



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**SINCRONIZACIÓN DE ESTROS E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
EN OVINOS CON DOS PROTOCOLOS EN BASE A ANÁLOGOS SINTÉTICOS DE
PROSTAGLANDINA F2 α**

Por

**ALVAREZ GUTIERREZ, Fátima
DALL'OGGIO CHAUVIE, Lía
SOLDINI BLANCO, Victoria**

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

MODALIDAD: Ensayo experimental

MONTEVIDEO

URUGUAY

2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Presidente:



Dr. Mauro Minteguiaga

Segundo miembro (Tutor):



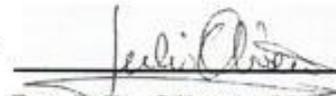
Dra. Florencia Negrin

Tercer miembro:



Dr. Rafael Aragunde

Cuarto miembro:



Dr. Julio Olivera Muzante

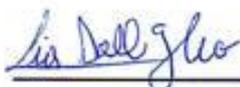
Fecha de aprobación:

Autor:



Fátima Álvarez

Autor:



Lia Dall'Oglio

Autor:



Victoria Soldini

AGRADECIMIENTOS

- En principio a nuestra tutora, Dra. Florencia Negrín, quien nos guio, apoyó y estuvo siempre a las órdenes para realizar el trabajo de campo, así como la escritura en esta etapa tan importante para nuestra carrera.
- Al Dr. Julio Olivera-Muzante nuestro co-tutor, quien formó parte de todo este proceso siendo fundamental su apoyo durante la parte práctica, y también guiándonos con la escritura.
- A los doctores Dr. Sergio Fierro, Dr. Jorge Gil y Dr. Mauricio Burutarán por su importantísima colaboración durante la parte práctica.
- Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), por brindarnos todas las comodidades y poner a nuestro alcance los animales para la realización del experimento en el Centro de Innovación y Capacitación Ovina Mario Azzarini (CICOMA), y al personal de trabajo (Fernando y Toto) que sin su ayuda no hubiese sido toda la parte práctica.
- Al personal de la Biblioteca de Facultad de Veterinaria, por la ayuda brindada en búsqueda de materiales y corrección de bibliografía.
- De los agradecimientos más importantes, a nuestras familias y amigos por el apoyo incondicional de siempre, por confiar en nosotras y ser los pilares que nos impulsaron siempre a seguir adelante, en los buenos y malos momentos. Nada de esto hubiese sido posible sin todo el esfuerzo realizado por nuestras familias para poder convertirnos en profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Producción ovina en Uruguay.....	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Ciclo estral de la oveja.....	10
2.2 Control del ciclo estral: sincronización de estros en ovinos.....	10
2.3 Métodos farmacológicos para la sincronización de estros y ovulación.....	11
2.3.1 Progesterona y/o progestágenos.....	11
2.3.2 Prostaglandina F2 α y sus análogos sintéticos (PG).....	13
2.4 Protocolos en base a PG.....	16
2.4.1 Protocolo corto (6-8 días; Synchrovine®).....	16
2.4.2 Protocolos medios (9-13 días).....	17
2.4.3 Protocolos largos (14-16 días).....	18
2.4.4 Protocolos con tres dosis de PG.....	19
3. HIPÓTESIS.....	21
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	22
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1 Animales.....	23
5.2 Manejo sanitario.....	23
5.3 Manejo nutricional y evaluación del campo natural.....	24
5.4 Protocolo de sincronización de estros.....	24

5.5 Esquema de diseño experimental.....	25
5.6. IATF y determinaciones en mucus cérvico vaginal.....	25
5.7. NR_D23 y determinaciones ecográficas.....	26
5.8. Análisis estadístico.....	26
6. RESULTADOS.....	28
7. DISCUSIÓN.....	30
8. CONCLUSIONES.....	32
9.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS:

Tabla 1. Resultados reproductivos al servicio de IATF de ovejas merino sincronizadas con dos (protocolo 2PG) o tres dosis de PG (protocolo 3PG).....29

Tabla 2. Resultados reproductivos luego de dos servicios (IATF y repaso con carneros) en ovejas merino sincronizadas con dos (protocolo 2PG) o tres dosis de PG(protocolo 3PG).....29

FIGURAS:

Figura 1: Representación de diseño Experimental.....25

Figura 2: Distribución (%) según aspecto del mucus cervicovaginal al servicio de IATF en ovejas merino sincronizada con tres (Ovejas 3PG) o dos dosis de un análogo sintético de $PGF2\alpha$ (Ovejas 2PG).....28

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño reproductivo de un nuevo protocolo de sincronización de estros para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en base a tres dosis de análogos sintéticos de PGF₂α (PG). Se utilizaron 200 ovejas múltiparas merino australiano durante la estación reproductiva, pastoreando campo natural de basalto (CICOMA-Secretariado Uruguayo de la Lana -SUL; latitud 31° 05 ' S, longitud 57° 01 'O). Se conformaron dos grupos en base a condición corporal (CC) y peso vivo (PV), sincronizados con dos (control) o tres dosis de PG (Días -15 y 0, o Días-22, -15 y 0; Día 0= última dosis de PG), siendo inseminadas a las 56 y 68 horas luego de la última dosis (Grupos 2PG y 3PG, respectivamente) con semen pool de 9 carneros merino australiano. Al momento de la IATF se registró el aspecto óptico físico del mucus cervicovaginal, y se extrajeron muestras representativas de cada grupo para realizar mediciones de pH y conductividad. Se realizó el servicio de repaso a campo desde el Día 15 utilizando carneros merino australiano al 3%, pintados en la zona peri prepucial. Se calculó el no retorno al servicio hasta el Día 23 (NR_D23; ovejas no retornadas al estro al Día 23 -no marcadas- / total de ovejas inseminadas * 100), y se evaluó el PV y CC final. Al Día 60 se realizó ecografía transabdominal para determinar fertilidad (ovejas gestantes / total ovejas inseminadas * 100), prolificidad (fetos / oveja gestante) y fecundidad (fetos / total ovejas inseminadas * 100), tanto a la IATF como final (luego de los dos servicios). No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el aspecto óptico del mucus cervicovaginal entre protocolos ($2,17 \pm 0,09$ vs. $2,14 \pm 0,10$; 2PG y 3PG respectivamente), con respecto a los valores de pH ($6,99 \pm 0,59$ vs. $6,96 \pm 0,57$; 2PG y 3PG respectivamente) y conductividad ($9,53 \pm 3,94$ vs. $9,70 \pm 3,81$ mS/cm; 2PG y 3PG respectivamente) no se observaron diferencias significativas. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el NR_D23 (72,7% vs. 85,1%) y fertilidad (66,4% vs. 77,2%), pero no en prolificidad ($1,30 \pm 0,06$ vs. $1,19 \pm 0,04$) o fecundidad (83,8% vs. 92,1%; $P > 0,05$) entre los protocolos 2PG y 3PG respectivamente. Los resultados finales luego de dos servicios (IATF + repaso) no mostraron diferencias significativas entre grupos para ninguna de las variables observadas ($P < 0,05$). Se concluye que el protocolo 3PG generaría mejores resultados de fertilidad al servicio de IATF sin diferencias en aspecto, pH y conductividad del mucus cervicovaginal.

SUMMARY

The aim of this study was to assess the reproductive performance of a new protocol for fixed-time artificial insemination (FTAI) based on three doses of synthetic analogs of PGF2 α (PG). Two hundred multiparous Australian Merino ewes were used during the reproductive season, grazing on natural basalt pasture (CICOMA - Uruguayan Wool Secretariat - SUL; latitude 31° 05' S, longitude 57° 01' W). Two groups were formed based on body condition (BC) and live weight (LW), synchronized with two (control) or three doses of PG (Days -15 and 0, or Days -22, -15, and 0; Day 0 = last PG dose), and inseminated at 56 and 68 hours after the last dose (2PG and 3PG groups, respectively) with pooled semen from 9 Australian Merino rams. At the time of FTAI, the optical physical appearance of cervicovaginal mucus was recorded, and representative samples were taken from each group for pH and conductivity measurements. Field re-service was carried out from Day 15 using Australian Merino rams at 3%, marked in the peri-preputial zone. No return to service until Day 23 (NR_D23; ewes not returned to estrus by Day 23 - unmarked - / total inseminated ewes * 100) was calculated, and final LW and BC were evaluated. Transabdominal ultrasound was performed on Day 60 to determine fertility (pregnant ewes / total inseminated ewes * 100), prolificacy (fetuses / pregnant ewe), and fecundity (fetuses / total inseminated ewes * 100), both at FTAI and final (after two services). No significant differences ($P > 0.05$) were observed in the optical appearance of cervicovaginal mucus between protocols (2.17 ± 0.09 vs. 2.14 ± 0.10 ; 2PG and 3PG respectively), with respect to pH values (6.99 ± 0.59 vs. 6.96 ± 0.57 ; 2PG and 3PG respectively) and conductivity (9.53 ± 3.94 vs. 9.70 ± 3.81 mS/cm; 2PG and 3PG respectively), no significant differences were observed. Significant differences ($P < 0.05$) were observed in NR_D23 (72.7% vs. 85.1%) and fertility (66.4% vs. 77.2%), but not in prolificacy (1.30 ± 0.06 vs. 1.19 ± 0.04) or fecundity (83.8% vs. 92.1%; $P > 0.05$) between the 2PG and 3PG protocols respectively. The FTAI and re-service combined showed no significant differences between groups for any of the observed variables ($P < 0.05$). It is concluded that the 3PG protocol would yield better fertility results at the FTAI service without differences in the appearance, pH, and conductivity of cervicovaginal mucus

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Producción ovina en Uruguay

La producción ovina en Uruguay ha sido de las más relevantes en la historia de nuestro país, tanto para el desarrollo económico/productivo como sociocultural. Fue, en su momento, el principal rubro productivo del país aportando divisas mediante la materia prima producida, sustentando la industria textil nacional, siendo una de las principales fuentes de crecimiento para el desarrollo rural del país (Secretariado Uruguayo de la Lana, s.f).

Hoy en día se caracteriza por ser complementaria a la producción bovina, y en casos puntuales el rubro productivo principal. El stock ovino a nivel mundial evolucionó en forma decreciente en los últimos 30 años, obteniendo su pico en 1990 con 1.207 millones de cabezas (García, 2012). Esta realidad mundial no cambia a nivel nacional, donde contábamos en la década del 90 'con un rebaño ovino de 25 millones de cabezas (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca-MGAP-, 1990), y hoy en día se registran 6.266.195 millones de cabezas (MGAP, 2023). Este valor se ha visto reducido en las últimas décadas a menos de un tercio de sus existencias (MGAP, 2017), pero al comparar los registros con años anteriores se puede apreciar un ascenso estimándose una variación positiva de un 1%.

La última encuesta ganadera (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, 2016) muestra que la proporción de razas explotadas en nuestro país son: corriedale con 40% del stock nacional, merino 27%, ideal 9%, merilín 4%, y, texel, romneymarsh y merino dohne con un 3% cada una. Por concepto de exportaciones de lana en el año 2022, se recaudaron 161 millones de US\$ en exportaciones de lana y subproductos (cayendo un 8% con respecto al año 2021), y 103 millones de US\$ por concepto de carne ovina (cayendo un 19% con respecto al año 2021). Nuestros principales productos de exportación son la lana peinada (tops) y el mercado de carne ovina con y sin hueso. Uruguay tiene acceso a más de 30 destinos para la distribución de lana peinada, lavada, sucia y carne ovina (Rocanova, 2022).

El bajo índice de señalada o procreo obstaculiza la recuperación de la población ovina (Fierro, Viñoles y Olivera-Muzante, 2017). Según el MGAP (2011) durante los últimos 20 años, este indicador no ha superado en promedio el 67%. En

nuestro país predominan pequeños y medianos productores (más del 90%), que manejan majadas con menos de 550 ovejas de cría durante el servicio. Esta categoría equivale a más del 60% del stock ovino (MGAP, 2011). Una consulta recurrente de este sector productivo a técnicos de área ha sido acerca de la posibilidad de concentrar estros, servicios, y consecuentemente pariciones, mediante la aplicación de biotecnologías reproductivas. Para su adopción estas nuevas alternativas no deberían lograr resultados inferiores a los obtenidos con los protocolos más aceptados. La aplicación de estas tecnologías sin embargo es baja (Fernández Abella y Villegas, 2015; MGAP, 2014, 2016), debido a que implican una mayor inversión económica, inconvenientes en la implementación de los protocolos tradicionales de sincronización de estros (Fierro, Gil, Viñoles y Olivera-Muzante, 2013), inferiores resultados respecto al estro espontáneo, y/o miedo a tener partos muy concentrados (Fierro y Olivera-Muzante, 2017).

Dadas las inquietudes de este sector se comenzaron a plantear nuevas alternativas en estas biotecnologías. Año a año se han ido mejorando los protocolos de sincronización de estros en base a análogos sintéticos de prostaglandinas (Olivera-Muzante, 2018), las cuales son opciones más “limpias, verdes y éticas” que las tradicionales en base a pesarios intravaginales impregnados con progestágenos y gonadotrofinas a su retiro (P4 y eCG). Sin embargo, estos protocolos en base a prostaglandinas sintéticas (PG) aun distan de alcanzar los resultados de concepción obtenidos con ovejas en estro natural, lo cual limita su aplicación masiva. En la búsqueda de mejorar los resultados que se tienen hasta el momento con estos protocolos es que se plantea esta tesis.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ciclo estral de la oveja

La oveja se caracteriza por ser una especie poliéstrica estacional de día corto, comenzando su actividad reproductiva cuando las horas (h) luz disminuyen (Ungerfeld, 2002). Esto significa que, la mayoría de las razas se encontrarán ciclando desde fines del verano y durante el otoño (Castro, Menchaca y Rubianes, 2007). El ciclo estral en el ovino tiene una duración de 17 días en promedio, oscilando en un rango de entre 14 y 19 días (Abecia y Forcada, 2010; Duran del Campo, 1980). Algunos estudios dividen el ciclo estral en cuatro etapas, sin embargo, cuando nos basamos en el punto de vista funcional podemos dividirlo en dos etapas: una fase luteal y una fase folicular, donde vamos a encontrar estructuras ováricas diferentes (Ungerfeld, 2020). La fase folicular tiene una duración de alrededor de 4 días y está constituida por dos etapas: el proestro y el estro. El proestro abarca desde la luteólisis o regresión del cuerpo lúteo (CL), que ocurre entre los Días 13 y 14 del ciclo estral al Día 2 (estro= Día 0), hasta el comienzo a la receptividad al macho. Por otro lado, el estro, periodo donde la hembra acepta el macho (período de receptividad) (Ungerfeld, 2020), tiene una duración de 22h aproximadamente, y un rango de 18 a 48h, ocurriendo la ovulación antes de terminar el estro (Castro, Menchaca y Rubianes, 2007). La fase luteal tiene una extensión de 12 a 14 días abarcando desde el Día 2 a 3 del ciclo hasta el 13 generalmente, y está constituida por dos etapas llamadas metaestro y diestro. En el metaestro las células del folículo preovulatorio permiten la formación del CL, consecuentemente cesa la receptividad (Ungerfeld, 2020). En cambio, en el diestro tenemos un CL funcional, que genera y secreta altos niveles de progesterona (Bartlewsky et al., 1999). En estas etapas la hembra rechaza al macho (Ungerfeld, 2020). El proestro continúa al diestro momento en el cual ocurre el crecimiento folicular y se genera la regresión del CL del ciclo anterior (Ungerfeld, 2002).

2.2 Control del ciclo estral: sincronización de estros en ovinos.

La inseminación artificial (IA) tradicional en ovinos se realiza mediante detección de estros no sincronizados de forma diaria. Esto lleva a que el servicio de

IA tenga una duración de por lo menos 34 días, con el fin de abarcar como mínimo dos ciclos y, por lo tanto, permitir a las ovejas tener al menos dos oportunidades de servicio. Otra forma de realizar la IA es mediante estros sincronizados y a tiempo fijo (IATF). Esta biotecnología nos permitiría llevar a cabo dos servicios por oveja en un periodo más corto de tiempo (23 días) (Durán del Campo, 1996). Además, nos permitiría una selección, uso y manejo más efectivo de los machos a utilizar, por lo tanto, se puede lograr una mejora genética mayor en las majadas donde se aplican (Menchaca y Rubianes, 2004; Bentancor y González, 2015). También permite hacer manejos nutricionales más precisos (pre-servicio y parto), bajando costos a causa de la disminución de los días efectivos de suplementación, posibilitando una mayor concentración de partos a causa de la concentración de estros, facilitando el posterior manejo y cuidado, tanto de vientres como de corderos (Fierro et al.,2017). De esta forma se disminuye también el número de veces que llevamos la majada a los corrales, lo que reduce la pérdida de condición corporal (CC) y mejorando el estatus sanitario de la majada en comparación con la IA tradicional (Menchaca y Rubianes, 2004; Olivera y Gil, 2005).

2.3 Métodos farmacológicos para la sincronización de estros y ovulación

2.3.1 Progesterona y/o progestágenos

La progesterona es secretada en el ovario por el CL, y a partir del Día 45 de preñez es secretada también por la placenta de la oveja (Ungerfeld, 2002). Su principal función es preparar a la oveja para la gestación a lo largo de cada ciclo estral y posteriormente mantenerla, en consecuencia, esta hormona se mantiene en niveles elevados tras la fecundación (Ungerfeld, 2020). El mecanismo de acción es generar la inhibición de la actividad del eje hipotálamo-hipofisario, impidiendo la secreción de GnRH (hormona liberadora de gonadotropina) (Abecia, Forcada y González-Bulnes, 2012), y por consiguiente se detiene la producción de FSH (hormona folículo estimulante) y LH (hormona luteinizante) (Durán del Campo, 1993; Rubianes, Ungerfeld y De Castro, 1999; Rubianes, Menchaca, y Carbajal, 2003).

Desde que se comenzaron a aplicar estas biotecnologías, la progesterona y los progestágenos (Acetato de Fluorogestona y Medroxiprogesterona) son la elección

para realizar protocolos de sincronización de estros, pudiendo ser esponjas de poliuretano para progestágenos y/o dispositivos intravaginales de liberación lenta para progesterona natural (Ungerfeld, 2002; Mejía y María, 2010; Abecia, Forcada y González-Bulnes, 2011; González-Bulnes y Contreras y Solis et al., 2012). Estos son asociados con tratamientos con gonadotrofinas a su retiro (Hansel y Convey, 1983). Estos tratamientos denominados “tradicionales” tienen una duración similar a la de la fase lútea -12 a 14 Días (Gordon, 1999), aunque se ha visto que el uso de ellos en intervalos más cortos tiene los mismos resultados (protocolos de 6 a 7 días; Menchaca y Rubianes, 2004; Vilariño, Rubianes, Van Lier, y Menchaca, 2010). Los progestágenos que son aplicados pueden ser de origen natural o sintético (P4), además permiten su utilización en anestro o en estación reproductiva (Menchaca y Rubianes, 2004).

Una vez colocado el dispositivo de P4, comienza un aumento rápido de esta hormona en sangre, llegando a la concentración más alta tres días después, disminuyendo progresivamente (Wheaton, Carlson, Windels y Johnston, 1993). La IATF con estos protocolos está indicada entre 48 a 60h luego de retirado el dispositivo intravaginal ya que el estro ocurre en un 80 a 95% de las ovejas en las 48h siguientes (Durán del Campo, 1993). El horario determinado depende de la vía de IA utilizada (cervical o intrauterina), y del tipo de preservación seminal utilizada (Cognie, Mariana y Thimonier, 1970; Colas, Brice y Guérin, 1973; Colas, Brice, y Guérin, 1974).

Al momento de quitar los dispositivos se administra gonadotrofina coriónica equina (eCG o PMSG); una glicoproteína placentaria con efecto similar a la FSH y LH en forma conjunta (Powell, Kaps, Lamberson y Keisler, 1996), estimulando y concentrando la ovulación, aumentando la prolificidad y de esta forma mejorando la fertilidad del estro, para luego poder realizar la IATF (Durán del Campo, 1993; Gibbons, Casas y Cueto, 2010). La dosis recomendada para inducir la ovulación en la raza merino es de al menos 200 unidades internacionales (UI) por oveja. El acetato de fluorogestona (20 mg/pesario intravaginal) y acetato de medroxiprogesterona (60 mg/pesario intravaginal) son las formas comerciales más empleadas de P4 (Powell et al., 1996).

En algunos países se cuestiona la utilización de pesario intravaginal de P4

(Martin et al., 2004; Fierro et al., 2013), debido a que necesitan ser acompañados con antibióticos para prevenir vaginitis, adherencias y/o pérdidas (Durán del Campo, 1980; Viñoles, Quadrelli, Marinho, Bareille y Driancourt, 2006; Fierro et al., 2013); tienen extensos tiempos de espera por residuos en carne y/o leche (Fierro et al., 2013), que se contraponen a la demanda de los consumidores (Martin y Kadokawa, 2006). Además de su elevado costo, estos tratamientos presentan problemas prácticos, ya que precisan de mano de obra especializada para su colocación y retiro (Olivera y Gil, 2005), y algunos dispositivos se pierden. En el caso de tratamientos prologados (mayores a 14 días), algunos investigadores lo asocian con el envejecimiento de los folículos ovulatorios (Viñoles, Paganoni, Milton, Driancourt y Martin, 2001). Se reporta también que el uso reiterado de eCG es asociado a una reacción inmunitaria de tipo humoral (Roy et al., 1999), generando quistes foliculares ováricos (Viñoles et al., 2001). Esto ha sido atribuido a posibles causas como su origen heterólogo, su alto peso molecular o a su nivel de glicosilación (Menchaca y Rubianes, 2004), de este modo, generando una reducción en la tasa de preñez (Olivera-Muzante, Fierro, López, y Gil, 2011). Sin embargo, este método hasta el momento es el más aceptado para la sincronización de estros e IATF (González-Bulnes, Menchaca, Martin y Martinez-Ros, 2020), con fertilidades que oscilan entre 50 y 60% con semen fresco y vía cervical (Roy et al., 1999).

Un punto relevante a evaluar es el aspecto óptico y las características físico químicas del mucus cervicovaginal debido a que se ha reportado que la aplicación de los diferentes métodos hormonales para el control del ciclo estral genera cambios en las características del mismo. Por un lado, algunos autores reportan que cuando se trata de progestágenos vía vaginal y en especial cuando se utilizan esponjas, se genera un aumento de la alcalinidad generando una disminución en la viabilidad de los espermatozoides (Maddison et al., 2016; Manes, Ríos, Fiorentino, Ungerfeld, 2016).

2.3.2 Prostaglandina F2 α y sus análogos sintéticos

Las prostaglandinas forman un conjunto de ácidos grasos esenciales polinsaturados de los cuales el ácido araquidónico es el precursor de estas, participan en los procesos reproductivos. Se clasifican en A, B, E y F, siendo la F2 α y sus análogos sintéticos (PG) las más importantes en la reproducción de rumiantes

(Ungerfeld, 2002). La PGF₂α es producida por el endometrio (constituyente de las membranas uterinas) y regula la vida del CL, al inducir la luteólisis (regresión del CL) (Ungerfeld, 2020). Cuando la oveja se encuentra entre los Días 3 y 14 del ciclo estral es cuando la PGF₂α puede actuar generando la luteólisis y posterior ovulación (Rubianes et al, 1999; Rubianes et al., 2003). Es la progesterona la hormona que promueve la luteólisis, estimulando al endometrio a aumentar las reservas de fosfolípidos fundamentalmente ácido araquidónico, precursor de la PGF₂α (Eggleston et al., 1990).

Cuando va avanzando la fase luteal, la P4 va en detrimento, en consecuencia, también el tiempo que la misma inhibe la síntesis de sus receptores, disminuyendo sus propios efectos, aumentando así la expresión de los receptores de estrógenos y oxitocina (Ungerfeld, 2002). Esto produce un aumento de estradiol, que al combinarse con el desarrollo folicular genera un aumento en el número de receptores uterinos de oxitocina (Hixon y Flint, 1987). Por otra parte, la oxitocina liberada por la hipófisis produce un aumento en la producción de PGF₂α por parte del útero (Ungerfeld, 2002). En este período, el CL secreta oxitocina en respuesta a cada pulso de PGF₂α. La oxitocina produce una reacción del endometrio, secretando aún más pulsos de PGF₂α (Hooper, Watkins, y Thorburn, 1986).

Se han creado varios PG en busca de disminuir la rápida degradación de la PG natural (Baird y Scaramuzzi, 1975; Fierro y et al., 2013). El Cloprostenol es el más implementado, siendo 100 veces más eficaz en comparación con la PGF₂α (Binder et al., 1974). Estos tienen como gran ventaja que no generan residuos en el animal y en sus productos finales, ya sea carne, leche o lana, debido a su rápida metabolización en los pulmones (Davis, Fleet, Harrison y Walker, 1980; Light, Silvia y Reid, 1994; Piper, Vane y Wyllie, 1970), además de tener una sencilla eliminación de residuos de aplicación como frascos, jeringas y agujas (Fierro, 2010). Cabe destacar que tienen un significativo menor costo en comparación a los protocolos en base a P4 y eCG (Fierro et al., 2017; Olivera-Muzante, 2018, Serie Técnica FPTA-INIA 67), y tienen la particularidad de no generar patologías como adherencias o vaginitis (Fierro et al., 2013), siendo su principal virtud la practicidad en la aplicación por vía intramuscular (Abecia et al., 2012). Por lo tanto, el uso de protocolos para IATF en ovinos basados solamente en PG podrían ser una alternativa a aquellos tradicionales

que utilizan P4 y eCG.

Por otra parte, la aplicación de estos protocolos cuenta con algunos inconvenientes. En mujeres, tiene un poder abortivo e inductor de parto demostrado experimentalmente (Núñez, 1976) y un potente efecto constrictor sobre el músculo bronquial (Bonnevaux, 1983). En relación a las ovejas, genera limitaciones a la estación reproductiva, la dependencia de un CL activo (McCracken, Glew y Scaramuzzi, 1970), y la posibilidad de producir una interrupción de la gestación cuando se aplica en hembras con preñeces menores a 40 días (Fierro et al., 2017).

Una sola dosis de PG genera una respuesta estral en el 60 a 70% de las hembras tratadas (Acritopoulou, Haresign y Foster, 1977), dándose esto dentro de los 3 a 4 días posteriores de aplicada la inyección (Rubianes et al., 1999; Menchaca, Gil, Olivera y Rubianes, 2003). Dependiendo en qué momento de la onda folicular se administra la dosis de PGe el lapso para que la oveja demuestre estro. Si se hace cuando el folículo dominante se encuentra en fase de crecimiento se producirá la ovulación de esa onda en un breve período de tiempo. Sin embargo, si se administra cuando el folículo está en fase estática o en regresión, deberá surgir otra onda folicular, de este modo la aparición del estro será más tardía (Viñoles y Rubianes, 1998). Por esta razón, la aplicación de una sola dosis de PG se debe vincular a la IA con detección de estros, y no a la IATF (Fierro et al., 2013). Cuando se induce artificialmente la regresión del CL, ésta es más rápida (6 a 24h) que la natural, que se genera en unas 72h (Haresign y Acritopoulou-Fourcroy, 1978). Además, encontramos diferencias en el ciclo estral luego de una luteólisis inducida, tal como la descarga de LH (un segundo pico a las 7-10h post administración; Bindon, Blanc, Pelletier, Terqui, y Thimonier, 1979), los folículos tienen crecimiento más rápido, pero son de menor tamaño (Fierro et al., 2013). Por otra parte, cuanto mayor edad presente el CL, mayor será el tiempo en generar una respuesta post inyección, por lo tanto, el inicio del estro será más tardío (Houghton et al., 1995). A partir de lo antes mencionado y apoyados en que el CL es sensible a la PG desde los 3 días de edad (Rubianes et al., 2003), es esencial la agrupación de ovulaciones con al menos dos dosis de PG para tener una mayor respuesta. Dependiendo el intervalo de días que se aplique entre las mismas, los diferentes protocolos se denominan “cortos”, “medios” o “largos”.

2.4 Protocolos en base a Prostaglandina

2.4.1 Protocolo corto (6-8 días; Synchrovine®)

Cuando se administra una dosis de PG, se observa que las hembras que están en fase folicular o lútea temprana no generan respuesta al tratamiento, en consecuencia, Rubianes et al., (2003), crean un protocolo basado en la administración de dos dosis de PG separadas seis a ocho días, denominado Synchrovine®. A partir de la segunda dosis de PG, mayor cantidad de ovejas responderían a ésta, ovejas que ya respondieron a la primera PG, y que se encuentran en la primera onda de desarrollo folicular con CLs de tres a cinco días de edad (Fierro, 2010), y ovejas con ausencia de CL sensible al momento de la primera dosis, que ahora lo serían. La aplicación de este protocolo sincronizó al 78% de las ovejas entre las 24 y 48h, y generó las ovulaciones entre las 48 y 72h de administrada la segunda dosis de PG (Menchaca et al., 2004). Por otra parte, Rubianes et al., (2004), compararon dos protocolos, uno con dos dosis de PG con siete días de diferencia e IA luego de la detección del estro (a 12h de su manifestación, y otro con igual intervalo entre dosis y posterior IATF (a 42h pos segunda dosis de PG; Synchrovine®). No observaron diferencias a nivel de concepción (gestantes/inseminadas *100), prolificidad (embriones-fetos/oveja gestante), y fecundidad (embriones-fetos/total de ovejas *100) entre ellos, concluyendo que no amerita la detección de estros. Sin embargo, y a pesar de los buenos resultados de sincronización de estros y ovulación, la fertilidad y fecundidad del protocolo Synchrovine® sería significativamente menor respecto al protocolo convencional de P4 y eCG (Olivera-Muzante et al., 2011; Viñoles, Paganoni, Milton, Driancourt, y Martin, 2011), o respecto a un estro natural (Fierro, Olivera, Gil, y Viñoles, 2011). El motivo por el cual se encuentran resultados inferiores al utilizar el protocolo Synchrovine® se asociaría a la ocurrencia de niveles crecientes, pero aún bajos, de progesterona en el período de desarrollo del folículo ovulatorio (onda 1). A su vez, se observó un efecto negativo de este protocolo en la tasa de crecimiento y el tamaño folicular (Fierro et al., 2011), determinando una menor calidad embrionaria, y, en consecuencia, una menor fertilidad, tasa ovulatoria (TO) y prolificidad respecto a

ovejas en estro espontáneo (Fierro et al., 2011; Fierro, Viñoles, y Olivera-Muzante, 2016).

Se han planteado varias alternativas para mejorar los resultados obtenidos con este protocolo corto. Por ejemplo, modificar el momento de la IATF, los días entre dosis de PG y la concentración de la dosis aplicada (Olivera-Muzante et al., 2011a; Olivera-Muzante et al., 2011b), adicionar una dosis de GnRH 24 o 36h posterior a la segunda dosis de PG (Olivera-Muzante et al., 2011a y b), sumar alimentación focalizada (Fierro et al., 2013), o asociar una dosis de eCG al momento de la segunda PG (Vilariño, Cuadro, Dos Santos-Neto, García-Pintos, Menchaca, 2017), sin conseguir mejoras significativas en los resultados de fertilidad.

2.4.2 Protocolos medios (9-13 días)

Fierro et al., (2013), en su trabajo de revisión plantean la hipótesis de que al aumentar la separación de la dosis de PG se generaría un desarrollo folicular en un ambiente con niveles de progesterona plasmática superiores, con mejor calidad de los ovocitos producidos, por lo tanto, mejores resultados reproductivos.

Aplicando protocolos con dos dosis de PG separadas por 10 o 12 días se obtienen altos porcentajes de sincronización y concentración de estros, pero presentan la desventaja de tener un valor de fertilidad significativamente más bajo en comparación a protocolos más largos (Fierro et al., 2016) y/o a protocolos en base a P4 y eCG (Durán del Campo y Cash Stirling, 1982; Hackett, Langford y Robertson, 1981; Loubser y Van Niekerk, 1981) o servicios sobre estro natural (Boland, Gordon y Kelleher, 1978; Godfrey, Collins, Hensley y Wheaton, 1999). Además, Maddison et al., (2016) expone que el protocolo (medio-10d) genera una menor producción de mucus cervicovaginal respecto a los demás protocolos probados. En definitiva, los resultados de fertilidad observados son semejantes a los obtenidos con el protocolo corto Synchrovine® (Gordon, 1983; Menchaca y Rubianes, 2004; Olivera-Muzante, 2018; Fierro et al., 2011). Esto también podría tener explicación por las bajas concentraciones de progesterona encontradas (fases luteales aún cortas), debido a

que existe una asociación positiva entre las concentraciones de E2 y la duración de esta, lo cual generaría ovocitos de menor calidad (Fierro et al., 2016).

2.4.3 Protocolos largos (14-16 días)

Al aumentar aún más la cantidad de días de separación entre dosis de PG (14 a 16), se observan diferencias en la respuesta estral y en el desarrollo folicular de los ovarios, encontrando una mayor concentración de estradiol (Fierro et al., 2016). La frecuencia de pulsos de LH determina el crecimiento final del folículo, a su vez esta está regulada negativamente por la progesterona (Ginther, Kot y Wiltbank, 1995). En estos protocolos con separación mayor entre dosis se obtuvieron diferencias en las concentraciones de progesterona respecto a protocolos medios y cortos. Encontrándose mayores concentraciones de esta hormona desde el día 8 al día 13 del ciclo estral, en comparación con los protocolos medios y cortos (Olivera-Muzante, 2018). Debido a esto se observaron mayores resultados reproductivos (fertilidad, fecundidad) al servicio de IATF a las 56h pos última dosis de PG respecto a protocolos con intervalos menores de tiempo entre dosis, para fertilidad los protocolos de 14 y 16 días obtuvieron un 56,9 y 56% respectivamente, siendo mayores en comparación a grupos de 7, 10 y 12 días que obtuvieron 28,8%; 30,3% y 46% respectivamente. Con respecto a la fecundidad, los protocolos de 14 y 16 días obtuvieron un 79,1 y 73,4% respectivamente, los protocolos de 7,10 y 12 días obtuvieron 35,7%; 38,2% y 32,1% respectivamente (Fierro et al., 2016; 2017). Sin embargo, al compararlo con protocolos basados en P4 y eCG los resultados fueron similares (66,2% para fertilidad y 95,9% para fecundidad) (Olivera-Muzante, 2018).

En el trabajo realizado por Olivera-Muzante, Fierro, y Minteguiaga (2020) se utilizó un protocolo con dos dosis de PG separadas en 15 días. Los autores reportan que entre las 24 y 72h posteriores a la última dosis de PG más del 90% de las ovejas que respondieron entraron en estro. Estos resultados son prometedores, ya que son menos costosos (Olivera-Muzante, 2018) y logran resultados similares a los obtenidos con IATF a partir de protocolos en base a P4 y eCG (Fierro et al., 2017). Trabajos experimentales recientes han evidenciado además que los protocolos largos, no afectarían los resultados a nivel de TO y prolificidad respecto a los observados en ovejas en estro espontáneo (Olivera-Muzante et al., 2020). A pesar de ello, con estos protocolos se ha visto que al momento de la IATF a 56hpos segunda dosis de PG,

entre el 15 y el 20% de las ovejas están fuera del momento ideal de servicio (Olivera-Muzante et al., 2020), reduciendo la posibilidad de quedar preñadas a la IATF.

Con el objetivo de mejorar la fertilidad de los protocolos largos (dos PG separadas 15 días) un reciente trabajo con semen fresco e IATF vía cervical evaluó el impacto de utilizar otras horas de IATF y/o de aumentar el número de servicios que reciben las ovejas (Burutarán et al., 2024). Para ello se plantearon 4 grupos experimentales, uno con un solo servicio de IATF a las 56h (Control), otros dos con servicio a las 44 o 68h respectivamente, y por último uno con un doble servicio a las 44 y 68±1.5h (Hora 0= administración de segunda PG). La elección de las horas de servicio empleadas surgió de estudios de caracterización de este protocolo (respuesta, dispersión y hora de ovulación) comunicados en ese mismo trabajo. Sin embargo, ninguna de las opciones planteadas incrementó en forma significativa los resultados de fertilidad del grupo Control. El principal hallazgo reportado fue que la fertilidad cuando se usa este protocolo largo y semen fresco por la vía cervical se mantiene invariable realizando la IATF entre las 56 y 68 h. Sin embargo, entre un 15 a 20% de las ovejas presentaron estro antes que la segunda inyección de PG. Se discute en este que quizás para mejorar la fertilidad luego de la IATF con protocolos largos en base a PG es necesario lograr una mayor respuesta y sincronía.

2.4.4 Protocolo con tres dosis de PG

A partir de lo expuesto es que Curbelo y Rodríguez (2022) plantean un nuevo protocolo en base a PG que combina la concentración de estros y ovulaciones logradas al aplicar el protocolo Synchronvine® (dos dosis separadas 7 días), y el adecuado ambiente hormonal de progesterona para el folículo ovulatorio alcanzado por los protocolos largos. En la práctica esto se lograría mediante la aplicación de tres dosis de PG (protocolo "3PG"): las dos primeras separadas 7 días (pre sincronizando los estros), y una última dosis entre 14 y 16 días después (Días -22, -15, y 0 respectivamente). Estos autores obtuvieron sobre ovejas multíparas una tendencia a una mayor respuesta acumulada (87,9 vs 78,1%; $P < 0,06$) y sincronía de los estros entre las 24 y 60 h (78,5 vs 67,6%; $P = 0,07$; 3PG y 2PG respectivamente) luego de la última dosis de PG respecto al protocolo control (2 dosis de PG separadas 15 días). Observaron también una menor cantidad de ovejas manifestando estro previo a la

última dosis de PG (9,0 vs 20,0%; $P < 0,05$; 3PG y 2PG respectivamente). Esto conllevaría a que el nuevo protocolo evidencie un mayor número de ovejas en fase luteal -que responden a la última dosis de PG-, logrando así, una mayor proporción de estros posterior a esta, y que, con una adecuada sincronía y elección de la hora de IATF, se puedan obtener mejores resultados de fertilidad que con el protocolo largo en base a dos dosis de PG.

Respecto a los indicadores reproductivos Curbelo y Rodríguez (2022) no obtuvieron diferencias significativas realizando IA a estro detectado (y no IATF) en referencia a TO, prolificidad, o concepción entre los tratamientos 3PG y 2PG ($P > 0,05$). Según la aparición promedio de los estros ($53,0 \pm 10,2$ h) y el intervalo estro-ovulación ($28,5 \pm 3,0$ h) observado en estos experimentos (información no comunicada), se plantea como momento promedio de IATF para el protocolo en ovejas múltiparas 3PG (considerando el tiempo de transporte y capacitación espermática) las 68 h posteriores a la última dosis de PG.

Por otro lado, un punto relevante a evaluar es el aspecto óptico y las características físico químicas del mucus cervicovaginal debido a que se ha reportado que la aplicación de los diferentes métodos hormonales para el control del ciclo estral genera cambios en las características del mismo. Algunos autores reportan que cuando se trata de progestágenos vía vaginal y en especial cuando se utilizan esponjas, se genera un aumento de la alcalinidad generando una disminución en la viabilidad de los espermatozoides (Maddison et al., 2016; Manes, Ríos, Fiorentino, Ungerfeld, 2016). Por otra parte, a los protocolos en base a PG se les atribuye un efecto negativo en el mucus vaginal dificultando la motilidad espermática, y consecuentemente el transporte hacia el oviducto luego de la IA (Quinlivan y Robinson, 1969; Hawk y Conley, 1972). Debido a esto, y a que el protocolo basado en tres dosis de PG no está evaluado previamente, parece de consideración la evaluación de las características ópticas y físico químicas del mucus cérvico vaginal y su posible relación con la fertilidad observada al servicio de IATF.

3. HIPÓTESIS

El nuevo protocolo de IATF 3PG obtendrá mayores resultados reproductivos respecto al protocolo largo 2PG.

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

Conocer el desempeño reproductivo en ovejas multíparas con semen fresco de un nuevo protocolo de IATF vía cervical en base a tres dosis de PG (3PG) y servicio a las 68 h, y compararlo con un protocolo control de IATF en base a dos dosis de PG separadas 15 días (2PG) con servicio a las 56h.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el aspecto macroscópico y fisicoquímico del mucus de ovejas sincronizadas con estos protocolos y relacionarlo con la fertilidad obtenida.
2. Evaluar el no retorno al servicio al Día 23 (NR_D23), la fertilidad, prolificidad y fecundidad al Día 60 del servicio de IATF.
3. Evaluar resultados reproductivos obtenidos al finalizar el repaso con carneros a campo para ambos protocolos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Centro de Innovación y Capacitación Ovina “Mario Azzarini” del Secretariado Uruguayo de la Lana (CICOMA – SUL; latitud 31° 05 'S, longitud 57° 01 'O; Salto, Uruguay). Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité Honorario de Experimentación Animal de la Facultad de Veterinaria – Universidad de la República, Uruguay (CUEA -FVet- 1170 111900 1043/20 – aprobado el 15/6/2020). El cronograma de actividades se describe en la Figura 1.

5.1. Animales

De un total de 500 ovejas multíparas Merino Australiano, se seleccionaron 200 aptas para el servicio. Al inicio del experimento se determinó peso vivo (PV; Balanza Tru-test®; modelo ID 5000) y condición corporal (CC, escala 1 a 5, Russell et al., 1969). Para el servicio de IATF se utilizaron 9 carneros clínicamente aptos de raza Merino Australiano, adiestrados a la extracción de semen por la técnica de vagina artificial (Evans y Maxwell, 1987). El semen de los carneros se evaluó macroscópicamente según Evans y Maxwell(1987) registrándose motilidad masal, concentración y volumen.

5.2. Manejo Sanitario

Previo al experimento se realizó la revisión completa de la majada con el fin de monitorear presencia de enfermedades podales, llevando a cabo el manejo adecuado para estas patologías que consiste en el descarte de animales crónicos y el tratamiento de animales con lesiones incipientes. Además, fueron inmunizados todos los animales contra enfermedades clostridiales (Clostrisan9+T®; Laboratorio Virbac-Santa Elena, Montevideo, Uruguay), mediante inoculación por vía subcutánea a una dosis de 2 ml/animal, y dosificados mediante vía oral contra nematodos gastrointestinales a través del uso de drogas de eficacia conocida (Naphtalophos a una dosis de 50 mg/kg). Durante todo el ensayo se realizó un monitoreo constante de

aparición de enfermedades podales y/o parasitarias en materia fecal (contaje de huevos por gramo).

5.3. Manejo nutricional y evaluación del campo natural

Se trabajó siempre sobre parcelas de campo natural cerradas al pastoreo ovino con al menos dos meses de antelación, en suelos de Basalto superficial con una disponibilidad de materia seca (MS) de 1200Kg/MS/ha, una dotación de 4 ovejas/ha (0,6 UG/ha), y agua *ad libitum*. Se evaluaron las parcelas para determinar la cantidad y calidad del forraje disponible según el método del doble muestreo descrito por Haydock y Shaw (1975). Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA - La Estanzuela, de las cuales se obtuvo el siguiente resultado: 96,4% MS; 10,5% de proteína cruda (PC); 38,8% de fibra ácido detergente (FAD); 62,6% de fibra neutro detergente (FND); 1,3 Mcal/kg/MS de energía neta de lactación (ENL); 2,2Mcal/kg/MS de energía metabolizable (EM), y 9,9% base seca de contenido de cenizas. Ambos grupos se manejaron en el mismo potrero durante todo el experimento.

5.4. Protocolos de sincronización de estros

Cuatro días previo a comenzar el trabajo experimental (Día - 26) se conformaron dos grupos en función de edad, CC en base a escala de Jeffries (1961), PV, y antecedentes reproductivos del año previo. Las ovejas fueron asignadas a cada grupo al azar.

Grupo 2PG (n=99; CC= 3,2 ± 0,3; PV= 44,2±4,9)

Grupo 3PG (n= 101; CC= 3,2±0,3; PV= 43,3 ±4,0)

Todas las ovejas fueron sincronizadas mediante la administración por vía im de PG (160 µg de Delprostenate/dosis/oveja, con jeringa de insulina descartable; Glandinex®, laboratorio Universal Lab, Uruguay), según Figura 1. A las ovejas del grupo 2PG se le inyectaron dos dosis de PG separadas 15 días (Días -15 y 0 respectivamente), y a las ovejas del grupo 3PG se le inyectaron tres dosis con separación de siete días entre la primera y la segunda, y 15 días entre la segunda y

la última (Días -22, -15 y 0 respectivamente). Se definió para ambos grupos que el Día 0 u Hora 0 correspondería al momento en el cual se administró la última dosis de PG.

5.5 Esquema de diseño experimental

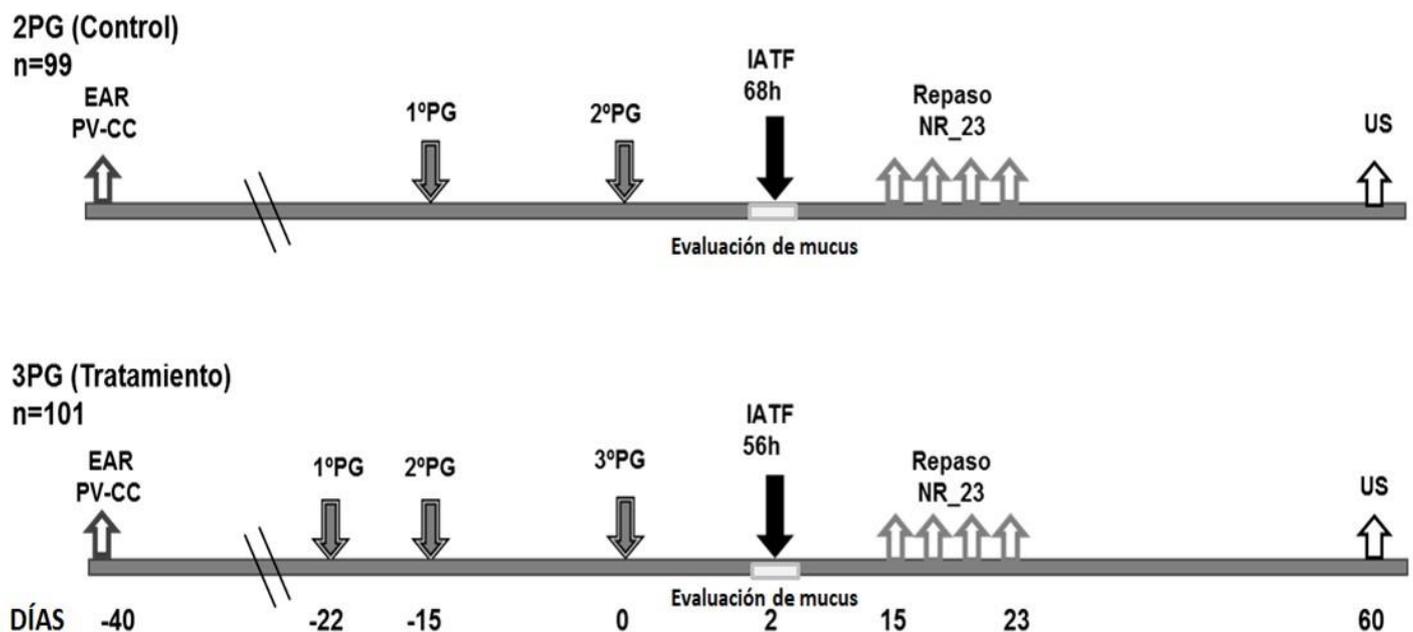


Figura 1. Representación de diseño experimental

EAR: Evaluación de aptitud reproductiva. PV: peso vivo; CC: condición corporal; PG: inyección de un análogo sintético de prostaglandina F2 α . IATF: Inseminación artificial a tiempo fijo (h); NR_23: tasa de no retorno al estro al Día 23 (Día 0= última dosis de PG). US: diagnóstico de gestación y carga fetal por ultrasonografía transabdominal.

5.6. IATF y determinaciones en mucus cervicovaginal

El servicio de IATF se realizó vía cervical con semen fresco hetero-espérmico (pool) a las 68h de la última dosis de PG en el grupo 3PG y a las 56h en el grupo 2PG, "sobre el tubo" según la técnica descrita por Durán del Campo (1980), por dos inseminadores. El pool de semen se formó mediante la obtención de dos eyaculados aptos por carnero (>80% de motilidad subjetiva progresiva) y un total de 9 carneros

(para minimizar el efecto “eyaculado” y “carnero”; Windsor, 1997), y fue diluido con leche descremada UHT (relación 1/1; 1500 millones de espermatozoides vivos/ml; fotómetro SpermaCue® Minitub, Alemania) + antibiótico (250 mg/L de leche UHT; Enrofloxacin 10%; laboratorio Bayer, Montevideo, Uruguay), mantenido a temperatura ambiente hasta su uso. La dosis inseminante fue de aproximadamente 150 millones/espermatozoides vivos/oveja. Se inseminaron las ovejas al azar entre grupos e inseminadores.

Al momento de la IATF se evaluó visualmente el aspecto del mucus cervicovaginal utilizando la escala de Restall (1961) de 6 grados, 1: claro y escaso, inicio del estro; 2: claro y abundante; 3: nuboso y abundante; 4: espeso y escaso; 5: cremoso; y grado 6: caseoso, final o fuera de estro. Para la evaluación de las características físicas del mucus se seleccionó una submuestra 10 y 12 ovejas (grupos 2PG y 3PG respectivamente). A estas se las separó del grupo antes de ser inseminadas, y se les realizó la extracción de una muestra de mucus cervicovaginal, con previa higienización de la zona vulvar, utilizando un vaginoscopio (VaginoscopioWalmur®, Montevideo, Uruguay), jeringas (20cc) y cánulas estériles individuales, y tubos Eppendorf cónicos de 1,5ml rotulados para cargar la muestra. Las muestras se refrigeraron para tomar mediciones de pH (HI 91163, Hanna Instruments®) y conductividad (EC60, Milwaukeeinstruments®; mS/cm).

5.7. NR_D23 y determinaciones ecográficas

Entre el Día 14 y 23 se llevó a cabo el servicio de repaso con carneros merino, utilizados a razón de 3 cada 100 ovejas, y pintados en la zona prepucial con tierra de color verde y grasa cada dos días. Una vez terminado el repaso se evaluó el PV y CC final de las ovejas, y se calculó el NR_D23 (ovejas que no retornan al estro al Día 23 -no marcadas- / total de ovejas inseminadas * 100). Al Día 60 se evaluaron los resultados reproductivos para IATF y repaso por ultrasonografía transabdominal (transductor convexo de 3,5 MHz; Aloka®, Tokyo, Japón). Se determinó fertilidad (ovejas gestantes / total ovejas inseminadas *100), prolificidad (fetos / oveja gestante), y fecundidad (fetos / total ovejas inseminadas * 100).

5.8. Análisis estadístico

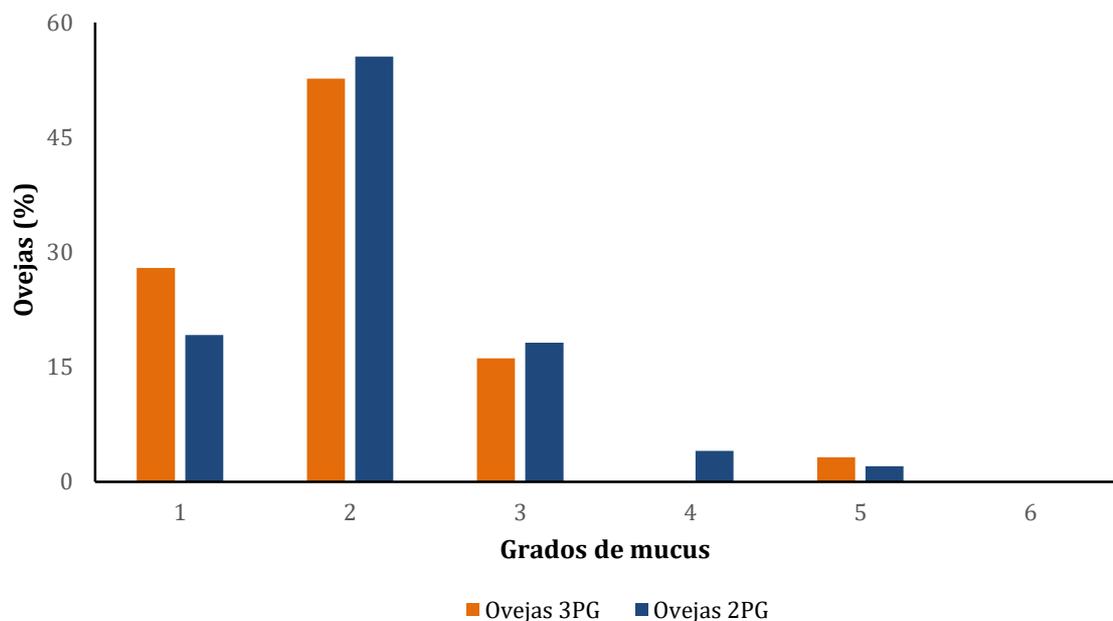
Las variables dependientes fueron el NR_D23, fertilidad y prolificidad con respuesta binaria (0 y 1 para NR_D23 y fertilidad, 1 -simple- y 2 -múltiple- para prolificidad), y fecundidad y aspecto del mucus cervicovaginal con respuesta múltiple (0, 1 o 2 para fecundidad; 1 al 6 para grados del mucus cervicovaginal). Todas estas variables fueron consideradas como categóricas y analizadas por regresión logística utilizando el procedimiento CATMOD de SAS (SAS9.2V; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Los datos de pH y conductividad del mucus cervicovaginal fueron consideradas como variables continuas y analizados mediante un ANOVA. Los datos de PV y CC son presentados como medias \pm DE; el grado de mucus y prolificidad como medias \pm DE y porcentaje al graficar la distribución de los scores encontrados. El NR_D23, la fertilidad y fecundidad se presentan como porcentajes. Se consideran diferencias significativas si $P < 0,05$ y tendencia estadística si P está entre 0,056 y 0,075.

6. RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas en la evolución del PV y CC de las ovejas a lo largo del experimento ($39,7 \pm 4,1$, vs. $44,2 \pm 4,9$; $3,2 \pm 0,3$ vs. $3,2 \pm 0,3$), Día -40 y 60 respectivamente), permaneciendo similar dentro y entre grupos ($P > 0,05$). En la Figura 2 se muestra el porcentaje de ovejas que se registraron en cada grado de mucus para el total de ovejas de cada protocolo al momento de la IATF. Se observa una mayor concentración de ovejas en los grados 1, 2 y 3, siendo el grado 2 el que acumula un mayor porcentaje de ovejas, sin diferencias significativas entre protocolos ($2,17 \pm 0,09$ vs. $2,14 \pm 0,10$; grupos 2PG y 3PG respectivamente; $P > 0,05$). No se observaron tampoco diferencias significativas en el pH ($6,99 \pm 0,59$ vs. $6,96 \pm 0,57$) y la conductividad ($9,53 \pm 3,94$ vs. $9,70 \pm 3,81$ mS/cm) entre protocolos (2PG y 3PG respectivamente; $P > 0,05$).

Figura 2: Distribución (%) según aspecto del mucus cervicovaginal al servicio de IATF en ovejas merino sincronizadas con tres (Ovejas 3PG) o dos dosis de un análogo sintético de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Ovejas 2PG).

En la **tabla 1** se muestran los resultados reproductivos del servicio de IATF. Se



observa que el protocolo 3PG tuvo un mayor NR_{D23} y fertilidad que el 2PG ($P < 0,05$). No se encontraron diferencias en la prolificidad, y aunque la fecundidad fue similar en ambos grupos, se observó una tendencia estadística a una menor

fecundidad en el protocolo 2PG (P=0,07). No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la prolificidad (P> 0,05, ver Tabla 1).

Tabla 1. Resultados reproductivos al servicio de IATF de ovejas merino sincronizadas con dos (protocolo 2PG) o tres dosis de PG (protocolo 3PG).

Protocolo (n)	NR_D23 (%)	Fertilidad (%)	Prolificidad	Fecundidad (%)
2PG (99)	72,7 ^b	64,6 ^b	1,30±0,06 ^a	83,8 ^{b*}
3PG (101)	85,1 ^a	77,2 ^a	1,19±0,04 ^a	92,1 ^{b*}

2PG: administración de dos dosis de un análogo sintético de Prostaglandina F2α (PG; Días -15 y 0) e IATF a 56 h de última dosis. 3PG: administración de tres dosis de un análogo sintético de Prostaglandina F2α (Días -22, -15 and 0) e IATF a 68 h de última dosis. Día 0= última dosis de PG. NR_D23: No retorno al estro al Día 23 (ovejas no retornadas al estro al Día 23 -no marcadas- / total de ovejas inseminadas*100); Fertilidad (ovejas gestantes / total ovejas inseminadas*100); Prolificidad (fetos / oveja gestante). Fecundidad (fetos / total ovejas inseminadas*100) evaluadas al Día 60 por ultrasonografía transabdominal. Letras diferentes en la misma columna: P< 0,05; ^{b*} vs ^{b*} en la misma columna: P= 0,07.

En la **tabla 2** se muestran los resultados reproductivos agrupados de los servicios de IATF y repaso con carneros. No se encontraron diferencias significativas entre protocolos para ninguna de los indicadores analizados (P<0,05).

Tabla 2. Resultados reproductivos luego de dos servicios (IATF y repaso con carneros) en ovejas merino sincronizadas con dos (protocolo 2PG) o tres dosis de PG (protocolo 3PG).

Protocolo (n)	Fertilidad (%)	Prolificidad	Fecundidad (%)
2PG (99)	95,0 ^a	1,27 ^a	122,2 ^a
3PG (101)	98,0 ^a	1,17 ^a	113,9 ^a

Protocolo 2PG: administración de dos dosis de un análogo sintético de PGF2α (PG; Días -15 y 0) e IATF a 56h de la última dosis. Protocolo 3PG: administración de tres dosis de un análogo sintético de PGF2α (Días -22, -15 y 0) e IATF a 68h de última dosis. Día 0= última dosis de PG. Fertilidad (ovejas gestantes / total ovejas inseminadas * 100), Prolificidad (fetos / oveja gestante), Fecundidad (fetos / total ovejas inseminadas * 100) evaluadas al Día 60. Letras diferentes en la misma columna: P< 0,05),

7. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se acepta en forma parcial la hipótesis planteada. Se observaron diferencias a la IATF a favor del protocolo 3PG para el NR_D23 y fertilidad de las ovejas. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los protocolos en cuanto a la prolificidad y fecundidad final alcanzada.

Por un lado, las diferencias encontradas entre grupos para el NR_D23 y fertilidad al Día 60 podrían ser explicadas, en parte, por la mayor respuesta y sincronización de estros pos ultima dosis de PG observada con el protocolo 3PG (Curbelo y Rodríguez, 2022), y por una buena estimación de la hora de IATF definida. Esto se podría deber a la “pre-sincronización” de estros generada por la aplicación de una dosis de PG siete días previos de iniciar el protocolo largo, lo cual generaría un mayor número de ovejas con CL sensible a la última dosis, y por ende la respuesta inicialmente mencionada. La falta de diferencias entre estos protocolos en base a PG en el NR_D23 y fertilidad en el trabajo de Curbelo y Rodríguez (2022), se deben seguramente, a que el servicio fue realizado a estro visto y no por IATF. El trabajo de Burutarán et al. (2024) evidencia claramente que, los protocolos largos en base a dos dosis de PG no mejorarían sus resultados con cambios en la hora y/o número de servicios de IATF realizados. Como explican estos autores, la sobrevida del semen fresco oculta el posible impacto de estos factores ensayados. Por otro lado, la caracterización óptico-física del mucus cérvico vaginal realizada al momento de la IATF (aspecto, pH, y/o conductividad) no evidenció diferencias que ayudaran a explicar los mejores resultados de fertilidad a favor del protocolo 3PG. Si bien nuestro diseño no permite afirmar ello, quizás el ambiente hormonal previo y posterior a la última dosis de PG es diferente entre los protocolos comparados, y esto ayude a explicar también las diferencias de fertilidad alcanzadas.

En cuanto a la prolificidad, no se encontraron diferencias significativas entre los protocolos. No se esperaba tampoco que las hubiera, y aunque se asume que algunas de las ovejas que se inseminan a tiempo fijo en los protocolos largos en base a dos dosis de PG están en realidad en estro espontáneo, y no inducido por la ultima dosis de PG, se ha demostrado que este estro no altera la TO y/o la prolificidad de las

ovejas, pero si la fertilidad de sus estros (Errandonea et al., 2018; Olivera-Muzante et al., 2020). La fecundidad final del protocolo 3PG no alcanzo el nivel de significación establecido, pero tuvo una tendencia ($P= 0,07$) a ser mayor que el 2PG, reafirmando un mejor comportamiento global (número de fetos finales) cuando se utiliza este protocolo.

Por último, no se observaron diferencias reproductivas entre los protocolos en base a PG comparados cuando se considera el repaso con carneros. La capacidad fecundante de los carneros, a pesar del corto repaso realizado (una semana), permitió equiparar los resultados reproductivos finales entre ellos. De todas formas, el poder tener mejores niveles de fertilidad a la IATF permitiría aprovechar mejor el uso de un carnero en sociedad o rentado a esos efectos, que quizás luego no esté en el establecimiento para el repaso a campo. Esto valoriza aún más el resultado alcanzado en este experimento con el protocolo 3PG. Consideraciones de manejo (un encierro y una dosis más de PG, mayor intervalo de tiempo desde la primera dosis de PG al momento de realizar la IATF (24 vs 17 días), deberán ser tenidas en cuenta a la hora de elegir por su uso. Resta comprobar aún si el protocolo de IATF 3PG equipara los resultados de fertilidad alcanzados con la IA a estro visto de ovejas en estro espontaneo pre-sincronizado. De ser así, y dependiendo de la escala de ovejas a sincronizar, seguramente la IATF vía cervical con semen fresco comenzará a tener un uso más masivo en algunos sistemas de producción, en consonancia con los requerimientos de una producción más "limpia, verde y ética" que los mercados nos piden (Martin y Kadokawa, 2006).

8. CONCLUSIONES

El protocolo 3PG mejora los resultados reproductivos a la IATF en comparación con el protocolo 2PG.

1. Las características óptico-físicas del mucus cervicovaginal no explicaron las diferencias de fertilidad observadas a la IATF entre estos protocolos.
2. Los resultados reproductivos se tienden a igualar al considerar el servicio de repaso.

9. Referencias Bibliográficas

- Abecia J.A., Forcada F., González-Bulnes A. (2011) Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Vet Clin North Amer: Food Anim Pract* 27(1):67-79.
- Abecia, J., Forcada, F., y González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130, 173-179.
- Abecia, A., y Forcada, F. (2010). *Manejo Reproductivo en Ganado Ovino*. Zaragoza: Servet.
- Acritopoulou, S., Haresign, W., y Foster, J. (1977). Plasma progesterone and LH concentrations in ewes after injection of an analogue of prostaglandin F-2 α . *Journal of Reproduction and Fertility*, 49, 337-340.
- Baird, D.T., y Scaramuzzi, R.J. (1975). Prostaglandin F2 α and luteal regression in the ewe: comparison with 16 aryloxy prostaglandin (I.C.I. 80, 996). *Annales de Biologieanimale, Biochimie, Biophysique*, 15, 161-174.
- Bartlewsky, P., Beard, A., Cook, S., Chandolia, R., Honaramooz, A., y Rawlings, N. (1999). Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrus cycle in breeds of sheep differing in prolificacy. *Journal of Reproduction and Fertility*, 115,111-124.
- Bentancour, E., y González, V. (2015). *Comparación reproductiva de diferentes protocolos de IATF vía cervical en ovinos en base a prostaglandinas eCG* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.
- Binder, D., Bowler, J., Brown, E., Crossley, N., Hutton, J., y Senior, M. (1974). 16- aryloxy prostaglandins: a new class of potent luteolytic agent. *Prostaglandins*, 6, 87-90.
- Bindon, B.M., Blanc, M.R., Pelletier, J., Terqui, M., y Thimonier, J. (1979). Preovulatory gonadotropin and ovarian steroid patterns in sheep of breeds with differing fecundity. *Journal of Reproduction and Fertility*, 55,15-25.

- Boland, M., Gordon, I., y Kelleher, D. (1978). The effect of treatment by prostaglandin analogue (ICI-80996) or progestagen (SC-9880) on ovulation and fertilization in cyclic ewes. *Journal of Agricultural Sciences*, 91, 727-730.
- Bonnevaux, J. J. (1983). Prostaglandinas y Análogos Sintéticos - Generalidades y Relación con el Sistema Reproductor. *Veterinaria (Montevideo)*, 19(84), 40-43.
- Burutarán, M., Fierro, S., Negrín, F., Minteguiaga, M., Gil, J., Olivera-Muzante, J. (2024). Estrous, ovulation and reproductive responses of ewes synchronized with a long interval prostaglandin-based protocol for timed AI. *Theriogenology*, 214, 187-191.
- Castro, T., Menchaca, A., y Rubianes, E. (2007). Fisiología reproductiva y control del desarrollo folicular en ovejas y cabras. En *Curso de posgrado de Reproducción en Rumiantes: Fisiología y manejo reproductivo en pequeños rumiantes* (pp. 8-19). Montevideo: Instituto de Reproducción Animal del Uruguay.
- Cognie, Y., Mariana, J.C., y Thimonier, J. (1970). Etude du moment d'ovulation chez la brebis normale ou traitée par un progestagène associé ou non à une injection de PMSG. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*, 10, 15-24.
- Colas, G., Brice, G., y Guérin, Y. (1974). Acquisitions récentes en matière d'insemination artificielle ovine. *Bulletin Technique d'Information Ministre de l'Agriculture*, 294, 795-800.
- Colas, G., Thimonier, J., Courrot, M., y Ortatavant, R. (1973). Fertilité, prolifilité et fecondité pendant la saison sexuelle des brebis inseminées artificiellement après traitement a l'acetate de fluorogestone. *Annales de Zootechnie*, 22, 441-451.
- Contreras-Solis I., Vásquez B., Díaz T., Letelier C., López Sebastián A., González-Bulnes A. (2009) Efficiency of estorus synchronization in tropical sheep by combining short interval Clorprostenol based protocols and "male effect". *Theriogenology* 71:1018-1025
- Curbelo, L., y Rodríguez, A. (2022). *Sincronización de estros con un análogo sintético de prostaglandina F2α en ovejas merino australiano: comparación de respuesta estral y reproductiva de*

- protocolos con dos o tres dosis* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.
- Davis, A., Fleet, I., Harrison, F., y Walker, F. (1980). Pulmonary metabolism of prostaglandin F_{2a} in the conscious non pregnant ewe and sow. *The Journal of Physiology*, 301, 86.
- Durán del Campo, A. (1980). *Anatomía, fisiología de la reproducción e inseminación artificial en ovinos*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Durán del Campo, A. (1993). Inseminación artificial. En *Manual práctico de reproducción e inseminación artificial en ovinos* (pp.43-45). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Durán del Campo, A. (1996). *Manual práctico de reproducción e inseminación artificial en ovinos*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Durán del Campo, A., y Cash Stirling, R. (1982). Sincronización de estros en ovinos mediante el uso de prostaglandina. En *Resúmenes del Congreso Nacional de Veterinaria* (Vol. III, pp. 345-353). Montevideo: Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay.
- Eggleston, D., Wilken, C., Van Kirk, E., Slaughter, R., Ji, T., y Murdoch, W. (1990). Progesterone induces expression of endometrial messenger RNA encoding for cyclooxygenase (sheep). *Prostaglandins*, 39, 675-683.
- Evans, G., y Maxwell, W.M.C. (1987). *Salamon's artificial insemination of sheep and goats*. Sydney. Butterworth Press.
- Fernández Abella, D., y Villegas, N. (2015). Inseminación Artificial en ovinos. En *Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas* (pp. 127-151). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Fierro, S. (2010). *Pérdidas reproductivas en ovejas sincronizadas con prostaglandina* (Tesis de maestría). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- 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, J., Gil, J., y Viñoles, C. (2011). Effects of prostaglandin administration on ovarian follicular dynamics,

- conception, prolificacy, and fecundity in sheep. *Theriogenology*, 76, 630-639.
- Fierro, S., Viñoles, C., y Olivera-Muzante, J. (2016). Concentrations of steroid hormones, estrous, ovarian, and reproductive responses in sheep estrous synchronized with different prostaglandin-based protocols. *Animal Reproduction Science*, 167, 74-82.
- Fierro, S., Viñoles, C., y Olivera-Muzante, J. (2017). Long term prostaglandin-based protocols improve the reproductive performance after timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*, 90, 109-113.
- 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.
- García, J.C. (2012). Características y perspectivas del rubro ovino. *Boletín INIA (Chile)*, 244, 15-38. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7512/NR38507.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Gibbons, A., Casas, N., y Cueto, M. (2010). Fertilidad en ovinos inseminados a tiempo fijo después de la sincronización de la ovulación con diferentes dosis de cloprostenol. *Revista Argentina de Producción Animal*, 30(1), RF/SP 16.
- Ginther, O., Kot, K., y Wiltbank, M. (1995). Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. *Theriogenology*, 43, 689-703.
- Godfrey, R., Collins, J., Hensley, E., y Wheaton, J. (1999). Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep in the tropics. *Theriogenology*, 51, 985- 997.
- González–Bulnes A., Contreras-Solis I. (2012) Estrategias sostenibles para el manejo reproductivo de la oveja. Reunión Bianual sobre Reproducción Animal 2012. Del 4 al 5 de Octubre. Temascaltepec de González, México pp 108-121.
- Gonzalez-Bulnes, A., Menchaca, A., Martin, G.B., y Martinez-Ros, P. (2020). Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep oestrous cycle: where we are and

- where we should go. *Reproduction, Fertility and Development*, 32, 441-452.
- Gordon I. (1999) Fixed-time sheep artificial insemination. En: Gordon I. "Controlled Reproduction in sheeps and goats". Wallingford, CAB, p 86-109.
- Hackett, A.J., Langford, G.A., y Robertson, H.A. (1981). Fertility of ewes after synchronisation of oestrus with a prostaglandin F₂ α and artificial insemination. *Theriogenology*, 15, 599-603.
- Hansel, W., y Convey, E.M. (1983). Physiology of the estrous cycle. *Journal Animal Science*, 57, 404-424
- Haresign, W., y Acritopoulou-Fourcroy, S. (1978). Controlled breeding in sheep using the prostaglandin analogue, ICI 80996. *Livestock Production Science*, 5, 313-319.
- Hawk, H.W., y Conley H.H. (1972). Investigation of Sperm Transport Failures in Ewes Administered Synthetic Progestagen. *Journal of Animal Science*, 34, 609-613.
- Hixon, J., y Flint, A. (1987). Effects of a luteolytic dose of estradiol benzoate on uterine oxytocin receptor concentrations, phosphoinositide turnover and prostaglandin F-2 α secretion in sheep. *Journal Reproduction Fertility*, 79, 457-467.
- Hooper, S., Watkins, W., y Thorburn, G. (1986). Oxytocin, oxytocin associated neurophysin, and prostaglandin F₂ α concentrations in the utero-ovarian vein of pregnant and non-pregnant sheep. *Endocrinology*, 119, 2590-2597.
- Houghton, J., Liberati, N., Schrick, F., Townsend, E., Dailey, R., y Inskeep, E. (1995). Day of estrous cycle affects follicular dynamics after induced luteolysis in ewes. *Journal Animal Science*, 73, 2094-2101.
- Light, J., Silvia, W., y Reid, R. (1994). Luteolytic effect of prostaglandin F₂ alpha and two metabolites in ewes. *Journal Animal Science*, 72, 2718-2721.
- Loubser, P., y Van Niekerk, C. (1981). Oestrus synchronization in sheep with progesterone-impregnated (MAP) intravaginal sponges and a prostaglandin analogue. *Theriogenology*, 15(6), 547-552.

- Maddison, J.W., Rickard, J., Mooney, E., Bernecic, N.C., Soleilhavoup, C., Tsikis, G., ... de Graaf SP. (2016). Oestrussynchronisation and superovulation alter the production and biochemical constituents of ovine cervicovaginal mucus. *Animal Reproduction Science*, 172,114-122.
- Manes, J., Ríos, G., Fiorentino, M.A., y Ungerfeld, R. (2016). Vaginal mucus from ewes treated with progestogen sponges affects quality of ram spermatozoa. *Theriogenology*, 85, 856-861.
- Martin, G.B., Milton, J., Davidson, R., Banchemo-Hunzicker, G., Lindsay, D., y Blache, D. (2004). Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 82, 231-246.
- 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 (1),145-152.
- McCracken, J.A., 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.
- Mejía O., María P. (2010) Características reproductivas de los ovinos. Curso teórico-práctico técnicas de reproducción asistida en ovinos. Guamo, Tolima. Asociación de Ovinocultura p 66-72.
- Menchaca, A., Gil, J., Olivera, J., y Rubianes, E. (2003). Effect of body condition score at time of service on fertility and fecundity in artificially inseminated ewes. En H.Tríbulo y G. Bo (Eds), *Proceedings of the International Symposium on Animal Reproduction* (Vol. V, p. 404). Córdoba: ISABR.
- Menchaca, A., Miller, V., Gil, J., Pinczak, A., Laca, M., y Rubianes, E. (2004). Prostaglandin F_{2α} treatments associated with Timed Artificial Insemination in ewes. *Reproduction Domestic Animal*, 39, 352-355.
- Menchaca, A., y Rubianes, E. (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*, 16(4), 403-413.

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (1990). *Censo General Agropecuario 1990*. Recuperado de [http://dlcapacitacion.snia.gub.uy/SOURCES/MGAP/DIEA/Censo_1990/por_Departamento/CGA19/q73/\[deptocod+Especie\]data.html](http://dlcapacitacion.snia.gub.uy/SOURCES/MGAP/DIEA/Censo_1990/por_Departamento/CGA19/q73/[deptocod+Especie]data.html)

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2011). *Censo General Agropecuario 2011*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/censo-general-agropecuario-2011>.

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2014). *Censo General Agropecuario 2014*. Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Documentos%20compartidos/Anuario2014/Diea-Anuario%202014-Digital01.pdf>

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2016). *Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/resultados-encuesta-ganadera-nacional-2016>

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2017). *Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2017*. Recuperado de <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/mgap-datos-actualizados-de-la-declaracion-jurada-de-existencias-dicose-snig-2017>

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. (2023). *Datos Preliminares basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2023*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-preliminares-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig>

Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ramos, Z., Ferreira, G., Pérez, J., Fros, A., Donagaray, F., Fros, A., Tafernaberry, J. C. “CRILU: “10 años creando y entretejiendo futuro”. *Revista INIA - Nº 6*. 12-16.

Núñez, J. A. (1976). Uso de la Prostaglandina F2 Alfa por vía endovenosa en la interrupción del embarazo. *Revista Médica Hondureña*, 43, 35-40.

Olivera, J., y Gil, J. (2005). Estudio de diferentes alternativas para la

sincronización de celos en ovinos: descripción y valorización económica. Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XXXIII, pp 195-196). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.

Olivera-Muzante J. (2018). *Inseminación artificial cervical a tiempo fijo en ovinos empleando análogos de prostaglandina*. Montevideo: INIA

Olivera-Muzante, J., Fierro, S., López, V., y Gil, J. (2011). Comparison of prostaglandin- and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*, 75, 1232-1238.

Olivera-Muzante, J., Fierro, S., y Minteguiaga, M.A. (2020). Long-term prostaglandin-based treatment regimens do not affect ovulation rates or prolificacy in multiparous ewes after fixed-time cervical AI. *Animal Reproduction Science*, 218, 106482.

Olivera-Muzante, J., Gil, J., Fierro, S., Menchaca, A., y Rubianes, E. (2011). Alternatives to improve a prostaglandin-based protocol for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*, 76, 1501-1507.

Piper, P., Vane, J., y Wyllie, J. (1970). Inactivation of prostaglandins by the lungs. *Nature*, 225, 600-604.

Powell, M., Kaps, M., Lamberson, W., y Keisler, D. (1996). Use of melengestrol acetate-based treatments to induce and synchronize estrus in seasonally anestrous ewes. *Journal Animal Science*, 74, 2292-2302.

Quinlivan, T.D., y Robinson, T.J. (1969). Numbers of spermatozoas in the genital tract alter artificial insemination of progestogen treated ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*, 19 (1), 73-86.

Rocanova, M. (2022). *Sostenibilidad: El rubro ovino en Uruguay: tradición, innovación y oportunidades*. SUL. Recuperado de https://www.sul.org.uy/descargas/lib/Sostenibilidad_Cadena_ovina_y_ODS_Abril_2022.pdf

Roy, F., Combes, B., Vaiman, D., Crihiu, E.P., Pobel, T., Deletang, F., y Maurel, M.C. (1999). Humoral immune response to equine chorionic gonadotropin in ewes: association with major histocompatibility complex and interference with subsequent

- fertility. *Biology Reproduction*, 61, 209-218.
- Rubianes, E., Menchaca, A., Gil, J., y Olivera-Muzante, J. (2004). Reproductive performance of a new Timed Artificial Insemination protocol (Synchrovine®) in sheep. *Reproduction Fertility and Development*, 16(4), 508.
- Rubianes, E., Menchaca, A., y Carbajal, B. (2003). Response of the 1 to 5-day aged ovine corpus luteum to Prostaglandin F2a. *Animal Reproduction Science*, 78, 47-55.
- Rubianes, E., Ungerfeld, R., y De Castro, T. (1999). Inducción y sincronización de celo en ovejas y cabras. En *Simposio de Reproducción Animal* (Vol. III, pp. 109-131). Córdoba: IRAC.
- Secretariado Uruguayo de la Lana (s.f.) *Corderos y producción ovina en Uruguay*. Recuperado de <https://www.sul.org.uy/noticias/416>.
- Ungerfeld, R. (2002). Control endocrino del ciclo estral. En *Reproducción en los animales domésticos* (Vol. 1, pp. 41-55). Montevideo: Melibea.
- Ungerfeld, R. (2020). Fisiología del ciclo estral y la ovulación. En *Reproducción en los animales domésticos* (pp. 21-25). Zaragoza: Edra.
- Vilariño, M., Cuadro, F., Dos Santos-Neto, P.C., García-Pintos, C., y Menchaca, A. (2017). Time of ovulation and pregnancy outcomes obtained with the prostaglandin-based protocol Synchrovine® for FTAI in sheep. *Theriogenology*, 90, 163-168.
- Viñoles, C., Forsberg, M., Banchemo, G., y Rubianes, E. (2001). Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*, 55(4), 993-1004.
- Viñoles, C., Paganoni, B., Milton, J.T.B., Driancourt, M.A., y Martin, G.B. (2011). Pregnancy rate and prolificacy after artificial insemination in ewes following synchronization with prostaglandin, sponges or sponges with bactericide. *Animal Production Science*, 51, 565-569.
- Viñoles, C., Quadrelli, R., Marinho, P., Bareille, S., y Driancourt, M.

(2006). El agregado de antibióticos disminuye la cantidad de mucus y el olor de las esponjas al finalizar el tratamiento. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya Buiatría* (Vol. XXXIV, pp. 211-212). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú. Recuperado de https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/298/JB2006_211-212.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vilariño, M., Rubianes, E., van Lier, E., y Menchaca, A. (2010). Serum progesterone concentrations, follicular development and time of ovulation using a new progesterone releasing device (DICO®) in sheep. *Small Ruminant Research*, 91, 219-224.

Viñoles, C., y Rubianes, E. (1998). Origin of the preovulatory follicle after induced luteolysis during the early luteal face in ewes. *Canadian Journal Animal Science*, 78, 429-431.

Wheaton, J., Carlson, K., Windels, H., y Johnston, L. (1993). CIDR: a new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science*, 33, 127-141.