

Eficiencia placentaria en cabras restringidas nutricionalmente durante la gestación

Placental efficiency in nutritionally restricted goats during gestation

ARK-CAICYT: <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s26182734/k39vq15d2>

Mariana Fiorimanti^{1,2*} ; Andrea Cristofolini^{1,2} ; Anabela Benzoni³ ; Andrea Bozzo⁴ ; Tomás Díaz⁴ ; Carolina Flores-Bracamonte^{2,4} ; Rafael Audap Soubie³ ; Valeria Coniglio⁵ ; Lilia Cavaglieri^{2,6} ; Claudio Barbeito^{2,7} ; Cecilia Merkis¹ 

1- Área de Microscopía Electrónica del Departamento de Patología Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

2- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CONICET. Argentina.

3- Departamento de Clínica Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

4- Laboratorio de Embriología, Departamento de Anatomía Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

5- Cátedra de Nutrición Animal, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

6- Cátedra de Micología, Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

7- Laboratorio de Histología y Embriología Experimental, Comparativa y Descriptiva. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN. La nutrición materna condiciona el desarrollo placentario y el correcto intercambio nutricional materno-fetal, afectando directamente el peso al nacimiento. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la restricción nutricional durante la gestación sobre la eficiencia placentaria en cabras, el peso placentario, el peso y el sexo de los cabritos. Se utilizaron 10 cabras Anglo-Nubian en el Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Río Cuarto, las cuales fueron sincronizadas artificialmente y servidas por monta natural. Luego de comprobar su preñez, fueron separadas en un grupo control (C) (n=5) y un grupo restringidas nutricionalmente a partir del segundo tercio de gestación (R) (n=5). Las placentas obtenidas luego de la parición fueron recolectadas y pesadas, en ese momento se realizó el pesaje y el sexado de los cabritos. El análisis estadístico de la eficiencia placentaria no reveló diferencias estadísticamente significativas entre el grupo C y el grupo R ($p=0,2935$), aunque, fue posible observar una tendencia de mayor eficiencia placentaria en el grupo R coincidente con placentas más pequeñas y menor peso de los cabritos. No se observó asociación entre la eficiencia placentaria con el sexo de los cabritos ($p=0,7127$). El aumento de la eficiencia placentaria podría explicarse por cambios en la histoarquitectura celular y vascular, para compensar el transporte de nutrientes a través de la placenta. En este estudio se evidencia una tendencia a una mayor eficiencia placentaria en las cabras sometidas a una restricción nutricional de tipo energética durante la gestación debido a la disminución del peso al nacimiento de los cabritos y del peso placentario.

PALABRAS CLAVE: eficiencia placentaria, especies no tradicionales, restricción alimentaria, producción caprina.

Cómo citar este artículo: Fiorimanti, M., Cristofolini, A., Benzoni, A., Bozzo, A., Díaz, T., Flores-Bracamonte, C., Audap Soubie, R., Coniglio, V., Cavaglieri, L., Barbeito, C., Merkis, C. (2021). Eficiencia placentaria en cabras restringidas nutricionalmente durante la gestación. Revista *Ab Intus*. 7 (4)

Artículo recibido: 17 de mayo de 2021. Artículo aceptado: 27 de julio de 2021

***Autora para correspondencia:** Mariana Fiorimanti. Ruta Nacional 36, Km. 601, 5804 Río Cuarto, Córdoba, Argentina; Tel. 3584249564, E MAIL mfiorimanti@ayv.unrc.edu.ar

Financiamiento. Este trabajo fue parcialmente apoyado por SECyT (Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Río Cuarto). También agradecemos a CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) por el apoyo financiero.

ABSTRACT. Maternal nutrition conditions placental development and the correct maternal-fetal nutritional exchange, directly affecting birth weight. The aim of this study was to determine the effect of nutritional restriction during pregnancy on placental efficiency in goats, placental weight, weight and sex of the kids. 10 Anglo-Nubian goats were used in the Department of Animal Nutrition of the National University of Río Cuarto, which were artificially synchronized and served by natural riding. After checking their pregnancy, they were separated into a control group (C) (n=5) and a group nutritionally restricted from the second third of gestation (R) (n=5). The placentas obtained after calving were collected and weighed, at that time the weighing and sexing of the goats was also carried out. The statistical analysis of placental efficiency did not reveal statistically significant differences between group C and R ($p=0.2935$), although it was possible to observe a tendency to higher placental efficiency in group R, coinciding with smaller placentas and lower weight of the kids. No association was observed between placental efficiency and the sex of the kids ($p=0.7127$). The increase in placental efficiency could be explained by changes in the cellular and vascular histoarchitecture, to compensate for the transport of nutrients through the placenta. This study shows a trend towards greater placental efficiency in goats subjected to an energy-related nutritional restriction during gestation due to the decrease in the birth weight of the kids and the placental weight.

KEY WORDS: placental efficiency, non-traditional species, food restriction, goat production.

INTRODUCCIÓN

En Argentina, el ganado caprino de la región centro-oeste se agrupa en majadas o rebaños poco numerosos, siendo una actividad económica en la cual su relevancia radica en las economías regionales (Camuz-Ligio, 2017). Se destaca por ser un recurso socio-económico que permite la subsistencia y la satisfacción de las necesidades de consumo de carne y leche de las familias productoras (Rossanigo, 2013). En la actualidad, la producción caprina es una de las más importantes, incluidas en el núcleo socio-productivo estratégico (NSPE) de producción animal no tradicional del plan operativo Argentina innovadora 2020 (Plan NSPE, 2020).

La cría extensiva de cabras con escasos insumos externos, un manejo deficiente y con una estacionalidad en la producción en los meses estivales, dan como resultado una baja eficiencia reproductiva y productiva, haciendo aún más vulnerable a estos sistemas de producción (Benzoni *et al.*, 2020). En zonas áridas y semiáridas, los establecimientos caprinos necesitan mejorar los niveles de productividad utilizando eficientemente los recursos vegetales para la alimentación, sobre todo en los períodos críticos y de máxima exigencia animal, dada la vinculación encontrada entre los niveles de alimentación con la eficiencia reproductiva del caprino (Lowinger *et al.*, 2020).

El consumo de nutrientes por la hembra gestante tiene estrecha relación con el desarrollo y crecimiento placentario-fetal (Godfrey y Barker, 2000; Díaz *et al.*, 2015). La nutrición materna programa el desarrollo placentario, el tamaño de la placenta y el correcto intercambio nutricional materno-fetal, que afectan directamente el peso al nacimiento (Vonnahme y Ford, 2004; Merkis *et al.*, 2005; Carter y Enders, 2016). El peso al nacimiento y el peso placentario permiten determinar la eficiencia placentaria, un parámetro reproductivo que puede indicar variaciones ante la restricción y el aporte de nutrientes al feto durante el desarrollo gestacional (Mazzuco y White, 2013).

En estados nutricionales de subalimentación, se reduce el flujo sanguíneo, afectando el transporte e intercambio de metabolitos necesarios para el normal crecimiento y desarrollo fetal (Lemley *et al.*, 2018). En estudios previos de nuestro laboratorio, hemos determinado que un sistema de subalimentación con restricción energética en la hembra prepúber afecta el normal desarrollo tisular placentario (Cristofolini *et al.*, 2012; Coniglio *et al.*, 2016; Turiello *et al.*, 2019; Benzoni *et al.*, 2020). La placenta caprina bajo estas condiciones, desarrolla adaptaciones fisiológicas para mantener la integridad tisular y garantizar el intercambio materno-fetal hasta la pari-

ción (Benzoni *et al.*, 2020). Estudios de restricción nutricional y sus efectos en la eficiencia placentaria han sido realizados en pequeños y grandes rumiantes, como ovejas y vacas, pero no en cabras (Dwyer *et al.*, 2005; Vonnahme *et al.*, 2008; Zamit y López, 2009; Lemley *et al.*, 2018; Batista *et al.*, 2020).

Hipotetizamos que, bajo un sistema de restricción alimentaria durante la gestación, similar al que ocurre por la vulnerabilidad de los sistemas naturales de cría para la especie caprina en nuestra zona, la eficiencia placentaria podría verse afectada. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la restricción nutricional durante la gestación sobre la eficiencia placentaria en cabras, el peso placentario, el peso y el sexo de los cabritos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Cabras

Se utilizaron 10 cabras Anglo-Nubian, primíparas, de edad y peso similar (año y medio, 30 - 35 kg, respectivamente) de un establecimiento ubicado en la zona de Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 33° 08' S, 64° 20' O, bajo condición de fotoperíodo natural (Cristofolini *et al.*, 2012). Los animales fueron trasladados a las instalaciones del Departamento de Nutrición Animal de la UNRC, que cuenta con un sistema semi-extensivo y separados en un grupo control (n=5) y un grupo restringidas nutricionalmente (n=5), consideradas libres de enfermedad de acuerdo a la examinación clínica realizada. Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética de la Investigación en Salud de la Universidad Nacional de Río Cuarto (CoEdI).

Parámetros reproductivos, sincronización del celo

El tratamiento hormonal consistió en la aplicación de cloprostenol intramuscular, un análogo de la prostaglandina (PGF α), en dos dosis de 0,5 ml, separadas por 15 días. Al día siguiente de la última dosis, se introdujo el macho junto con las hembras para realizar un servicio natural y dirigido. El macho permaneció junto a las hembras un mes (Gómez *et al.*, 2016).

Estudios ecográficos

El diagnóstico de gestación se realizó entre los 25-30

días posteriores al servicio, mediante un ecógrafo Sonoscape S6 Doppler color (China) con transductor convexo de 2 a 5 MHz, vía transabdominal (Gonzalez-Somenzini *et al.*, 2020).

Modelo de alimentación

Se utilizó un modelo experimental de "programación fetal" de restricción energética a partir del segundo tercio de la gestación. Las cabras tenían una dieta "ad libitum" desde los días 1 a 50 de gestación y luego se redujo al 70% hasta el parto. Posteriormente y hasta el final de ensayo fueron alimentadas "ad libitum".

Alimentación

Luego de la detección de la preñez, los animales fueron distribuidos en dos grupos homogéneos (n=5 c/u): C: Grupo Control: recibieron consumo de materia seca (CMS) a voluntad durante toda la preñez. R: Grupo Restringido: recibieron un 70 % (restricción energética) de la dieta del C del día 50 al parto. La dieta estuvo compuesta por una mezcla 70:30 de heno de alfalfa picado y grano de maíz molido (concentración energética de 2,4 Mcal/kg MS). El grupo R fue suplementado con urea para lograr que la restricción no sea de tipo proteica. El aporte de minerales se suministró con un núcleo comercial. El alimento se ofreció en jaulas individuales durante 6 h diarias (de 9 a 15 h) y se recogió el alimento rechazado, luego los animales permanecieron libres y tenían acceso a la provisión de agua.

Obtención de placentas

Recolección de muestras

Las placentas obtenidas luego del parto de las cabras (parición: grupos C y R) fueron recolectadas tras su expulsión natural, aproximadamente 2 h después del nacimiento del cabrito, y se lavaron con solución salina de Hank's (SSH) (Gibco) conteniendo 10.000 U/ml de penicilina G sódica, 10 mg/ml de sulfato de estreptomina y 2,5 g/ml de fungizona (Gibco). Posteriormente, fueron mantenidas a 4° C hasta su procesamiento inmediato en el laboratorio.

Eficiencia placentaria

Las placentas obtenidas fueron pesadas inmediatamente luego de su recolección, también se realizó el pesaje de los cabritos al nacimiento y el sexado de los mismos. El cálculo de la eficiencia placentaria (EP) se obtuvo mediante la siguiente fórmula: PNC/PP; donde PNC significa peso al nacimiento del ca-

brito y PP es el peso placentario, indicando gramo de cabrito producido por gramo de placenta (Dywer *et al.*, 2005).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018) mediante un ANOVA con un test *a posteriori* LSD-Fisher para evaluar el peso de la placenta, el peso de los cabritos y eficiencia placentaria en función del modelo de restricción y del sexo de los cabritos. Cuando los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza no se cumplían, un test no paramétrico Kruskal Wallis fue empleado. Los resultados se consideraron significativos con un valor ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS

Del total de las cabras empleadas en el ensayo, sólo una del grupo control fue descartada por una parición doble, mellicera, para evitar la interferencia en el análisis de los datos. Es por ello que los resultados fueron analizados con un $n=4$ para el grupo control (C) y un $n=5$ en el grupo de las cabras restringidas

nutricionalmente (R). En cuanto al sexo de los cabritos, la totalidad de los nacidos en el grupo control fueron machos, mientras que, en el grupo de cabras restringidas, se obtuvieron 3 machos y 2 hembras (Tabla 1).

En el grupo control, el análisis descriptivo de los datos reveló un peso medio de los cabritos al nacimiento de 3552,2 g, con un mínimo de 3224 g y un máximo de 3845 g. El peso medio de la placenta fue 402,5 g, con un mínimo de 379 g y un máximo de 437 g. Para el parámetro eficiencia placentaria, la media fue de 8,3 g en este grupo (Tabla 1).

En el grupo de cabras restringidas nutricionalmente, el peso medio de los cabritos al nacimiento fue 3454,4 g, inferior al del grupo control. El peso medio placentario fue de 350,7 g, mostrando un valor inferior al del grupo control. Sin embargo, el valor de eficiencia placentaria en cabras restringidas nutricionalmente fue mayor que en el grupo control, con un valor de 9,4 g, indicando que se producen más gramos de cabrito por gramo de placenta en el grupo R (Tabla 1). En este grupo R, si bien se puede observar un tamaño de placenta más pequeño, resultan ser más eficientes.

Grupos	Cabrito	Sexo	PCN (g)	PP (g)	EP: PCN/PP (g)	Medias		
						PCN	PP	EP
C	1	Macho	3410	437	7	3552,2	402,5	8,3
C	1	Macho	3224	390	8			
C	1	Macho	3730	379	9			
C	1	Macho	3845	404	9			
R	1	Macho	3557	417,8	8	3454,4	350,7	9,4
R	1	Hembra	3420	445	7			
R	1	Hembra	3100	286	10			
R	1	Macho	3925	331,8	11			
R	1	Macho	3270	273	11			

Tabla 1. Descripción de los grupos de cabras (C: control, R: restringidas), número de cabritos por parición, sexo de los cabritos, peso del cabrito al nacimiento (PCN), peso placentario (PP), cálculo de la eficiencia placentaria (EP) y valores medios.

El análisis estadístico del parámetro eficiencia placentaria no reveló diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de cabras restringidas ($p=0,2935$), Figura 1, A, sin embargo, al igual que revela el análisis descriptivo, es posible observar una tendencia a mayor eficiencia placentaria en el grupo de las cabras restringidas nutricionalmente (R). Asimismo, no se observó asociación estadística entre la eficiencia placentaria y el sexo de los cabritos, machos o hembras ($p=0,7127$), Figura 1, B.

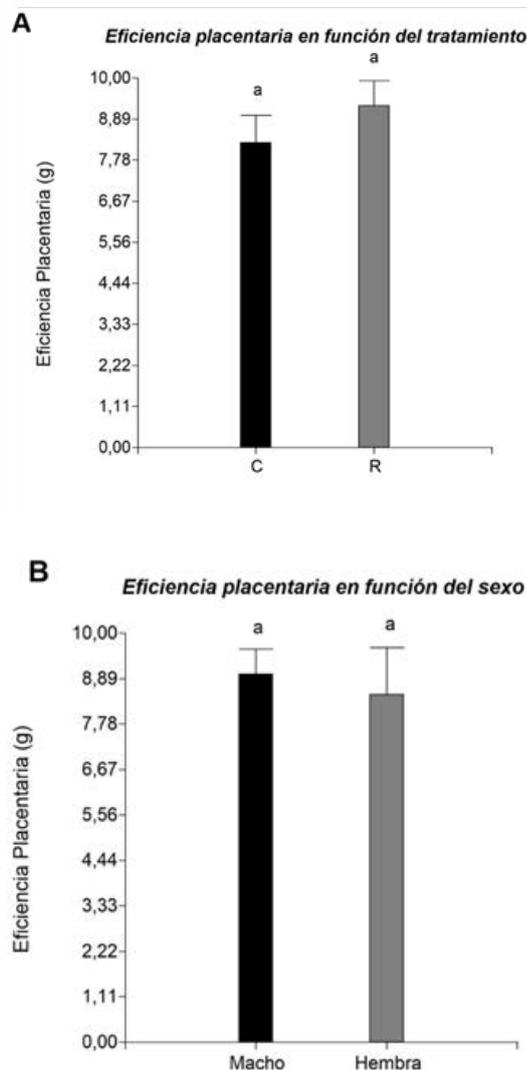


Figura 1. Análisis de la eficiencia placentaria en función del tratamiento (A) y el sexo de los cabritos (B). Letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas a, b, c ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la determinación del peso placentario en función de los tratamientos, hubo un menor peso en las placentas del grupo restringido (R), aunque no se observó diferencia estadísticamente significativa

($p=0,2448$), Figura 2, A. De igual manera, tampoco se observó una asociación con el sexo, macho o hembra ($p=0,8499$) Figura 2, B.

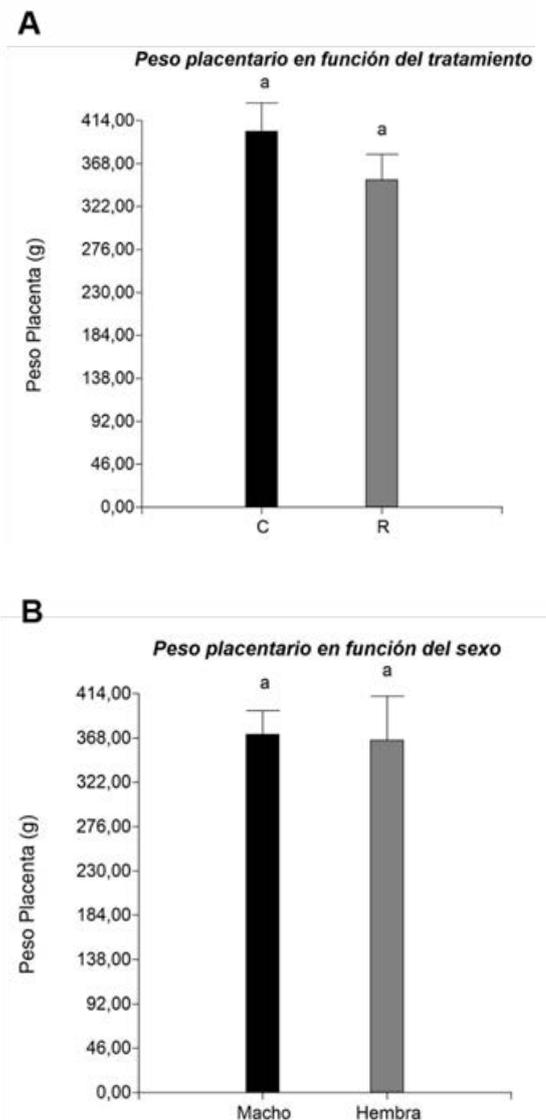


Figura 2. Análisis del peso placentario en función de los tratamientos (A) y del sexo de los cabritos (B). Letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas a, b, c ($p \leq 0.05$).

Otro parámetro que se analizó fue el peso de los cabritos en función del tratamiento, a pesar que en el grupo restringido (R) el peso de los cabritos fue menor, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,6437$), Figura 3, A. El peso de los cabritos tampoco fue estadísticamente significativo al analizarlo en función del sexo ($p=0,2020$), sin embargo, en este gráfico es posible observar que los machos presentaron mayor peso medio que las hembras (Figura 3, B).

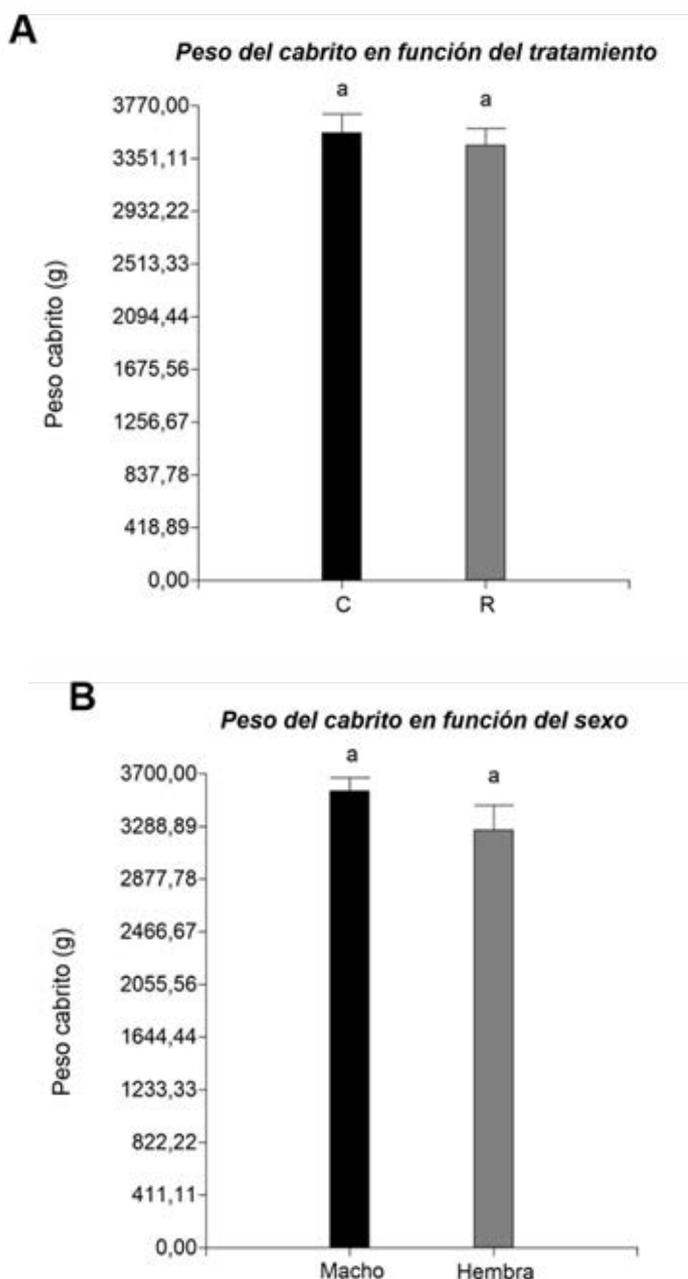


Figura 3. Análisis del peso del cabrito en función de los tratamientos (A) y del sexo (B). Letras diferentes representan diferencias estadísticamente significativas a, b, c ($p \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

Debido a las características extensivas de los sistemas de cría caprinos de nuestro país, es importante estudiar y analizar aquellas variables claves que determinan las oportunidades y desafíos sectoriales y sub sectoriales de cada una de las producciones alternativas y en especial, especies no tradicionales como caprinos (Plan NSPE, 2020).

Si bien no encontramos diferencias estadísticamente significativas, la eficiencia placentaria fue mayor en el grupo restringido nutricionalmente, con pesos al nacimiento de los cabritos menores y placentas más pequeñas. Este aumento de la eficiencia placentaria podría explicarse por cambios a nivel de la histoarquitectura celular y vascular, para compensar el transporte de nutrientes a través de la placenta y no afectar el desarrollo fetal.

Estudios de Díaz *et al.* (2015) establecen que el desarrollo placentario y el incremento del flujo sanguíneo para el mantenimiento de la preñez depende de una adecuada formación de la red vascular, al igual que lo observado en cerdos en nuestro laboratorio (Merkis *et al.*, 2010; Sanchis *et al.*, 2015; Cristofolini *et al.*, 2018; Fiorimanti *et al.*, 2018). En condiciones fisiológicas, desde el día 50 al día 100 de gestación, ocurre un aumento significativo en el área de densidad vascular en la placenta caprina a expensas del aumento del tamaño capilar (Díaz *et al.*, 2015). Coniglio *et al.* (2016) han determinado que el perímetro de los vasos sanguíneos se incrementa en placentas de cabras restringidas en etapa prepuberal comparadas con los controles, lo cual podría indicar un mecanismo compensatorio para mantener el flujo sanguíneo adecuado. Este tipo de restricción en cabras induce una remodelación celular a través de la vía de señalización extrínseca en la placenta a término, demostrada por Turiello *et al.* (2019). Además, estudios recientes de Benzoni *et al.* (2020) ponen en evidencia que hay un efecto de la restricción prepuberal sobre la expresión y el desarrollo de la integridad del tejido placentario mediante la caracterización de los filamentos intermedios, especialmente vimentina. Estos filamentos intermedios están presentes en el citoesqueleto celular y participan en la reorganización y el desarrollo de los tejidos durante el establecimiento placentario (Cristofolini *et al.*, 2012).

En otras especies, como ovinos, se ha observado que un déficit en el aporte de nutrientes en el último tercio de gestación puede llevar a insuficiencia placentaria afectando el desarrollo neurológico de los corderos (Dywer *et al.*, 2005). Zamit y López (2009) han estudiado la eficiencia placentaria en ovejas según el estado corporal de las madres, y determinaron que ésta fue mayor en ovejas de bajo estado corporal. Sin embargo, estos autores no encontraron efectos del estado corporal de las madres sobre el peso al nacimiento del cordero, aunque sí hubo una disminución del peso del cordero en las

madres núlparas. Asimismo, se describe una variación del peso al nacimiento del cordero asociado al sexo, siendo los machos de mayor tamaño que las hembras (Zamit y López, 2009). En nuestro estudio, si bien no hubo variación estadística de los pesos al nacimiento entre los grupos, se observó que los cabritos del grupo restringido eran más pequeños respecto de los controles. Es importante destacar que en este grupo de cabras restringidas nacieron tanto cabritos machos como hembras, mientras que en el grupo control sólo nacieron cabritos machos.

Nuestros resultados coinciden en parte, con lo propuesto por Batista *et al.* (2020) en vacas, las cuales, pastoreando en campo nativo con restricciones de energía desarrollan mecanismos de subsistencia preservando la integridad de la cría para sobreponerse a los períodos de escasez de forraje como estrategia de adaptación. Estos autores han desarrollado un modelo de restricción de los requerimientos energéticos de mantenimiento en el último tercio de gestación y observaron que la eficiencia placentaria, el peso de las placentas y el número de cotiledones no fueron diferentes entre tratamientos. Sin embargo, estos parámetros pueden verse afectados si la restricción nutricional se realiza entre el segundo y tercer tercio de gestación, cuando la vascularización y el crecimiento placentario continúan desarrollándose (Vonnahme *et al.*, 2008; Lemley *et al.*, 2018). Resultados de Lemley *et al.* (2018) demuestran que la restricción nutricional en el segundo tercio de gestación, afecta el flujo sanguíneo placentario y promueve adaptaciones compensatorias de los cotiledones para aumentar la perfusión sanguínea. Por otro lado, la importancia del monitoreo del estado corporal durante el segundo tercio de la gestación en ovejas, también es clave para un buen desarrollo del feto, lo que condiciona el comportamiento del neonato y por tanto su futura supervivencia (Zamit y López, 2009).

A partir de nuestro ensayo, determinamos que, en un modelo de restricción nutricional con limitaciones estacionales de calidad y cantidad de alimento durante el segundo y tercer tercio de gestación, la nutrición y la consecuente tasa de crecimiento de las madres, como así también el estado metabólico logrado, pueden incidir sobre la eficiencia productiva y reproductiva en caprinos.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio se evidencia una tendencia a una mayor eficiencia placentaria en las cabras sometidas a una restricción nutricional de tipo energética durante la gestación debido a la disminución del peso al nacimiento de los cabritos y del peso placentario.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente apoyado por SECyT (Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Río Cuarto). También agradecemos a CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) por el apoyo financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, C., Velazco, J., Baldi, F., Bancho, G., Quintans, G. (2018). Efecto de dos niveles de energía en la dieta durante el último tercio de gestación de vacas para carne sobre características de la placenta y la descendencia al nacimiento. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 28 (1-2): 9-18.
- Benzoni, A., Cristofolini, M., Fiorimanti, M., Turiello, P., Díaz, T., Merkis, C. (2020). Inmunolocalización de desmina y vimentina en placentas caprinas sometidas a un modelo de restricción alimentaria. Argentina. *V Congreso virtual de Ciencias Morfológicas, V Jornada Científica de la Cátedra Santiago Ramón y Cajal, Morfovirtual, noviembre 2020*. La Habana, Cuba.
- Camuz-Ligio, M. L. (2017). *El Futuro de la Producción Caprina Trashumante en la Zona Oeste del Departamento Malargüe, Provincia de Mendoza, Argentina*. Austria: Universidad de Viena.
- Carter, A. y Enders, A. (2016). Placentation in mammals: Definitive placenta, yolk sac, and paraplacenta. *Theriogenology*, 86(1): 278-287.
- Coniglio, M., Merkis, C., Diaz, T., Romanini, M., Turiello, M., Bozzo, A. (2016). Efectos de la restricción alimentaria sobre el desarrollo de los vasos sanguíneos placentarios en cabras. *InVet*, 18(1):29-37.
- Cristofolini, A., Turiello, M., Sanchis, E., Cufre, G., Merkis, C. (2012). Effect of feed restriction and re-implantation with monensin supplementation on placental structure and ultrastructure in Anglo-Nubian goats. *ISRN Veterinary Science*, ID 490530: 1-10.

- Diaz, T., Merkis, C., Cots, D., Sanchis, E., Cristofolini, A. (2015). Angiogenesis at different stage of pregnancy in goat placenta. *Journal of Life Sciences*, 9: 391-398.
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Casanoves, L., González, L., Tablada, E., Robledo, C. (2018). InfoStat Software Estadístico versión 9. *Grupo InfoStat*, FCA.
- Dwyer, C., Calvert S., Farish M., Donbavand J., Pickup H. (2005). Breed, litter and parity effects on placental weight and placentome number, and consequences for the neonatal behaviour of the lamb. *Theriogenology*, 63:1092- 1110.
- Fiorimanti, M., Cristofolini, A., Díaz, T., Sibila, M., Cavaglieri, L., Merkis, C. (2018). Inmunolocalización de CD31 como marcador de vasos sanguíneos placentarios, su aplicación en estudios histomorfométricos. *Ab Intus*, 1(1):66-83.
- Godfrey, K., y Barker, D. (2000). Fetal nutrition and adult disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 7:1344-1352.
- Gómez, L., Gaspar, C., Lalli D., Cobo A., Zoratti, O. (2016). Sincronización del estro en caprinos de la zona centro de Santa Fe con doble dosis de prostaglandina en días crecientes. *Sitio Argentino de Producción Animal*. [Citado 20 de abril 2021] Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/produccion-caprina/inseminacion-transferencia-caprino/47-sincronizacion-en-dias-crecientes.pdf>
- Gonzalez-Somenzini, M., Audap-Soubie, R., Salvi, M. (2020). Determinación del índice de resistencia de la arteria umbilical en yeguas gestantes raza Polo Argentino. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ, 7(4): 203-208.
- Lemley, C, Hart, C., Lemire, R., King, E., Hopper, R., Park, S., Rude, B., Burnett, D. (2018). Maternal nutrient restriction alters uterine artery hemodynamics and placentome vascular density in *Bos indicus* and *Bos taurus*. *Journal of Animal Science*, 96 (11):4823-4834.
- Lowinger, P., Kotani, I., Gorrachategui, M., Dayenoff, P. (2020). Caracterización de algunos parámetros de la producción caprina en el Departamento de Chical-Co, La Pampa, Argentina. *Ciencia Veterinaria*, 22(1):31-46.
- Mazzuco, M. y White, V. (2013). La obesidad materna y la programación del fenotipo obeso. *SAEGRE*, 20(2):15-23.
- Merkis, C., Cristofolini A, Franchino M, Moschetti E, Konkurat M. (2005). Relación entre área total y área epitelial de vellosidades placentarias porcinas de diferentes estadios gestacionales. *InVet*, 7 (1): 47-54.
- Plan Operativo Argentina 2020. *NSPE*. [Citado 20 de abril 2021]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion_animal_no_tradicional-plan_0.pdf
- Rossanigo, C. (2013). Enfermedades caprinas de la región centro-oeste de la Argentina. *En Primer Congreso Argentino de Producción Caprina. Calidad, productividad, desarrollo y compromiso*, La Rioja, Argentina. 79-80.
- Sanchis, E., Cristofolini, A., Merkis, C. (2015). Porcine placental immunoexpression of vascular endothelial growth factor, placenta growth factor, Flt-1 and Flk-1. *Biotechnic and Histochemistry*, 90 (7):486-94.
- Turiello, P., Cristofolini, A., Fiorimanti, M., Diaz, T., Cavaglieri, L., Merkis, C. (2019). Effect of prepuberal nutrition on cellular apoptosis and proliferation in at term placenta of Anglo Nubian goat. *Reproduction in Domestic Animal*, 54: 560-570.
- Vonnahme, K., y Ford, S. (2004). Placental vascular endothelial growth factor receptor system mRNA expression in pigs selected for placental efficiency. *Journal of Physiology*, 554:194–201.
- Vonnahme, K., Arndt, W., Johnson, M., Borowicz, P., Reynolds, L. (2008). Effect of morphology on placentome size, vascularity, and vasoreactivity in late pregnant sheep. *Biology of Reproduction*, 79(5): 976–982.
- Zamit, M. y López, R. (2009). *Factores que afectan la duración del parto en ovejas y el posterior vigor de los corderos*. Uruguay: Universidad de La República.