

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRAL, FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD
DE UN PROTOCOLO DE PRE-SINCRONIZACIÓN DE CELO CON DOS DOSIS
DE ANÁLOGO DE PROSTAGLANDINA F2 α EN DIFERENTES RAZAS
OVINAS

por

Candelaria CORTIZAS RAMOS

María Eugenia GORTARI VOSS

Trabajo final de grado presentado como
uno de los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2022

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director: -----

Dr. Mauro Minteguiaga

Dr. Jorge Gil

Ing. Agr. Ana Laura Sánchez

Ing. Agr. Washington Bell

Fecha: 13 de diciembre de 2022.

Autor: -----

María Eugenia Gortari Voss

Candelaria Cortizas Ramos

AGRADECIMIENTOS

A Facultad por todos estos años y las amistades que nos dio.

A nuestros tutores Mauro Minteguiaga y Washington Bell por habernos guiado en el proceso y por la paciencia.

A nuestras familias que han sido el pilar y la contención fundamental a lo largo de todos estos años de estudio, por siempre apoyarnos y no dejarnos bajar los brazos.

A nuestros amigos, lo mejor que nos dio la Facultad, y a los de siempre. Gracias por todos los momentos de alegría compartidos y por hacer de ésta una etapa inolvidable.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA	3
2.1.1 Estación de cría	3
2.1.2 Ciclo estral	3
2.2 SINCRONIZACIÓN DE CELO	8
2.3 SINCRONIZACIÓN DE CELOS CON PG	9
2.4 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	12
2.5 DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN DIFERENTES RAZAS OVINAS.....	13
2.5.1 Corriedale.....	14
2.5.2 Corriedale Pro	15
2.5.3 Merino Dohne	15
2.5.4 Highlander ®	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 ANIMALES, MANEJO SANITARIO Y NUTRICIONAL	17
3.2 SINCRONIZACIÓN Y DETECCIÓN DE CELOS	17
3.3 ANALISIS ESTADISTICO	19
3.3.1 Peso y condición corporal.....	19
3.3.2 Acumulación de celo	20
3.3.3 Fertilidad	21
3.3.4 Prolificidad.....	21
4.3.5 Fecundidad total.....	22
4. RESULTADOS	23
4.1 PV y CC.....	23

4.2 PRE-SINCRONIZACIÓN DE CELO.....	23
4.3 DISPERSIÓN DE CELO Y RESPUESTA AL PROTOCOLO	25
4.4 FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DEL PRIMER SERVICIO.....	27
4.5 FERTILIDAD, PROLIFICIDAD Y FECUNDIDAD DE LOS DOS SERVICIOS	28
5. DISCUSIÓN	30
6. CONCLUSIONES	33
7. RESUMEN	34
8. SUMMARY	35
9. BIBLIOGRAFÍA	36

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1- Peso vivo y Condición corporal de ovejas razas Corriedale, Corriedale Pro, Highlander y Merino Dohne (medias± EE).	23
Tabla 2 – Porcentaje de ovejas que presentaron celo entre los 16 y 23 días posteriores a la segunda dosis de PG en un protocolo de dos dosis separadas siete días.	24
Tabla 3- Frecuencia absoluta, relativa y relativa acumulada de aparición de celo entre los 16 y 23 días posteriores a la segunda dosis de PG, en ovejas C, CP, MD y H sincronizadas con dos dosis de PG separadas en siete días.	26
Tabla 4- Fertilidad y Prolificidad del primer servicio a la ecografía (día 85) de ovejas razas C, CP, H y MD, pre-sincronizadas con un protocolo de dos dosis de análogo sintético de PG separadas 7 días.	28
Tabla 5- Fertilidad, prolificidad y fecundidad del primer y segundo servicio, a la ecografía (día 85) de ovejas raza C, CP, H y MD, pre-sincronizadas con un protocolo de dos dosis de PG separadas 7 días.	28

FIGURAS

Figura 1- Representación esquemática del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal.....	4
Figura 2- Representación esquemática del crecimiento folicular.....	7
Figura 3- Representación esquemática del cronograma experimental del estudio de dispersión de celo, fertilidad y prolificidad de una majada de razas Corriedale, Corriedale PRO, Merino Dohne y Highlander con un protocolo de pre-sincronización de celo con dos dosis de PG separadas en 7 días.	19
Figura 4- Dispersión de celos por raza con el uso de dos dosis de PG separadas siete días (días 0 y 7) entre sí, expresado como porcentaje diario de ovejas que manifiestan estro 16 días posteriores a la segunda dosis de PG.	25
Figura 5- Representación gráfica del comportamiento de dispersión de celos acumulados de las razas Corriedale, Corriedale Pro, Highlander y Merino Dohne con el uso de un protocolo de dos dosis de un análogo sintético de prostaglandina F2 α ; expresado como porcentaje diario de manifestación del celo 16 días posteriores a la segunda dosis de PG.	27

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina es una de las actividades agropecuarias que ha revestido mayor importancia en el sector agropecuario uruguayo durante el siglo XX. Si bien la importancia de esta ha disminuido en los últimos 30 años, aún es una de las cadenas agroindustriales que más fuentes laborales emplea, con más de 40.000 fuentes de trabajo directas e indirectas (SUL, 2009). A comienzos de 1990 las existencias ovinas eran de 25,2 y el promedio de la década rondaba los 19,6 millones. Posteriormente se produjo una rápida caída de las existencias debido principalmente a factores externos, como el precio de la lana. En los últimos años las existencias se han estabilizado, con 6,3 millones de cabezas declaradas en el ejercicio 2020-2021, de las cuales 3,0 millones aproximadamente son ovejas de cría (MGAP. SNIG, 2021). Actualmente la mayor población de ovinos se encuentra en los establecimientos más grandes (más de 1000 UG) ubicados en el norte y noroeste del país (MGAP. OPYPA, 2018), siendo estos suelos poco fértiles o marginales (basalto y cristalino). Acompasado con la caída de las existencias antes mencionada, también se dio un cambio en la distribución de razas. Si bien Corriedale sigue apareciendo como raza predominante ha disminuido su participación en el total de existencias (de un 60 a un 42 %). Merino Australiano y las cruza finas han cobrado mayor importancia en los últimos años, representando un 27 % del total, e incluso siendo la raza predominante en la zona norte del país con un 52 % (MGAP. OPYPA, 2018).

Uno de los principales indicadores de producción del rubro ovino es la tasa de señalada (conocida también como tasa reproductiva), la cual se ha mantenido relativamente constante en los últimos años, siendo un 70 % en 2017 (SUL, 2018). Es decir que, como promedio país, es necesaria más de una oveja de cría para obtener un cordero a la señalada. Esto muestra que, en términos generales, el promedio de las majadas del país se encuentra muy por debajo del potencial reproductivo de la especie (Azzarini, 2000). Los componentes de la tasa reproductiva son tres: la fertilidad, la prolificidad de las ovejas preñadas y la sobrevivencia de los corderos nacidos. Cada uno de éstos ofrece diferentes alternativas de mejora para incrementar la tasa de señalada, lo que repercute directamente sobre el nivel de producción (Azzarini, 2000). A los efectos de facilitar los manejos que tengan impacto directamente en estos indicadores (suplementaciones estratégicas, mejoras en la nutrición y cuidado de los corderos al parto), surgen las diferentes alternativas de manejo reproductivo, dentro de ellas la sincronización de celos.

La sincronización de celos es una técnica que permite sincronizar el ciclo estral y por ende el ciclo productivo de las ovejas. Dentro de las ventajas se destaca que se acorta la duración de la encarnerada, obteniendo corderos de edades similares y permitiendo un mejor manejo de la majada durante la parición. Dos métodos hormonales para el control del ciclo estral más comunes son con análogo sintético de prostaglandina F_{2α} (PG) y con progestágenos (P4). Los primeros son más económicos (menos del 25

% de inversión por oveja con respecto al segundo), prácticos de aplicar, no tienen impacto sobre el animal y/o el medio ambiente, y no tienen tiempos de espera ni residuos en carne o leche (Olivera-Muzante y Fierro, 2016). Además, permiten tanto la pre-sincronización de celos como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). A pesar de las ventajas y el creciente incremento en la utilización de PG para la pre-sincronización de celos en ovejas, aún no se conoce el impacto en la dispersión de celos generados por un protocolo de pre-sincronización de celos con dos dosis de PG separadas 7 días en diferentes razas ovinas.

Existen trabajos que comparan diferentes protocolos de pre-sincronización de celo con dos dosis de PG separadas por 7 días. Aun así, no se conoce el efecto de dicho protocolo en los parámetros reproductivos como fertilidad y prolificidad del celo natural siguiente al inducido en diferentes razas. Es por este motivo que el presente experimento tiene como cometido estudiar si existe tal diferencia para los parámetros mencionados entre razas.

HIPÓTESIS

La dispersión de celos naturales generados posterior a una pre-sincronización de celos con dos dosis de PG separadas 7 días es diferente entre razas de ovejas.

Existen diferencias en prolificidad y fertilidad entre razas bajo el mismo ambiente de manejo, sanidad y nutrición.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño reproductivo de cuatro razas diferentes con un protocolo de pre-sincronización de celos en base a PG.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Evaluar la respuesta estral y distribución de celos de las razas Corriedale, Corriedale PRO, Merino Dohne y Highlander sincronizadas con un protocolo de dos dosis de PG separada en 7 días.

b) Comparar la fertilidad y prolificidad de dos servicios en ovejas de diferentes razas sincronizadas con dos dosis de PG separadas en 7 días.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA OVEJA

2.1.1 Estación de cría

El ciclo reproductivo anual de la oveja se compone de un período llamado estación de cría, donde hay ocurrencia de una sucesión de eventos neuroendocrinos que culminan en la ovulación, y un periodo llamado anestro estacional, donde estos eventos se ven inhibidos (Barrell et al., 1992). El principal estímulo para la ocurrencia o finalización de la estación de cría es la duración del día o fotoperíodo (Ungerfeld, 2020). La extensión de la estación de cría depende de varios factores, siendo el más importante la raza, pero también tienen incidencia el clima, y la edad de la oveja (Forcada Miranda, 1996). La estacionalidad es un mecanismo de adaptación al ambiente, así se logra que la mayoría de los partos ocurran hacia final del invierno o principios de primavera cuando aumenta la temperatura y hay mayor oferta de alimento, dándole más oportunidades de sobrevivencia a la progenie (Ungerfeld, 2020).

En razas que se originaron en latitudes subtropicales (23-40 grados norte o sur) como Merino, la estación de cría es más prolongada, iniciándose a inicios del verano y finalizando al inicio del invierno. Las que tuvieron su origen en latitudes tropicales (<23 grados norte o sur) como las Pelibuey no son estacionales y tienen potencial de mostrar actividad sexual todo el año. En razas con origen en latitudes templadas (>40 grados norte o sur), que surgieron principalmente al norte de Europa, como Romney Marsh, Texel y Southdown, la estación de cría se inicia a fines de verano y principios de otoño (meses de febrero y marzo en el hemisferio sur), y hasta el inicio del invierno (junio en el hemisferio sur) (Ungerfeld, 2020, Durán del Campo, 1994).

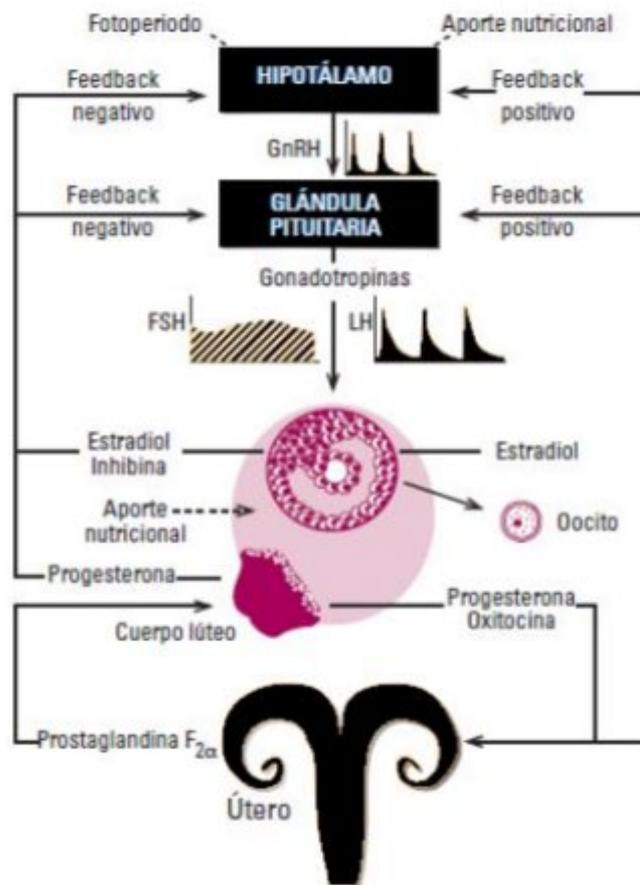
2.1.2 Ciclo estral

La oveja es una especie poliéstrica estacional de día corto (Rubianes et al., 1993). El ciclo estral es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente durante la estación de cría y tiene como finalidad la ovulación de uno o más folículos y fecundación de uno o más ovocitos. La duración del ciclo estral promedio de las ovejas es de 17 ± 3 días, y durante el mismo se involucran cuatro órganos principalmente (hipotálamo, hipófisis, ovario y útero), los cuales se coordinan y funcionan a través de hormonas (Ungerfeld, 2020).

De acuerdo con el tipo de estructuras presentes en el ovario, el ciclo estral de la oveja se divide en dos fases, una fase luteal (con una duración de 14 ± 2 días) durante la cual hay presencia de al menos un cuerpo lúteo (CL) y una fase folicular (con tres días de duración) donde hay presencia de folículos en crecimiento (Hafez y Hafez,

2002). Cada una de las fases tienen dos etapas, en la fase luteal el metaestro (dos días) y el diestro (12 días), y en la fase folicular el proestro (2 días) y el estro (1,5 días) (Ungerfeld, 2020). Las principales hormonas involucradas en el ciclo estral son la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) liberada por el hipotálamo, la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH), estas últimas secretadas por la hipófisis. Desde el ovario se producen estrógenos (E2-estradiol), inhibina (In) desde el folículo dominante y progesterona (P4) desde el CL funcional. En el útero se produce prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) y oxitocina (Oxt), aunque ésta última también es secretada por el CL (Goodman, 1994). En la figura 1 se representa un resumen del ciclo estral anteriormente mencionado.

Figura 1- Representación esquemática del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal



Fuente: tomado de Curbelo y Rodríguez (2022).

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropinas; LH: hormona luteinizante, FSH: Hormona folículo estimulante, E2: estradiol, P4: progesterona, Oxt: Oxitocina, PGF_{2α}: prostaglandina F_{2α}.

Durante el metaestro se da la formación del CL, el cual es responsable de la secreción de P4 (Durán del Campo, 1994). Durante el diestro la secreción de FSH aumenta, y como consecuencia la P4 aumenta su concentración entre los días 3 y 7 del ciclo alcanzando una meseta alrededor del día 12 (Ungerfeld, 2020). Las altas concentraciones de FSH promueven el crecimiento de folículos pequeños en el ovario y da lugar al reclutamiento folicular (Scaramuzzi et al., 1993). La P4 tiene influencia negativa sobre los pulsos de GnRH reduciendo su frecuencia y amplitud. Esto tiene como consecuencia la baja pulsatilidad de LH e inhibe la secreción de $\text{PGF2}\alpha$ (Ginther et al., 1995).

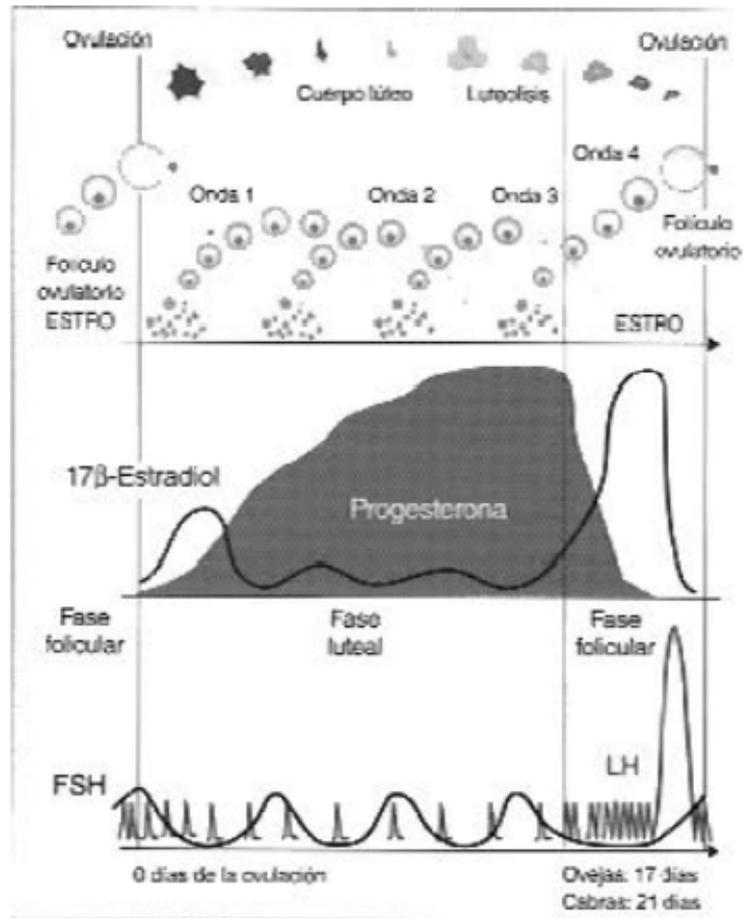
En los folículos hay dos tipos de células que intervienen en el ciclo estral, que son las células de la teca que presentan receptores a la LH y las células de la granulosa que están en contacto con el óvulo y presentan receptores a la FSH (Fortune y Quirk, 1988). Cuando los folículos reclutados adquieren en las células de la granulosa receptores para la LH, se da la selección de el/los folículos dominantes y se da un cambio en la dependencia hormonal ya que los folículos para crecer necesitan FSH hasta que hay un cambio en los receptores y comienzan a depender de la LH. Esto permite que el/los folículos dominantes continúen su crecimiento independizándose de la FSH y los folículos más pequeños se atresian al ser dependientes de esta hormona (Scaramuzzi et al., 1993). Los folículos dominantes (mayores a 4 mm) continúan su crecimiento bajo altos niveles de LH y a su vez liberan E4 e In que ejercen una retroalimentación negativa a nivel central y local inhibiendo la liberación hipofisaria de FSH (Ungerfeld, 2020). En condiciones de alta frecuencia y pulsatilidad de LH y FSH, el/los folículo/s dominante/s son sensibles al impacto provocando la activación de los receptores de las células de la teca y se estimula la liberación de andrógenos y E2 (Scaramuzzi et al., 2011). Al final del diestro, el E2 liberado por los folículos en crecimiento estimula a los receptores de la Oxt de las glándulas endometriales. La Oxt genera una retroalimentación positiva en el endometrio y favorece la liberación de $\text{PGF2}\alpha$ (Ungerfeld, 2020).

Durante el proestro se inicia la regresión del CL y termina en el inicio del celo (Ungerfeld, 2020). El endometrio secreta $\text{PGF2}\alpha$ en forma pulsátil (3 a 4 pulsos cada 24 horas) estimulando las contracciones ováricas, siendo necesarios 5 pulsos para que se desencadene la luteólisis (Ungerfeld, 2020). En caso de que ocurra fecundación, el embrión filamentosos se une al endometrio en el día 16 (Spencer y Bazer, 1995), y se libera el interferón tau ($\text{INF}\tau$) señal embrionaria para el reconocimiento materno (Spencer y Bazer, 1996). El CL aumenta su volumen hasta el día siete u ocho, se mantienen estables hasta el día 15 y luego comienza su regresión de 48 a 72 horas después (Durán del Campo, 1994). A su vez, los E2 liberados por el/los folículos dominantes favorecen la liberación de un nuevo pulso de LH por la hipófisis el cual generara una retroalimentación positiva en el ovario con un nuevo pulso de E2 y aumentan la sensibilidad de la hipófisis a la GnRH (Baird y Scaramuzzi, 1976). Los E2 tienen un efecto positivo tanto a nivel del hipotálamo estimulando la liberación de GnRH como de hipófisis estimulando la secreción de LH. Durante el estro la descarga de GnRH logra el pico preovulatorio de LH el cual ocurre 20-36 horas antes de la

ovulación (Viñoles et al., 1999). El pico de LH desencadena la ovulación que consiste en la ruptura de las paredes del folículo preovulatorio dominante por las contracciones ováricas y la formación de un edema invasivo que disminuye la cohesión de las células de la teca externa y como consecuencia se da la liberación del ovocito (Ungerfeld, 2020). La ovulación de más de un folículo dominante permite la gestación de mellizos o trillizos (Ungerfeld, 2020).

Luego de la ovulación de el/los folículos dominantes se inicia la formación del CL, el mismo se transforma en cuerpo hemorrágico y deja de ejercer dominancia dando inicio a una nueva onda folicular con un nuevo grupo de folículos pequeños (Ungerfeld, 2020). Unas horas después del pico de LH, la disminución de la concentración de $\text{PGF2}\alpha$ como resultado de la luteólisis determina un aumento en la frecuencia de pulsos de LH y FSH. Como consecuencia aumenta la secreción de P4 y se da el inicio de la primera onda folicular (Viñoles et al., 1999). Los ovinos con alta CC (condición corporal) desarrollan un patrón constante de tres ondas foliculares durante el intervalo interovulatorio, mientras que ovejas con baja CC tienen menor desarrollo de dos o menos ondas foliculares durante el ciclo (Viñoles, 2003). En la figura 2 se representa un esquema del crecimiento folicular de los ovinos.

Figura 2- Representación esquemática del crecimiento folicular en ovinos



Fuente: tomado de Ungerfeld (2020).

P4: Progesterona; FSH: hormona foliculo estimulante; LH: hormona luteinizante; E2: Estradiol; Días: Días que dura el ciclo estral del ovino.

2.2 SINCRONIZACIÓN DE CELO

La sincronización de celos implica la manipulación del ciclo estral de las hembras para que las mismas presenten celo en forma simultánea y así lograr facilitar el manejo reproductivo (inseminaciones, encarneradas, pariciones) (Manes y Ungerfeld, 2015). Una técnica de sincronización de celos debe permitir una respuesta estral fértil y un alto porcentaje de preñez del total de hembras tratadas (Gil et al., 2006). Existen principalmente cuatro indicadores reproductivos que permiten evaluar los resultados de un programa de sincronización siendo estos: respuesta estral (porcentaje de hembras en celo del total de hembras tratadas), tasa de concepción (porcentaje de hembras preñadas del total de hembras inseminadas), tasa de preñez (porcentaje de hembras preñadas del total de hembras tratadas) y fecundidad final (corderos obtenidos del total de hembras tratadas) (Menchaca et al., 2003). Los métodos de sincronización de celos en ovejas se clasifican en dos, métodos naturales y métodos artificiales (aplicación de hormonas) (Durán del Campo, 1994).

Los métodos de sincronización de celo natural consisten en el “efecto macho” que implica introducir un macho (carnero o retarjo) a una majada de ovejas previamente aislada de machos por lo menos 4 semanas antes. Las ovejas responden al estímulo del macho e inician su estación reproductiva antes de tiempo (Durán del Campo, 1994). A su vez, el ingreso de carneros en majadas de corderas de 1,5 a 2 meses antes de la ovulación permite anticipar esta última en relación a majadas de corderas aisladas (Rosa y Bryant, 2002). Para que este fenómeno funcione de manera efectiva, es necesario que la mayor parte de las ovejas se encuentre en anestro estacional, próxima a la estación de cría. Se ha reportado que entre un 40% a 100% de hembras en anestro estacional responden (manifiestan celo) a la presencia de machos luego de un periodo mínimo de 4 semanas en ausencia de los mismos (Gibbons y Cueto, 2012). Este efecto no es efectivo cuando la majada ya está ciclando o está en anestro profundo (Durán del Campo, 1994). Luego de la introducción de los carneros la tasa ovulatoria (TO) aumenta a valores superiores a lo normal (1,20-1,60), en la segunda ovulación decrece (menor a 1,30) y en el tercer ciclo vuelve a valores normales (Cognìè et al., 1980). El efecto de introducir el macho genera un aumento de la pulsatilidad de la hormona LH, modificando el sistema hipotálamo-hipofisario. Entre 30 y 48 horas de contacto con el macho se da el pico preovulatorio de LH y FSH sin presentar un comportamiento sexual, es decir, se produce una ovulación silenciosa (Rosa y Bryant, 2002). El 50 % de los animales ovulan 19 días después de la introducción del macho, mientras que en las ovejas restantes se da una segunda ovulación seis días más tarde ya que el cuerpo lúteo involuciona prematuramente, lo que se conoce como “ciclo corto” y es silente (sin manifestación de celo). Luego, la mayoría de los animales presentan ciclos normales de 17 días (Chanvallon et al., 2011). Entre 15 a 24 días después de la introducción del macho el 80 % de las ovejas entran en celo (Fernández Abella, 2015). La sincronización de celos con efecto macho es una técnica sencilla, de bajo costo, que podría tener

utilidad en encarneradas tempranas, a inicios de la estación de cría, y así lograr sincronía en las pariciones de otoño (Fernández Abella, 2015).

Los métodos artificiales se diferencian en dos grupos y ambos se basan en el manejo del CL, ya sea simulando su acción o acortando su vida media (causando luteólisis) (Ungerfeld, 2020). Los métodos de sincronización de celos artificiales que simulan la acción del CL son los basados en progesterona natural o progestágenos sintético. Para los protocolos de progesterona natural o P4 se han desarrollado diversos vehículos, desde la aplicación de implantes subcutáneos hasta pesarios intravaginales (esponjas) o dispositivos de liberación lenta intravaginales (CIDER). Tanto los implantes como los CIDER utilizan progesterona natural, mientras que las esponjas emplean P4, como la medroxiprogesterona (Abecia et al., 2012). Esta técnica inhibe el eje hipotalámico-hipofisario debido a la acción de la progesterona inhibiendo la luteólisis y posterior ovulación (Rubianes et al., 2003). El estímulo dura de 12 a 14 días (vida media del CL en un ciclo normal) y al retirarse dicho estímulo se desencadena el mecanismo luteolítico que resulta en el celo y ovulación de la majada (Menchaca y Rubianes, 2004). Si bien estos protocolos sincronizan los celos, no sincronizan las ovulaciones por lo que es necesario la aplicación de hormonas que sí tengan este efecto, la más utilizada es la gonadotrofina coriónica equina (eCG) (Menchaca y Rubianes, 2004). Esta hormona simula el efecto de la FSH y LH, provocando en muchos casos la múltiple ovulación (dosis dependiente), con un incremento en el tamaño de camada (Gibbons et al., 2010). En adición, el empleo consecutivo de eCG ha sido relacionado a disminución de la fertilidad por la generación de una reacción inmunitaria en las ovejas (Gil et al., 2006). Estos protocolos con uso de P4 tienen ciertas desventajas como el mayor costo económico, el impacto negativo en el ambiente por su uso masivo y se han observado residuos en productos de consumo humano (Fierro, 2010).

Los métodos de sincronización de celo artificial que causan la luteolisis son los basados en el uso de PGF2 α y sus análogos sintéticos (PG). La principal diferencia entre ambos métodos hormonales es que el uso de PG se restringe a la estación de cría en la que existe al menos un CL funcional, por lo tanto, actúa solamente en ovejas que están ciclando (Rubianes et al., 2002).

2.3 SINCRONIZACIÓN DE CELOS CON PG

El uso de análogos sintéticos de PG es uno de los principales métodos para controlar la reproducción en rumiantes debido a que permite la inducción de la luteolisis (Abecia et al., 2012). Ésta es una hormona que es capaz de inducir la regresión temprana del CL y posterior sincronización de la majada. Es así como se interrumpe la fase luteal del ciclo estral y se desencadena la manifestación del celo (McCracken et al., 1970). Se han reportado diferentes análogos sintéticos de PG tales como Clorprostenol

(aryloxymethyl) que ha demostrado ser un potente agente luteolítico teniendo 100 veces más potencia que PGF 2α y mayor vida media en sangre (Binder et al., 1974). Se ha reportado también el uso de ONO 1052 (Delprostenate) en ovejas con peso promedio de 40-45 kg con una simple dosis de 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo, o una doble dosis de 35 $\mu\text{g}/\text{oveja}$ (Bonifacino y Aragunde, 1981). Aun así, pocos artículos han informado el uso de este análogo de PG en reproducción de ovinos (Fierro et al., 2013). Por último, se ha reportado un protocolo de dos dosis de Dinoprost separadas en 11 días con dosis que varían de 5 a 10 mg/oveja con resultados aceptables, siendo el de 10 mg/oveja el de mayores resultados (Loubser y Van Niekerk, 1981). Este análogo ha sido utilizado por otros investigadores para estudiar los efectos de PG en la motilidad uterina y transporte de espermatozoides (Fierro et al., 2013).

Las principales ventajas del uso de PG de forma exógena es la simplicidad de su aplicación ya que consta de una o dos inyecciones intramusculares. Además, es económica, ya que basta con una dosis de 25 μg para provocar la lisis del CL (Abecia et al., 2012), y el producto se metaboliza rápidamente por los pulmones (99 %) disminuyendo la liberación de residuos químicos al ambiente y como consecuencia la contaminación ambiental (Light et al., 1994). A su vez, se desconocen problemas por vaginitis o adherencias (Durán del Campo, 1980). Como desventaja se presenta la imposibilidad de utilizar dicha hormona fuera de la estación reproductiva en razas originarias de climas templados debido a su efecto luteolítico. En razas originarias de climas tropicales sí podría aplicarse todo el año (Fierro et al., 2013). El uso de PG no es factible en borregas pre-púberes por ausencia de cuerpo lúteo funcional (Fernández Abella, 2015). No deben ser tratados los animales en anestro de lactancia y/o en salud subóptima, ni hembras gestantes con menos de 40-45 días ya que provoca pérdidas reproductivas (Fierro, 2010).

Se ha observado que la administración de una simple dosis de 100 μg de un análogo de PG en forma aleatoria genera la regresión del CL en aquellas ovejas que se encuentran entre los días 5 y 14 del ciclo estral. La hormona genera una caída rápida de las concentraciones de P4 a valores basales en las primeras 24 horas y un alto nivel de sincronía. El tratamiento es parcialmente efectivo en ovejas que se encuentran en el día 1 a 4 del ciclo debido a que el CL es inmaduro y no logra ningún efecto en ovejas que se encuentran en el día 15 a 16 ya que se da la regresión natural del CL (Acritopoulou y Haresign, 1980). El día del ciclo en que se administra la PG determina la variabilidad de la respuesta a dicho tratamiento (Menchaca y Rubianes, 2004). Una única inyección de PG administrada durante la temporada reproductiva permite la sincronización del 66 % de la majada (Acritopoulou y Haresign, 1980). Con el objetivo de obtener mayores resultados de sincronización se considera necesario utilizar dos dosis de inyecciones separadas 9 a 14 días para lograr la refractariedad del CL joven y en crecimiento (Menchaca y Rubianes, 2004). Estos protocolos permiten que una alta proporción de ovejas desarrollen esto entre las 24 a 120 horas posteriores a la segunda dosis de PG (Loubser y Van Niekerk, 1981) pero con una baja fertilidad de los mismos (Boland et al., 1978). Se logra concluir que protocolos tradicionales con dos dosis de PG separadas

de 9 a 12 días presentan dos limitantes que son, la gran dispersión de manifestación del celo (24 a 120 horas). Esto se debe a que, si al momento de aplicar la inyección de PG el folículo dominante se encuentra en crecimiento, el estro y ovulación se dan antes, pero si se encuentra en su fase de regresión demora más porque un nuevo folículo debe emerger y madurar, y el estro y ovulación se dan más tarde. La segunda desventaja es baja fertilidad en los mismos (Fierro, 2010).

Es por ello que se desarrolló el protocolo Synchrovine® que acorta el intervalo entre dosis y que consta de dos dosis de PG separadas 6-8 días (7 días promedio) y posterior IATF. El principal objetivo es la ovulación altamente sincronizada de las ovejas luego de la segunda dosis. Como se dijo anteriormente, luego de la primera dosis existe un porcentaje de ovejas que no manifiestan celo debido a que se encuentran en los primeros 4 o últimos 15 a 16 días del ciclo. Si la segunda dosis es aplicada siete días después de la primera esto coincide con los días 3 a 5 después de la ovulación donde el folículo está en crecimiento y el CL joven es sensible a la PG (Menchaca y Rubianes, 2004). Este protocolo permite sincronizar el 80 % de los animales tratados a las 48 horas luego de la segunda dosis (Gil et al., 2006) y logra una concentración de celos que lo habilitan para protocolos de IATF (Menchaca y Rubianes, 2004). Aun así, este protocolo resulta en bajos resultados en el indicador reproductivo fertilidad siendo menores al 50 % (Menchaca et al., 2004). Dichos resultados se dan debido a que el crecimiento del folículo pre-ovulatorio durante la fase luteal se da en un ambiente uterino de bajas concentraciones de P4 previo al servicio, debido a que el CL tiene 2 a 5 días. Esto determina un folículo preovulatorio de mayor diámetro con una mayor tasa de crecimiento folicular lo que se asocia con una menor fertilidad (Fierro, 2010). Los folículos pre-ovulatorios con bajas concentraciones de P4 se convierten en CL que producen menor cantidad de P4 y tienen una vida media más corta (White et al., 1987).

Por este motivo se han planteado diversos ensayos con el fin de mejorar la fertilidad con el protocolo Synchrovine®. Algunos de estos trabajos evaluaron el efecto del momento de IATF (42, 48 o 54 horas luego de la segunda dosis de PG), la comparación de un protocolo de pre-sincronización del estro con una dosis de PG e IA en el estro espontáneo con un protocolo de dos dosis de PG separadas en 7 días e IA en el celo inducido, y la disminución de la dosis de PG (160 a 80 µg de Delprostenate, Glandinex®) (Menchaca et al., 2004, Forichi et al., 2004; Olivera et al., 2004). Otros autores evaluaron diferentes categorías de hembras inseminadas (Olivera et al., 2006b), diferentes intervalos entre dosis de PG de 8 a 7 días con IATF a las 42 o 48 horas (Olivera-Muzante et al., 2011b), la categoría animal (Gil et al., 2006), el efecto macho (Contreras-Solis et al., 2009), la incorporación de un análogo sintético GnRH para mejorar la sincronización de la ovulación (Olivera-Muzante et al., 2011a) y distintas vías de deposición seminal ya sea intrauterina como cervical (Olivera-Muzante et al., 2011a).

Es así como Olivera et al. (2006b) desarrollaron un protocolo de IA con celo natural pre sincronizado con dos dosis de PG separadas en 9 días con detección de celo

durante 9 días con capones androgenizados (3 %) una vez al día. La inseminación artificial fue vía cervical con semen fresco a partir del día 15 luego de la segunda dosis de PG. Dicho protocolo permitió aumentar la fertilidad a un 53 % (Gil et al., 2006). A su vez, se han reportado estudios de pre-sincronización con dos dosis de PG separadas 9 días, inseminadas con semen fresco y detección de celo natural siguiente al inducido, 8 días con capones androgenizados una vez al día (2,5 %). Dicho estudio demostró obtener mayores resultados en fertilidad que el protocolo Synchrovine® con semen fresco y semen congelado. La prolificidad no varió entre tratamientos lo que se puede afirmar que tratamientos con uso de PG no afectan la TO (Fierro et al., 2006).

2.4 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial (IA) es el método de reproducción en el que se introduce semen por medios mecánicos en el tracto genital de la hembra, sin necesidad de monta directa del macho (Fernández Abella, 2015). Las principales ventajas de este método es que permite un rápido avance genético (si se incorporan machos de superior mérito genético), control de enfermedades venéreas y menores costos del servicio, ya que con un macho se puede cubrir un mayor número de hembras que por monta natural (Ax et al., 2000). La implementación de esta técnica implica varios pasos, desde la obtención del semen del carnero donante (colección), evaluación, dilución e inseminación.

El método de conservación del semen a utilizar dependerá del tiempo transcurrido entre la extracción y la IA. Es así que la conservación a temperatura ambiente (20-30 °C) permite la IA hasta dentro de las siguientes 2 h, el refrigerado (0-5 °C) hasta dentro de las 24 h posteriores a la extracción, y la congelación (-79 °C) permite el almacenaje por tiempo indeterminado (Parraguez et al., 2000, Fernández Abella, 1987). En todos los casos es necesario utilizar un diluyente que permita conservar la viabilidad de los espermatozoides y su capacidad fecundante, y no solo aumentar el volumen de la dosis (Fernández Abella, 1987).

Los métodos de IA disponibles se clasifican de acuerdo con la región del tracto reproductor donde se deposita la dosis inseminante, en: vaginal, cervical o intrauterino (Fernández Abella, 2015). Con los tres métodos es posible usar semen fresco, refrigerado o congelado (Maxwell y Hewitt, 1986). Con semen congelado, los mejores resultados en fertilidad se han obtenido con IA intrauterina, mientras que con IA cervical se han observado resultados pobres (Fernández Abella, 1995); pero el primero agrega la complejidad de que es necesario un abordaje laparoscópico (Fernández Abella, 1995). Con semen fresco se obtienen resultados aceptables por las tres vías, pero en majadas comerciales el método de IA más empleado es por vía cervical y también es el más eficiente en el uso del semen, ya que en la IA vaginal se debe duplicar o triplicar la dosis inseminante para incrementar la probabilidad de fecundación (Fernández Abella, 2015).

Con respecto a la eficacia de cada una de las vías, según Parraguez et al. (2000), es posible alcanzar una fertilidad mayor al 90 % con semen diluido cuando se cumple con los protocolos establecidos para una correcta IA. El mismo autor también reporta que el porcentaje de fertilización con semen fresco es mayor al que se obtiene utilizando semen congelado (71,4 % y 49,9 % respectivamente) cuando la IA es por vía cervical, ya que los espermatozoides deben atravesar el cérvix. Según Loginova y Jeltobtuch, citados por Souza et al. (1994), la viabilidad de los mismos es menor posterior al descongelamiento, por lo que su capacidad fecundante se ve reducida. Maxwell y Hewitt (1986) reportaron que el porcentaje de preñez es mayor con inseminación intrauterina que con cervical cuando se utiliza semen congelado, y ambos métodos fueron superiores al método vaginal; por lo que el uso de semen congelado se ve restringido solamente a la inseminación intrauterina si se buscan porcentajes de fertilización similares a los logrados con IA cervical. El uso de este método está limitado por implicar mayores costos y menor practicidad de implementación, motivos por los cuales la vía cervical es el más utilizado por ser más sencillo de implementar y menos costoso (Olivera et al., 2005).

El porcentaje de hembras inseminadas en nuestro país actualmente ha alcanzado al 6-7 %, donde el 30 % inseminado con celo sincronizado (70000 ovejas). La inseminación artificial es una técnica que permite incrementar el diferencial de selección, utilizando un porcentaje de carneros menor al 1 % (Fernández Abella, 2015). Como explican Olivera et al. (2006b) en un estudio realizado comparando distintos protocolos para IA de Merino Australiano, la sincronización de celos facilitaría en sí misma la utilización de la IA al concentrar el trabajo en unos pocos días. La planificación de los servicios posibilitaría una utilización eficiente de los recursos disponibles en un predio: alimentación diferencial pre-servicio y parto de las ovejas, parición concentrada y controlada, entre otros, elementos fundamentales para mejorar la tasa de señalada (Olivera et al., 2006b).

2.5 DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN DIFERENTES RAZAS OVINAS

Desde hace más de 100 años se han registrado ingresos de razas ovinas a nuestro país, más de 40 razas nuevas que, ya sean puras o cruza, se incorporaron a la majada nacional. Sin embargo, los problemas inherentes al rubro ovino (principalmente bajo porcentaje de destete) trascienden las razas y la incorporación de genética no ha permitido levantar esta limitante (Kremer, 2011).

Se identifican varios factores que afectan la TO en las ovejas, de los cuales el más determinante es la raza (Ganzábal y Echevarría, 2005). Existen razas especializadas en la producción de corderos denominadas prolíficas, que tienen altas TO, dentro de las cuales se destacan algunas de las presentes en Uruguay como Finnish Landrace o Romanov. Estas ovejas generalmente tienen tamaños de camada (corderos nacidos/oveja parida) mayores a dos. Dentro de una misma raza la TO puede variar

según diversos factores como la edad de la oveja, el peso vivo al servicio (Ganzábal et al., 2003) y el manejo nutricional previo al mismo (Banchero y Quintans, 2005).

Existe la posibilidad de mejorar distintos componentes de la reproducción, especialmente la TO, mediante cruzamiento con razas de alta prolificidad, obteniendo de forma relativamente rápida una descendencia con mayor prolificidad que las observadas en razas poco prolíficas (Fogarty citado por Fernández Abella, 1987, Azzarini, 2002).

Otro componente del desempeño reproductivo que puede variar según la raza utilizada es la dispersión de celos y el intervalo entre partos, siendo el factor determinante de dichos componentes el período de anestro estacional, que todas las razas evidencian en mayor o menor grado (Azzarini, 2002). La duración de este periodo depende del origen de la raza. Las razas originarias de latitudes medias o altas, al estar sometidas a fuertes variaciones estacionales, tendrán mayor respuesta al fotoperiodo y una estación de cría más marcada que razas originarias de zonas donde las estaciones y la longitud de los días no presentan grandes variaciones a lo largo del año (De Gea, 2007). Lo más frecuente son las encarneradas de otoño ya que presenta ventajas en cuanto al desempeño reproductivo de las mismas (SUL, 2016).

La fertilidad de la majada es variable y está influenciada por varios factores como raza, edad, condición corporal y el momento dentro de la estación de cría (De Gea, 2007). Es mayor en majadas de razas prolíficas que en majadas de baja prolificidad, lo que se explicaría por el incremento en el número de óvulos disponibles, lo que favorece la probabilidad de fecundación (Fernández Abella, 1987).

2.5.1 Corriedale

La raza Corriedale (C) ha sido la principal raza doble propósito en Uruguay. Es capaz de producir carcasas de buena conformación y terminación, así como produce vellones de finura media (26-32 micras) y buen peso (SUL, 2016). Esta raza se originó a partir del cruzamiento entre ovejas Merino Australiano y carneros Lincoln y un proceso de selección posterior donde se lograron fijar las características buscadas (SUL, 2016).

La estación de cría de las ovejas C comienza en enero. En esta estación del año es cuando se da la mayor TO, por lo que se esperaría mayor número de partos múltiples (De Gea, 2007). En condiciones favorables de alimentación y medio ambientales, se puede alcanzar e incluso superar el 100 % de parición cuando estas se dan en primavera (SUL, 2016).

En un trabajo realizado por Banchero et al. (2014) comparando ovejas C, Frisona Milchschaft y cruza, llegaron a la conclusión de que la TO en la primer mitad de la estación de cría (marzo-mayo) fue de 1,3 para C, siendo esta la menor comparado con el resto las razas utilizadas en dicho experimento.

2.5.2 Corriedale Pro

Esta raza surge de la búsqueda de nuevos genotipos prolíficos para explotar en Uruguay, teniendo como base la raza C. Corriedale Pro (CP) es originada a partir de la cruce de ovejas C con carneros cruce de Finnish Landrace (FL) y Frisona Milchschaf (FM), obteniéndose animales 50 % C, 25 % FL y 25 % FM. Las razas elegidas para generar este material sintético presentan la característica de ser más prolíficas y con mejor habilidad materna que la raza C (Monzalvo et al., 2020).

Algunas de las características destacadas de la raza FM por las cuales se la consideró como fuente de genes para la creación del CP, son su gran precocidad sexual (alcanzando la pubertad a los 7 meses de edad) y su alta prolificidad, aunque también posee una corta estación de cría (Ganzábal y Montossi, 1991). Las características más importantes de la raza FL es que alcanza la pubertad muy temprano (cuatro a ocho meses de edad), es prolífica (TO entre 2,7 y 4,1) y tiene una amplia estación de cría (Monzalvo et al., 2020). En el mismo estudio mencionado anteriormente de Bancharo et al. (2014) se reporta que ovejas cruce CxFM y CxFL destetan 60 % más corderos que ovejas C puras, lo cual confirma que es esperable un aumento en la TO y mayor número de corderos en ovejas CP debido a la incorporación de genes de FM y FL.

Las mejoras esperables en el desempeño reproductivo de CP respecto a C son el aumento de la TO, y por tanto el mayor número de corderos por oveja, así como también mejoras en la habilidad materna (Monzalvo et al., 2020).

2.5.3 Merino Dohne

Merino Dohne es una raza sintética que se originó del cruzamiento de ovejas Merino tipo Peppin con carneros Merino Mutton Alemán. Se buscó obtener animales que produzcan lana fina, pero con mejor adaptación a diferentes ambientes, mayor potencial carnicero y mayor fertilidad (SUL, 2016). Es una raza doble propósito capaz de producir lana fina y de calidad, y que presenta buena conformación carnicera (SUL, 2016).

Presenta alta fertilidad y fecundidad, y una señalada potencial de 75-115 %, buena habilidad materna y larga estación de cría permitiendo incluso encarneradas con cordero al pie y obtener tres pariciones en dos años (SCMD, s.f., Montossi et al., 2011).

2.5.4 Highlander ®

Highlander ® es una raza sintética maternal de alta prolificidad y buena aptitud carnicera, que fue compuesta a partir del cruzamiento de tres razas, produciendo así animales 50 % FL, 25 % Romney Marsh y 25 % Texel (SUL, 2016). Son animales precoces, lo que permite encarnerar corderas a los 6 o 7 meses de edad con 40 kg; de alta prolificidad, permitiendo alcanzar índices de señalada mayores a 170% y alta TO

(Frileck, s.f.). También presentan alta tasa de crecimiento y sobrevivencia de los corderos (Frileck, s.f.).

Esta raza presenta su estación reproductiva en los meses de otoño, comenzando a ciclar en los meses de marzo-abril; lo cual significa un aspecto importante y a tener en cuenta a la hora de planificar la encarnerada (SUL, 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ANIMALES, MANEJO SANITARIO Y NUTRICIONAL

El ensayo fue llevado a cabo en la Estación Experimental "Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía (32° 2' S, 58° 0' O; Paysandú, Uruguay) durante los meses de febrero-junio del año 2021. Durante el período experimental las ovejas se manejaron siempre juntas, pastoreando campo natural y praderas sembradas (suelos formación Fray Bentos), y no se encontraban ganando ni perdiendo peso. Se utilizaron 255 ovejas multíparas y nulíparas, clínicamente aptas para la reproducción, de una majada experimental compuesta por animales de las razas C (n=71), CP (n=73), H (n=65) y MD (n=46), de 2 a 6 años de edad. Al inicio del experimento, se realizó una dosificación con un antiparasitario efectivo 5 mg/kg de Naftalofos vía oral (Tritom®, Cibeles, Uruguay), vacunación contra enfermedades clostridiales, se realizó un baño de inmersión para prevenir ectoparásitos (Elimix) y un baño podal con Sulfato de Zn al 5 % durante 15 min. El final del mismo se dio con el registro de la ecografía, y de PV y CC final (PVf y CCf respectivamente).

3.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

El inicio del experimento comenzó con un examen de aptitud reproductiva (EAR) donde se seleccionaron todas las ovejas y carneros que estuviesen aptos para la reproducción, y se registró el peso vivo (PV; balanza) y la condición corporal (CC; escala 0-5, Russel et al., 1969).

Los celos se pre-sincronizaron con un protocolo de dos dosis de PG 125 mg/oveja/dosis; vía intramuscular (IM, Glandinex®, Universal Lab, Uruguay), con una separación entre dosis de 7 días (días -7 y 0). Los celos fueron detectados con capones androgenizados, al 3 % (300 mg/capón de Ciclopentilpropionato de testosterona vía IM; Testosterona Ultra Lenta Fuerte®, Laboratorio Dispert, Uruguay; distribuidas en dos dosis de 200 y 100 mg con separación semanal), pintados en la zona periprepuccial con tierra de color y agua.

El inicio de la evaluación de dispersión de celos se realizó 16 días posteriores a la aplicación de la segunda dosis de PG que corresponde con el día 14 del ciclo. La detección de celo fue por la tarde, desde el día 16 hasta el día 23, en un único grupo de detección. Del total de las ovejas utilizadas, 228 fueron efectivamente sincronizadas con la siguiente distribución entre razas: C (n=62), CP (n=66), H (n=59) y MD (n=41); las cuales se utilizaron posteriormente para el cálculo de los indicadores reproductivos.

Las ovejas marcadas fueron apartadas a la mañana siguientes e inseminadas (celo visto). Se calculó el porcentaje de ovejas que responden al protocolo por raza bajo la fórmula: (ovejas en celo/ovejas en servicio) x 100. La inseminación se llevó a cabo hasta el día 23 posterior a la segunda dosis que corresponde con el día 21 del ciclo. En la figura 3 se representa el cronograma del trabajo experimental.

Se utilizaron al menos dos carneros por cada una de las razas puestas en servicio. Los carneros fueron evaluados clínicamente y clasificados como aptos para la reproducción. El semen se extrajo según la técnica de vagina artificial descrita por Evans y Maxwell (1987). Se dividió la mitad de las hembras disponibles por día y por raza para cada carnero. Una vez colectado, el semen se evaluó macroscópicamente, definiéndose volumen (ml), concentración (escala de color 1-5) y motilidad en masa (escala 1-5) con un microscopio monocular portátil. Se determinó la concentración de espermatozoides totales vivos por ml bajo la siguiente fórmula:

$$Conc. = (Mot.* SPZ vivos) * Vol.$$

Donde: Conc: Concentración (espermatozoides/ml); Mot (motilidad, % de espermatozoides vivos); SPZ vivos: espermatozoides vivos; Vol: volumen del eyaculado (ml).

La IA se realizó con el método cervical utilizando un vaginoscopio tubular con luz, que permite abrir paso sin lesionar la mucosa vaginal, y una pistola multidosis de inseminación que permite depositar el semen (Walmur® Instrumentos Veterinarios; Montevideo, Uruguay). La dosis inseminante fue de 120 millones de espermatozoides vivos/oveja, el volumen varió en relación a la concentración inicial de espermatozoides del semen del donante. Se utilizó como diluyente leche ultra pasteurizada (UHT, relación 1 ml de diluyente/1 ml de semen) con antibiótico (125 mg/l de leche UHT de Enrofloxacin, Baytril®, Bayer).

El día 31 se inició el servicio de repaso de aquellas ovejas que no quedaron preñadas con la inseminación, el cual se extendió hasta el día 41. Se utilizaron carneros de las cuatro razas correspondientes, a razón de 3 %.

Al día 85 se evaluó la fertilidad (ovejas preñadas del total de ovejas en servicio) y prolificidad (número de embriones en el total de las ovejas preñadas) del primer y segundo servicio, mediante ultrasonografía transrectal utilizando un ecógrafo provisto de una sonda micro-convexa de 3,5 MHz (Aloka® 500, Japón) según la técnica descrita por Viñoles et al. (2010). Para el cálculo de estas variables se tomaron en cuenta solamente las ovejas que presentaron celo durante el periodo de detección del mismo, sin tener en cuenta las que quedaron preñadas durante el repaso. También se evaluó la fertilidad y prolificidad del total de la majada, así como también la fecundidad (corderos nacidos del total de ovejas tratadas), y para este caso si se tuvieron en cuenta las ovejas que quedaron preñadas en el repaso. Por último, cabe destacar que no se tuvo en cuenta el efecto de la edad de las ovejas por falta de datos.

Figura 3- Representación esquemática del cronograma experimental del estudio de dispersión de celo, fertilidad y prolificidad de una majada de razas Corriedale, Corriedale PRO, Merino Dohne y Highlander con un protocolo de pre-sincronización de celo con dos dosis de PG separadas en 7 días.



EAR: Examen de aptitud reproductiva; PV: Peso vivo; CC: Condición corporal; PG: inyección de análogo sintético de PG2 α ; DC: detección de celos; Eco: Diagnostico de gestación y carga fetal por ecografía transrectal; Día -7: Primera dosis de PG; Día 0: última dosis de PG.

3.3 ANALISIS ESTADISTICO

3.3.1 Peso vivo y condición corporal

El efecto de las razas sobre PV y CC iniciales, se estudió ajustando un modelo lineal general. La forma general del modelo se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la condición corporal inicial o el peso inicial

μ es la media general

T_i es el efecto de la i -ésima raza

ε_{ij} es el error experimental

El efecto de las razas sobre PV y CC finales, se estudió ajustando un modelo lineal general con covariables. La forma general del modelo se presenta a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la condición corporal final o el peso final

μ es la media general

T_i es el efecto de la i -ésima raza

$\beta_1 X_{ij}$ es la covariable desvío del peso inicial respecto al promedio de la raza en el caso de peso vivo, o condición corporal inicial para la condición corporal

ε_{ij} es el error experimental

Se usó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS ondemand (SAS Institute, 2021). La comparación de las medias ajustadas se realizó mediante el test de Tukey-Kramer al 5 %.

3.3.2 Acumulación de celo

El efecto del tratamiento de sincronización sobre cada una de las razas y sobre las curvas de acumulación de celos, se evaluó ajustando un modelo lineal generalizado de heterogeneidad de curvas asumiendo en cada día que el número de animales en celo en relación al número de animales medidos en cada tratamiento tiene distribución binomial. La forma general del modelo fue la siguiente:

$$\text{Ln}\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 \text{dias} + T_i + \beta_{1i}^* T_i \text{dias}$$

Donde:

$\text{Ln}\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$ es la función logit de la probabilidad de celo de cada tratamiento (p_i)

β_0 es un intercepto

β_1 es el coeficiente de regresión que afecta al tiempo (días)

T_i es el efecto de la pre-sincronización de celos

$\beta_{1i}^* T_i \text{dias}$ es el desvío respecto al coeficiente de regresión promedio para cada tratamiento

Para el ajuste del modelo se usó el procedimiento GLIMMIX del mismo paquete estadístico. Para la comparación entre las curvas de los tratamientos se usaron contrastes simples.

3.3.3 Fertilidad

El efecto de las razas sobre la fertilidad se evaluó ajustando un modelo lineal generalizado asumiendo que el número de animales preñados al primer servicio en relación al número de animales tratados tuvo distribución binomial. La forma general del modelo fue la siguiente:

$$\text{Ln}\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + T_i$$

Donde:

$\text{Ln}\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$ es la función logit de la probabilidad de fertilidad de cada tratamiento (p_i)

β_0 es un intercepto

T_i es el efecto de la i -ésima raza

Para el ajuste del modelo se usó el procedimiento GLIMMIX del mismo paquete estadístico. Las probabilidades de fertilidad se compararon mediante la prueba Tukey-Kramer al 5 %.

3.3.4 Prolificidad

El efecto de las razas sobre la prolificidad se evaluó ajustando un modelo lineal generalizado asumiendo que el número de corderos que exceden a los únicos tiene distribución de Poisson. La forma general del modelo fue la siguiente:

$$\text{Ln}(\mu_i) = \beta_0 + T_i$$

Donde:

$\text{Ln}(\mu_i)$ es el logaritmo de la media de animales que exceden al único.

β_0 es un intercepto

T_i es el efecto de la i -ésima raza

Para el ajuste del modelo se usó el procedimiento GLIMMIX del mismo paquete estadístico. Las medias se compararon mediante la prueba Tukey-Kramer al 15 % para

el caso de la prolificidad del protocolo, y al 5 % para la prolificidad del total de la majada.

4.3.5 Fecundidad total

El efecto de las diferentes razas sobre la fecundidad se evaluó utilizando el Test de Brown sin corrección de comparaciones múltiples. Las medidas se compararon con un nivel de significancia al 5 %.

4. RESULTADOS

4.1 PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL

En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos de la media y error estándar del PV y CC de las razas C, CP, H y MD.

Tabla 1- Peso vivo y Condición corporal de ovejas razas Corriedale, Corriedale Pro, Highlander y Merino Dohne (medias± EE).

Raza (n)	PVi	PVf	CCi	CCf
C (71)	62,8 ± 1,4 ab	61,2 ± 0,5 b	3,6 ± 0,0 b	3,5 ± 0,0 b
CP (73)	61,9 ± 1,3 b	62,9 ± 0,5 b	3,6 ± 0,0 b	3,6 ± 0,0 b
H (65)	67,4 ± 1,4 a	66,6 ± 0,5 a	3,6 ± 0,0 b	3,6 ± 0,0 b
MD (46)	66,1 ± 1,7 ab	66,5 ± 0,6 a	4,0 ± 0,0 a	3,7 ± 0,0 a

C: Corriedale; CP: Corriedale Pro; H: Highlander; MD: Merino Dohne. n: número de ovejas; PVi: Peso vivo inicial; PVf: Peso vivo final; CCi: Condición corporal inicial; CCf: Condición corporal final. Medias con diferente letra en misma columna difieren entre sí ($p < 0,05$).

Existieron diferencias en el PV inicial (PVi) entre razas, siendo las ovejas CP las que fueron más livianas y las H las más pesadas. Al final del experimento (día 85), estas diferencias en PV se mantuvieron, las ovejas más livianas fueron las de raza C y CP, y razas las más pesadas H y MD. En cuanto a la CC, las ovejas MD tuvieron mejor CC tanto al inicio de la encarnerada como al final del experimento, y no se observaron diferencias significativas entre las razas C, CP y H. No hubo grandes variaciones entre el PVf y el PVi dentro de cada una de las razas, y las ganancias y/o pérdidas se ubicaron en el entorno de los ± 20 g/oveja/día.

4.2 PRE-SINCRONIZACIÓN DE CELO

En la tabla 2, se presentan los resultados de pre-sincronización de celo de las razas C, CP, H y M.

Tabla 2 – Porcentaje de ovejas que presentaron celo entre los 16 y 23 días posteriores a la segunda dosis de PG en un protocolo de dos dosis separadas siete días.

Raza (n)	% Pre-sincronización
Corriedale (71)	87,3
Corriedale PRO (73)	90,4
Highlander (65)	90,7
Merino Dohne (46)	89,1
Total (255)	89,4

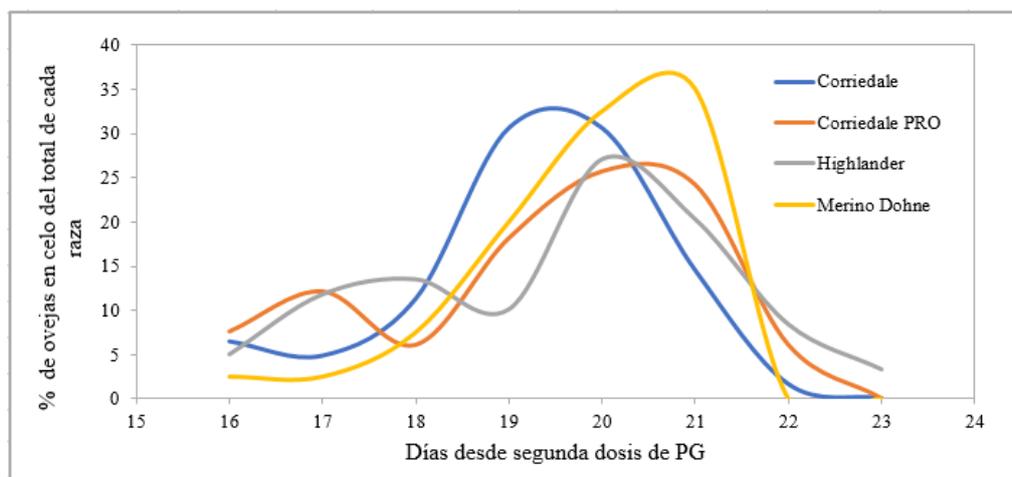
Total: Total de ovejas puestas en servicio; Pre-sincronización: porcentaje de ovejas con celo pre-sincronizado 16 a 23 días posteriores a la segunda dosis de PG.

En la tabla 2 se puede observar que utilizando un protocolo de dos dosis de PG separadas siete días, de las 255 ovejas de razas C, CP, M y H puestas en servicio, el 89,4 % fueron sincronizadas en forma efectiva.

4.3 DISPERSIÓN DE CELO Y RESPUESTA AL PROTOCOLO

En la figura 4 se representa la distribución de la aparición de celos por raza (% de ovejas en celo) y por día durante toda la detección de celos (Días 16 al 23).

Figura 4- Dispersión de celos por raza con el uso de dos dosis de PG separadas siete días (días 0 y 7) entre sí, expresado como porcentaje diario de ovejas que manifiestan estro 16 días posteriores a la segunda dosis de PG.



La dispersión de celos de las razas H, CP y C tienen comportamiento bimodal, mientras que la raza MD tuvo una distribución aproximadamente normal con un pico de aparición del 35 % al día 19 de la aplicación de la segunda dosis de PG. Para todas las razas, la mayor concentración de celo fue a los 20 ± 1 días desde la segunda dosis de la PG. Además, se observa que al día 20 posterior a la segunda aplicación de PG hay un 72,25 % de ovejas que ya entraron en celo, de las 228 ovejas que se sirven con el protocolo de sincronización.

La raza C fue la primera en presentar un pico de concentración de celos (30,6 % en el día 19) y la MD la que presentó los celos más tardíos (35 % en el día 21). Para el caso de las razas H y CP, se observaron 2 picos de aparición de celo, un pico cercano al inicio de la detección de celo, con menor número de ovejas (13,6 % y 12,1 % respectivamente), y luego un segundo pico donde se concentraron un mayor número de ovejas presentando celo (20,3 % y 25,7 % respectivamente).

En la tabla 3 se presentan el registro de aparición de celos por día, y acumulado hasta ese día (frecuencia acumulada) para cada una de las razas, del total de ovejas sincronizadas (228).

Tabla 3- Frecuencia absoluta, relativa y relativa acumulada de aparición de celo entre los 16 y 23 días posteriores a la segunda dosis de PG, en ovejas C, CP, MD y H sincronizadas con dos dosis de PG separadas en siete días.

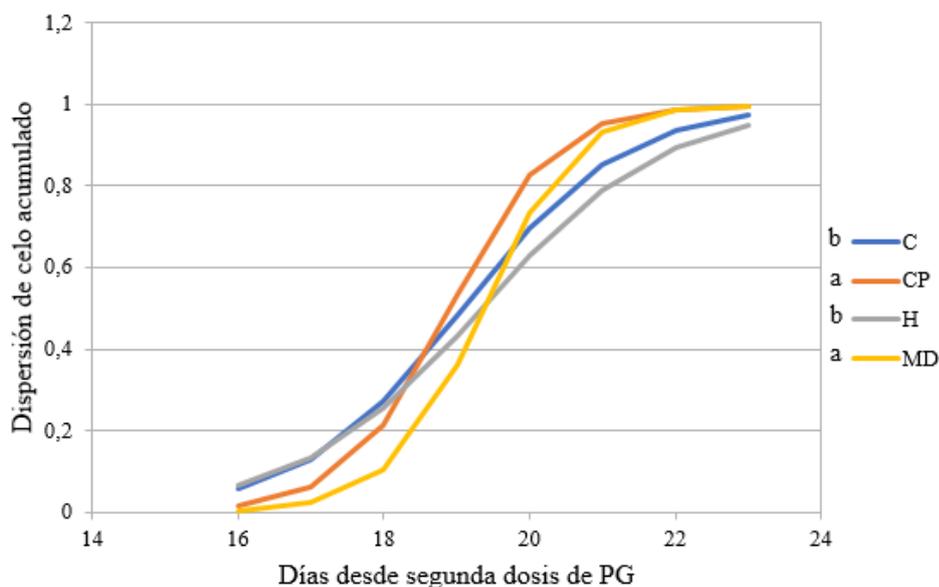
Días	C (62)			CP (66)			H (59)			MD (41)		
	n	f (%)	F (%)	n	f (%)	F (%)	n	f (%)	F (%)	n	f (%)	F (%)
16	4	6,4	6,4	5	7,6	7,6	3	5,1	5,1	1	2,5	2,5
17	3	4,8	11,3	8	12,1	19,7	7	11,9	16,9	1	2,25	5,0
18	7	1,29	22,6	4	6,1	25,8	8	13,6	30,5	3	7,5	12,5
19	19	30,6	53,2	12	18,2	43,9	6	10,2	40,7	8	20,0	32,5
20	19	30,6	83,9	17	25,7	69,7	16	27,1	67,8	13	32,5	65,0
21	9	14,5	98,4	16	24,2	93,9	12	20,3	88,1	14	35,0	100
22	1	1,6	100	4	6,6	100	5	8,5	96,61	0	0,0	100
23	0	0,0	100	0	0,0	100	2	3,4	100	0	0,0	100

C: Corriedale; CP: Corriedale PRO; H: Highlander; MD: Merino Dohne; Días: Días de aparición de celo con relación a la última dosis de PG; n: frecuencia absoluta (número de ovejas); f: frecuencia relativa (%); F: frecuencia relativa acumulada (%).

Como se puede observar en la tabla 3, existen diferencias en la distribución de celos entre razas, siendo MD la que alcanza el 100 % de ovejas en celo antes que el resto de las razas (21 días después de la segunda dosis de PG). Por el contrario, H es la que demora más días en lograr el 100 % de ovejas presentando celo (23 días después de segunda dosis de PG). El 100 % de las ovejas C y CP ya habían manifestado celo al día 22 después de la segunda dosis de PG.

Para evaluar si existen diferencias significativas en la dispersión de celo entre razas, fue necesario el análisis de la figura 5. Esta grafica representa la acumulación de ovejas que presentan celo por día, por raza, desde el día 16 hasta el día 23 posterior a la segunda dosis de PG (sólo ovejas que responden al protocolo).

Figura 5- Representación gráfica del comportamiento de dispersión de celos acumulados de las razas Corriedale, Corriedale Pro, Highlander y Merino Dohne con el uso de un protocolo de dos dosis de un análogo sintético de prostaglandina F2 α ; expresado como porcentaje diario de manifestación del celo 16 días posteriores a la segunda dosis de PG.



C: Corriedale, CP: Corriedale PRO, H: Highlander, MD: Merino Dohne.

Medias con diferente letra en misma columna difieren entre sí ($p < 0,05$).

Los resultados de la Figura 5 muestran heterogeneidad entre la pendiente de las curvas de las diferentes razas. Lo que implica que la aparición de celo en las diferentes razas tiene un comportamiento diferencial después de un protocolo de pre-sincronización con dos dosis de PG. Por un lado, hay razas que exhiben comportamiento estral antes (velocidad de la curva mayor; CP y MD), mientras que la aparición de celo en las razas C y H es más tardío (velocidad de la curva menor).

4.4 FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD DEL PRIMER SERVICIO

Los resultados reproductivos (fertilidad y prolificidad) del primer servicio se resumen en la Tabla 4. No se observaron diferencias significativas en fertilidad entre las

razas MD, H y CP, pero sí entre la raza C y CP ($p < 0,05$). Se observa que existen diferencias significativas en prolificidad entre las razas H y C, siendo H la de mayor prolificidad y C la de menor ($p > 0,15$). A su vez, MD y CP no presentan diferencias significativas con ninguna de las razas ($p > 0,15$).

Tabla 4- Fertilidad y Prolificidad del primer servicio a la ecografía (día 85) de ovejas razas C, CP, H y MD, pre-sincronizadas con un protocolo de dos dosis de análogo sintético de PG separadas 7 días.

Raza (n)	Fertilidad	Prolificidad
C (32)	51,6 b	1,4 b
CP (53)	80,3 a	1,6 ab
H (40)	67,8 ab	1,7 a
MD (28)	68,3 ab	1,5 ab

C: Corriedale; CP: Corriedale PRO; H: Highlander; MD: Merino Dohne. Fertilidad: ovejas preñadas/ovejas puestas en servicio. Prolificidad: fetos/ovejas preñadas. Medias con diferente letra en misma columna difieren entre sí ($p < 0,05$ para fertilidad y $p < 0,15$ para prolificidad).

4.5 FERTILIDAD, PROLIFICIDAD Y FECUNDIDAD DE LOS DOS SERVICIOS

En la tabla 5 se presentan los resultados de fertilidad, prolificidad y fecundidad de todas las ovejas pre-sincronizadas, luego de dos servicios (inseminación y repaso con carneros). No se encontraron diferencias significativas en la fertilidad luego de dos servicios ($p > 0,05$), pero sí se encuentran diferencias en la prolificidad, siendo la raza H la más prolífica, aunque sin diferencias significativas con las razas CP y MD. La fecundidad de las razas CP y H fue mayor que la raza C, pero sin diferencias significativas con la raza MD.

Tabla 5- Fertilidad, prolificidad y fecundidad del primer y segundo servicio, a la ecografía (día 85) de ovejas raza C, CP, H y MD, pre-sincronizadas con un protocolo de dos dosis de PG separadas 7 días.

Raza (n)	Fertilidad	Prolificidad	Fecundidad
C (62)	79,0 a	1,4 b	1,1 b
CP (66)	90,9 a	1,5 ab	1,4 a
H (59)	86,4 a	1,8 a	1,5 a
MD (41)	87,5 a	1,5 ab	1,3 ab

C: Corriedale; CP: Corriedale PRO; H: Highlander; MD: Merino Dohne. Fertilidad: número ovejas preñadas/ovejas puestas en servicio; Prolificidad: número de fetos/ovejas preñadas. Fecundidad: número de fetos/ovejas puestas en servicio. Medias con diferente letra en misma columna difieren entre si ($p < 0,05$).

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente experimento confirman la hipótesis planteada, que la respuesta al protocolo de pre-sincronización con dos dosis de PG separadas siete días varía en relación con la raza de la oveja sobre la que se aplica. A su vez, se encontraron diferencias significativas entre razas para fertilidad y prolificidad.

De las 255 ovejas de razas C, CP, MD y H puestas en servicio, alrededor del 90 % de las ovejas por raza respondieron al protocolo manifestando celo (Tabla 2). Esto no varía en gran medida con los resultados obtenidos por Forichi (2003), donde se obtuvo un 92 % de sincronización a las 48 horas de la segunda dosis, con un protocolo de dos dosis de PG separadas 7 días entre sí, en ovejas de raza Corriedale (puras y cruza por Ile de France, Texel y Milchschaf). Similares porcentajes de sincronización fueron obtenidos por Menchaca y Rubianes (2004) con protocolos de 2 dosis de PG separada 3 a 5 días con un 90 % de sincronización de celo en ovejas de raza Corriedale y cruza. En ese ensayo, se inseminó a las 48 horas de la aplicación de la segunda dosis de PG, es decir, durante el celo inducido; a diferencia del presente experimento donde la inseminación se llevó a cabo 16 días más tarde de la segunda dosis de PG, durante el celo natural inmediatamente posterior al inducido. Es por esta razón que en nuestro experimento la dispersión de celos ocurre en 8 días, en comparación con el experimento de Menchaca y Rubianes (2004) (42 horas).

A su vez, la mayor velocidad de dispersión de celo acumulada en las razas CP y MD (Figura 5) implica que el 100% de las ovejas presentaron celo antes de C y H. Según los datos analizados, la pre-sincronización de los celos produjo una alta agrupación de aparición del celo en las ovejas, encontrándose días de picos de hasta 35 % de las ovejas pre-sincronizadas (Figura 4). Este pico se dio antes en las ovejas C que en las otras razas (día 19) (Tabla 3). En majadas no sincronizadas, con celo natural detectado, se reportan como máximo 15 % de las ovejas puestas en servicio presentando celo (Olivera et al., 2006a). En función de los resultados, se puede observar que existen diferencias en la distribución de celo entre razas (Figura 5). Existen múltiples factores que determinan diferencias en la distribución de celo entre razas, entre ellos la genética y CC. Todas las ovejas del presente experimento presentan valores de CC por encima de los recomendados al momento del servicio (CC 2,5-3; SUL, 2018) (Tabla 1). Por lo tanto, en función de los resultados las diferencias en la aparición del pico de celos no estarían explicados por la CC, sino por la genética.

Estas diferencias observadas en distribución de celo pueden ser explicadas por el origen de las diferentes razas. Como se explicó anteriormente, razas que fueron originadas en latitudes templadas como lo es la C, presentan una estación de cría más marcada y corta (principios de otoño a fines de invierno) que razas originadas en latitudes subtropicales, como lo es la MD, la cual es más prolongada a lo largo del año (desde principios de verano hasta fin de invierno; Durán del Campo, 1994). Estas

diferencias en largo de ciclo podrían explicar las diferencias en dispersión de celo, ya que para el caso de la raza C es de esperar un menor número de ovejas ciclando que para la raza MD, dado que el experimento se inició en verano (febrero).

Al primer servicio, la fertilidad de las ovejas raza CP fue mayor que el resto de las razas, aunque no presentó diferencias significativas con MD y H. A su vez, la raza C fue la que presentó menor fertilidad, igualmente sin diferencias significativas con H y MD (Tabla 4). Muchos pueden ser los factores que lleven a estas diferencias en fertilidad. Durante la encambrada se encontraron diferencias en PV y CC entre las diferentes razas (Tabla 1), aun así, para todas las razas se supera el peso vivo óptimo de servicio: H 65 kg (SUL, 2016), C y CP 55 kg, y MD 60 kg (SUL, 2018), de tal manera que en este experimento la fertilidad no estaría determinada por el PV de las ovejas, sino que habría otros factores que influirían en la misma. Otro fenómeno que puede explicar la baja fertilidad es la baja aparición de celos, producto de que al momento de aplicar las dosis de PG las ovejas aún no estaban ciclando, por lo que no habría CL que fuera capaz de responder a la misma (Durán del Campo, 1994).

Se debe de tener en cuenta que C es una raza con estacionalidad más marcada (Fernández Abella, 1987), por este motivo es que se da una baja respuesta al protocolo testeado en este experimento. En un estudio hecho por Banchemo et al. (2014) se reportó que ovejas cruzas 50 % FM y 50 % Corriedale junto con ovejas 50 % FL y 50 % C, tuvieron una duración de la estación de cría más corto (35 días) que animales puros debido al porcentaje de sangre C en estos biotipos. En el otoño aumenta la eficacia folicular (porcentaje de folículos reclutados que ovulan) siendo mayo el mes donde se alcanza el mayor valor (53 %) y menor en verano (32-39 %; enero y febrero), lo que determina que gran parte de la majada no ovule en verano y principios de otoño. En cambio, en abril y mayo la mayoría de las ovejas manifiesta celo y ovulan (SUL, 2011). Esto explicaría que algunas ovejas C aún no estuviesen ciclando (con ausencia CLs) en el mes de febrero, momento en que se inició el experimento y la inyección de PG. Paralelamente, la raza CP, que en su origen genético también tiene C (50 % C, 25 % FM y 25 % FL; Monzalvo et al., 2020), sí tiene una alta respuesta a este protocolo, obteniendo mejores valores de fertilidad que el C puro. Es quizás las otras razas que dan origen a ésta (FM y FL; SUL, 2016), las que le confieren el inicio de la estación de cría antes en el año (estación de cría más extendida) permitiendo servicios más tempranos que la C. Banchemo et. al. (2014) reportaron que los biotipos $\frac{1}{4}$ FL y $\frac{3}{4}$ FM, y 100 % FM presentaron amplia estación de cría (105 y 83 días respectivamente) en comparación con C, la cual presenta menor amplitud. Según explican Land (1969) y Bindon et al. (1979), el celo puede tener una duración aproximada de 30 a 36 horas lo cual depende de la edad, estación del año y raza, pudiendo incluso llegar a una duración de 50 horas en razas prolíficas como la FL. Como consecuencia de esto, si hay mayor expresión de celo, entonces la oportunidad de detectar celo y de inseminación es mayor. Eso repercute sobre el nivel de fertilidad de la majada en términos generales. Por estos motivos es que

mayor porcentaje de ovejas CP responden al protocolo en relación con C, lo que se refleja en mayor fertilidad del primer servicio (Tabla 4).

Con respecto a la fertilidad de los dos servicios, no se encontraron diferencias significativas entre razas, las ovejas que no quedaron preñadas del primer servicio (que no entraron en celo o no fueron detectadas) en el segundo servicio tienen la oportunidad de ser servidas, por ejemplo, este es el caso de la C, Según lo reportado por SUL (2018), si no existen inconvenientes durante los servicios, los porcentajes de preñez siempre son superiores al 90 %.

Con respecto a la prolificidad de los dos servicios ocurre lo mismo que con la prolificidad de la inseminación, donde se encontraron diferencias significativas entre razas debido a que la prolificidad de las ovejas H fue mayor que el resto de las razas, aunque sin diferencias significativas con CP y MD. La raza C fue la que presentó menor valor de este indicador, aunque sin diferencias con CP y MD (Tabla 5). Esto podría estar explicado por los mismos factores expresados anteriormente.

Por último, la fecundidad de las ovejas inseminadas y del repaso no presentó diferencias significativas entre las razas CP y H, pero sí entre éstas y C. MD no presentó diferencias significativas con ninguna de las razas antes mencionadas (Tabla 5). La superioridad de las razas H y CP se debe a que, según Crescionini y García (2019), presentan mayor nivel ovulatorio en relación al resto de las razas y la mayoría de las ovejas están ciclando al momento del experimento, lo que se refleja en una mayor fecundidad o parición potencial. Como se dijo anteriormente, estas dos razas presentaron alta fecundidad, lo cual está explicado por el componente FL, y alta fertilidad. En el experimento se utilizaron ovejas con buena CC ($> 3,0$) y según explica Fernández Abella (2011), en ovejas con buena CC la TO explica la fertilidad y la fecundidad obtenida.

6. CONCLUSIONES

Existen diferencias en dispersión de celo entre las razas MD, H, C y CP utilizando un protocolo de pre-sincronización de celo con dos dosis de PG separadas 7 días entre sí. Los resultados obtenidos permiten agrupar las razas en 2 grupos con similar dispersión de celo, por un lado, C y H, y por otro lado CP y MD.

Al comparar los indicadores reproductivos fertilidad y prolificidad entre razas al primer servicio, se encontraron diferencias significativas entre ellas luego de la pre-sincronización de celo utilizando un protocolo de 2 dosis de PG separadas 7 días entre sí. La raza CP fue la que tuvo mayores resultados de fertilidad, mientras que la raza C la que tuvo menores. Ambas razas no tuvieron diferencias significativas con MD y H. En cuanto a la prolificidad, la raza H fue la que tuvo mayores resultados, mientras que la raza C la que tuvo menores. Ambas razas no tuvieron diferencias significativas con CP y MD.

Al comparar los indicadores reproductivos fertilidad, prolificidad y fecundidad entre razas al segundo servicio, no se encontraron diferencias significativas en fertilidad, pero sí en prolificidad y fecundidad. El indicador prolificidad al segundo servicio no difiere al del primer servicio. Las razas CP y H fueron las que presentaron mayores resultados de fecundidad y la raza C menores. MD no presentó diferencias significativas con ninguna de las razas anteriormente mencionadas.

Por último, se destacan como principales fortalezas del trabajo la posibilidad de utilizar dicho protocolo de pre-sincronización de celo como una alternativa para mejorar el manejo durante y posterior a la encarnerada. A su vez, a la parición permite una camada de cordero homogénea facilitando el manejo de los corderos, mejorar la genética de la majada si se utiliza semen de carneros superiores y aumentar la supervivencia de los corderos. Esto último permite mejorar la producción ovina a nivel nacional ya que genera un aumento en la señalada promedio de los predios. Por otra parte, en comparación con otros experimentos los resultados que se obtuvieron en fertilidad y prolificidad no se ven afectados por el protocolo aplicado.

Como principales debilidades del trabajo no se tiene en cuenta la edad de las ovejas como variable que afecta la fertilidad, prolificidad y fecundidad. Por otro lado, se considera que los carneros no presentan efecto sobre dichos parámetros y las ovejas que no son pre-sincronizadas de forma efectiva no se tuvieron en cuenta al momento de calcular los indicadores reproductivos.

7. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta reproductiva de ovejas de cuatro razas diferentes, como respuesta a un protocolo de pre-sincronización de celos con un análogo sintético de la prostaglandina (PG). Se utilizó un total de 255 ovejas multíparas y nulíparas de entre 2 y 6 años, de razas maternas Corriedale (C), Corriedale Pro (CP), Highlander (H) y Merino Dohne (MD) y con condición corporal 3,6 en promedio para todas las razas. El experimento se llevó a cabo durante la estación reproductiva y las ovejas se manejaron sobre campo natural y pasturas sembradas durante todo el período. La pre-sincronización se llevó a cabo utilizando un protocolo de dos dosis de PG separadas 7 días entre sí y posteriormente se realizó inseminación artificial a celo visto utilizando capones androgenizados marcados. Las ovejas fueron inseminadas mediante el método cervical con semen fresco diluido con 1 ml de diluyente/1 ml de semen. Las variables analizadas fueron: dispersión de celos, fertilidad, prolificidad y fecundidad del total de las ovejas sincronizadas. La detección de celo para evaluar la dispersión de los mismos, se llevó a cabo 16 días después de la segunda dosis de PG y durante 7 días. La fertilidad y prolificidad fueron medidas 85 días posteriores a la aplicación de la segunda dosis de PG mediante ecografía transrectal. Para el análisis de los resultados se utilizó un modelo lineal generalizado en el programa SAS OnDemand. Como resultado general del experimento, se obtuvieron diferencias significativas entre razas en cuanto a la dispersión de celos, pudiéndose agrupar a las razas en dos grupos, por un lado, Corriedale y Highlander, y por otro Merino Dohne y Corriedale PRO, siendo las últimas dos las que presentaron menor dispersión. Con respecto a la fertilidad, no se observaron diferencias significativas en fertilidad del primer servicio entre las razas MD, H y CP, pero sí existen diferencias significativas entre la raza C y CP. En cuanto a la fertilidad de los dos servicios (inseminación y repaso), las diferencias entre razas desaparecen. Se registraron diferencias significativas en prolificidad tanto del primer servicio como total, entre las razas H y C, siendo H la de mayor prolificidad y C la de menor, mientras que MD y CP no presentan diferencias significativas con ninguna de las razas. La fecundidad de las razas CP y H fue mayor que la raza C, pero sin diferencias significativas con la raza MD. Podemos concluir que el tratamiento de pre-sincronización con dos dosis de PG tiene efectos diferentes en cuanto a la concentración de celo según la raza en la cual se aplique. El uso de este protocolo puede resultar una buena alternativa a aplicar por productores ya que facilita la inseminación y el manejo de la majada en general logrando periodos más cortos tanto de inseminación como de parición.

Palabras clave: pre-sincronización de celos, desempeño reproductivo, razas ovinas, dispersión de celos, prolificidad, fertilidad

8. SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the reproductive performance of maternal breeds Corriedale (C), Corriedale Pro (CP), Highlander (H) and Merino Dohne (MD), as a response to a protocol of pre-synchronization of estrus with a synthetic analog of prostaglandin (PG). A total of 255 multiparous and nulliparous ewes between 2 and 6 years of age were used. These had an average body condition score of 3.6. The experiment was carried out during the reproductive season and ewes were managed on natural and sown pastures throughout the period. The pre-synchronization was carried out using a double PG doses protocol separated by 7 days. Artificial insemination was then performed in visible heat using marker and androgenized wethers. Ewes were inseminated cervically with fresh semen diluted with 1 ml diluent/1 ml semen. The variables analyzed were: estrus dispersion, fertility, prolificacy and fecundity of the total number of synchronized ewes. Oestrus detection to evaluate their dispersion, was carried out 16 days after the second dose of PG and for 7 days. Fertility and prolificacy were measured 85 days after the application of the second dose of PG by transrectal ultrasonography. For the statistical analysis a generalized linear model was fitted using the SAS OnDemand software. Significant differences were obtained between breeds in terms of oestrus dispersion, and the breeds could be grouped into two groups. Corriedale and Highlander on the one hand, and Merino Dohne and Corriedale PRO on the other, with the latter two showing the lowest dispersion. No significant differences in first mating fertility were observed between MD, H and CP, but there are significant differences between C and CP. Regarding the fertility of the two matings (insemination and rebreeding), the differences between breeds disappear. Significant differences in prolificacy at both first and total mating were observed between H and C, with H having the highest prolificacy and C the lowest. MD and CP did not show significant differences with any of the breeds. Fecundity in CP and H was higher than in C, but without significant differences with MD. We can conclude that pre-synchronization treatment with double dose of PG has different effects on oestrus concentration in the different breeds studied, but in any case, the period of oestrus expression is shorter compared to ewes without pre-synchronized. The use of this protocol can be a good alternative to be applied by farmers as it facilitates insemination and flock management, achieving shorter insemination and lambing periods.

Keywords: estrus pre-synchronization, reproductive performance, sheep breeds, oestrus dispersion, prolificacy, fertility

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abecia, J. A.; Forcada, F.; González-Bulnes, A. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. (en línea). *Animal Reproduction Science*. 130(3-4): 173 - 179. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>
2. Acritopoulou, S.; Haresign, W. 1980. Response of ewes to a single injection of an analogue of PGF-2 alpha given at different stages of the oestrous cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 58(1): 219 - 221.
3. Ax, R. L.; Dally, M.; Didion, B. A.; Lenz, R. W.; Love, C. C.; Varner, D. D.; Hafez, B.; Bellin, M. E. 2000. Semen evaluation. In: Hafez, B.; Hafez, S. E. F. *Reproduction in Farm Animals*. 7th. ed. s.l., Wiley. pp. 365 - 375.
4. Azzarini, M. 2000. Consideraciones y sugerencias para mejorar los procreos ovinos. In: SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). *Una propuesta para mejorar los procreos ovinos*. Montevideo. pp. 3 - 35.
5. _____. 2002. Potencial reproductivo de los ovinos. In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10^o., 2002, Paysandú). *Trabajos presentados*. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 123 - 130.
6. Baird, D. T.; Scaramuzzi, R. 1976. The source of ovarian oestradiol and androstenedione in the sheep during the luteal phase. *Acta endocrinologica*. 83(2): 402 - 409.
7. Banchemo, G.; Quintans, G. 2005. Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos: tasa ovulatoria vs tasa mellicera. In: *Jornada Anual de Producción Animal (2005, Treinta y Tres)*. *Memorias*. Treinta y Tres, INIA. pp. 17 - 31.
8. _____.; _____.; Vázquez, A.; Ciappesoni, G. 2014. Estudio preliminar del crecimiento, desarrollo e indicadores reproductivos de hembras de seis biotipos ovinos en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*. 18(1): 117 - 127.
9. Barrell, G. K.; Moenter, S. M.; Caraty, A.; Karsch, F. J. 1992. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biology of Reproduction*. 46(6): 1130 - 1135.

10. Binder, D.; Bowler, J.; Brown, E. D.; Crossley, N. S.; Hutton, J.; Senior, M.; Slater, L.; Wilkinson, P.; Wright, N. C. A. 1974. 16-Aryloxyprostaglandins: a new class of potent luteolytic agent. *Prostaglandins*. 6(1): 87 - 90.
11. Bindon, B. M.; Blanc, M. R.; Pelletier, J.; Terqui, M.; Thimonier, J. 1979. Periovarian gonadotrophin and ovarian steroid patterns in sheep of breeds with differing fecundity. *Journal of Reproduction and Fertility*. 55: 15 - 25.
12. Boland, M. P.; Gordon, I.; Kelleher, D. L. 1978. The effect of treatment by prostaglandin analogue (ICI-80, 996) or progestagen (SC-9880) on ovulation and fertilization in cyclic ewes. *The Journal of Agricultural Science*. 91(3): 727 - 730.
13. Bonifacino, L. A.; Aragunde, M. 1981. The synchronization of oestrus in sheep in artificial insemination programmes: effect of dose, single or double injection regime, of three prostaglandin analogues on oestrus response and conception rate. (en línea). s.n.t. 7 p. Consultado ago. 2022. Disponible en <http://laboratoriouniversal.com/home/biblioteca/glandinex/THE%20SYNCRONIZATION%20OF%20OESTRUS%20IN%20SHEEP.pdf>
14. Chanvallon, A.; Sagot, L.; Pottier, E.; Debus, N.; François, D.; Fassier, T.; Scaramuzzi, R. J.; Fabre-Nys, C. 2011. New insights into the influence of breed and time of the year on the response of ewes to the «ram effect». *Animal*. 5(10): 1594 - 1604.
15. Cognié, Y.; Gayerie, F.; Oldham, C. M.; Poindron, P. 1980. Increased ovulation rate at the ram-induced ovulation and its commercial application. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 13: 80 - 86.
16. Contreras-Solis, I.; Vasquez, B.; Diaz, T.; Letelier, C.; Lopez-Sebastian, A.; Gonzalez-Bulnes, A. 2009. Efficiency of estrous synchronization in tropical sheep by combining short-interval cloprostenol-based protocols and «male effect». *Theriogenology*. 71(6): 1018 - 1025.

17. Crescionini, A.; García, A. 2019. Inicio de pubertad, ciclicidad a los 9 meses de edad y desempeño reproductivo de corderas en diferentes razas de ovinos. Tesis Dr. Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de Veterinaria. 41 p.
18. Curbelo, L.; Rodríguez, A. 2022. Sincronización de estros con un análogo sintético de prostaglandina $f2\alpha$ en ovejas merino australiano: comparación de respuesta estral y reproductiva de protocolos con dos o tres dosis. Tesis Dr. Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 37 p.
19. De Gea, G. 2007. El ganado lanar en la Argentina. 2^a. ed. Córdoba, Universidad Nacional de Río Cuarto. 124 p.
20. Durán del Campo, A. 1980. Anatomía, fisiología de la reproducción e inseminación artificial en ovinos. Montevideo, Hemisferio Sur. 264 p.
21. _____. 1994. Manual práctico de reproducción e inseminación artificial en ovinos. Montevideo, Hemisferio Sur. 200 p.
22. Evans, G.; Maxwell, W. M. C. 1987. Collection of semen: handling and examination of semen. In: Salamon's artificial insemination of sheep and goats. 2nd. ed. Sydney, Butterworths. pp. 85 - 104.
23. Fernández Abella, D. 1987. Temas de reproducción ovina. Montevideo, Universidad de la República. 254 p.
24. _____. 1995. Temas de reproducción ovina e inseminación artificial en bovinos y ovinos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 206 p.
25. _____.; Formoso, D.; Casco, O.; Delgado, M. E.; García, A. P.; Ibañez, W. 2007. Efecto del pastoreo de *Lotus uliginosus* cv Maku sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de dos biotipos de ovejas Corriedale. Producción Ovina. no. 19: 25 - 32.
26. _____. 2011. Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (15^o., 2011, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. 18 p.
27. _____. 2015. Tecnologías reproductivas bovinas y ovinas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 200 p.

28. Fierro, S.; Gil, J.; Olivera, J. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco y refrigerado en ovinos con el protocolo Synchrovine®. *In:* Jornadas Uruguayas de Buiatría (35°, 2007, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 334 - 335.
29. _____. 2010. Pérdidas reproductivas en ovejas sincronizadas con prostaglandina. Tesis Maestría Reproducción Animal. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 45 p.
30. _____.; Gil, J.; Viñoles, C.; Olivera-Muzante, J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: a review. (en línea). *Theriogenology*. 79(3): 399 - 408. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.022>
31. Forcada Miranda, F. 1996. Reproducción ovina. *In:* Buxadé, C. coord. Zootecnia: bases de reproducción animal. Madrid, Mundi Prensa. pp. 77 - 93.
32. Forichi, S. 2003. Comportamiento reproductivo de ovejas asignadas a un protocolo de sincronización de celos con dos dosis de PGF2alfa separadas 7 días, respecto a uno de pre- sincronización de celos con una sola dosis de PGF2alfa. Tesis Dr. Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 20 p.
33. _____.; Olivera, J.; Correa, M.; Gil, J.; Menchaca, A.; Rubianes, E. 2004. Reproductive response to two different oestrus synchronisation protocols using PGF2 α in sheep. *Reproduction, Fertility and Development*. 16(4): 503 - 526.
34. Fortune, J. E.; Quirk, S. M. 1988. Regulation of steroidogenesis in bovine preovulatory follicles. *Journal of Animal Science*. 66(suppl. 2): 1 - 8.
35. Frileck, UY. s.f. Sobre Highlander®. (en línea). Florida. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://www.highlanderuruguay.com/sobre-highlander/>
36. Ganzábal, A.; Montossi, F. 1991. Producción de leche ovina: situación actual de la producción mundial y perspectivas en el Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 5 - 38. (Serie Técnica no. 10).

37. _____.; Ruggia, A.; De Miquelerena, J. 2003. Producción de corderos en sistemas intensivos. Colonia, INIA. pp. 1 - 7. (Serie Actividades de Difusión no. 342).
38. _____.; Echevarría, M. N. 2005. Análisis comparativo del comportamiento reproductivo y habilidad materna de ovejas cruzas. Montevideo, INIA. pp. 33 - 42. (Serie Actividades de Difusión no. 401).
39. Gibbons, A.; Cueto, M.; Casas, N. 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): 1 - 16.
40. _____.; _____. 2012. Manual de inseminación artificial en la especie ovina. (en línea). Bariloche, INTA. 19 p. Consultado nov. 2022. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/inseminacion_ovinos/07-manual_ia.pdf
41. Gil, J.; Olivera, J.; Fierro, S.; Durán, G.; Gamarra, J.; Teizeira, V.; Araujo, A.; Stoletniy, G. 2006. Inseminación intrauterina con semen congelado en majadas Merino Fino: comparación de protocolos de sincronización estral. In: Sociedad Criadores Merino Australiano del Uruguay, UY. Proyecto Merino Fino del Uruguay: séptima distribución de carneros generados en el núcleo fundacional de Merino fino de la Unidad Experimental "Glencoe" - INIA Tacuarembó. Montevideo, INIA. pp. 16 - 20. (Serie Actividades de Difusión no. 475).
42. Ginther, O. J.; Kot, K.; Wiltbank, M. C. 1995. Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous 38 cycle in ewes. *Theriogenology*. 43: 689 - 703.
43. Goodman, R. L. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. In: Knobil, E.; Neill, J. D. *The physiology of reproduction*. New York, Raven. v. 2, pp. 659 - 709.
44. Hafez, E. S. E.; Hafez, B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª. ed. México, McGraw-Hill Interamericana. 519 p.

45. Kremer, R. 2011. Reflexiones sobre la introducción y/o creación de razas ovinas. In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (15°. , 2011, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1 - 6.
46. Land, R. B. 1969. A relationship between the duration of oestrus, ovulation rate and litter size of sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 23(1): 49 - 53.
47. Light, J. E.; Silvia, X. J.; Reid II, R. 1994. Luteolytic effect of prostaglandins F2 and two metabolites in ewes. *Journal of Animal Science*. 72(10): 2718 - 2721.
48. Loubser, P. G.; Van Niekerk, C. 1981. Oestrus Synchronization in sheep with progesterone - impregnated (MAP) intravaginal sponges and a Prostaglandin analogue. *Theriogenology*. 15(6): 547 - 552.
49. McCracken, J. A.; Glew, M. E.; Scaramuzzi, R. J. 1970. Corpus luteum regression induced by prostaglandin F2 α . *Obstetrical & Gynecological Survey*. 25(11): 1076 - 1077.
50. Manes, J.; Ungerfeld, R. 2015. Sincronización de celos en ovejas y cabras con dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos: alteraciones en ambiente vaginal y su relación con la fertilidad. (en línea). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 39(1): 104 - 108. Consultado nov. 2022. Disponible en [http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag104-108%20\(RB537\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v39n1/pag104-108%20(RB537).pdf)
51. Maxwell, W. M. C.; Hewitt, L. J. 1986. A comparison of vaginal, cervical and intrauterine insemination of sheep. *The Journal of Agricultural Science*. 106(1): 191 - 193.
52. Menchaca, A.; Rubianes, E.; Ungerfeld, R.; De Castro, T. 2003. Tratamientos hormonales para la inducción y sincronización de celos en ovejas y cabras. In: Ungerfeld, R. *Reproducción en los animales domésticos*. Montevideo, Melibea. v. 2, pp. 483 - 494.

53. _____.; _____. 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*. 16: 403 - 413.
54. _____.; _____.; Miller, V.; Gil, J.; Pinczak, A.; Laca, M. 2004. Prostaglandin F₂ α treatment associated with timed artificial insemination in ewes. *Reproduction in Domestic Animals*. 39(5): 352 - 355.
55. MGAP. OPYPA. (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, UY). 2018. Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016. Montevideo. 62 p.
56. _____. SNIG. (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Sistema Nacional de Información Ganadera, UY). 2021. Declaración Jurada anual de existencias: 2020 - 2021. (en línea). Montevideo. Consultado oct. 2022. Disponible en <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2QyNTE0ZmQtMjk2OC00MzNkLWl3ZTEtNTc3NjNiNGZkNTQwLiwidCI6IjNlY2RjZTkxLWUwOTctNDdjYy1iMWUzLWJiOWIzNjExNGIINSIsImMiOiR9>
57. Montossi, F.; De Barbieri, I.; Ciappesoni, G.; Soares de Lima, J.; Luzardo, S.; Brito, G.; Vignoles, C.; San Julián, R.; Silveira, C.; Mederos, A. 2011. Merino Superfino y Merino Dohne: innovaciones tecnológicas para mejorar la competitividad del rubro ovino en sistemas ganaderos extensivos mixtos del Uruguay. *In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (15°. 2011, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1 - 26.*
58. Monzalvo, C.; Gallinal, R.; García Pintos, M.; Gimeno, D.; Barrios, E.; Ciappesoni, G. 2020. Corriedale Pro ®: innovación y trabajo interinstitucional. *Revista INIA*. no. 60: 22 - 26.
59. Olivera, J.; Gil, J.; Menchaca, A.; Rubianes, E. 2004. Effect of PGF₂ α dose on the reproductive performance of a Timed Artificial Insemination protocol in sheep. *Reproduction, Fertility and Development*. 16: 507 - 127.

60. _____.; _____.; Araujo, A.; Gamarra, J.; Teixeira, V.; Fierro, S. 2005. Preservación seminal para la IA cervical en majadas del proyecto merino fino: semen refrigerado (24 y 48 horas). (en línea). Tacuarembó, INIA. pp. 15 - 20. (Serie Actividades de Difusión no. 439). Consultado nov. 2022. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9923/1/SAD-439p15-29.pdf>
61. _____.; Dighiero, M.; Oliveira, G. 2006a. Sincronización de estros en ovinos con un análogo de Prostaglandina F2a: viabilidad productiva y económica. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (31º., 2006, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 160 - 162.
62. _____.; Gil, J.; Araujo, A.; Gamarra, J.; Teixeira, V.; Fierro, S.; Stoletniy, G. 2006b. Sincronización de celos para la IA a Tiempo Fijo vía cervical en majadas del Proyecto Merino Fino: comparación de protocolos. Montevideo, INIA. 6 p. (Serie de Actividades de Difusión no. 475).
63. Olivera-Muzante, J.; Fierro, S.; Gil, J.; Menchaca, A.; Rubianes, E. 2011a. Alternatives to improve a prostaglandin-based protocol for timed artificial insemination in sheep. (en línea). *Theriogenology*. 76(8): 1501 - 1507. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.020>
64. _____.; _____.; López, V.; Gil, J. 2011b. Comparison of prostaglandin- and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. (en línea). *Theriogenology*. 75(7): 1232 - 1238. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.036>
65. _____.; _____. 2016. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en ovinos: nuevas alternativas para incrementar su adopción. *Cangüé*. no. 37: 8 - 13.

66. Parraguez, V. H.; Blank, O.; Muñoz, C.; Latorre, E. 2000. Inseminación artificial en ovinos. (en línea). Monografías de Medicina Veterinaria. 20(2): s.p. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/5019/4903>
67. Rosa, H. J. D.; Bryant, M. J. 2002. The «ram effect» as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Ruminant Research*. 45: 1 - 16.
68. Rubianes, E.; Kmaid, S.; Ungerfeld, R.; Ibarra, D.; Viñoles, C.; De Castro, T.; Carbajal, B. 1993. Superovulación y transferencia de embriones en ovinos lecheros. *In: Producción de leche ovina (1993, Canelones)*. Reunión de Divulgación. Montevideo, INIA. s.p.
69. _____.; _____.; Ungerfeld, R. 2002. Sincronización de celos en ovinos: bases fisiológicas y distintas técnicas de manejo hormonal. *In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10°, 2002, Paysandú)*. Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 117 - 122.
70. _____.; Menchaca, A.; Carbajal, B. 2003. Response of the 1-5 day-aged ovine corpus luteum to prostaglandin F2 α . *Animal Reproduction Science*. 78(1-2): 47 - 55.
71. Russel, A. J. F.; Doney, J. M.; Gunn, R. G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*. 72(3): 451 - 454.
72. SAS Institute, US. 2021. SAS: OnDemand for Academics version 2021. (en línea). North Carolina. Consultado abr. 2022. Disponible en https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html
73. Scaramuzzi, R. J.; Baird, D. T.; Campbell, B. K.; Adams, N. R.; Downing, J. A.; Findlay, J. K.; Henderson, K. M.; Martin, G. B.; McNatty, K. P.; McNeilly, A. S.; 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.

74. _____.; _____.; _____.; Driancourt, M. A.; Dupont, J.; Fortune, J. E.; Gilchrist, R. B.; Martin, G. B.; McNatty, K. P.; McNeilly, A. S.; Monget, P.; Monniaux, D.; Viñoles, C.; Webb, R. 2011. Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*. 23(3): 444 - 467.
75. SCMD (Sociedad de Criadores de Merino Dohne, UY). s.f. La raza. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado nov. 2022. Disponible en <https://scmd.com.uy/la-raza/>
76. Souza, M.; Nadal da Luz, S.; Días, P.; Pereira, J. 1994. Inseminação transcervical com sêmen congelado em ovinos. *Ciência Rural*. 24(3): 597 - 602.
77. Spencer, T. E.; Bazer, F. W. 1995. Temporal and spatial alterations in uterine estrogen receptor and progesterone receptor gene expression during the estrous cycle and early pregnancy in the ewe. *Biology of Reproduction*. 53(6): 1527 - 1543.
78. _____.; _____. 1996. Ovine interferon tau suppresses transcription of the estrogen receptor and oxytocin receptor genes in the ovine endometrium. *Endocrinology*. 137(3): 1144 - 1147.
79. SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). 2009. Plan Estratégico Nacional para el Rubro Ovino 2009-2015: el desafío de ser más competitivos. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 129: 66 - 67.
80. _____. 2011. Manual práctico de producción ovina. Montevideo. 221 p.
81. _____. 2016. Razas ovinas en el Uruguay. Montevideo. 52 p.
82. _____. 2018. Manual práctico de producción ovina: el rubro ovino: carne y lana. Montevideo. 343 p.
83. Ungerfeld, R. 2020. Reproducción de los animales domésticos. Zaragoza, Edra. 238 p.
84. Viñoles, C.; Bancharo, G.; Rubianes, E. 1999. Follicular wave pattern and progesterone concentrations in cycling ewes with high and low body condition score. *Theriogenology*. 51: 437.

85. _____. 2003. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe. Doctoral Thesis. Uppsala, Suecia. Swedish University of Agricultural Sciences. Faculty of Veterinary Medicine. 56 p.
86. _____.; González Bulnes, A.; Martin, G. B.; Sales, F.; Sale, S. 2010. Sheep and Goats. In: Des Coteaux, L.; Colloton, J.; Gnemmi, G. eds. Practical Atlas of Ruminant and Camelid Reproductive Ultrasonography. Iowa, Wiley-Blackwell. pp. 181 - 210.
87. White, L. M.; Keisler, D. H.; Dailey, R. A.; Inskeep, E. K. 1987. Characterization of ovine follicles destined to form subfunctional corpora lutea. *Journal of Animal Science*. 65: 1595 - 1601.