aloka 500 y transductor lineal de 7,5 MHz, se evaluó al Día 5 el porcentaje de ovejas que ovularon (ovejas con ovulaciones/ovejas totales*100), la TO (Nº de cuerpos lúteos/oveja ovulada) y el nivel ovulatorio (Nº de ovulaciones/ovejas totales); y al Día 35 la fertilidad (Ovejas gestantes/total de ovejas en servicio * 100), prolificidad (Nº de fetos/ovejas gestantes) y fecundidad (Fetos/total de ovejas en servicio) obtenidas en el servicio de IATF en ambos grupos. Al Día 70, se evaluaron la fertilidad, prolificidad y fecundidad de los servicios de IATF y repaso en conjunto, mediante ecografía abdominal con transductor sectorial de 3,5MHz, siguiendo la técnica descrita por Viñoles et al. (2010).

7.10. Consumo voluntario de MS y PC

Se determinó el consumo real del suplemento (Cuadro 1) y el consumo de PC estimada (Cuadro 2).

Se estimó consumo voluntario animal en base a la pastura desaparecida, utilizando la disponibilidad original de la pastura ofrecida y la disponibilidad final (rechazo) luego del pastoreo mediante la siguiente fórmula: [(cantidad inicial del área

ofrecida – disponibilidad final + tasa de crecimiento) / días de pastoreo]/número de ovejas pastoreando. La tasa de crecimiento del forraje del campo natural fue de 12,7 Kg de MS/día/ha (estimado mediante seguimiento satelital). El consumo estimado del campo natural fue de 1,10 Kg MS/oveja/día (2,28 % PV).

Se estimó consumo de PC aportada por el campo natural y del suplemento mediante el estudio de la calidad de los mismos, y también el consumo estimado de cada uno por animal. Para estimar el consumo de PC por parte de las ovejas, se tuvo en cuenta la selección por parte de las mismas. Montossi et al., (2000) sostienen que las ovejas son capaces de seleccionar las pasturas consumiendo un 40% extra de PC de la aportada por el campo natural.

7.10.1. Suplemento

En el estudio de calidad, la harina de soja administrada en el ensayo reportó una concentración de 50,9% de PC, 89% MSA, 98% de FDA, 15,7% de FDN y un 7,2% de CEN.

Cuadro1: Representación del consumo real de suplemento (g/día).

Tratamiento (n)/Repetición	1 (32)	2 (32)	3 (32)	Promedio
Autoalimentación (96)	380	314	386	360
Diario (96)	400	400	400	400

Autoalimentación: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3).
Diario: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3), con administración de suplemento en forma diaria.

7.10.2. Consumo de PC estimada (g/día)

Cuadro 2: Representación del consumo de PC estimada (g/día).

Tratamiento (n)/Repetición	1(32)	2(32)	3(32)	Promedio	CN
Autoalimentación (96)	193	160	196	183	103
Diario (96)	204	204	204	204	103

Autoalimentación: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3).
Diario: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3), con administración de suplemento en forma diaria. CN: campo natural.

Las ovejas de la repetición 1 del grupo Autoalimentación pudieron haber cosechado un total de 296 g de proteína lo que equivale a 0,61% del PV por día en caso de no haber sustitución de suplemento por pastura, y un 40% extra (337g ~ 0,70% de PV) si seleccionaron la dieta. Las ovejas de la repetición 2 pudieron haber cosechado un total de 263 g de proteína lo que equivale a 0,55% del PV por día en caso de no haber sustitución de suplemento por pastura, y un 40% extra (304 g ~ 0,63% del PV) si seleccionaron la dieta. Las ovejas de la repetición 3 pudieron haber cosechado un total de 299 g de proteína lo que equivale a 0,62% del PV por día en caso de no haber sustitución de suplemento por pastura, y un 40% extra (340g ~ 0,71% del PV) si seleccionaron la pastura. Se estima que las ovejas del grupo Diario pudieron haber cosechado un total de 307 g de proteína lo que equivale a 0,64% del PV por día en caso de no haber sustitución de suplemento por pastura, y un 40% extra (348 g ~ 0,72% PV) si seleccionaron la dieta.

7.11. Precipitaciones

Durante todo el ensayo se registró un caudal de precipitaciones que acumuló un total de 249 mm. La distribución de las mismas se presenta en la figura 8.

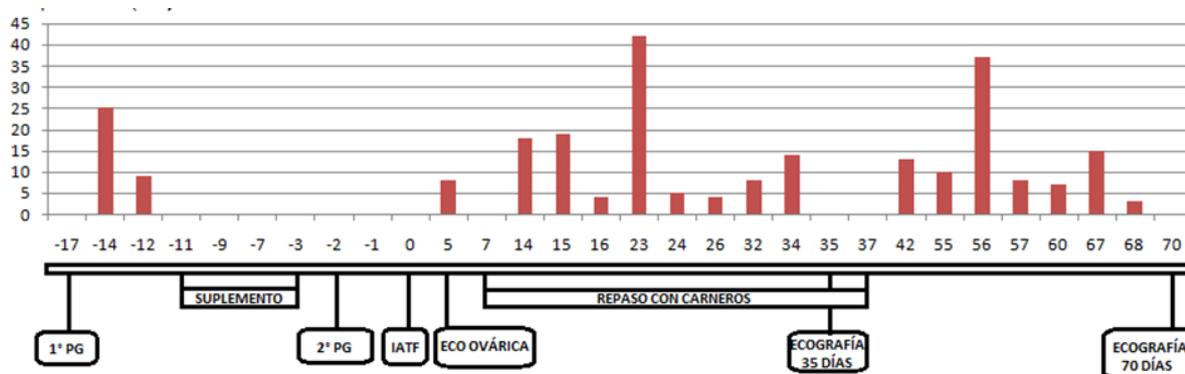


Figura 8: Precipitaciones acontecidas durante el ensayo.

8. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

Los datos de PV y EC, se analizaron con un modelo estadístico mixto lineal para un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2010). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y en caso que el modelo fuera significativo, se procedió a una comparación múltiple de medias con LSD FISHER ($P < 0,05$). El modelo incluyó los efectos fijos de los tratamientos y el efecto potrero fue tratado como un efecto aleatorio. La respuesta global y dispersión estral respecto a segunda dosis de PG, el porcentaje de ovejas que ovularon, la TO, el nivel ovulatorio, el NR_D21, la fertilidad, la prolificidad y la fecundidad al Día 35 y 70 fueron analizadas por el test de Chi cuadrado o test de Brown (Brown, 1988). Para la variable comportamiento ingestivo se ajustó un modelo lineal generalizado con la función Logit como link asumiendo una distribución binomial. Para ello se utilizó el procedimiento GLIMMIX de SAS 9.2 (2009). La significancia fue determinada para $P < 0,05$.

9. RESULTADOS

9.1. Evolución de PV y EC

En la figura 9 se presenta la evolución del PV y EC de ambos grupos. No existieron diferencias significativas en PV entre grupos en las dos instancias experimentales ($P>0,05$). No se observaron diferencias significativas entre grupos en el EC en las dos primeras instancias de evaluación ($P>0,05$), siendo mayor en el grupo Diario al final del período experimental ($P<0,05$).

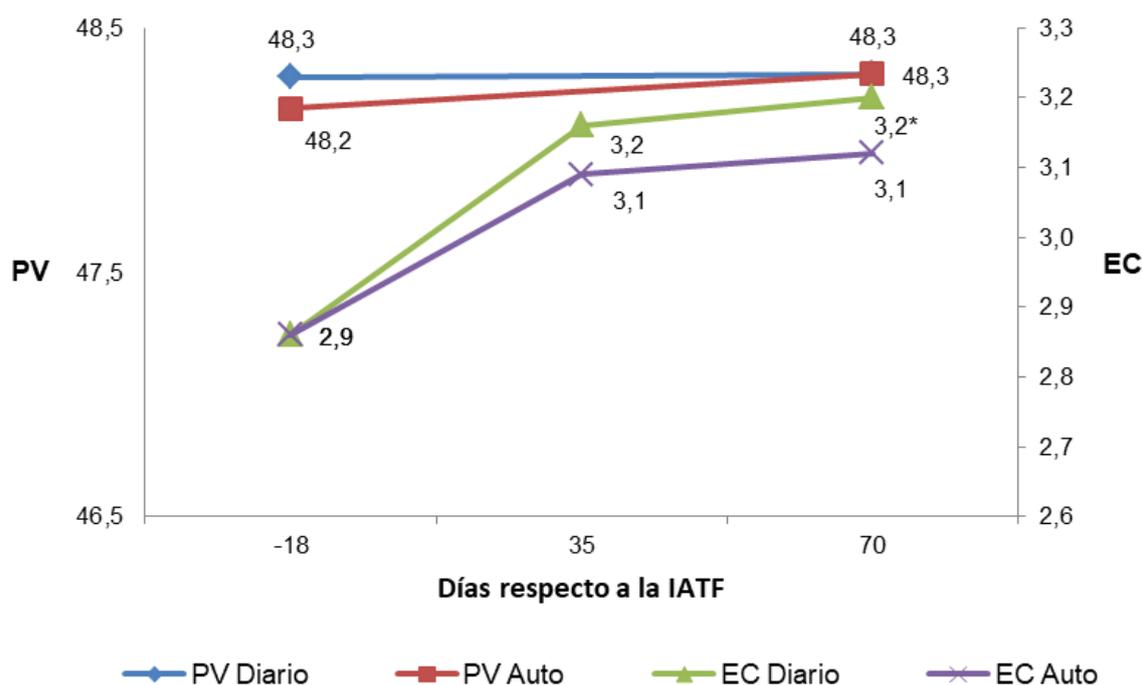


Figura 9: Representación de la evolución del peso vivo (PV) y estado corporal (EC) a lo largo del ensayo. Día 0=IATF; -18: comienzo de ensayo; 35: Ecografía 35 días de preñez; 70: Ecografía final. *= $P<0,05$

9.2. Comportamiento ingestivo

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de tiempo que el animal descansa, así como en el porcentaje de tiempo dedicado al consumo de suplemento. Los animales del grupo Autoalimentación descansaron menos y utilizaron más tiempo en el consumo del suplemento ($P<0,05$; Cuadro 3). No se registraron diferencias para el porcentaje de tiempo dedicado a pastorear ($P>0,05$; Cuadro 3).

Cuadro 3: Proporción del tiempo total pastoreando, descansando o consumiendo suplemento durante las horas de luz, según tratamiento (suplementación con comederos de autoalimentación o lineales de abastecimiento diario).

Variables	Autoalimentación (n=96)	Diario (n=96)
Pastorea (%)	73,2 ^a	74,7 ^a
Descansa (%)	17,8 ^b	21,7 ^a
Suplemento (%)	8,8 ^a	3,5 ^b

Autoalimentación: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3).
 Diario: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3), con administración de suplemento en forma diaria. ^{a, b} en igual fila (P<0,05).

9.3. Respuesta y dispersión estral respecto a la segunda dosis de PG

En el período comprendido entre las -96 horas y +24 horas respecto a la 2^a dosis de PG, existió una diferencia significativa entre grupos en el porcentaje total de ovejas en que se detectó estro (10,4% vs 21,9%; Autoalimentación vs Diario respectivamente; P<0,05; Figura 10).

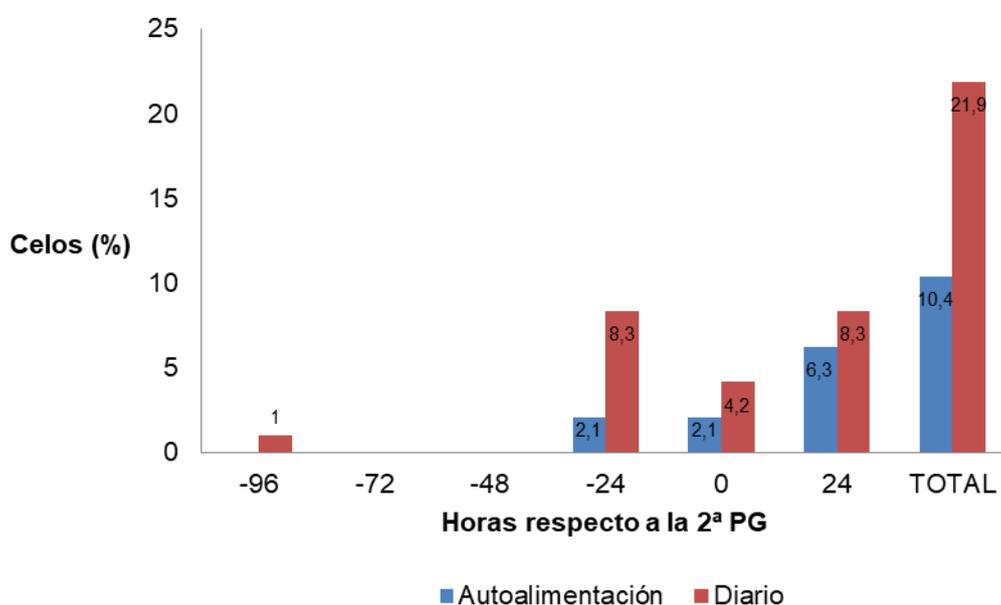


Figura10: Representación de la respuesta y dispersión estral respecto a segunda dosis de PG en autoalimentación o lineales de abastecimiento diario. -96 horas previo 2ª PG. -72 horas previo 2ª PG. -48 horas previo 2ª PG. -24 horas previo 2ª PG. Hora 0 2ª PG. 24 horas post 2ª PG.

9.4. Respuesta reproductiva

La estrategia de administración de suplemento no tuvo efecto en el número de ovejas que ovularon, ni en nivel ovulatorio ($P>0,05$; Cuadro 4). Sin embargo, la suplementación administrada en forma diaria generó un incremento en la TO comparado con las ovejas que recibieron suplemento en comederos de autoalimentación ($P<0,05$; Cuadro 4). En cuanto a la respuesta reproductiva obtenida, no se observaron diferencias significativas en la tasa de NR_D21, fertilidad, prolificidad y fecundidad al servicio de IATF ($P>0,05$; Cuadro 4), ni luego del servicio de repaso con carneros ($P>0,05$; Cuadro 4).

Cuadro4: Respuesta ovulatoria y reproductiva de ovejas Corriedale múltiparas, suplementadas en comederos de autoalimentación o lineales de abastecimiento diario con harina de soja, sincronizadas con un protocolo en base a PG e inseminadas a tiempo fijo por vía cervical con servicio de repaso.

Variables	Autoalimentación (n=96)	Diario (n=96)
<i>Servicio IATF</i>		
Ovulación (%)	92,7 ^a	91,7 ^a
TO	1,25±0,55 ^b	1,40±0,61 ^a
NO	1,14 ^a	1,28 ^a
NR_D21 (%)	52,1 ^a	54,2 ^a
Fertilidad (%)	42,7 ^a	47,9 ^a
Prolificidad	1,20±0,65 ^a	1,28±0,72 ^a
Fecundidad	0,51 ^a	0,61 ^a
<i>Global (IATF+Repaso)</i>		
Fertilidad (%)	90,6 ^a	93,8 ^a
Prolificidad	1,17±0,48 ^a	1,21±0,50 ^a
Fecundidad	1,06 ^a	1,14 ^a

Grupo Autoalimentación y Diario: ovejas con estro inducido con dos dosis de PG separadas 15 días e IATF. Autoalimentación: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3). Diario: consumo de harina de soja por 9 días previos al servicio (Día -11 al -3), con administración de suplemento en forma diaria. Ovulación % (N° de ovejas con cuerpo lúteo/total de ovejas en servicio; %). TO: tasa ovulatoria (N° de cuerpos lúteos/oveja que ovuló). Nivel ovulatorio (N° de cuerpos lúteos/total de ovejas). NR_D21: No retorno al servicio al Día 21 (ovejas que no retornan al servicio al Día 21/total de ovejas en servicio; %). Fertilidad (ovejas gestantes al Día 35/total de ovejas en servicio; %). Prolificidad(N° fetos/oveja gestante al Día 35). Fecundidad (fetos al Día 35/total de ovejas en servicio). Día 0: día de IATF. ^{a vs.b} en igual fila ($P<0,05$).

10. DISCUSIÓN

La hipótesis planteada para este trabajo experimental fue aceptada parcialmente. El sistema de suplementación focalizada con un suplemento proteico (autoalimentación o lineal diario), ofrecido por siete días previo a un servicio de IATF de ovejas Corriedale sincronizadas con dos dosis de PG separadas 15 días generó cambios en la respuesta estral, TO y en el comportamiento de consumo, pero no afectó el desempeño reproductivo al servicio de IATF ni la respuesta reproductiva global final.

En lo referido a la respuesta estral se obtuvo una diferencia significativa del orden del 11,5% en el porcentaje de ovejas que presentaron estro hasta las 24 horas posteriores a la segunda PG, a favor del grupo Diario. Desglosando este dato, obtenemos que hay 13,5% de ovejas del grupo Diario que presentaron estro entre las -96 horas y la hora 0 vs. solo un 4,2% en el grupo de Autoalimentación. Este porcentaje de ovejas en estro previo a la hora 0 no responderían a la segunda dosis de PG debido a que el CL ovino es sensible a la PG a partir de los tres días de edad (Rubianes, Menchaca y Carbajal, 2003). Por lo tanto, este porcentaje de ovejas no llegarían en condiciones de concebir a la IATF. Es probable que un porcentaje de ellas hubieran estado en estro tres o menos días previo a la primera dosis de PG, incluso ese mismo día, por lo tanto no responderían a esa dosis. No conociendo ese dato, y considerando para esta especie una duración promedio de ciclo estral de 17 días, con un rango de 14 a 19 días (Hafez y Hafez 2002; Ungerfeld, 2002), ello podría explicar la aparición de un porcentaje variable de ovejas en estro espontáneo previo a la segunda dosis de PG.

Por otra parte, se observó un aumento significativo del orden del 15% en la TO del grupo Diario respecto al grupo Autoalimentación. El consumo de proteína proveniente del suplemento fue de 183 vs. 204 g promedio/oveja/día, para el grupo Autoalimentación y Diario respectivamente, además de la proteína aportada por el campo natural. Banchemo, Fernández, Ganzabal, Vázquez y Quintans (2006), determinaron que las mejores respuestas en TO se darían cuando el animal consume unos 100 a 110 g de proteína digestible por encima de la aportada por el campo natural o lo que es equivalente a suplementos con más de 20% de PC. Para Smith (1985), el consumo mínimo de proteína digestible por día debería ser de 125 g por oveja para que se dé un aumento en TO. Aunque el consumo de proteína del grupo Autoalimentación fue menor respecto al grupo Diario, los valores obtenidos en el consumo de proteína en el ensayo fueron superiores a los reportados como mínimos por estos autores, y los mismos fueron estadísticamente similares, por lo tanto, la diferencia en la TO podría no estar influenciada solo por la diferencia reportada en el consumo de proteína.

Esta diferencia en la TO también podría estar influenciada por el comportamiento ingestivo que presentaron las ovejas de los diferentes grupos, no habiendo diferencias significativas respecto al tiempo dedicado al pastoreo, pero sí en el tiempo dedicado al descanso, siendo superior (4% más) para el grupo Diario respecto al grupo Autoalimentación. Lo contrario sucedió con el tiempo dedicado al consumo de suplemento, en el cual el grupo Autoalimentación dedicó más tiempo (5% más) que el grupo Diario. Esto concuerda en forma parcial con lo establecido por Marchelli et al. (en revisión), quienes determinaron que las ovejas con

suplementación en autoalimentación dedicaron más tiempo a la actividad de consumir suplemento en detrimento del tiempo dedicado al pastoreo comparado con la suplementación diaria. Esto pudo estar determinado por el tiempo de duración de la suplementación dado que en los ensayos de Marchelli et al. (en revisión) evaluaron un flushing “largo” y en este fue una suplementación focalizada. Por otra parte el tiempo dedicado al consumo de suplemento pudo influir en la diferencia en la TO, debido a que se observó que las ovejas del grupo Diario consumen todo el suplemento administrado casi de una sola vez (diez minutos aprox.), a diferencia del grupo Autoalimentación, que lo hacían en forma más gradual durante el día por la forma de acceder a este. Esto podría generar un incremento súbito de los nutrientes y hormonas en plasma que actúan a nivel ovárico (glucosa, insulina y leptina en sangre; Viñoles, 2003), generando un mayor crecimiento y desarrollo de los folículos sensibles a las gonadotropinas y por ende una mayor respuesta en TO (Muñoz-Gutiérrez et al., 2002; 2004; 2005; Scaramuzzi y et al., 2006; 2010).

En lo que respecta al nivel ovulatorio no se observaron diferencias entre grupos debido a que no hay diferencia significativa en el porcentaje de ovejas que ovularon. Con este resultado podemos sospechar que el EC promedio de las ovejas al inicio del trabajo ($2,9 \pm 0,26$) influyó en la TO. Esto concuerda con lo descrito por Viñoles et al. (2009), quienes empleando ovejas de bajo a moderado EC, no obtuvieron un incremento significativo en la TO como respuesta a la suplementación. La tendencia a una mayor TO en ovejas suplementadas con maíz entero y harina de soja con un mayor EC, sugiere que la respuesta a un período corto de suplementación ocurre si las ovejas están en un balance energético adecuado (Viñoles et al., 2009). Este hallazgo parecería contradictorio con el mayor impacto de un plano nutricional elevado en ovejas en peor condición. Sin embargo, es el efecto “flushing” -y el consecuente aumento de EC-, y no el efecto nutricional inmediato el que promueve una mejor respuesta en animales en peor EC (Viñoles et al., 2003). Esto reafirma lo establecido por Rhind y McNeilly (1986), quienes establecen que el EC determina el número potencial de folículos aptos a ovular.

Los resultados de NR_D21 y las diferencias observadas con la fertilidad al Día 35 (9,4% vs 6,3%, Autoalimentación y Diario respectivamente; $P > 0,05$) nos sugieren que existieron pérdidas totales de embriones en ambos grupos de ovejas, en forma temprana y tardía. Lo primero a destacar es una posible sub detección de estros durante el repaso y/o un error humano al momento de detectar. Varias son las causas que se podrían relacionar de alguna u otra forma a estas pérdidas reproductivas en nuestro ensayo. Entre estas posibles causas podíamos considerar y/o descartar aquellas ligadas a temas sanitarios, causas ambientales, manejo nutricional, TO, y/o EC y PV. Respecto a posibles causas sanitarias, podemos descartar con certeza en nuestro ensayo la aparición de algún brote de parasitosis a *Haemonchus contortus* como causa de estas pérdidas reproductivas, tal cual lo reportan algunos autores de nuestro país (Férrandez Abella, 2011). El no incremento en los contajes de HPG en materia fecal y/o la falta de sintomatología clínica (coloración de mucosas, edemas) durante el período lo reafirma. Tampoco se presentaron durante el experimento enfermedades podales. Por último, las lluvias acontecidas durante el período experimental fueron inferiores al registro histórico de C.I.E.D.A.G., por lo tanto podemos descartar que haya tenido efecto sobre las

pérdidas reproductivas. El aumento significativo que se dio en la TO no se vio sin embargo reflejado en un aumento de la prolificidad. McEvoy, Robinson, Aitken, Findlay y Robertson, (1997), concluyeron que la proteína de alta degradabilidad a nivel ruminal puede influenciar la viabilidad y metabolismo de embriones en ovejas y como consecuencia puede alterar la tasa de desarrollo fetal. El efecto adverso se debe según estos autores a niveles elevados de urea y amonio en plasma y en útero. La sobrevivencia embrionaria, fertilidad y prolificidad se ven afectados cuando el aporte de proteína altamente degradable de la dieta excede los requerimientos de la flora microbiana ruminal. Además afirman que los rápidos aumentos de urea y amonio en plasma ocurren cuando la capacidad de detoxificación del hígado ha sido superada (McEvoy et al., 1997). Esto tendría consecuencias a nivel del desarrollo folicular y oocitario (Rooke et al., 2004), la producción de progesterona del CL (Alves et al., 2011), y un posible impacto en la sobrevivencia de los embriones generados (Hashem, 2012). Aunque la suplementación se realizó previo a la ovulación puede ser un factor a tener en cuenta a la hora de explicar parte de las pérdidas totales de embriones.

Respecto al rol del PV y el EC en las pérdidas embrionarias, existe abundante evidencia acerca de la menor sobrevivencia de los embriones en ovejas con muy bajo peso (Guerra, Thwaites y Edey, 1971, Edey 1976). Según Fernández Abella (2011), la fertilidad de las ovejas de EC regular (2,25 a 2,75) está estrechamente relacionada con las pérdidas embrionarias. En este ensayo el EC en sí mismo no parece haber influenciado en la fertilidad al servicio de IATF, debido a que al comparar la fertilidad obtenida en la totalidad de las ovejas (Autoalimentación y Diario) de bajo EC (menor a 3) con ovejas de mejor EC (mayor a 3), no se encontraron diferencias significativas (43,8% vs 46,5%, datos no presentados).

La modalidad de suplementación no afectó la performance reproductiva global de animales en pastoreo (ecografía al Día 70), al igual que lo reportado por Esponda et al. (2016). En lo que respecta a la fertilidad, esta fue superior a 90% para ambos grupos, destacando la potencialidad de la especie pero descartando que la modalidad de suplementación tuviera un efecto sobre la misma y por último la fecundidad tampoco se vio afectada por la modalidad de suplementación debido a que no se presentaron diferencias significativas tanto en la fertilidad como en la prolificidad.

11. CONCLUSIONES

Se concluye que las diferentes alternativas evaluadas para ofrecer el alimento en una suplementación focalizada (autoalimentación o lineal diario), determinaron diferencias en el comportamiento de consumo, pero no así en el desempeño reproductivo al servicio de IATF o global con repaso de carneros.

12. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

La suplementación focalizada con autoalimentación en el marco de una IATF, impactaría en forma positiva en aquellos establecimientos en los que no se cuente con recursos humanos suficientes, debido a que se eliminaría la dificultad operativa de implementar la suplementación diaria de alimentos. Sin embargo, es importante resaltar que los comederos de autoalimentación requieren de vigilancia y limpieza diaria para que el suplemento baje en forma correcta.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Abecia, J.A., Forcada, F., y González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130,173-179.
- Acritopoulou, S., y Haresign, W. (1980). Response of ewes to a single injection of an analogue of PGF2 α given at different stages of estrous cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*, 58,219-223.
- Alves. N.G., Torres, C.A.A., Guimaraes, G.D., Moraes, E.A., Rodriguez M.T., Cecon P.R,... Amorin, L.S. (2011). Effects of urea in the diet on ovarian follicular dynamic and plasma progesterone concentration in Alpine goats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40,1512-1518.
- Azzarini, M. (1985). Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. En Secretariado Uruguayo de la Lana, *Seminario Técnico de Producción Ovina* (Vol.2, pp.111-132). Salto: SUL.
- Azzarini, M. (2000). Consideraciones y sugerencias para mejorar los procreos ovinos. En Secretariado Uruguayo de la Lana, *Una propuesta para mejorar los procreos ovinos* (pp. 3-35). Montevideo: SUL.
- Azzarini, M. (2004). Potencial Reproductivo de los Ovinos. *Producción Ovina*, 16, 5-17.
- Azzarini, M., y Ponzoni, R. (1971). *Aspectos modernos de la producción ovina*. Montevideo: UR.
- Banchemo, G., de Barbieri, I., y Montossi, F. (2009). ¿Cómo Preñar más Ovejas y Producir más Corderos Después de la Sequía? *Serie de Actividad de Difusión de INIA*, 17,30-36.
- Banchemo, G., Fernández, M.E., Ganzábal, A., Vázquez, A., y Quintans, G. (2006). Manejo genético y nutricional para aumentar la tasa mellicera de nuestras majadas. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXIV, pp. 71-76).Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Banchemo, G., Montossi, F., y de Barbieri, I. (2013). Como lograr una buena encarnerada para mejorar la eficiencia reproductiva de nuestras majadas. *Revista INIA*, 32,12-16.
- Banchemo, G., y Quintans, G. (2005). Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. *Serie de Actividades de Difusión*, 401,17-31.
- Banchemo, G., y Quintans, G. (2008). "Flushing corto" una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. *Revista INIA*, 14,8-12

- 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.E., Stefanova, K., Lindsay, D.R.G., 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 doi: [10.1016/j.animal.2020.100100](https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100100)
- Berlinguer, F., Gonzalez-Bulnes, A., Succu, S., Leoni, G., Mossa, F., Bebbere, D., ... Naitana, S. (2007). Effects of progestagénos on follicular growth and oocyte developmental competence in FSH-treated ewes. *Domestic Animal Endocrinology*, 32,303-314.
- Blache, D., Maloney, S.K., y Revel, I.D.K. (2008). Use and limitations of alternative feed resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*, 147,149-157.
- Baird, D.T. (1983). Factors regulating the growth of the pre ovulatory follicle in the sheep and human. *Journal of Reproduction and Fertility*, 69, 343-352.
- Bowman, J.G., y Sowell, B.F. (1997). Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. *Journal of Animal Science*, 75,543-550.
- Brown, G.H. (1988). The statistical comparisons of reproduction rates for groups of sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 39, 899-905.
- Contreras-Solís, I., Vázquez, B., Díaz, T., Letelier, C., López Sebastián, A., y González Bulnes, A. (2009). Efficiency of estrous synchronization in tropical sheep by combining short-interval cloprostenol-based protocols and male effect. *Theriogenology* 71,1018-1025.
- Davis, A.J., Fleet, I.R., Harrison, F.A., y Walker, F.M.M. (1980). Pulmonary metabolism of prostaglandin F2a in the conscious non-pregnant ewe and sow. *Journal of Physiology* (London), 301,86.
- De león, F. (2019). Producción animal: Ganadería vacuna y lanar. En Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias, *Anuario Estadístico Agropecuario 2019* (pp.56-66). Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy//DIEA//Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf>
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C.W. (2010). *InfoStat versión 2010 Grupo InfoStat*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, FCA.

- Downing, J.A., Joss, J., Connell, P., y Scaramuzzi, R.J. (1995). Ovulation rate and the concentration of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes feed lupin grain. *Journal of Reproduction and Fertility*, 103,137-145.
- Downing, J.A., y Scaramuzzi, R.J. (1991). Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic metabolic hormones in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*, 43,209-227.
- Durán del Campo, A. (1980). *Anatomía, Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial en Ovinos*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Edey, T.N. (1976). Embryo mortality in sheep, breeding. En G.J. Tomes, D.E. Robertson y R.J. Lightfoot, *International Congress on Sheep Breeding, Muresk*. Perth: Muresk Agricultural College.
- Errandonea, N., Fierro, S., Viñoles, C., Gil, J., Banchemo, 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.
- 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, Montevideo.
- 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.
- Fernández Abella, D. (2011). Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú, *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XV, pp. 189-196). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Fernández Abella, D., Formoso, D., Casco, O., Delgado, M.A., García A.P., y Ibáñez, W. (2007). Efecto del pastoreo de *Lotus uliginosus* cv Maku sobre la tasa ovulatoria y fecundidad en dos biotipos de ovejas Corriedale. *Producción Ovina*, 19, 25-32.
- 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 de la Universidad de la República*, 4, 19-44.
- Fernández Abella, D. (1993). *Principios de Fisiología Reproductiva Ovina*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Fierro, S., y Olivera-Muzante, J. (2017). Long interval prostaglandin as an alternative to progesterone-eCG based protocols for timed AI in sheep. *Animal Reproduction Science*, 180, 78-84.

- Fierro, S., Viñoles, C., y Olivera-Muzante, J. (2016). Concentrations of steroids hormones, estrous, ovarian and reproductive responses in sheep estrous synchronized with different prostaglandin-based protocols. *Animal Reproduction Science*, 167, 74-82.
- Fierro, S., Gil, J., Viñoles, C., y Olivera-Muzante, J. (2013). The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. *Theriogenology*, 79, 399-408.
- Fierro, S., Olivera-Muzante J., Gil, J., y Viñoles, C. (2011). Effects of prostaglandin administration on ovarian follicular dynamics, conception, prolificacy, and fecundity in sheep. *Theriogenology*, 76, 630-9.
- Fierro, S. (2010). *Pérdidas Reproductivas en Ovejas Sincronizadas con Prostaglandina* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Fletcher, I.C. (1981). Effects of energy and protein intake on ovulation rate associated with the feeding of lupin grain to Merino ewes. *Australian Journal of Agricultural*, 32(1), 79-87.
- Forcada, F., Abecia J.A., Zarazaga, L., Lozano, J.M. (1992). Influencia del plano de alimentación sobre los parámetros reproductivos en ovejas de reducido nivel ovulatorio. *Archivos de Zootecnia*. 41, 113-120.
- Forcada Miranda, F. (1996). Reproducción Ovina. En C. Buxadé, *Zootecnia* (Vol. 8, pp. 77-93). Madrid: Mundi.
- Ganzábal, A., Ruggia, A., y Miquelerena, J. (2003). Producción de corderos en sistemas intensivos. *Serie de actividades de difusión de INIA*, 342, 1-7.
- 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., Veiga-López, A., García, P., García-García, R.M., Ariznavarreta, C., Sánchez, M.A., ... Flores, J.M. (2005). Effects of progestagens and prostaglandin analogues on ovarian function and embryoviability in sheep. *Theriogenology*, 63(9), 2523-2534.
- Goodman, R.L. (1994). Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. En, E. Knobil y J.D. Neill. *The physiology of reproduction* (pp. 659-709). New York: Raven.
- Gordon, I. (1983). Fixed-time sheep artificial insemination. En I. Gordon, *Controlled breeding in Farm Animals* (pp. 197-208). Oxford: Pergamon.
- Guerra, J.C., Thwaites, C.J., y Edey, T.N. (1971). The effects of live weight on the ovarian response to pregnant mare serum gonadotrophin and on embryo mortality in the ewe. *Journal of Agricultural Science*, 76, 177-178.

- Hafez, E.S.E. (1993). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México: Interamericana.
- Hafez, E.S.E., y Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales* (7ª ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hashem, N.M. (2012). Effect of short-term flushing with lupin grain during pre ovulatory period on ovarian activity and metabolic changes in Damascus female goats. *Egyptian Journal of Animal Production*, 49, 275-284.
- Hawk, H.W., Cooper, B.S., y Pursell, V.G. (1981). Increased sperm death in the cervix and uterus of estrous ewes after regulation of estrus with prostaglandin or progesterone. *Journal of Animal Science*, 52, 601-610.
- Knight, T.W., Oldham, C.M., y Lindsay, D.R. (1975). Studies in ovine infertility in agricultural regions in Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26, 189-198.
- Marchelli, J.P., Piaggio, L., Deschenaux, H., Fierro, S., Ferreira., Da Rosa, R., y Banchemo, G. (en revisión). Efecto del flushing proteico con diferentes modalidades de suministro sobre la fertilidad y prolificidad de ovejas pastoreando campo natural.
- Martin, G.B., y Ferasyi, T.R. (2016). Clean, green, ethical (CGE) management: what research do we really need? *International Journal of Tropical Veterinary and Biomedical Research*, 1(1),1-9.
- Martin, G.B., y Kadokawa, H. (2006). Clean, green and ethical animal production: case study: reproductive efficiency in small ruminants. *Journal of Reproduction and Development*, 52, 145-152.
- Martin, G.B., Rodger, J., y Blache, D. (2004). Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reproduction, Fertility, and Development*, 16, 491-501.
- Martin, G.B., y Banchemo, G. (1999). Nutrición y reproducción en rumiantes. En *Symposium on ruminant reproduction*. Montecillo, México.
- McCracken, J.A., y Glew, M.E., y Scaramuzzi, R.J. (1970). Corpus Luteum Regression by prostaglandin F_{2α}. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 30(4), 544-546.
- McEvoy, T., Robinson, J., Aitken, R., Findlay, P., y Robertson, I. (1997). Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of pre implantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science* 47, 71-90.
- Menchaca, A., y Rubianes, E. (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*, 16, 403-413.

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias (2014). *Anuario Estadístico Agropecuario 2014*. Recuperado de <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2014/diea-Anuario%202014-Digital01.pdf>.
- Montossi, F., Pigurina, G., Santamarinal, I., y Berretta, E. (2000). Estudio de selectividad animal en diferentes comunidades vegetales de la región de basalto y su importancia práctica en el manejo de pastoreo con ovinos y vacunos. En *Selectividad animal valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica* (pp. 14-49). Montevideo: INIA.
- Morley, F.H.W., White, D.H., Kenney, P.A., y Davis, I.F. (1978). Predicting ovulation rate from live weight in ewes. *Agricultural Systems*, 3, 27-45.
- Muñoz-Gutierrez, M., Findlay, P.A., Adam, C.L., Wax, G., Campbell, B.K., Kendall, N.R., ... Scaramuzzi, R.J. (2005). The ovarian expression of mRNA for aromatase, IGF-I receptor, IGF-binding protein-2,-4 and -5, leptin and leptin receptor in cycling ewes after three days of leptin infusion. *Reproduction*, 130, 869-881.
- Muñoz-Gutierrez, M., Blache, D., Martin, G.B., y Scaramuzzi, R.J. (2004). Ovarian follicular expression of mRNA encoding the type IIGF receptor and IGF-binding protein-2 in sheep following five days of nutritional supplementation with glucose, glucosamine or lupins. *Reproduction*, 128, 747-756.
- Muñoz-Gutierrez, M., Blache, D., Martin, G.B., y Scaramuzzi, R.J. (2002). Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anestrus sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction*, 124, 721-731.
- 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, I.W. Purvis (Eds.), *Reproductive physiology of Merino sheep; concepts and consequences* (pp. 41-58). Perth: University of Western Australia.
- Olivera-Muzante, J., Minteguiaga, M.A., y Fierro, S. (2020). Long interval prostaglandin-based treatment regimens do not affect ovulatory or prolificacy rates of multiparous ewes after cervical fixed timed AI. *Animal Reproduction Science*, 218, 106482.
- Olivera-Muzante, J., Fierro, S., Alabart, J.L., Claramunt, M., Minteguiaga, M.A., Aunchayna, G., ... Banchemo, G. (2019). Short-term dietary protein supplementation improves reproductive performance of estrus-synchronized ewes when there are long intervals of prostaglandin or progesterone-based treatments for timed AI. *Animal Reproduction Science*, 206, 78-84.

- Olivera-Muzante, J. (2018). Comparación económica de alternativas de sincronización e IA cervical sobre estro espontáneo detectado o a tiempo fijo en ovinos. En *Resúmenes del VI Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (AUPA)*. Tacuarembó, Uruguay.
- Olivera-Muzante, J. (2017). Manejo reproductivo ovino de precisión: La experiencia de tres años en un predio extensivo sobre basalto. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas Buiatría* (Vol. XLV, pp.117-129). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Olivera-Muzante, J. (2015). ¿Es posible mejorar la supervivencia de corderos en nuestros sistemas ovinos? *Cangüe* 36:15-17. Recuperado de <http://www.eemac.edu.uy/cangue/?view=project&id=8:n-36-2015>
- Olivera-Muzante, J., Gil, J. (2005). Estudio de diferentes alternativas para la sincronización de celos en ovinos: descripción y valorización económica. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXIII, pp. 195-196). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Olivera, J., Dighiero, M., y Oliveira, G. (2003). Sincronización de estros con un análogo de Prostaglandina F2a: viabilidad productiva y económica. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXI, pp. 160-162). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Patiño, P.R., Fischer, V., Balbinotti, M., Baes, M.C., Ferreira, E.X., Irigon, V.R., ... Lima, M.P. (2003). Comportamiento ingestivo diurno de novillos em pastejo a níveis crescentes de suplemento energético. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1408-1418.
- Piper, P.J., Vane, J.R., y Wyllie, J.H. (1970). Inactivation of prostaglandins by the lungs. *Nature*, 225, 600–604.
- Ponzoni, R. (2014). Manejo ovino de precisión con especial referencia a desarrollos en Australia. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XLII, pp. 16-17). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Rhind, S.M., y McNeilly, A.S. (1986). Follicle population, ovulation rates plasma profile of LH, FSH and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Animal Reproduction Science*, 10,106-108.
- Rooke, J., Ewen, M., Mackie, K., Staines, M., McEvoy, T., y Sinclair, K. (2004). Effect of ammonium chloride on the growth and metabolism of bovine ovarian granulosa cells and the development of ovine oocytes matured in the presence of bovine granulosa cells previously exposed to ammonium chloride. *Animal Reproduction Science*, 84, 53-71.

- Roy, F., Combes, B., Vaiman, D., Cribiu, E.P., Pobel, T., Deletang, F., ... Maurel, M.C. (1999). Humoral immune response to equine chorionic gonadotropin in ewes: association with major histocompatibility complex and interference with subsequent fertility. *Biology of Reproduction*, 61, 209-218.
- Rubianes, E., Menchaca, A., y Carbajal, B. (2003). Response of the 1 to 5-day aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2alpha. *Animal Reproduction Science*, 78, 47-55.
- Rubianes, E., Beard, A., Dierschke, D.J., Bartlewski, P., Adams, G.P., y Rawlings, N.C. (1997). Endocrine and ultrasound evaluation of the response to PGF2a and GnRH given at different stages of the luteal phase in cyclic ewes. *Theriogenology*, 48, 1093-104.
- Rubianes, E., Castro, T., y Carbajal, B. (1996). Effect of high progesterone levels during the growing phase of the dominant follicle of wave 1 in ultrasonically monitored ewes. *Canadian Journal of Animal Science*, 76, 473-475.
- Rubianes, E., de Castro, T., Viñoles, C., Ungerfeld, R., Carabajal, B., y Kmaid, S. (1995). *Superovulación y transferencia embrionaria en ovinos*. Montevideo: Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.
- 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., Brown, H.M., y Dupont, J. (2010). Nutritional and metabolic mechanisms in the ovary and their role in mediating the effect 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., Khaild, M., Muñoz-Gutierrez, M., ... Somchit, A. (2006). A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*, 46, 339-354.
- Scaramuzzi, R.J., Adams, N.R., Baird, D.T., Campbell, B.K., Downing, J.A., Findlay, J.K., ... 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.
- Schiewe, M.C., Howard, J.G., Goodrowe, K.L., Stuart, L.D., y Wildt, D.E. (1990). Human menopausal gonadotropin induces ovulation in sheep, but embryo recovery after prostaglandin F2a synchronization is compromised by premature luteal regression. *Theriogenology*, 34, 469-486.
- Seekallu, S.V., Tossi, B.M., Duggavathi, R., Barrett, D.M.W., Davies, K.L., Waldner, C., ... Rawlings, N.C. (2010). Ovarian antral follicular 40 dynamics in sheep. revisited: Comparison among estrous cycles with three or four follicular waves. *Theriogenology*, 73, 670-680.

- Senger, P.L. (1999). The Estrous Cycle Terminology and Basic Concepts. En *Pathways to Pregnancy and Parturition* (pp. 49-59). Pullman: Current Conceptions.
- Senger, P.L. (2005). *Pathways to pregnancy and parturition* (2^a ed.). Washington: Current Conceptions.
- Smith, J.F., y Steward, R.D. (1990). Effects of nutrition on the ovulation rate of ewe's. En C.M. Oldham, G.B. Martin, y I.W. Purvis, *Reproductive, Physiology of Merino Sheep: Concept and Consequences* (pp. 85-101). Perth: University of Western Australia.
- Smith, J.F. (1985). Protein, energy and ovulation rate. R.B. Land y D.W. Robinson *Genetics of Reproduction in sheep* (349-359). London: Butterworths.
- 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.
- Souza, C.J., Campbell, B.K., y Baird, D.T. (1998). Follicular waves and concentrations of steroids and inhibin A in ovarian venous blood during the luteal phase of the oestrous cycle in ewes with an ovarian autotransplant. *Journal of Endocrinology*, 156, 563-572.
- 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.
- Stewart, R., y Oldham, C.M. (1986). Feeding lupins to ewes for four days during the luteal phase can increase ovulation rate. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*, 16, 367.
- SUL. (2019). Boletín de Exportaciones del Rubro Ovino. Uruguay: Exportaciones del Rubro Ovino. Período: setiembre 2018 a agosto 2019. Recuperado de [http://www.sul.org.uy/descargas/be/Boletín_Exportaciones_del_Rubro_Ovino_\(agosto_2019\).pdf](http://www.sul.org.uy/descargas/be/Boletín_Exportaciones_del_Rubro_Ovino_(agosto_2019).pdf).
- SUL. (2017). Comederos de auto-alimentación para ovinos. Publicación SUL. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10651/1/Comederos-de-auto-alimentacion-para-ovinos-SUL.pdf>
- 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.
- Ungerfeld, R. (2002). *Reproducción en Animales Domésticos* (Vol. 1). Montevideo: Melivea.

- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, L.J., Dunn A.M., y Jennings, F.W. (1996). *Veterinary Parasitology* (2ª ed). Oxford: Blackwell Science.
- Viñoles, C., Paganoni, B., Milton, J.T.B., Driancourt, M.A., y Martin, G.B. (2011). Pregnancy rate and prolificacy after artificial insemination in ewes following synchronisation with prostaglandin, sponges, or sponges with bactericide. *Animal Production Science*, 51, 565-569.
- Viñoles, C., Paganoni, B., Glover, K.M.M., Milton, J.T.B., Blache, D., Blackberry, M.A., ... Martin, G.B. (2010). The use of a "first-wave" model to study the effect of nutrition on ovarian follicular dynamics and ovulation rate in the sheep. *Reproduction*, 140, 865-874.
- Viñoles, C., Meikle, A., y Martin, G.B. (2009). Short-term nutritional treatment grazing legumes or feeding concentrates increased prolificacy in Corriedale ewes. *Animal Reproduction Science*, 113, 82-92.
- Viñoles, C. (2003). *Effect of Nutrition on Follicle Development and Ovulation Rate in the Ewe* (Tesis doctoral). Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, Uppsala.
- Viñoles, C., Meikle, A., Repetto, J., Cajarville, C., Martin, G.B., y Forberg, M. (2003). Siete días de suplementación con concentrados permite aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXI, pp. 144-146). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Banchemo, G., 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., Meikle, A., Forsberg, M., 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.
- White, L.M., Keisler, D.H., Dailey, R.A., y Inskeep, E.K. (1987). Characterization of ovine follicles destined to form subfunctional corpora lutea. *Journal of Animal Science*, 65, 1595-1601.