

## Reanudación de la actividad ovárica posparto en ovinos en el trópico alto colombiano

Alvarado, G.P.<sup>1,2</sup>; Torres C.M.<sup>1,2</sup> y Grajales L.H.<sup>1,2</sup>®

<sup>1</sup> Gestión Tecnológica e Innovación en Sistemas Pecuarios. Centro de Investigación Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino- CIDTEO, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias para la Producción Animal - Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Anestro posparto.  
Ciclo estral.  
Preñez temprana.  
Progesterona.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Postpartum Anestrus.  
Oestrus.  
Early Pregnancy.  
Progesterone.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 20.09.2023  
Aceptado/Accepted: 06.12.2023  
On-line: 15.04.2024  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[hgrajales@unal.edu.co](mailto:hgrajales@unal.edu.co)

### RESUMEN

Se evaluó el comportamiento de la condición corporal, peso vivo y niveles de progesterona en el posparto durante el periodo de reanudación de la actividad ovárica, en función del tipo racial (Criolla Colombiana, Romney Marsh, Hampshire y Corriedale) y tipo de parto (sencillo y múltiple) en 32 hembras ovinas. La estadística se realizó bajo un modelo de estructura factorial, usando el paquete SAS. Dentro de los resultados se encontró que la condición corporal y el peso empiezan a recuperarse a partir del día 21, siendo la Criolla y la Romney Marsh las que inician más tempranamente; el tiempo de reactivación ovárica posparto fue de  $31,8 \pm 14,1$  días en promedio, sin presentar diferencias significativas dentro de los grupos evaluados. El tipo de parto presentó un efecto significativo en el intervalo parto primera ovulación ( $P < 0,002$ ), intervalo parto primer estro observado ( $P < 0,015$ ), intervalo parto primer ciclo regular ( $P < 0,006$ ) e intervalo parto inicio de la ciclicidad ( $P < 0,031$ ), siendo las hembras con parto simple las de una reanudación ovárica más temprana. En la interacción tipo racial\*tipo de parto no se encontraron diferencias significativas para las variables medidas ( $P > 0,05$ ). Este estudio permitió validar el efecto del tipo de parto sobre la reactivación ovárica posterior al parto, siendo las hembras de parto sencillo quienes se recuperan más rápidamente.

### Resumption of postpartum ovarian activity in sheep in the high Colombian tropics

### SUMMARY

The behavior of body condition, live weight and progesterone levels in the postpartum period during the resumption of ovarian activity was evaluated, based on racial type (Colombian Creole, Romney Marsh, Hampshire and Corriedale) and type of delivery (single and multiple) in 32 ovine females. The statistics were performed under a factorial structure model, using the SAS package. Among the results, it was found that body condition and weight begin to recover from day 21, with Creole and Romney Marsh starting earlier; the postpartum ovarian reactivation time was  $31.8 \pm 14.1$  days on average, without showing significant differences within the evaluated groups. The type of delivery had a significant effect on the interval between first ovulation delivery ( $P < 0.002$ ), the interval between the first observed estrus ( $P < 0.015$ ), the interval between the first regular cycle ( $P < 0.006$ ) and the interval between onset of cyclicity ( $P < 0.031$ ), with females with a simple delivery having an earlier ovarian resumption. In the racial type \* calving type interaction, no significant differences were found for the measured variables ( $P > 0.05$ ). This study allowed to validate the effect of the type of parturition on the ovarian reactivation after childbirth, with the single parturition females recovering more quickly.

### INTRODUCCIÓN

La anovulación en el posparto se atribuye al bloqueo del pulso generador de hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), por la existencia del efecto de retroalimentación negativa al estradiol (E2), que está determinado por la baja sensibilidad de los gonadotropos hipofisarios (Ciechanowska et al. 2010; Goff et al. 2013). Durante este periodo los pulsos de secreción de LH son poco frecuentes, con la subsecuente falta de maduración folicular, lo que impide que se llegue a un pico preovulatorio, aunque los folículos siguen en crecimiento, evidenciado con el desarrollo de ondas

foliculares por acción de la hormona folículo estimulante (FSH), con su posterior regresión, (Bartlewski et al. 1999a; Bartlewski et al. 2000; Wei et al. 2012; Wise 1990; Rhodes et al. 2003).

La reactivación ovárica se da con la reanudación de la liberación pulsátil y sostenida de GnRH, basándose en el restablecimiento y coordinación del eje hipotálamo - hipófisis - ovario - útero (Ascari et al. 2013); a su vez, los cambios en la secreción de LH, generan la maduración del folículo, la ovulación y la consecuente formación del cuerpo lúteo (CL) (Clarke y Pompolo, 2005; Skinner et al. 2000). Durante la transición del periodo anovulatorio a la reanudación de la actividad

ovárica posparto se pueden presentar fases lúteas de vida corta y ovulaciones silenciosas (Rodríguez et al. 2013), en donde existe la formación morfológica de un CL (Bartlewski et al. 1999b), con una luteolisis anticipada alrededor del día 3-7, por efectos de la sensibilidad a la PGF $2\alpha$  uterina (Christensen et al. 2012; Pellicer et al. 2013; Rodríguez et al. 2013). Este evento ha sido reportado en diferentes etapas fisiológicas de la hembra como: la pubertad (Alcaraz et al. 2012), reactivación ovárica (Ronquillo et al. 2008), periodo de transición del anestro estacional a época reproductiva (DeNicolo et al. 2009) y por el efecto macho (Ferreira et al. 2017; Rosa y Bryant 2002), evidenciado en un 50 a 70% de las ovejas (Rodríguez et al. 2013; Álvarez et al. 2009).

En la hembra ovina, la reactivación de la actividad ovárica es influenciada por numerosos factores como: época de parto, estacionalidad, raza (prolificidad – tipo de parto), lactancia (Hernández et al. 2009), balance energético (nutrición), involución uterina y señales socio-sexuales (Abi Salloum y Claus, 2005; Vanimisetti y Notter, 2012). Diversos experimentos realizados en época reproductiva han demostrado que las ovejas resumen la actividad ovárica regularmente antes de los 35 días posparto (Araujo et al. 2009; Rodríguez et al. 2013; Moreno et al. 2000; Ungerfeld y Sanchez, 2012), siendo esencial que las ovulaciones estén acompañadas de comportamiento estral, como indicativo de restablecimiento de la actividad ovárica. Autores como Araujo et al. (2009); Hadeef et al. (2014); y Pesántez et al. (2019) sugieren que ovejas con buena condición corporal y pérdida ligera de peso en el posparto pueden manifestar el primer estro observado dentro de los 50 días posparto.

El objetivo de este trabajo fue profundizar en el conocimiento del comportamiento de la condición corporal, el peso vivo y los niveles de progesterona durante el periodo de reanudación de la actividad ovárica posparto, considerando el efecto del tipo racial (Criollo, Corriedale, Hampshire y Romney Marsh) y tipo de parto (simple o múltiple), bajo condiciones del trópico alto colombiano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LOCALIZACIÓN Y SELECCIÓN DE ANIMALES

Durante un periodo de ocho meses, correspondiente a la época de pariciones, en el Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino (CID-TEO), ubicado en el Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia en Mosquera - Cundinamarca, a 4° 42' de latitud norte y 74° 12' de longitud oeste, altitud de 2650 msnm, temperatura variable entre 6,4°C y 20,9°C, humedad relativa de 80% a 87% y una precipitación que oscila entre 21,5 mm y 104 mm (en época de sequía o lluvia respectivamente), se realizó el seguimiento de 32 ovejas adultas, entre 2 a 3 partos, clínicamente sanas. Ocho hembras por cada uno de cuatro biotipos raciales: (n=8): Criolla Colombiana, Corriedale, Hampshire y Romney Marsh, fueron clasificadas de acuerdo al tipo de parto: simple o múltiple, teniendo 2 subgrupos dentro de cada biotipo racial con cuatro (n=4) hembras cada uno. La detección de estros se realizó con ayuda de un macho adulto va-

sectomizado provisto con arnés y tizas marcadoras. Las montas se registraron diariamente para obtener una fecha estimada del estro por observación.

Los animales fueron manejados en potreros con sistema de cría libre y praderas compuestas principalmente de Kikuyo (*Cenchrus clandestinum*) y Ray-grass italiano (*L. multiflorum*) en una proporción 70/30 respectivamente. Las hembras fueron suplementadas con 500 gramos de concentrado, 300 g de silo de maíz, 6ml de glicerol, 10 g de sal y agua a disposición, para mantener el cubrimiento de las necesidades nutricionales de los animales y procurar durante todo el periodo de evaluación un comportamiento fisiológico normal. Los datos de condición corporal (CC) (escala de 1= emaciada a 5= obesa) y peso vivo (PV) (Corner et al. 2015; Álvarez et al. 2009) fueron registrados mensualmente durante el periodo de seguimiento. El destete se practicó a los 74 días en promedio, separando las crías a más de 500 metros de sus madres para evitar el contacto físico, visual y olfativo entre unos y otros. El trabajo se realizó bajo el concepto aprobatorio del Comité de Bioética de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia – UNAL Bogotá, emitido el 1° de noviembre de 2012 (Acta 10).

### MUESTREO Y NIVELES DE PROGESTERONA

Se tomaron muestras de sangre, tres (3) veces por semana a la misma hora (8:00 a 10:00 am), mediante técnica de venopunción de la yugular (5 ml), en tubos vacutainer con heparina (Becton Dickinson®, Rutherford, NJ, USA) para determinar niveles séricos de progesterona (P $_4$ ) a partir del día 5-7 posparto, para conocer su comportamiento durante la reactivación de la actividad ovárica; se obtuvo el plasma sanguíneo y se analizó mediante el kit comercial ELISA inmunoensayo (DSI® RH-351, Italy). Se evaluaron los niveles de P $_4$  de las muestras por duplicado, a partir de una curva lineal de calibración con un rango entre 0,1 a 3,5 ng/ml de P $_4$  en plasma. El calibrador 4 del kit (alto) y el calibrador 0 (bajo) fueron utilizados como control positivo y negativo, respectivamente. El ensayo conto con el 95% de certeza, un límite inferior de sensibilidad de 0,1 ng/ml y un coeficiente de variación inter-ensayo e intraensayo de 4,2% y 3,6%, respectivamente.

### CRITERIO PARA EL MANEJO DE VARIABLES

Se consideró anestro posparto cuando los niveles de P $_4$  basales no excedieron 1ng/ml; mientras que la reactivación ovárica se manifestó con un incremento que excedió 1ng/ml en los niveles séricos de P $_4$ , en dos o más muestreos consecutivos. La ovulación se identificó cuando la concentración de P $_4$  se encontró en niveles menores a 0,5 ng/ml y se evidenció un aumento mayor a 1 ng/ml en mínimo dos subsiguientes muestreos. El cuerpo lúteo de vida corta (CL-VC) se valida como la presencia de actividad luteal durante 4 a 7 días. El primer ciclo regular se definió como la presencia de actividad luteal durante más de tres muestreos consecutivos con niveles de P $_4$  mayores a 1ng/ml en un periodo entre 14 a 20 días de duración, observándose al final la manifestación de un estro (Hadeef et al. 2014); se estableció que el restablecimiento de la ciclicidad se logra en el punto de tiempo cuando se presentan mí-

nimo tres ciclos estrales regulares seguidos (Bartlewski et al. 1999b).

Así, se realizó la clasificación de los perfiles endocrinos, determinando las variables a evaluar, que incluyeron: intervalo parto primer incremento de  $P_4$  (IPP<sub>4</sub>), intervalo parto primera ovulación (IPPO), nivel máximo de  $P_4$  (NMP<sub>4</sub>), cuerpo lúteo vida corta (CL-VC), intervalo parto primer estro observado (IPPEO), intervalo parto primer ciclo regular (IPPCR) e intervalo parto inicio de ciclicidad (IPIC). Las variables cuantitativas fueron analizadas con un diseño factorial 4 (tipos raciales) × 2 (tipo de parto) mediante prueba de ANAVA (SAS 2011). La comparación de medias se realizó empleando el método de Tukey; adicionalmente, se utilizó la prueba de Chi Cuadrado para evaluar el comportamiento de los perfiles en función del tiempo de reanudación de la actividad ovárica (ovulación temprana antes del día 35 posparto) de acuerdo al tipo de parto, expresando todos los resultados como media y el error estándar. Adicionalmente, se realizó regresión lineal para evaluar la reactivación ovárica posparto y su asociación con las variables condición corporal y peso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

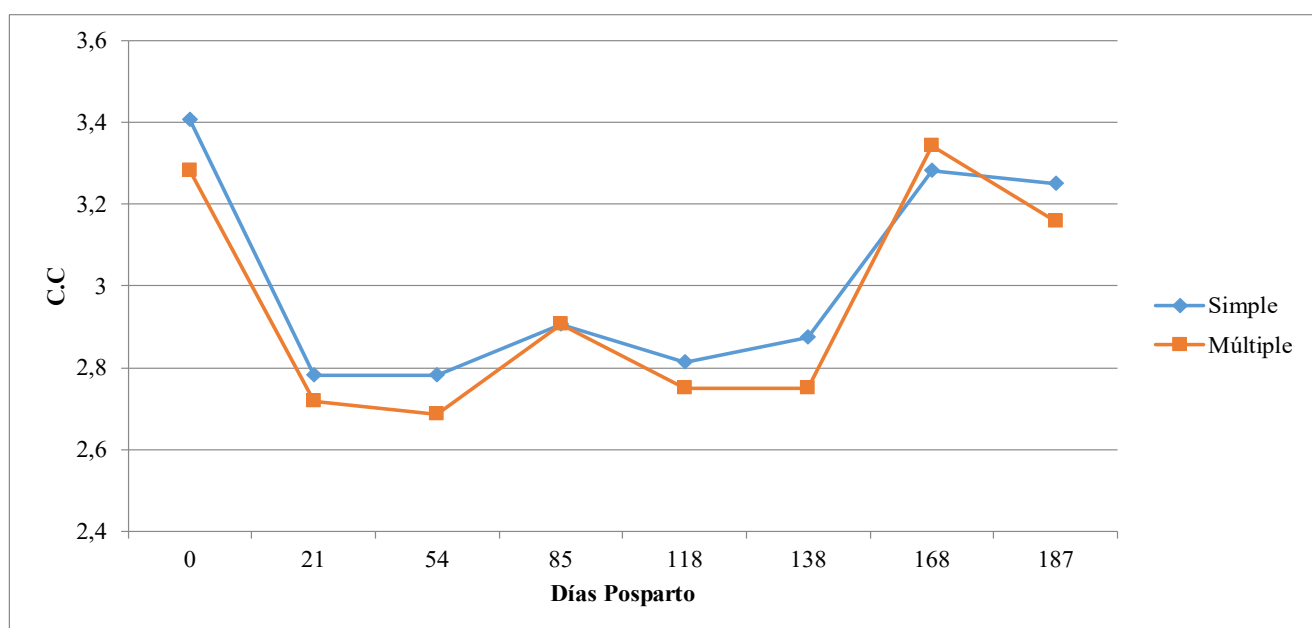
### VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC) Y PESO VIVO (PV)

La CC tuvo extremos individuales de 2.0 y 4.0, encontrándose un máximo de disminución de la CC posparto (nadir) en el día 21±8 promedio; respecto al tipo de parto, las hembras con parto simple presentan un puntaje levemente mayor en la escala de calificación de CC durante la reactivación de la ciclicidad con respecto a las de parto múltiple (2,78 Vs. 2,69), mostrando un comportamiento similar entre ambos grupos (Figura 1). La recuperación de la CC de las ovejas empezó desde el día 21 para los tipos raciales Romney Marsh (desde 2,75) y Criolla (desde 2,38), a partir del día

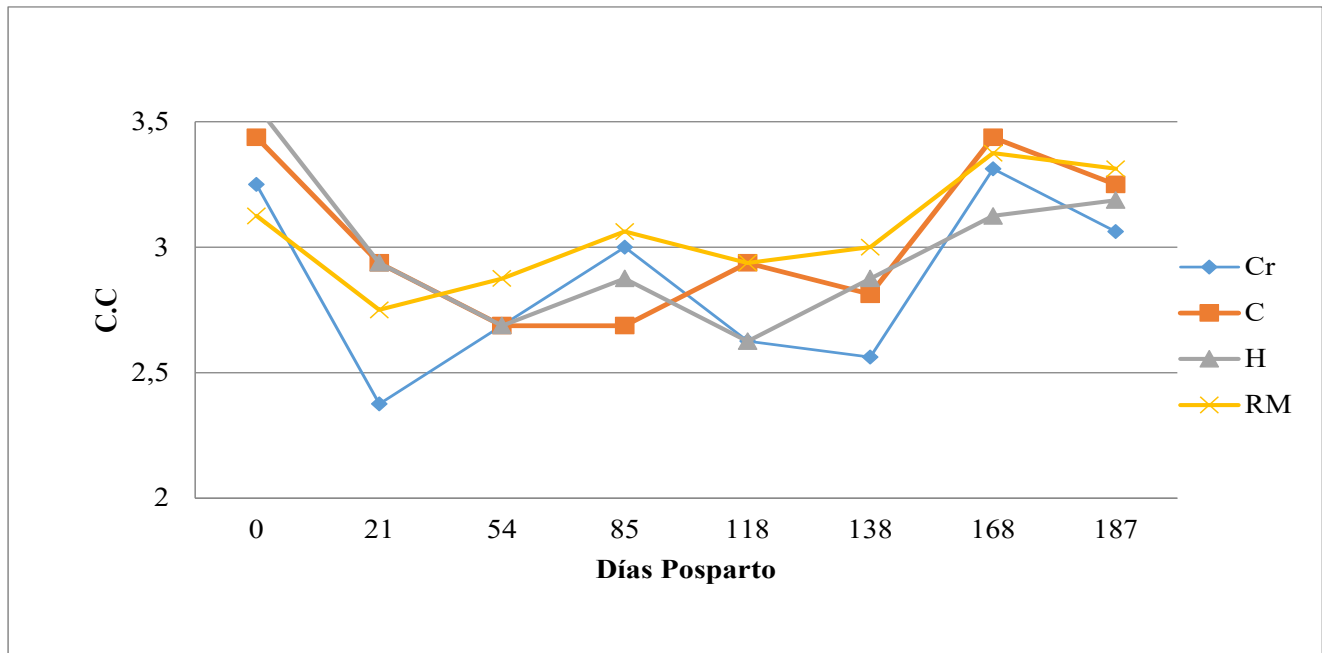
54 posparto para el grupo Hampshire (desde 2,69), aunque de manera irregular y las últimas en iniciar a recuperarse corresponden a las hembras Corriedale a partir del día 85 (desde 2,69). Se evidencia que el aumento en la escala de CC se inicia a partir del día 25 posparto. (Figura 2).

Se observó una disminución significativa en la valoración de la CC, principalmente en el primer mes, producto posiblemente de un balance energético negativo. Araujo et al. (2009) reportan que el pico de la lactancia se da entre dos a tres semanas posparto, por lo que el peso y la condición se ven disminuidas justo durante ese periodo, debido a las demandas de nutrientes, como soporte esencial para la producción de leche, mantenimiento de la cría y una rápida reactivación ovárica posparto. La CC influye en el rendimiento de la lactancia, la supervivencia y el crecimiento de los corderos al destete (Hayder y Ali ,2008; Everet y Cullen, 2009; Thompson et al. 2011, Pesántez et al. 2019), indicando que cuando no hay disponibilidad de forraje de buena calidad, las ovejas tienen que recurrir a las reservas corporales para asegurar adecuada producción de leche; por lo que, un consumo de nutrientes por debajo de las necesidades nutricionales predispone a aquellas ovejas con mayor índice de reservas corporales a tener mejor capacidad de amortiguar el déficit nutricional y lograr mayor rendimiento si se comparan con hembras de pobre CC. Hernández et al. (2009) igualmente resaltan la importancia de la nutrición adecuada durante el período posparto para evitar que se prolongue el anestro.

De acuerdo a los resultados, la recuperación de la condición corporal estuvo relacionada con la reanudación de la actividad ovárica, en cuanto al IPPCR y el IPPEO; estos resultados concuerdan con la revisión, donde resaltan que un alto puntaje de CC, como indicativo de reservas corporales, puede permitir superar el anestro y recuperar la actividad ovárica posparto



**Figura 1.** Evolución de la CC durante el posparto según el tipo de parto (Evolution of body condition score (CC) during the postpartum period according to the type of birth).



**Figura 2.** Evolución de la CC durante el posparto según el tipo racial (Evolution of body condition score (CC) during the postpartum period according to breed type).

más rápidamente (Álvarez et al. 2009). Araujo et al. (2009) han reportado que la CC aumenta al día 56 posparto cuando se suplementa y, fisiológicamente, la hembra empieza nuevamente a almacenar reservas energéticas; de igual manera, Álvarez et al. (2009) reportan que la recuperación de la condición corporal se dio alrededor del día 54 posparto.

El PV tuvo un patrón similar de comportamiento en los biotipos raciales, siendo la criolla el grupo más liviano, presentando una recuperación temprana más marcada (Figura 4). El nadir en pérdida de peso durante el posparto se presentó alrededor de los 21 días, disminución que se le atribuye a la demanda energética de la lactancia, por la demanda de la o las crías. Se evidenció la disminución del peso durante el primer mes posparto (Figura 3 y 4), resaltando que las hembras criollas tiene mayor capacidad para amortiguar un balance energético negativo, mostrando un proceso adaptativo, que se evidencia en una actividad reproductiva diferente en contraste con los biotipos raciales de hembras foráneas, que aparentemente requieren una mayor disponibilidad de forraje o presentan mayor dificultad para cubrir sus requerimientos, por la mayor demanda para la lactancia y mantenimiento en el posparto temprano. Resultados similares a los reportados por Ungerfeld, y Sanchez, (2012), con un 24,4 % de hembras Corriedale que no mostraron actividad en sus perfiles de  $P_4$  durante los primeros 65 días posparto bajo época reproductiva, afirmando que en este tipo racial se ve ampliamente afectada la respuesta reproductiva como consecuencia del bajo peso corporal durante este periodo (Lozano 2014).

El incremento en el PV después de los 21 días posparto en los grupos de parto simple y múltiple se comportó de manera semejante al reporte de DeNicolo et al. (2006) evaluando ovejas Romney Marsh, las cuales no presentaron diferencias significativas en el peso y la

condición corporal de acuerdo al tipo de parto. A los 21 días reportan pesos de  $51.9 \pm 0.6$  kg y  $53.9 \pm 0.6$  kg y a los 73 días posparto  $54.4 \pm 1.1$  kg y  $51.0 \pm 2.7$  kg, respectivamente, resultados semejantes a los obtenidos en este seguimiento en el mismo tipo racial (Figura 3).

#### NIVELES DE PROGESTERONA Y REACTIVACIÓN DE LA CICLICIDAD

La concentración plasmática de  $P_4$  estuvo dentro del rango de 0,2 - 3,5 ng/ml. Los animales fueron clasificados de acuerdo al tiempo de reactivación ovárica, considerada temprana (>35 días posparto) o tardía (<45 días posparto), con base en el promedio obtenido más la desviación estándar. El valor promedio de  $P_4$  durante el tiempo de inactividad ovárica, dentro de cada grupo racial fue de  $0,523 \pm 0,34$  ng/ml. para el tipo Criolla;  $0,414 \pm 0,32$  ng/ml. para la Romney Marsh;  $0,454 \pm 0,35$  ng/ml. para el tipo Hampshire y  $0,480 \pm 0,24$  ng/ml. para el tipo Corriedale.

El tipo de parto mostró un efecto significativo ( $P=0.012$ ) sobre los niveles máximos de  $P_4$  ( $NMP_4$ ). Los resultados evidencian que, para el tipo de parto simple, los niveles son más altos ( $2,074 \pm 0,8$  ng/ml) si se comparan con los niveles de las ovejas con tipo de parto múltiple ( $1,388 \pm 0,4$  ng/ml). Existe mayor presentación de fases lúteas cortas (CL-VC) por parte de aquellas ovejas con parto múltiple, siendo de esperarse que estas secreten menores niveles de  $P_4$ , en comparación con el grupo de ovejas de parto simple, las cuales presentaron cuerpos lúteos con duración normal (>8 días), acompañados de mayores niveles de  $P_4$ , posiblemente representando una mejor función luteal (Figura 5).

Se presentaron de una o dos fases lúteas cortas durante la reanudación de la actividad ovárica con una proporción del 75% ( $n=6$  por biotipo) en la Criolla, Corriedale y Romney y 50% ( $n=4$ ) en el biotipo Hampshire. Estadísticamente los tipos raciales se comportan de manera similar ( $P=0,610$ ). Los CL-VC presentaron

una fase lútea media de  $5,92 \pm 1.15$  días. El tipo de parto influye en la presentación de CL-VC, encontrando, en el caso de partos múltiples, una media de 1,97 CL-VC, comparado con las ovejas de una sola cría, partos sencillos, que presentaron únicamente 0,93 CL-VC, presentando diferencias significativas ( $P=0,036$ ) (Figura 6).

Según Lauderdale et al. (1986), los CL-VC se presentan en un 70% de las ovejas durante el posparto, con fases lúteas de 2 a 4 días, posteriormente presentando la subsecuente reactivación de la actividad ovárica cíclica. La fase lútea corta, previo a la reanudación de la actividad ovárica, es comparable con lo reportado por Abi Salloum y Claus, (2005) con CL-VC con una duración de  $5,3 \pm 0,6$  días y Pearce et al. (1985), quienes reportan un rango de 5 a 6 días. Pearce et al. (1985) demostró que los CL con duración normal presentan niveles de  $P_4$  dentro del rango 1,5 a 2,0 ng/ml, similar a lo obtenido en el presente ensayo; igualmente, reportó que la concentración media de  $P_4$  es menor para el CL-VC, debido al menor tamaño. Respecto al nivel de  $P_4$ , el tipo de parto afecta la concentración de  $P_4$ , así como lo reportan (Mustafa, 2019, Ferreira et al. 2017).

El IPP<sub>4</sub> fue para el grupo Hampshire de  $26,5 \pm 14,7$  días, seguido del grupo Criolla de  $29,0 \pm 9,9$  días, luego el grupo Romney de  $31,5 \pm 14,1$  días y el grupo Corriedale de  $40,4 \pm 15,4$  días. Si bien es cierto, no se encontraron diferencias estadísticas en el modelo en general ( $P=0,138$ ) ni interacción entre el tipo racial y tipo de parto ( $P=0,1186$ ), tal vez, por la variabilidad presentada dentro de los grupos, es notable que el grupo Corriedale requiere más tiempo para mostrar el primer incremento de  $P_4$ , lo que repercute en el inicio de la ciclicidad.

Algunas investigaciones concluyen que el destete tardío no influye en la reactivación ovárica posparto (Hashem et al. 2011; Rosa et al. 2007; Álvarez et al. 2009), resultando similar a lo encontrado en este reporte, puesto que la reactivación ovárica se presentó a los  $28,4 \pm 13,7$  días en general y la aplicación del destete se llevó a cabo a los 74 días en promedio. En este caso, el retraso del destete puede ser útil para aumentar el peso del cordero sin afectar el comportamiento reproductivo en la oveja. Sin embargo, otros estudios demuestran que el destete temprano influye en el tiempo de reactivación ovárica (Orihuela et al. 2016), presentándose a intervalos más cortos ( $26,55 \pm 3,25$  días) a diferencia de un amamantamiento continuo ( $38,0 \pm 3,59$  días), en ovejas no estacionales y condiciones de trópico (Ascari et al. 2013).

Los niveles de  $P_4$  cuantificados estuvieron dentro del rango de 0,2- 3,5ng/ml, que concuerdan con los reportes de literatura en ovejas evaluadas en latitudes similares (Araujo et al. 2009) y/o bajo época reproductiva (Bartlewski et al. 2000), pudiendo inferir que el grupo estudiado tiene las características de reproducirse en cualquier época del año, corroborando un bajo o inexistente grado de estacionalidad reproductiva en condiciones de trópico (Lozano 2014; Rosa y Bryant, 2002). Sin embargo, se observan diferencias intrínsecas dentro de los grupos raciales (Tabla I).

En el IPPO, que fue de  $28,4 \pm 13,7$  días, no se encontraron diferencias significativas en el modelo en general ( $P=0,098$ ), de acuerdo a los factores evaluados.

con un  $P=0,031$  y el tipo racial muestra una tendencia con un  $P=0,091$  (Tabla I).

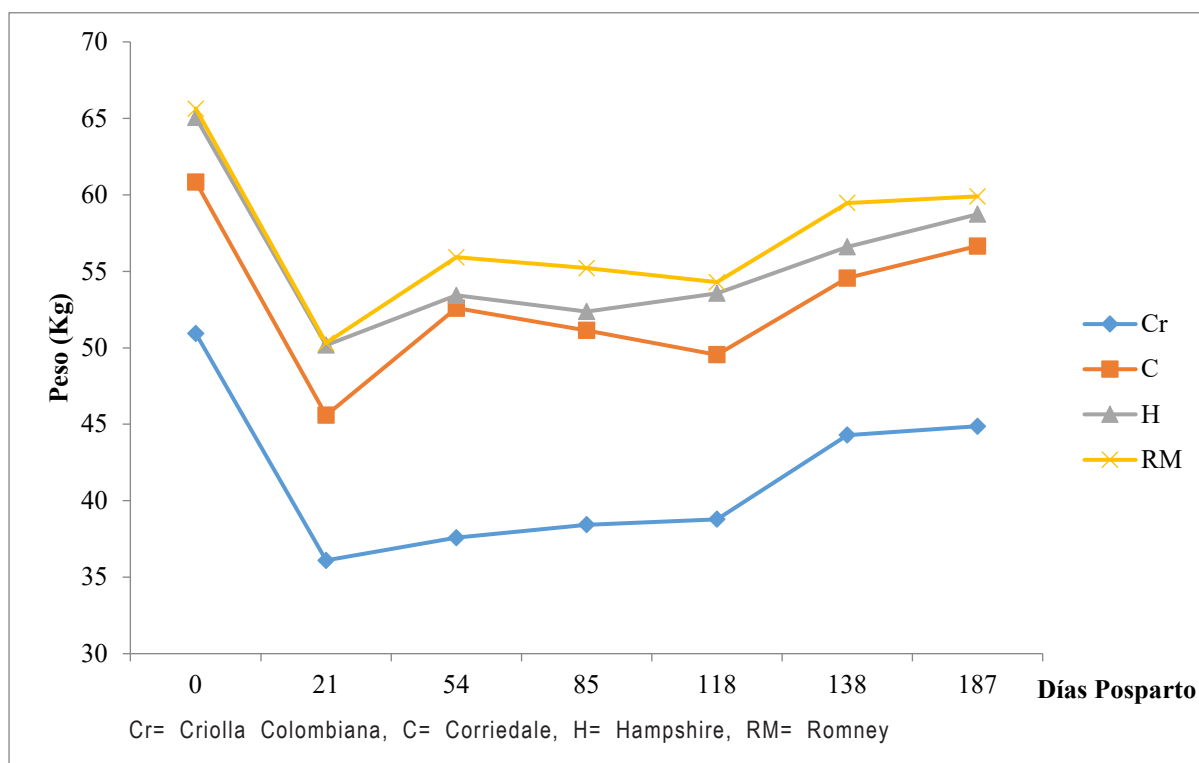


Figura 3. Evolución de la CC durante el posparto según el tipo de parto (Evolution of body condition score (CC) during the postpartum period according to the type of birth).

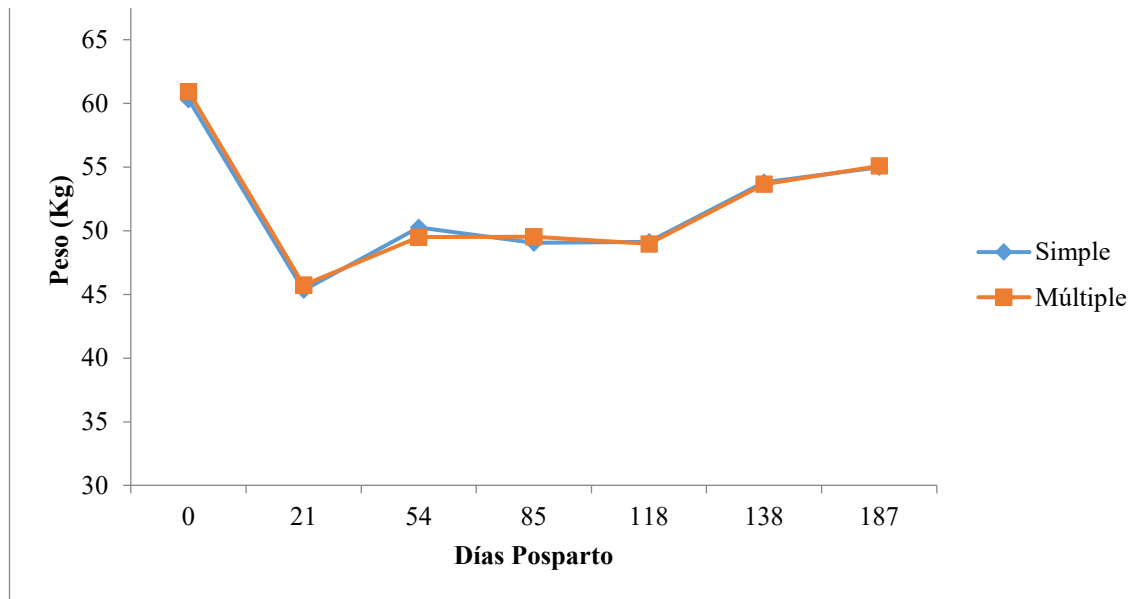


Figura 4. Evolución del peso vivo durante el posparto según el tipo de parto (Evolution of live weight during the postpartum period according to the type of birth).

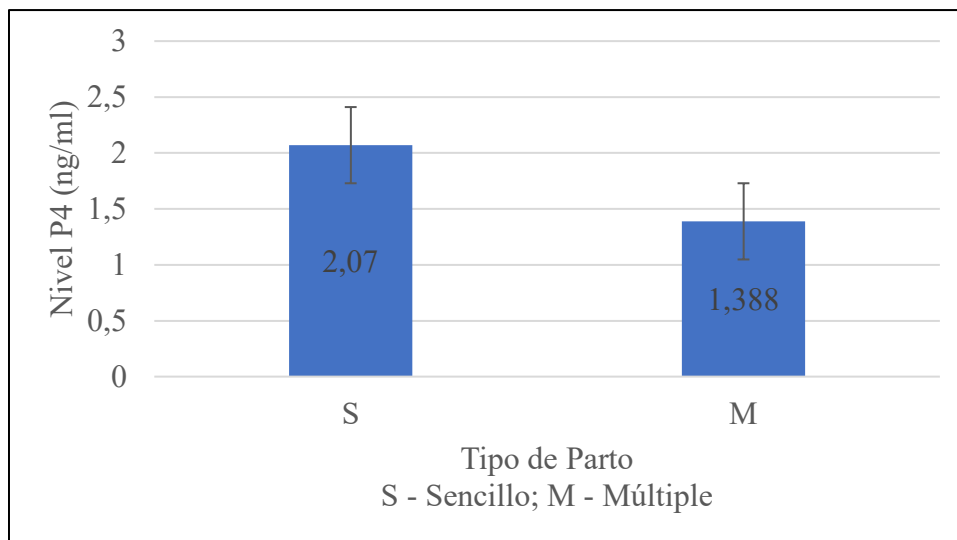


Figura 5. NMP4 durante el primer incremento posparto según el tipo de parto (izq) (NMP4 during the first postpartum increase according to the type of birth (left)).

25 ovejas (78,13%) se reactivaron antes del día 35 posparto. Se encontró que todas las ovejas (100%) con una sola cría, reasumen la actividad ovárica antes de los 35 días a diferencia de las de parto múltiple (56,25%) ( $P=0.0028$ ). Igualmente, se determinó que el promedio de IPPEO es de  $52,50 \pm 22,18$  días para todos los grupos en general (Tabla I). Se presentaron diferencias significativas con un  $P=0.015$  en el modelo, donde el efecto dado por el tipo de parto es altamente significativo ( $P=0.006$ ), pese a que la interacción tipo de parto\* tipo racial no fue estadísticamente significativa ( $P=0.983$ ).

El IPPCR, considerado con una duración entre 14 a 20 días, fue alrededor de los  $38,9 \pm 12,72$  días en las ovejas Criollas;  $52,00 \pm 25,10$  días en las Hampshire;  $56,00 \pm 35,99$  días en las Romney Marsh; y,  $67,88 \pm 32,68$  días en las Corriedale (Tabla I). Existe un efecto significativo en la presentación del primer ciclo regular influenciado por el tipo de parto con un  $P=0.006$ ; aun-

que no se evidencian diferencias significativas de la interacción tipo racial \* tipo de parto ( $P=0.658$ ), demostrando los resultados que las ovejas con parto simple presentan un menor de IPPCR.

El 100% de las ovejas mostraron reactivación de la ciclicidad durante el seguimiento (32/32). No se encontraron diferencias significativas ( $P=0.108$ ) para el IPIC.

El restablecimiento de la actividad ovárica posparto se presentó antes del día  $35,12 \pm 12,51$  en las ovejas tipo criolla, mientras que para las Corriedale fue al  $74,00 \pm 34,59$  días.

Las hembras Hampshire y Romney presentaron un intervalo de  $62,56 \pm 33,35$  días y  $69,00 \pm 42,94$  días, respectivamente (Tabla 2-3). Al evaluar la interacción tipo de parto \* tipo racial no se encontró efecto significativo ( $P=0.793$ ). Al analizar de forma independiente se evidencia que el tipo de parto es altamente significativo

Se encontró que el IPP<sub>4</sub> y el IPPO, al no mostrar diferencias significativas por los factores evaluados (tipo racial y tipo de parto), no afectan el tiempo de reactivación ovárica. Los resultados son comparables con reportes realizados en época reproductiva y ovejas tipo lana, que reportan intervalos para la primera ovulación de  $22.3 \pm 1.1$  días (Sharpe et al. 1986),  $26 \pm 2$  días (Schirar et al. 1989) y  $23.4 \pm 1.4$  días (Quirke et al. 1983). El estudio de Moreno et al. (2000) reporta  $25.0 \pm 1.8$  días posparto en razas nativas, semejante al tiempo de reactivación presentado en el tipo Criolla colombiana ( $24.8 \pm 10.0$  días) y Hampshire ( $23.8 \pm 14.1$  días). Ungerfeld y Rubianes, (1999), en ovejas Corriedale en Uruguay, indican que el tiempo de reactivación es de  $30.0 \pm 4.3$  días y DeNicolo, (2006) observó que las ovejas Romney Marsh con parto simple, se reactivan alrededor de los  $31.0 \pm 1.2$  días posparto en condiciones similares a las del presente trabajo. Diversas investigaciones en la hembra ovina, sujetas a condiciones de época reproductiva, demuestran que el primer incremento de P<sub>4</sub> se presenta en general antes del día 35 y lo clasifican como reactivación ovárica temprana (Bartlewski et al. 1999a; Castillo y Maldonado, 2013; Hayder y Ali, 2008; Moreno et al. 2000; Sharpe et al. 1986), lo cual coincide con los resultados obtenidos en este seguimiento, evidenciando que existen factores intrínsecos al animal (tipo de parto) y/o al grupo racial, que influyen en el tipo de actividad ovárica durante la reactivación de la ciclicidad posparto.

El IPPO, generalmente comprende estros silenciosos, lo que puede estar asociado a CL-VC, presentes durante el periodo posparto, observándose en la segunda y tercera ovulación presencia de signos de estro. Resultados similares fueron reportados por Quirke et al. (1983), donde el intervalo parto primer estro

observado corresponde a la segunda o tercera ovulación en tres razas tipo lana, con un promedio de  $51.1 \pm 2.4$  días; particularmente, reportaron un intervalo de  $53.0 \pm 3.4$  días en la raza Rambouillet,  $51.0 \pm 2.7$  días en la Dorset y  $49.7 \pm 5.9$  días en Finnish Landrace, semejante a los tiempos observados en este ensayo. DeNicolo et al. (2006) indica un rango de 68 a 73 días en la presentación del primer ciclo regular capaz de mantener una preñez en hembras Romney Marsh. Rodríguez et al. (2013) reporta un intervalo parto primer estro regular a los  $45.00 \pm 3.87$  días, mientras que Hashem et al. (2011) reportan 61,3 días para expresar un primer estro posparto, resultados semejantes a los obtenidos en este seguimiento. Fases lúteas con niveles de progesterona de amplitud y duración adecuada son necesarias para la reproducción exitosa, capaz de mantener una preñez.

En el medio tropical colombiano, la selección genética, más de manera natural que controlada, ha dado lugar a la presencia de tipos raciales ovinos adaptados al trópico, que posiblemente son capaces de reproducirse durante todo el año, presentándose variaciones entre ellos en los tiempos de reactivación de la actividad ovárica posparto. Por ejemplo, Goff et al. (2013) demostró, en condiciones ecuatoriales, donde la duración de la intensidad lumínica está alrededor de 12 horas diarias con temperatura moderada, que hembras ovinas europeas, como la Suffolk, pueden mostrar intervalos irregulares en la actividad ovárica sin evidencia clara de anestro estacional. La pronta reanudación de la ciclicidad ovárica posparto es un punto definitivo, pues entre mayor sea el tiempo de

Se encontró que el IPP<sub>4</sub> y el IPPO no se vieron afectados por el tipo racial ni el tipo de parto.

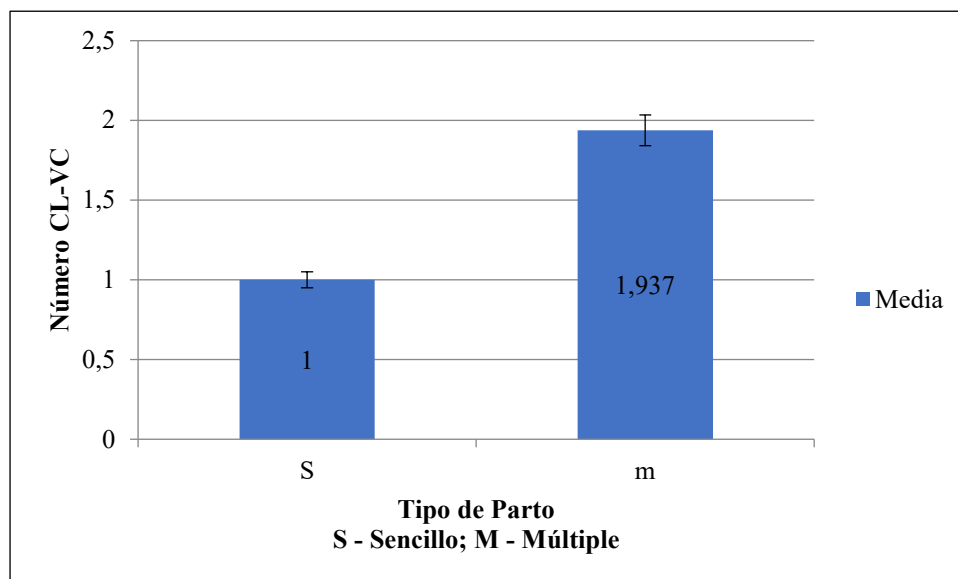


Figura 6. Presentación del CL-VC durante el posparto en los grupos evaluados (der.) (Presentation of CL-VC during the postpartum period in the evaluated groups (right)).

**Tabla I. Primer estro observado, Primer ciclo regular e Inicio de la ciclicidad (días)** (First observed estrus, first regular cycle, and onset of cyclicity (days)).

Variable Respuesta	Tipo Racial	Tipo de Parto		Media	Valor P
		Simple	Múltiple		
IPP4	Criolla	25,3 ± 7,6	32,8±11,5	29±9,9	0,138
	Corriedale	34,0 ± 8,1	46,8±19,4	40,4±15,4	
	Hampshire	34,5 ± 4,8	18,5±17,7	26,5,14,7	
	Romney M	25,8 ± 10,9	37,3±17,5	31,5±14,1	
IPP4	Promedio	29,9 ± 8,6	33,8±18,1	31,8±14,1	0,1186
IPPO	Criolla	20,0 ± 6,9	29,8±10,9	24,8±10,0	0,0028
	Corriedale	30,5 ± 7,0	44,3±19,1	37,4±15,2	
	Hampshire	31,0 ± 3,5	16,5±17,7	23,8±14,1	
	Romney M	22,3 ± 10,5b	33,0±14,5a	27,6±13,0	
IPPO	Promedio	25,9 ± 8,3	30,8±17,5	28,4±13,7	0,098
IPPEO	Criolla	38,0±9,5	49,0±7,6	43,5±10,2	0,983
	Corriedale	41,5±9,8	61,5±17,1	51,5±17,2	
	Hampshire	38,5±6,2	64,3±9,2	51,4±15,1	
	Romney M	49,8±12,5	77,5±40,1	63,6±32,8	
IPPEO	Promedio	41,9±10,8a	63,1±24,8b	52,5±21,8	0,015
IPPCR	Criolla	34,0±12,1	43,8±11,4	38,9±12,7	0,658
	Corriedale	49,5±26,3	86,3±27,7	67,9±32,7	
	Hampshire	38,8±15,4	65,3±26,0	52,0±25,1	
	Romney M	35,3±11,8	76,8±39,9	56,0±36,0	
IPPCR	Promedio	39,4±18,5a	68,0 ±32,3b	53,7±29,9	0,006
IPIC	Criolla	31,5±9,8	38,8±14,3	35,1±12,5	0,091
	Corriedale	55,5±24,8	92,5±28,2	74,0±34,6	
	Hampshire	46,3±28,3	78,8±24,9	62,5±33,3	
	Romney M	56,3±35,7	81,8±40,3	69,0±42,92	
IPIC	Promedio	47,4±28,2a	72,9±34,9b	60,2±34,7	0,031

IPP4= intervalo parto p primer incremento de P4, IPPO= intervalo parto primera ovulación, IPPEO= intervalo parto primer estro observado, IPPCR= intervalo parto primer ciclo regular, IPIC= intervalo parto inicio de la ciclicidad

recuperación ovárica más se afectarán negativamente las tasas de concepción, debido a que habrá disfunción de los cuerpos lúteos subsecuentes y, por lo tanto, un mayor intervalo parto- concepción.

## CONCLUSIÓN

La condición corporal y el peso en los animales disminuyó luego del parto alcanzando un nadir al día 21±8, cuando se reinicia la recuperación, facilitando la reanudación de la actividad ovárica posparto. El tipo de parto influye en la reanudación de la ciclicidad ovárica posparto, afectando los intervalos: parto primer ciclo regular, parto primer estro observado, parto primera ovulación e inicio de la ciclicidad, confirmando la hipótesis de que en hembras con tipo de parto múltiple se retrasa el reinicio de la actividad reproductiva.

El tipo de parto mostró que, en las hembras con parto simple, los NMP<sub>4</sub> son más altos (2,074± 0,8 ng/ml) comparados con hembras de parto múltiple (1,388± 0,4 ng/ml). Los CL-VC presentaron una fase lútea media

de 5,92 ± 1.15 días, observándose en el caso de partos múltiples, una media de 1,97 CL-VC, comparado con 0,93 CL-VC en ovejas de una sola cría.

Se observa que el menor IPP<sub>4</sub> fue para el grupo Hampshire de 26,5 ± 14,7 días y el mayor Corriedale de 40,4 ± 15,4, no encontrando diferencias estadísticas entre ninguno de los tipos raciales. El promedio de IPPO fue de 28,4±13,7 días, no encontrando diferencias significativas en el modelo en general por los efectos evaluados; igualmente, se determinó que el promedio de IPPEO fue de 52,50 ± 22,18 días para todos los grupos en general. El IPPCR fue alrededor de los 38,9±12,72 días en las ovejas Criollas; 52,00±25,10 días en las Hampshire; 56,00±35,99 días en las Romney Marsh; y, 67,88±32,68 días en las Corriedale, el cual es afectado por el tipo de parto. El restablecimiento de la actividad ovárica posparto se presentó antes del día 35,12±12,51 para las ovejas tipo criolla, mientras que para las Corriedale fue al 74,00±34,59 días, presentándose efecto altamente significativo por el tipo de parto.



La identificación de estos patrones fisiológicos en estos genotipos en particular, es una base de información importante que sirve como punto de partida para nuevas investigaciones que permitan ampliar el conocimiento de los factores que afectan el periodo de restablecimiento de la actividad ovárica posparto en el trópico alto colombiano.

## AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero del Proyecto de investigación: Apoyo científico a la mejora de la producción ovina en zona tropical de altitud en Colombia, por la creación de un centro de investigación tecnológico. Coopération Universitaire au Développement - CUD, actualmente ARES (CUD-PIG 2010) y la Dirección General para la Cooperación al Desarrollo – DGCD - Bélgica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez R. J, Sanz A, Joy M. 2009, The effect of the spring management system on blood metabolites and luteal function of ewes on Mediterranean mountain areas. *Small Ruminant Research*, Vol 82, n°1, pp. 18-26.
- Abi Salloum B, Claus R. 2005, Interaction between lactation, photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology*, Vol 63, n°8, pp. 2181-2193.
- Alcaraz R. Quintal Franco JA, Hernández Sánchez D, Sánchez Torres T, Villagómez Amezcua E, Ramon Ugalde J, Baeza Rodríguez J, Bores Quintero R, Cantón Castillo JG. 2012, Ovarian activity in F1 prepubertal ewe lambs under tropical conditions. *Livestock Science*, Vol 143, n°1, pp:24-28.
- Araujo RC, Pires AV, Susin I, Mendes CQ, Rodrigues GH, Urano FS, Ribeiro MF, Oliveira CA, Viau P, Day ML. 2009. Postpartum ovarian activity of Santa Inês lactating ewes fed diets containing soybean hulls as a replacement for coastcross (*Cynodon* sp.) hay. *Small Ruminant Research*, Vol 8, n°2-3, pp.126-131.
- Ascari IJ, Alves AC, Pérez JRO, Lima RR, Garcia IFF, Nogueira GP, Junqueira FB, Castro TR, Aziani WLB, Alves NG. 2013. Nursing regimens: Effects on body condition, return to postpartum ovarian cyclicity in Santa Inês ewes, and performance of lambs. *Animal Reproduction Science*, Vol 140, n°3-4, pp.153-163.
- Bartlewski PM, Beard AP, Rawlings NC, 1999a. Ovarian function in ewes at the onset of the breeding season. *Animal Reproduction Science*, Vol 57, n°1-2, pp.67-88.
- Bartlewski PM, Beard AP, Rawlings NC, 1999b. Ovarian function in ewes during the transition from breeding season to anoestrus. *Animal Reproduction Science*, Vol 57, n°1-2, pp. 51-66.
- Bartlewski PM, Vanderpol J, Beard AP, Cook SJ, Rawlings NC, 2000. Ovarian antral follicular dynamics and their associations with peripheral concentrations of gonadotropins and ovarian steroids in anoestrous Finnish Landrace ewes. *Animal Reproduction Science*, Vol 58, n°3-4, pp.273-291.
- Castillo y Maldonado, Ppea, 2013. Restablecimiento de la actividad reproductiva posparto en ovejas de pelo. *Arch. zootec.* [online].ISSN 0004-0592. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922013000300010>.
- Christensen AC, Haresign W, Khalid M, 2012. Progesterone exposure of the preovulatory follicle in the seasonally anestrous ewe alters the expression of angiogenic growth factors in the early corpus luteum. *Theriogenology*, Vol 77, n°8, pp.1648-1660.
- Ciechanowska M, Łapot M, Mateusiak K, Przekop F, 2010. Neuroendocrine regulation of GnRH release and expression of GnRH and GnRH receptor genes in the hypothalamus-pituitary unit in different physiological states. *Reproductive Biology*, Vol 10, n°2, pp.85-124.
- Clarke IJ, Pompolo S, 2005. Synthesis and secretion of GnRH. *Animal Reproduction Science*, Vol 88, n°1-2, pp. 29-55.
- Corner RA, Ridler AL, Morris ST, Kenyon PR, 2015, Ewe lamb live weight and body condition scores affect reproductive rates in commercial flocks. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol 58, n°1, pp. 26-34.
- DeNicolò G, Morris ST, Kenyon PR, Morel PCH, 2006. Effect of weaning pre or postmating on performance of springmated ewes and their lambs in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol 49, n°3, pp.255-260.
- DeNicolò G, Parkinson TJ, Kenyon PR, Morel PCH, Morris ST, 2009. Plasma progesterone concentrations during early pregnancy in spring- and autumn-bred ewes. *Animal Reproduction Science*, Vol 111, n°2-4, pp. 279-288.
- Everett H y Cullen, 2009, Genetic parameters for ewe rearing performance. *Journal of Animal Science*, Vol 87, n° 9, pp. 2753 -2758. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0858>
- Ferreira S, Burnett A, Póvoas S, Gouveia F, Carvalho P, Vieira M y Lemos O. 2017. Progesterone (P4), luteinizing hormone (LH) levels and ovarian activity in postpartum Santa Inês ewes subject to a male effect. *Archives Animal Breeding*, Vol 60, pp. 95-100. doi:10.5194/aab-60-95-2017
- Goff KJ, Knight JW, Pelzer KD, Akers RM, Notter DR. 2013, Circannual changes in progesterone secretion in intact ewes, luteinizing hormone secretion in ovariectomized estradiol-implanted ewes, and prolactin secretion in three sheep breeds anticipated to differ in seasonality of reproduction. *Animal Reproduction Science*, Vol 138, n°3-4, pp.194-202.
- Hadeif A, Miroud K, Kaidi R. 2014, Effects of body condition and anaemia status on postpartum ovarian activity in ewes under two management systems in Algeria. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 26, n°12.
- Hashem NM, El-Zarkouny SZ, Taha TA, Abo-Elezz ZR. 2011, Effect of season, month of parturition and lactation on estrus behavior and ovarian activity in Barki x Rahmani crossbred ewes under subtropical conditions. *Theriogenology*, Vol 75, n°7, pp.:1327-1335.
- Hayder M, Ali A. 2008, Factors affecting the postpartum uterine involution and luteal function of sheep in the subtropics. *Small Ruminant Research*, Vol 79, n°2-3, pp.174-178.
- Hernández PP, Valdez VMH, Sandoval BF, Hernández GT, Rivera PD, Sánchez JG. 2009, Effect of suckling type on ovarian activity of postpartum Pelibuey ewes, and lamb growing rate during the first 90 days after birth. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, Vol 19, n°4, pp.343-349.
- IDEAM. 2013, Reporte del clima 2013 Febrero - Diciembre. <http://institucional.ideam.gov.co>.
- Lauderdale JW. 1986, A review of patterns of change in luteal function. *J Animal Science*, Vol 2, pp. 79-91. PMID: 3533878.
- Lozano H. 2014, Study of sexual characteristics of male and female sheep under high altitude conditions in Colombia (Thesis PhD). University the Namur, Belgium.
- Moreno J, González de Bulnes A, Gómez Brunet A, López Sebastián A. 2000, Effect of season on the resumption of postpartum cyclic ovarian activity in Mouflon (*Ovis gmelini musimon*) and Manchega sheep (*Ovis aries*). *Small Ruminant Research*, Vol 36, n°1, pp.69-74.
- Mustafa K. 2019. Progesterone level of lactating ewes influenced by parity order, type of lambing and lambs sex. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, Vol 7, n° 4, pp. 295-300. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.4.295.300>
- Orihuela A, Valdez D y Ungerfeld R. 2016, The effect of permanent or temporary contact with the lamb and contact with males on the lambing to first ovulation interval in Saint Croix sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, Vol 181, pp. 100-104. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.009>
- Pellicer RT, Touzé J, Baril G, Malpoux B. 2013, The luteal outcome of anoestrus ewes induced to ovulate by the male effect is not related to the population of ovarian antral follicles before male exposure. *Animal Reproduction Science*, Vol 137, n°1-2, pp 23-30.

- Pearce T y Robinson T. 1985, Plasma progesterone concentrations, ovarian and endocrinological responses and sperm transport in ewes with synchronized oestrus. *Journal of Reproduction Fertility*, Vol 75, pp. 49 – 62. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0750049>.
- Pesántez P, Heras M, Torres R, Sanz F, García C, Vasquez G, Feyjoo, Cáceres, Frías M, Hernández, Martínez R, Gonzalez M, Ganzález B y Astiz S. 2019, Influence of maternal factors (weight, body condition, parity, and pregnancy Rank) on plasma metabolites of dairy ewes and their lambs. *Reproductive Management of Sheep and Goats*, Vol 9, n°4, pp. 122. <https://doi.org/10.3390/ani9040122>
- Quirke JF, Stabenfeldt GH, Bradford GE. 1983, Resumption of ovarian function in autumn lambing Dorset, Rambouillet and Finnish Landrace ewes. *Theriogenology*, Vol 19, n°2, pp. 243-248.
- Rodríguez RM, Ciccioli NH, Ferrería J, Pevsner DA, Rosas CA, Rodríguez MM, Pedrueza JR. 2013, Short-lived corpora lutea syndrome in anoestrous ewes following 17-oestradiol or MAP treatments applied before an allogenic sexual stimulation with rams and oestrous ewes. *Animal Reproduction Science*, Vol 136, n°4, pp. 268-279.
- Rhodes M, Chagas L, Clark B y Verkerk G. 2003, Effect of dietary intake on steroid feedback on release of luteinizing hormone in ovariectomized cows. *Reproduction, Fertility and Development*, Vol 15, n° 1, pp. 11-17. <https://doi.org/10.1071/RD01133>
- Ronquillo JCC, Martínez AP, Pérez CMB, Sandoval BF, Martin GB, Valencia J, Gallegos Sánchez J. 2008, Prevention of suckling improves postpartum reproductive responses to hormone treatments in Pelibuey ewes. *Animal Reproduction Science*, Vol 107, n°1-2, pp. 85-93.
- Rosa HJD, Bryant MJ. 2002, The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Ruminant Research*, Vol 45, n°1, pp. 1-16.
- Rosa HJD, Ventura PFM, Sousa JT, Moreira D, Borba AES, Rego OA. 2007, Productive and reproductive performance of Romney Marsh and Merino Branco sheep in the Azores under different feeding regimens. *Small Ruminant Research*, Vol 67, n°2-3, pp.296-301.
- Schirar A, Meusnier C, Paly J, Levasseur MC, Martinet J. 1989, Resumption of ovarian activity in post-partum ewes: Role of the uterus. *Animal Reproduction Science*, Vol 19, n°1-2, pp.79-89.
- Skinner, D. C., Harris, T. G., & Evans, N. P. 2000, Duration and amplitude of the luteal phase progesterone increment times the estradiol-induced luteinizing hormone surge in ewes. *Biology of reproduction*, Vol 63, n°4, pp. 1135-1142.
- Sharpe PH, McKibbin PE, Murphy BD, Manns JG. 1986, First postpartum ovulations and corpora lutea in ewes which lamb in the breeding season. *Animal Reproduction Science*, Vol 10, n°1, pp.61-74.
- Thompson A, Ferguson B, Campbell D, Gordon J, Kearney G, Oldham M y Paganoni B. 2011, Improving the nutrition of Merino ewes during pregnancy and lactation increases weaning weight and survival of progeny but does not affect their mature size. *Animal Production Science*, Vol 51, n° 9, pp. 784 – 793. <https://doi.org/10.1071/AN09139>
- Ungerfeld R y Rubianes E. 1999, Effectiveness of short-term progesterone primings for the induction of fertile oestrus with eCG in ewes during late seasonal anoestrus. *Animal Science*, Vol 68, n° 3, pp. 349 – 353. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1357729800050347>
- Ungerfeld R, Sanchez F. 2012, Oestrus synchronization in postpartum autumn-lambing ewes: Effect of postpartum time, parity, and early weaning. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol 10, n°1, pp. 62-68.
- Vanimisetti y Notter 2012, Opportunities for generic evaluation of reproductive performance in accelerated lambing systems, *Livestock Science*, Vol 148, n° 1-2, pp. 134 – 145. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.022>
- Wei S, Gong Z, Dong J, Ouyang X, Wei M, Xie K, Li Q, Zhang F, Sun J. 2012, Effect of a GnRH agonist on the FSH receptors in prepubertal ewes. *Small Ruminant Research*, Vol 105, n° 1-3, pp. 237-243.
- Wise E. 1990, Gonadotropin Releasing hormone secretion during the postpartum anestrus period of the Ewe. *Biology of Reproduction*, Vol 43, n° 5, pp. 719 – 725. <https://doi.org/10.1095/biolreprod43.5.719>