

Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2020; 10:1-13. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.27>
Artículo Original. Recibido: 24/04/2020. Aceptado: 19/10/2020. Publicado: 20/11/2020. Clave: 2020-34.

Actividad ovárica postparto de cabras Alpinas consumiendo diferentes niveles de energía

Postpartum ovarian activity of Alpine goats consuming different energy levels

Rivas-Jacobo Marco^{1*} , González-Aguilar Elizabeth¹ , Ballesteros-Rodea Gilberto¹ , Hernández-Marín Antonio² , Gallegos-Sánchez Jaime³ , Herrera-Corredor Alejandra^{**1} 

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, México. ²Universidad de Guanajuato, Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, México. ³Colegio de Postgraduados, Ganadería, Campus Montecillo, México. *Autor responsable: Rivas-Jacobo Marco. ** Autor de correspondencia: Herrera-Corredor Alejandra, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Apartado Postal 32. 444 826 1300. Ejido Palma de la Cruz. Km. 14.5 Carretera San Luis-Matehuala. Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. marco.rivas@uaslp.mx, eli_blue_17@hotmail.com, gilberto.ballesteros@uaslp.mx, jahmarin@ugto.mx, gallegos@colpos.mx, alejandra.herrera@uaslp.mx

RESUMEN

Se utilizaron 34 cabras Alpinas con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de energía en la dieta, en el retorno a la actividad ovárica postparto. Se conformaron tres grupos: E80: 80% de los requerimientos de energía en postparto, E100: 100% de los requerimientos y E120: 120% de los requerimientos. La dieta se proporcionó 3 semanas antes y hasta 60 días después del parto. Se determinó el peso de las hembras cada cinco días y se escanearon los ovarios por ultrasonografía dos veces por semana, para evaluar el crecimiento folicular. Por medio de Radioinmunoanálisis se determinó el día en que las hembras ovularon, con base en la concentración de progesterona. Las cabras en E120, observaron pesos más altos que en E80 y E100 ($P \leq 0.05$). En E100 el primer folículo se presentó más temprano (27.09 ± 08.5 días; $P \leq 0.05$) y presentó el mayor porcentaje de ovulación (54.54%). No hubo diferencias en el intervalo parto-ovulación entre E100 y E120 ($P < 0.05$). El nivel de consumo de energía en la dieta estimula la actividad ovárica postparto; sin embargo, un bajo porcentaje de animales ovulan lo que puede indicar que hay otros factores que pueden condicionar la recuperación completa del ovario como el amamantamiento.

Palabras Clave: Postparto, energía, folículos ováricos, actividad ovulatoria.

ABSTRACT

34 Alpine goats were used with the objective of evaluating the effect of energy density in the diet, on the return to postpartum ovarian activity. Three experimental groups were formed: E80: 80% of the postpartum energy requirements, E100: 100% of the requirements and E120: 120% of the requirements. The diet was provided 3 weeks before and up to 60 days after delivery. Female weight was determined every five days and the ovaries were scanned by ultrasonography twice a week to assess follicular growth. The day the females ovulated was determined by radioimmunoassay, based on the progesterone concentration. The goats in E120, observed higher weights than in E80 and E100 ($P \leq 0.05$). In E100 the first follicle presented earlier (27.09 ± 08.5 days; $P \leq 0.05$) and presented the highest percentage of ovulation (54.54%). There were no differences in the calving-ovulation interval between E100 and E120 ($P < 0.05$). The level of energy consumption in the diet stimulates postpartum ovarian activity; however, a low percentage of animals ovulate, which may indicate that there are other factors that can condition the complete recovery of the ovary, such as suckling.

Keywords: Postpartum, energy, ovarian follicles, ovulatory activity.

INTRODUCCIÓN

En la cabra, así como en el resto de los animales rumiantes, el último tercio de gestación, es uno de los periodos más críticos del ciclo de producción. Entre las tres semanas finales de la gestación y las tres semanas iniciales de la lactancia, aumenta la demanda metabólica para el crecimiento fetal y la producción de leche, y estos eventos fisiológicos coinciden con un descenso en el consumo de materia seca; lo que puede ocasionar un balance energético negativo (BEN). Así, cuando la energía es escasa, los mecanismos fisiológicos que contribuyen a su metabolismo, van a favorecer aquellos procesos que aseguran la viabilidad del individuo, sobre aquellos procesos que promueven el crecimiento, la longevidad y reproducción, lo que retrasa la aparición de ciclos estrales después del parto ([Van Knegsel et al., 2005](#)).

Durante la primera semana posparto se han observado oleadas de crecimiento folicular en ganado bovino, independientemente del grado de BEN en respuesta a la elevación de la hormona Folículo Estimulante (FSH), la cual disminuye en la segunda semana posparto. Contrariamente, los niveles de estrógenos disminuyen en la primera semana posparto y empiezan a incrementarse lentamente después de la primera semana, lo cual coincide con el desarrollo del folículo dominante (FD; [Beam y Buttler, 1997](#); [Emerick et al., 2010](#)). [Canfield y Butler \(1990\)](#) señalan que la pulsatilidad de LH se suprime hasta que el valor nadir de BEN se alcanza; tiempo en el cual la frecuencia de pulsos de LH empieza a incrementarse estimulando la ovulación. La ovulación del FD se da solamente cuando un pulso de LH ocurre cada 40-60 minutos, para estimular una producción máxima de estradiol, retroalimentación positiva y un pico preovulatorio de LH y FSH. Estos episodios pulsátiles se detectan alrededor de 10 a 20 días posparto en vacas en ordeña; mientras que en hembras amamantando se observa un retardo en la presentación de la secreción pulsátil de LH ([Crowe et al., 1998](#)).

Por otro lado, las causas del anestro posparto en pequeños rumiantes es multifactorial, aunado a las condiciones nutricionales del manejo y el fotoperiodo; el amamantamiento es otro factor potencial que puede retrasar los ciclos ovulatorios posparto, ya que inhibe la secreción de la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH; [Morales-Terán et al., 2004](#)) que desencadenará los eventos hormonales que dan paso a la ovulación; al respecto se han implementado estrategias de control del amamantamiento encaminadas a adelantar la ciclicidad ovárica en periodo posparto.

Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue determinar si los diferentes niveles de consumo de energía favorecen o no el reinicio de la actividad ovárica posparto en cabras que paren en la estación reproductiva y que están amamantando.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó en las instalaciones de la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el

Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. Se localiza a 22°11' de Latitud Norte y 100°56' de Longitud Oeste, a una altitud de 1850 msnm. El clima es seco templado, con una franja al suroeste de clima semi seco templado. La temperatura media anual es de 17.1 °C, la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frío de noviembre a febrero. Su precipitación pluvial es de 362 mm (García, 2004).

Animales y tratamientos

Para que los partos se presentaran en el mes de noviembre y así eliminar efectos confundidos por fotoperiodo, en el mes de julio se sincronizaron cabras de raza Alpina Francesa, multíparas, con peso de 45 ± 4.3 kg y condición corporal de 3 en escala de 1 a 5 (Ghosh *et al.*, 2019). Se utilizaron dispositivos intravaginales (CIDR-Pfizer®; 0.3 g progesterona natural) los cuales permanecieron durante 9 días, 24 horas antes de retirar los dispositivos, se aplicaron 300 UI de eCG (Folligon®-Intervet) vía intramuscular. Doce horas después de retirado el dispositivo se procedió a detectar estros, utilizando machos provistos con mandil para evitar la cópula; una vez que la hembra fue detectada en estro se dio un solo servicio por medio de monta natural, con un semental Alpino con condición corporal de 3. El diagnóstico de gestación se realizó 30 días después del servicio por ultrasonografía en tiempo real (Sonovet PICO, Universal Medical Systems Inc) y transductor convexo de 3.5 MHz.

Manejo de la alimentación

Tres semanas antes del parto los tratamientos se asignaron al azar a las hembras, para conformar los siguientes grupos experimentales: E80 (dieta que cubre el 80% de energía de la etapa, NRC, 2007), E100 (dieta con el 100% de los requerimientos) y E120 (dieta con 120% de requerimientos; tabla 1).

Tabla 1. Aporte de energía de la dieta y Materia Seca

Tratamiento	Energía de la dieta (Mcal/Kg MS)	Materia seca (Kg MS/día)
E80	1.48	1.60
E100	1.85	2.00
E120	2.22	2.22

E80: Alimentación con densidad energética baja; E100: Alimentación con densidad energética adecuada; E120: Alimentación con densidad energética alta. MS: Materia seca

Las cabras se sometieron a un periodo de adaptación a la nueva dieta por 7 días, en donde gradualmente su alimento (A) fue sustituido por las dietas experimentales (D), en proporciones 85%A:15%D, 70%A:30%D, hasta alcanzar el 100%D. La dieta se proporcionó dos veces al día, durante 2 meses después del parto (destete).

La dieta se formuló a base de alfalfa achicalada, heno de avena, grano y ensilado de maíz y sales minerales. Las cabras disponían de agua a libre acceso.

Atención de partos y manejo de las crías

Las hembras y las crías se pesaron 24 horas después del parto, para evitar que el manejo interviniera con el reconocimiento de la cría y la toma de calostro. Las hembras se pesaron cada 5 días, después del parto y hasta el destete. Las crías permanecieron todo el tiempo con las hembras y a los 8 días recibieron un suplemento con 20% de PC, en un corral especial en donde la hembra no tenía acceso. Se utilizaron cabras con parto simple, lo cual se determinó al momento en que se realizó la asignación de tratamientos.

Desarrollo folicular postparto

Quince días después del parto, dos veces por semana hasta el destete, se realizó un escaneo ovárico y se registró el día en que apareció en la superficie del ovario el primer folículo ≥ 6 mm de diámetro ([González-Bulnes et al., 2002](#)), mediante ultrasonografía (Sonovet PICO, Universal Medical Systems Inc), usando un transductor transrectal lineal de 7.5 MHz, acoplado a un manipulador rígido, previo vaciado del recto, con la cabra en posición de pie.

Restablecimiento de la actividad ovárica postparto (Intervalo parto-ovulación)

A partir del día 15 postparto, dos veces por semana se recolectaron muestras sanguíneas de la vena yugular; utilizando agujas estériles 0.8×38 mm (Becton Dickinson and Company, Franklin Lakes, USA) y tubos recolectores estériles Vacutainer de 10 mL (Corvac Sherwood Medical, Saint Louis, Mo, USA). Las muestras fueron centrifugadas 15 min a 1500 rpm para separar el suero sanguíneo, el cual se almacenó en microtubos de polipropileno de 1.5 mL (MCT-150C, AxygenMR Scientific, INC., Union City California, USA), a -20°C para su posterior análisis en serie, al final del periodo de recolección.

El restablecimiento de la actividad ovárica postparto se evaluó por medio de las concentraciones de progesterona, las cuales se determinaron por radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida, con sensibilidad del ensayo de 0.1 ng mL^{-1} y con un coeficiente de variación intraensayo de 4.1%. Para determinar si la cabra restableció su actividad ovárica (ovulación) se utilizó el criterio de [Srikandakumar et al. \(1986\)](#) quienes señalan que cuando dos muestras consecutivas presentan 0.5 ng mL^{-1} , o más de 1 ng mL^{-1} de progesterona en una sola muestra, entonces hay un cuerpo lúteo funcional en el ovario y por lo tanto la hembra ha ovulado. De acuerdo al análisis de laboratorio, se registró el día en que se observaron aumentos en la concentración de progesterona, de acuerdo al criterio establecido anteriormente.

Análisis estadístico

Para la variable cambio de peso vivo, se utilizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo con el procedimiento MIXED de SAS (2002). Para determinar diferencias en el número de cabras que ovularon antes de los 60 d postparto, se empleará la prueba de homogeneidad de ji-cuadrada. Las variables, días en que se presentó el primer folículo

de mayor diámetro y día de ovulación, se analizaron empleando un diseño experimental completamente al azar y Pruebas de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambio de peso vivo en periodo postparto

No hubo diferencias en el peso de las hembras al parto ($P>0.05$). A partir del día 15 postparto, las cabras en E120 presentaron los mayores pesos (tabla 2) y las del grupo E80, los menores. Este comportamiento se mantuvo hasta el día 30 postparto; sin embargo, a partir del día 35 postparto, las cabras E80 y E100, comenzaron a bajar de peso, presentando diferencias ($P\leq 0.05$) con respecto a las cabras en E120; lo que se observó hasta el final del periodo de evaluación. En el día 65, después del parto y cuando el destete ya se había realizado, se observa una ligera tendencia a incrementar el peso en los tres grupos; sin embargo, la diferencia en peso se sigue manteniendo entre los tratamientos E120 vs E100 y E80 (tabla 2).

Tabla 2. Peso vivo de cabras Alpina Francesa consumiendo diferentes niveles de energía en periodo postparto

		Días postparto												
Trat	n	Peso parto	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	EE
E80	11	57.2a	43.3c	40.1c	39.6c	38.5c	38.7b	38.8b	38.8b	38.7b	38.8b	39.2b	40.7b	5.2
E100	11	58.4a	43.9b	42.8b	42.0b	40.0b	39.6b	39.7b	38.7b	38.4b	38.6b	39.4b	41.5b	5.1
E120	12	57.5a	45.5a	45.2a	44.9a	43.7a	43.8a	44.2a	44.5a	44.5 ^a	44.7a	45.2a	48.7a	3.8

Trat: Tratamiento, n = Número de cabras por tratamiento.

E80: Alimentación con densidad energética baja; E100: Alimentación con densidad energética adecuada; E120: Alimentación con densidad energética alta.

a,b,c Medias con literal diferente en una hilera son diferentes ($P\leq 0.05$), EE = Error estándar.

La lactancia es uno de los factores que contribuyen a la mayor pérdida de peso y condición corporal en rumiantes después del parto. [Pérez-Hernández et al. \(2009\)](#) señalan que cuando las crías permanecen en contacto con la madre todo el día, las hembras pierden más peso, ya que se estimula la producción de leche, llegando a remover reservas de tejido graso, lo que prolonga el anestro postparto. Existe controversia entre investigadores sobre el papel del peso y la condición corporal en la reproducción en periodo postparto, [Lwelyin et al. \(1992\)](#), señalan que la actividad ovárica reinicia aún antes de que se presenten cambios en el peso y la condición corporal en cabras africanas. De igual forma, [Mbayahaga et al. \(1998\)](#), no encontraron correlación en el tiempo al que se presenta el primer estro postparto y la pérdida de peso en hembras caprinas. Sin embargo estudios más recientes sí reportan retardo en el restablecimiento de la ciclicidad ovárica en ovejas, debido a la pérdida de peso por la lactancia ([Godfrey y Dodson, 2003](#); [Robinson et al., 2002](#)). [Nascimento et al. \(2014\)](#) en cabras destetadas a los 15 días en periodo postparto, tampoco encontraron una fuerte correlación entre peso

y actividad ovárica postparto, por lo que concluyeron que existen otros factores como el número de parto, producción de leche, edad de la madre e involución uterina; los cuales tienen un efecto conjunto en el retorno a la actividad estral postparto.

En este estudio, las cabras en E120 mantuvieron su peso en el periodo postparto, por lo que se puede atribuir a que el consumo de energía, superior a sus necesidades para la etapa fisiológica, se haya dirigido a la acumulación de reservas en tejido adiposo. Las diferencias de peso que hubo en los grupos E80 y E100, con respecto a E120, coinciden con el tiempo en que las cabras alcanzan su pico de lactación, por lo que la demanda metabólica de energía es mayor y la restricción energética en el caso de E80 y los niveles de E100, pudieron no ser suficientes para cubrirla y mantener el peso.

Día en que aparece el primer folículo mayor en la superficie del ovario

En ganado caprino, así como en otros rumiantes, la participación de la energía tiene un papel aún más importante, ya que los procesos metabólicos que ocurren entre el periodo preparto y el posparto temprano afectan el reinicio de la actividad ovárica, así como la eficiencia reproductiva. Durante este periodo el organismo prioriza funciones como metabolismo basal y la lactancia sobre los procesos reproductivos; así, un balance energético negativo inhibe el reinicio de la actividad ovárica en periodo postparto ([Canfield y Butler, 1990](#)).

En los tres grupos la actividad ovárica reinició posterior a la segunda semana postparto. Las cabras en el grupo E100 presentaron un folículo de diámetro mayor antes de los 30 días postparto ($P \leq 0.05$; tabla 3). En los grupos E80 y E120, en promedio se observan días más tarde, aunque estos se presentaron más dispersos en el tiempo, comparados con E100. No hubo diferencia en estos dos grupos ($P > 0.05$).

Tabla 3. Día después del parto en que el primer folículo alcanza el tamaño mayor en cabras que consumieron diferentes niveles de energía

Consumo de energía	N	Presencia del folículo de diámetro mayor (día postparto)
E80	11	54.33±17.19 ^a
E100	11	27.09±08.5b
E120	12	41.27±19.72 ^a

a, b Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P \leq 0.05$)

La alta frecuencia de secreción pulsátil de LH es determinante para la maduración final de los folículos, en ganado bovino, la secreción de patrones normales de LH sucede de 10 a 20 días postparto, [Savio et al. \(1990\)](#) señalan un intervalo para la detección del primer folículo dominante por medio de ultrasonografía de 11.6±8.9 días, observándose la primera ovulación en vacas lecheras con puerperios normales y no afectados por enfermedades ováricas quísticas alrededor de 15 y 21 días postparto ([Opsomer et al.](#),

1996); mientras que en vacas amamantando tiende a retrasarse. En el caso de la oveja el primer estro postparto se presenta entre 25 y 60 días (Morales-Terán *et al.*, 2004).

En el ganado ovino y caprino, el estudio de la dinámica folicular durante el periodo postparto es más limitado; sin embargo Al-Gubory y Martinet (1986) señalan que en ovejas de lana, el número de folículos preantrales (2- 4 mm) en cada ovario incrementa al día 5 postparto y esto se correlaciona con un incremento en la secreción de FSH después del parto. De igual manera Rubianes y Ungerfeld (1993) observaron en el día 1 postparto folículos con un diámetro de 1–2 mm y en el día 5, folículos 2-4 mm, y es hasta después del día 17 postparto, cuando la involución uterina se ha completado, que se observan en la superficie del ovario folículos mayores a 4 mm. Bartlewski *et al.* (2000) por medio de ultrasonografía observaron folículos mayores a 4 mm hasta el día 21 postparto. Zongo *et al.* (2015) señalan que en cabras Sahelian la actividad ovárica inicia en la primera semana postparto, caracterizado por 1 a 3 folículos de tamaño medio en ambos ovarios. Así, uno de los eventos fisiológicos que marcan el inicio de la actividad ovárica postparto en pequeños rumiantes, es el desarrollo de folículos a un diámetro en el que tienen el potencial de ovular (≥ 6 mm; González-Bulnes *et al.*, 2002).

Los resultados del estudio concuerdan con lo reportado por estos investigadores. Si bien en cada escaneo ovárico se observaron folículos de diámetro menor, los folículos mayores se observaron posterior a la tercera semana postparto. Cabe señalar que en las cabras en E80 y E120, se observó un amplio rango de días en la aparición de este folículo, contrariamente a E100, en donde las cabras presentaron este folículo en forma más agrupada. Si bien el crecimiento del folículo es dependiente de energía, se puede apreciar que mientras la cabra cubra al 100% su demanda energética es suficiente para promover los mecanismos hormonales que desencadenan la ovulación después del parto. Asimismo, el crecimiento del folículo hasta alcanzar un diámetro de ovulación, concuerda con el tiempo en el que la involución uterina ya ha finalizado. Al respecto, Greyling y van Nierker (1991) señalan que las estructuras carunculares regresan a su tamaño normal a los 26.3 días post parto; mientras que a los 28 días aproximadamente la involución uterina se ha completado, en ganado caprino. Salmazo *et al.* (2008) señalan que en la relación entre balance energético y reproducción participa los factores de crecimiento insulínicos I y II (IGF-I e IGF-II) y la hormona lutenizante (LH). Cuando hay un déficit de energía, la concentración de insulina baja en sangre, reduce la secreción de la Hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), y como consecuencia las gonadotropinas disminuyen, así como la proliferación de las células de la granulosa del folículo y la actividad de la enzima aromatasa (Scaramuzzi *et al.*, 2006), por lo tanto se retrasa la actividad ovárica postparto.

Actividad ovulatoria postparto

Con base en los análisis de progesterona en sangre, se confirma que el porcentaje de cabras que ovuló fue mayor ($P \leq 0.05$) en las cabras que cubrieron sus necesidades de energía de acuerdo a sus requerimientos para el periodo postparto (E100); mientras las hembras en E80, solo una cabra ovuló (tabla 4). De acuerdo con el criterio de

[Srikandakumar et al. \(1986\)](#), una hembra restableció su actividad ovárica cuando la concentración de progesterona en dos muestras consecutivas son iguales o superiores a 0.5 ng mL^{-1} , o bien, cuando la concentración de progesterona es mayor a 1 ng mL^{-1} en una sola muestra; por lo que siguiendo este criterio, las cabras en el grupo de E100 ovularon en mayor proporción (54.54%) con respecto a los grupos E80 y E120.

Tabla 4. Respuesta ovulatoria e intervalo parto-primera ovulación de cabras que consumieron diferentes niveles de energía en periodo postparto

Consumo de energía	n	Cabras que ovularon (%)	Intervalo Parto- Primera ovulación (días)
E80	11	9.09 (1/11)c	43.00
E100	11	54.54 (6/11) a	37.33±5.32a
E120	12	33.33 (4/12)b	34.00±5.71a

a, b Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P \leq 0.05$)

No hubo diferencias ($P > 0.05$) en el intervalo parto-primera ovulación en las cabras en E100 y E120 (tabla 4). Sólo una cabra ovuló en el E80 y la ovulación se presentó hasta el día 43 después del parto. Hasta el término del periodo experimental no se observó más respuesta ovulatoria.

[Delgadillo et al. \(1998\)](#) señalan que la longitud del anestro postparto en cabras ubicadas en regiones subtropicales, es fuertemente influenciada por el tiempo del año en que ocurren los partos, siendo el periodo anovulatorio más largo cuando el parto ocurre en enero, comparado con los meses de mayo y octubre. El parto de estas hembras ocurrió en el mes de noviembre, plena estación reproductiva para la región. La programación de partos se hizo en esta época para evitar un efecto confundido por fotoperiodo, por lo que se esperaba que el mayor consumo de energía acelerara la recuperación de la actividad ovárica. La respuesta observada, indica que si bien el consumo de energía puede promover el desarrollo folicular, alcanzando diámetros de ovulación, como se observa en los tres grupos (tabla 2), existen otros factores que impiden la ovulación de los mismos. El retardo en el inicio de la ovulación después del parto, tiene causas multifactoriales, además de deficiencias en el consumo de energía; se ha reportado que el amamantamiento es un factor que puede inhibir la secreción de GnRH, retardando el inicio de la ovulación ([Morales-Terán et al., 2004](#); [Castillo- Maldonado et al., 2013](#)). La inhibición de la secreción de GnRH a nivel de eminencia media debido al amamantamiento, se ejerce vía opioides endógenos (encefalinas y β -endorfina; [Gordon et al., 1997](#)), al actuar directamente en las neuronas productoras de GnRH ([Leshin et al., 1991](#)).

La poca respuesta ovulatoria observada en las cabras se puede atribuir más al efecto negativo del amamantamiento en la secreción de gonadotropinas, independientemente del consumo de energía, ya que todas las cabras permanecieron con sus crías durante el periodo experimental.

En ovejas, se ha determinado que el restringir el amamantamiento a 30 minutos, 2 veces por día, adelanta el intervalo parto-ovulación (Pérez Hernández *et al.* 2009; Arroyo *et al.*, 2009; Morales-Terán, 2004; en ganado bovino la restricción del amamantamiento también ha mostrado efectos positivos sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto (Zárate-Martínez *et al.*, 2010); sin embargo, esa estrategia de manejo para este sistema de producción puede no ser viable, ya que para las condiciones de la región de estudio, el principal objetivo de producción es la venta de cabritos al destete, por los que las crías deben permanecer hasta este tiempo con la madre para que puedan alcanzar los pesos requeridos para el mercado.

Los resultados de este experimento, en las hembras que ovularon, no coinciden con los resultados en ovejas que permanecieron todo el tiempo con sus crías, en donde el intervalo parto-primera ovulación, se presenta a los 60.5 ± 2.7 días (Morales-Terán; 2004) y 52.6 ± 2.0 días, y en estas hembras se presentó a pocos días después de los 30 días postparto (tabla 4). En este sentido, estos resultados pueden indicar que el nivel de energía estimula el crecimiento folicular y la ovulación; sin embargo, el efecto inhibitorio del amamantamiento puede ser aún más fuerte, impidiendo que las hembras, así hayan desarrollado folículos con potencial ovulatorio en el periodo temprano postparto, no ovulen, aún eliminando efecto del fotoperiodo.

CONCLUSIONES

El consumo de energía promovió el retorno a la actividad ovárica postparto en las cabras; el crecimiento folicular reinició en las primeras semanas postparto en animales que cubrieron sus requerimientos de energía y en los que recibieron un aporte extra de energía en la dieta. Durante esta etapa de alta demanda metabólica, las hembras mantuvieron su peso corporal; sin embargo, aún teniendo el efecto positivo del fotoperiodo, dado que los partos se presentaron en la estación reproductiva, no todos los animales ovularon, lo que indica que hay otro factor que puede estar inhibiendo la actividad ovulatoria, como el amamantamiento de las crías.

AGRADECIMIENTOS

Al responsable y personal técnico del Laboratorio de Medicina Nuclear, de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por su invaluable apoyo en el procesamiento de muestras para Radioinmunoanálisis.

LITERATURA CITADA

AL-GUBORY KH, Martinet J. 1986. Comparison of the total ovarian follicular populations at day 140 of pregnancy and at day 5 postpartum in ewes. *Theriogenology*. 25(6):795-808. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(86\)90095-6](https://doi.org/10.1016/0093-691X(86)90095-6)

ARROYO J, Magaña-Sevilla H, Camacho-Escobar MA. 2009. Regulación neuroendocrina del anestro posparto en la oveja. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 10: 301-312. ISSN: 1870-0462. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912996001>

BARTLEWSKI PM, Beard AP, Rawlings NC. 2000. Ultrasonographic study of ovarian function during early pregnancy and after parturition in the ewe. *Theriogenology*. 53(3):673-689. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00266-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00266-6)

BEAM SW, Butler WR. 1997. Energy balance and ovarian follicle development and first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology Reproduction*. 56:133-142. ISSN, 0006-3363. <https://doi.org/10.1095/biolreprod56.1.133>

CANFIELD Y, Butler WR. 1990. Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. *Domestic Animal Endocrinology*. 7:323-330. ISSN: 0739-7240. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(90\)90038-2](https://doi.org/10.1016/0739-7240(90)90038-2)

CASTILLO-MALDONADO PP, Vaquera-Huerta H, Tarango-Arámbula LA, Pérez Hernández P, A Herrera-Corredor CA, Gallegos-Sánchez J. 2013. Restablecimiento de la actividad Reproductiva posparto en ovejas de pelo. *Archivos de Zootecnia*. 62(239): 419-428. ISSN: 1885-4494. <https://doi.org/10.21071/az.v62i239.647>

CROWE MA, Padmanabhan V, Mihm M, Roche JF. 1998. Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle – stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. *Biology of Reproduction*. 58: 145-1450. ISSN: 0006-3363. <https://doi.org/10.1095/biolreprod58.6.1445>

DELGADILLO JA, Flores JA, Villarreal O, Flores MJ, Hoyos G, Chemineau P, Malpoux B. 1998. Length of postpartum anestrus in goats in subtropical Mexico. Effect of season of parturition and duration of nursing. *Theriogenology*. 49: 1209-1218. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00068-5](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00068-5)

EMERICK LL, Dias JC, Goncalves PEM, Martins JAM, Souza FA, Vale Filho VR, Andrade VJ. 2010. Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto: uma revisão. *Revista Brasileira Reprodução Animal*. 33(4): 203-212. ISSN: 1519-9940. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000400025>

GARCÍA E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 5ª Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México. 91p. ISBN 970-32-1010-4.

<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>

GODFREY RW, Dodson RE. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *Journal of Animal Science*. 81: 587-593. ISSN 0021-8812.

<https://doi.org/10.2527/2003.813587x>

GONZÁLEZ-BULNES A, J. Santiago-Moreno J, García-García RM, Cocero MJ, López-Sebastián A. 2002. Patrones y mecanismos de control del desarrollo folicular durante la administración de protocolos superovulatorios en pequeños rumiantes (Revisión). *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 17(1-2):37-48. ISSN: 0213-5035.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=287784>

GREYLING JPC, Van Niekerk CH. 1991. Macroscopic uterine involution in the postpartum Boer goats. *Small Ruminant Research*. 4:277-283. ISSN: 0921-4488.

[https://doi.org/10.1016/0921-4488\(91\)90151-F](https://doi.org/10.1016/0921-4488(91)90151-F)

GORDON I. 1997. Artificial control of oestrus and ovulation. Controlled reproduction in sheep and goat. CABI Publishing. Pp. 86-115. ISBN 0851-9911-57

GHOSH CP, Datta S, Mandal D, Das AK, Roy DC, A Roy and Tudu NK. 2019. Body condition scoring in goat: Impact and significance. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 7 (2): 554-560.

<http://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue2/PartJ/7-2-62-202.pdf>

LESHIN LS, Rund LA, Kraeling R and Kiser TE. 1991. The bovine preoptic area and median eminence: sites of opioid inhibition of luteinizing hormone-releasing hormone secretion. *Journal of Animal Science*. 69:3733-3746. ISSN: 0021-8812.

<https://doi.org/10.2527/1991.6993733x>

LLEWELYN CA, Ogaa JS, Obwolo MJ. 1992. Plasma progesterone concentrations during pregnancy and onset of ovarian activity postpartum in indigenous goats in Zimbabwe. *Tropical Animal Health Production*. 24: 242-250. ISSN: 0049-4747.

<https://doi.org/10.1007/bf02356754>

MBAYAHAGA J, Mandiki SNM, Bister JL and Paquay R. 1998. Body weight, oestrus and ovarian activity in local Burundian ewes and goats after parturition in the dry season. *Animal Reproduction Science*. 51:289-300. ISSN: 0378-4320. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(98\)00063-3](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(98)00063-3)

MORALES-TERÁN G, Pro-Martínez A, Figueroa-Sandoval B, Sánchez del Real C, Gallegos-Sánchez J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia*. 38: 165-171. ISSN: 1405-3195. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30238204>

NASCIMENTO-THIAGO VC; Miranda MS, Barros CE, Souza TTDS, Lopes-Junior ES, Voltolini TV, Moraes SA, Nogueira DM, Cordeiro MF. 2014. Return of postpartum ovarian activity in dairy goats supplemented with different levels of energy. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*. 15(4): 1061-1071. ISSN: 1519 9940. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000400025>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. 7th ed. Washington: National Academic Press. Pp. 408. ISBN-13: 978-0309473231.

OPSOMER G, Mijten P, Coryn M, de Kruif A. 1996. Post-partum anoestrus in dairy cows: a review. *Veterinary Quarterly*. 18:68-75. ISSN: 0165-2176. <https://doi.org/10.1080/01652176.1996.9694620>

PÉREZ-HERNÁNDEZ P, Hernández-Valdez VM, Figueroa-Sandoval B, Torres-Hernández G, Díaz- Rivera P, Gallegos-Sánchez J. 2009. Efecto del amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días de edad. *Revista Científica, FC-LUZ*. 19(4): 343-349. ISSN: 0798-2259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911613005>

ROBINSON JJ, Rooke JA, McEvoy TG. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: Sheep nutrition. CABI Publishing. Wallingford. UK. Pp. 189-211. ISBN 0851-9959-50.

RUBIANES E., Ungerfeld R. 1993. Uterine involution and ovarian changes during early postpartum in autumn-lambing Corriedale ewes. *Theriogenology*. 40: 365–372. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(93\)90274-9](https://doi.org/10.1016/0093-691X(93)90274-9)

SALMAZO R, Mizubuti IY, Moreira FB, Rocha MA, Ribeiro ELA, Seneda MM, Hiroki PT, Krawulski CC, Rigo AG, Schroeder RV. 2008. Efeito de diferentes níveis de suplementação concentrada sobre o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mantidas a pasto. *Ciências Agrárias*. 29 (3):731-740. ISSN 0871-018X, <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n3p731>

SAS (Statistical Analysis System), 2002. SAS/STAT ® 9.0 User's Guide (Business Analytics software). SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina, USA.

SAVIO JD, Boland MP, Hynes N and Roche J. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 88: 569-579. ISSN: 2228-5482. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0880569>

SCARAMUZZI RJ, Campbell BK, Downing JA, Kendall NR, Khalid M, Muñoz-Gutiérrez M, Somchit A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition Development*. 46: 339-354. ISSN: 0926-5287. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006016>

SRIKANDAKUMAR A, Ingraham RH, Ellsworth M, Archibald LT, Liao A and Godke RA. 1986. Comparison of a solid phase, no extraction radioimmunoassay for monitoring luteal function in the mare-bitch and cow. *Theriogenology*. 26: 779-782. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(86\)90007-5](https://doi.org/10.1016/0093-691X(86)90007-5)

VAN KNEGSEL ATM, Van Den Brand DH, Dijkstra J, Tamminga S, Kemp B. 2005. Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. (Review). *Reproduction Nutrition Device*. 45: 665-688. ISSN: 0926-5287. <https://doi.org/10.1051/rnd:2005059>

ZÁRATE-MARTÍNEZ JP, Ramírez-Godínez JA, Rodríguez-Almeida FA. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización del estro. *Agronomía Mesoamericana*. 21(1): 121-130. ISSN: 1021-7444. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v21n1/a13v21n1.pdf>

ZONGO M, Traoré B, Ababneh MM, Hazen C, Sawadogogo L. 2015. Ultrasonographic assessment of uterine involution and ovarian activity in West Africa Sahelian goats. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 7(2): 71-76. ISSN: 2141-2529. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2014.0322>