

REPRODUCCIÓN

Consecuencias reproductivas de la restricción alimentaria durante la segunda gestación en conejas primíparas

La restricción alimentaria en conejas primíparas podría ser una buena estrategia para reducir costes de producción y exceso de depósitos grasos si no se quedan preñadas tras la 2ª inseminación artificial. Sin embargo, deben tenerse en cuenta las implicaciones que esta práctica puede tener en el bienestar del animal, en el desarrollo fetoplacentario, en el posterior crecimiento postnatal de los gazapos y en su vida productiva a largo plazo. Los resultados obtenidos hasta ahora con determinados grados y tiempos de restricción indican que podría ser una buena estrategia de manejo.

MARÍA RODRÍGUEZ FRANCISCO Y PILAR GARCÍA REBOLLAR

T

rabajos previos han demostrado que someter a las conejas primíparas a ritmos extensivos de producción podría ser una buena pauta de manejo, ya que el animal podría recuperar sus reservas energéticas y mejorar la fertilidad del segundo ciclo (Arias-Álvarez *et al.*, 2009; Sakr *et al.*, 2010). No obstante, este periodo post-parto tan largo, a pesar de haber estado produciendo leche y alcanzando su peso

adulto, podría favorecer el engrosamiento de la hembra, más si cabe si no se queda preñada. Por tanto, una restricción de alimento inmediatamente después de la 2ª inseminación podría ser aconsejable. En primer lugar, debemos considerar también que la gestación de la coneja se divide en 3 etapas críticas, y una restricción de alimento en cada una de ellas podría tener consecuencias importantes. Entre

Dpto. Producción Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid

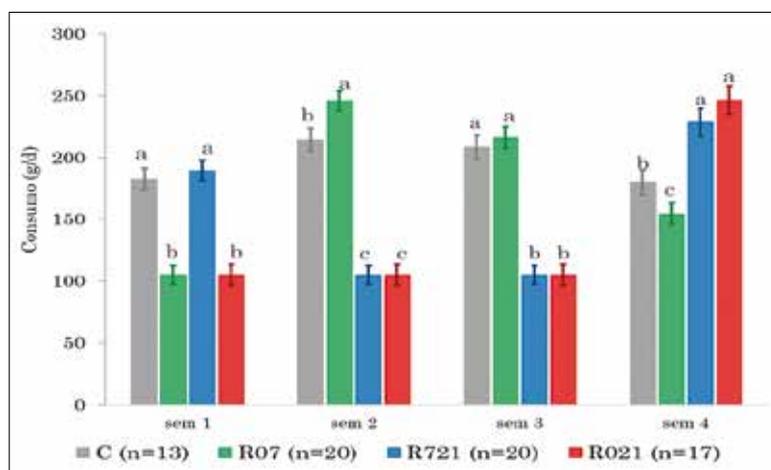


Figura 1. Consumo de alimento (g/d) durante la gestación en conejas primíparas gestantes alimentadas *ad libitum* (C), restringidas al 40% una semana desde el día 0 al 7 (R07), dos semanas desde el día 7 al 21 (R721) y tres semanas desde el día 0 al 21 (R021) de la gestación. Distintas letras muestran diferencias significativas entre grupos de restricción en cada semana ($P < 0,05$). Tomado de Rodríguez *et al.*, Asescu 2018.

el día 0 y el día 7 de gestación tiene lugar la fecundación de los ovocitos, el desarrollo embrionario preimplantacional y la implantación, entre el día 8 y 21, la placentación y la organogénesis fetal, y por último, entre el día 22 y 31, se produce el crecimiento exponencial del feto (Anderson y Henck, 1994). La primera semana no implica un gasto energético muy acusado y se considera un periodo anabólico con respecto a su metabolismo, pero es una fase crítica que puede definir la tasa de implantación, placentación y posterior crecimiento de las crías, tanto prenatal como postnatal. Además, la coneja presenta una placentación hemocorial discoidea bastante similar a la humana y por eso se ha considerado un buen modelo animal para el estudio de enfermedades gestacionales o perinatales. Dependiendo del grado de restricción y del tiempo que se aplique, los resultados son muy va-

riables. Se pueden ver alterados parámetros metabólicos y hormonales en la madre que conducen a variaciones en el tamaño de los fetos y las placentas, así como consecuencias más a largo plazo como la disminución de la producción de leche (Matsuoka *et al.*, 2012; Nafeaa *et al.*, 2011; Menchetti *et al.*, 2015). En nuestros estudios, aplicando una restricción del consumo de alimento del 50% durante toda la gestación (calculado a partir del consumo voluntario de la coneja en gestaciones previas), los principales resultados que se han obtenido es que el peso de la coneja no se altera pero el peso de las placentas disminuye y presentan claros signos microscópicos de degeneración que desencadenan reducidos pesos de los fetos y de sus órganos (López-Tello *et al.*, 2017).

A lo largo de distintos estudios, hemos valorado también los efectos de una restricción alimentaria moderada (el animal comía el 60% del consumo voluntario que tenía en su primera gestación, en torno a 105 g/día) en conejas primíparas inseminadas a 32 días postparto (Rodríguez *et al.*, 2017, 2018). En estos trabajos hemos valorado también los efectos de la duración y periodo de la gestación en que se aplica la restricción: la primera semana (R07), la segunda y tercera semanas (R721), las 3 primeras semanas (R021) o nunca (control).

En primer lugar, observamos que tras este tipo de restricción moderada, la coneja experimenta un consumo compensatorio en el momento de cesar la misma, independientemente de la duración y el periodo en la que se realizara (Rodríguez *et al.*, 2017) (Figura 1). Resultados similares han sido descritos previamente por Manal *et al.* (2010) y López-Tello *et al.* (2017), quienes observaron que el restablecimiento de la disponibilidad de alimento *ad libitum*, aumenta el consumo voluntario por parte de las hembras al final de la gestación, justamente cuando las necesidades fetales son mayores, pudiendo mejorar el estado energético de las madres y su función reproductiva en las siguientes gestaciones.

Sin embargo, en nuestros trabajos hemos observado que, a pesar del consumo compensatorio, estas restricciones también afectan al peso de las conejas justo antes del parto, de forma que en las más severas (de 2 y 3 semanas, R721 y R021, respectivamente), las conejas pesan menos que con una restricción moderada de 1 semana (R07) o que las que consumen pienso *ad libitum* durante toda la gestación. Además, hemos comprobado que el menor peso venía definido por un menor

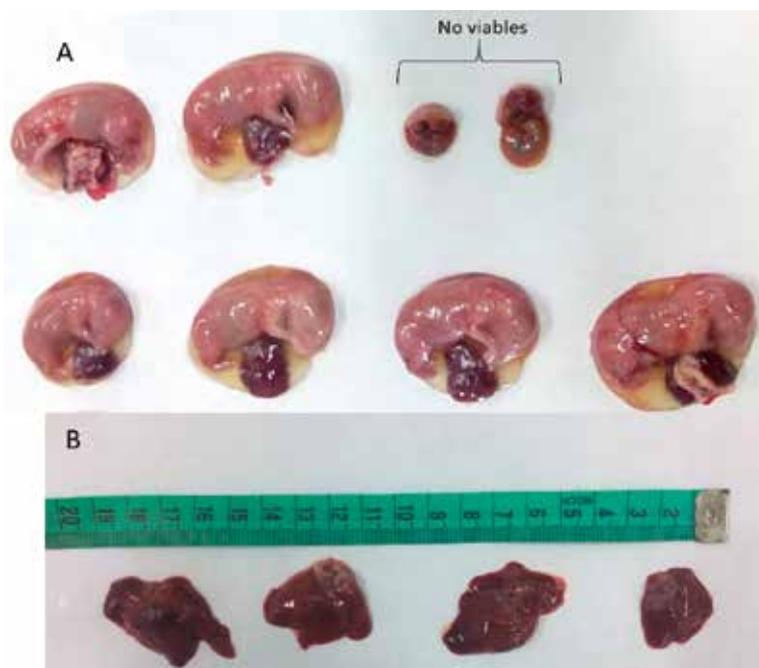


Foto 1. Ejemplos de fetos viables y no viables de 28 días de gestación de la misma coneja (A) e hígados fetales de distintos tamaños (B). Fuente: UPM.

porcentaje de grasa en el animal (estimado mediante bioimpedancia), es decir, un estado energético peor. Sin embargo, a pesar de que las madres de los grupos R721 y R021 llegaron “más agotadas” al parto, fueron capaces de recuperarse durante la lactación y el estado energético en el siguiente ciclo fue similar independientemente del momento y la duración en el que se aplicó la restricción. Asimismo, a pesar de que estos animales muestran una peor condición energética en el momento del parto, previamente, a los 28 días de gestación, tenían una tasa de implantación mayor, es decir, un mayor número de fetos totales que aquellas conejas que consumieron pienso *ad libitum*. No obstante, al final, el número de fetos viables fue similar entre grupos, independientemente de que la madre hubiera estado restringida o no.

Metabólicamente, cuando se someten a una restricción del 50% durante toda la gestación, no hemos observado cambios importantes en perfiles como los de la glucosa o la fructosamina,

y tampoco en perfiles hormonales como los de la leptina (López-Tello *et al.*, 2017). No obstante, son necesarias más valoraciones a este respecto con tiempos y grados de restricción diferentes.

Si nos centramos en el desarrollo feto-placentario, en nuestros estudios hemos observado como la restricción alimentaria al 60% tiene consecuencias importantes, de manera que los fetos de 28 días de edad (**Foto 1A**) son más pequeños a medida que se agrava el periodo que dura la restricción. Este efecto lo pudimos comprobar en todas las dimensiones estudiadas (longitud y diámetros biparietal y torácico) (Rodríguez *et al.*, 2017). Del mismo modo, cuando se aplica una restricción del 50% durante toda la gestación, el peso del útero disminuye, la placentación se ve afectada y los fetos tienen dimensiones y pesos inferiores a los de conejas restringidas solamente la primera semana de gestación o no restringidas (López-Tello *et al.*, 2017).

Es importante destacar también, las consecuencias que tiene la restricción de alimento en gestación sobre el desarrollo de los órganos fetales (**Foto 1B**).

En este sentido, el cerebro es un órgano vital, y por ello se ve priorizado en el desarrollo fetal, por lo tanto, a pesar del menor tamaño, los fetos de hembras restringidas tienen un ratio peso cerebro/peso fetal mayor. Por su parte, el hígado, también es de gran importancia, ya que en las etapas fetales finales produce gran cantidad de factores de crecimiento y es el encargado de almacenar las reservas neonatales, fundamentales para la termorregulación y, por tanto, para la viabilidad neonatal. En este sentido, pudimos observar que el desarrollo del hígado fetal se redujo con restricciones prolongadas (al 50% en toda la gestación) y, en otros casos sin embargo, aumentó en los fetos cuyas madres habían tenido una misma pauta alimentaria durante todo el periodo gestacional, ya sea conejas alimentadas *ad libitum* o restringidas durante 3 semanas (R021) y que sufrieron menos cambios en la cantidad de pienso consumida. Además, se suele cumplir que el ratio peso cerebro/peso del hígado también aumenta en los fetos de las conejas gestantes que tienen restringido el consumo de alimento (López-Tello *et al.*, 2017). Todas estas modificaciones en los órganos fetales tienen que tener consecuencias más tarde o más temprano en la vida post-natal de los gazapos. En este sentido y como veremos más adelante, los datos medios de nacidos, pesos de camada al nacimiento y destete no parecen estadísticamente diferentes, pero las ganancias en lactación sí que difieren.

Los diferentes resultados observados a nivel fetal están directamente relacionados con las varia-

ciones encontradas a nivel placentario (**Foto 2**). Las menores dimensiones fetales obtenidas a medida que aumenta el tiempo de restricción, se combinan con un menor desarrollo fetal cuando la coneja está restringida durante dos semanas (R721). Sin embargo, la eficiencia placentaria es máxima en este grupo, en el cual, los fetos consiguieron valores mayores en relación al peso de sus placentas. Se podría decir que, a pesar de su peso y dimensiones, las placentas de los grupos restringidos en un periodo corto de tiempo pueden adaptar y mantener, o incluso, incrementar la transferencia de nutrientes para ayudar al crecimiento del feto (Coan *et al.*, 2010). Histológicamente también hemos observado importantes cambios estructurales de los tejidos placentarios cuando la coneja no dispone de alimento *ad libitum* durante toda la gestación. En este caso, la placenta materna o decidua suele tener más zonas de fibrosis, menos vascularización y más zonas de apoptosis (muerte celular programada) que no posiblemente deterioren el buen funcionamiento y transferencia de nutrientes al feto (López-Tello *et al.*, 2017).

Finalmente, a nivel productivo, los resultados son alentadores. Cabe destacar que las diferencias observadas debido a la restricción moderada de alimento en las distintas semanas de gestación se diluyen tras el parto (Rodríguez *et al.*, 2018). Es decir, una restricción moderada del 60% durante 1, 2 ó 3 semanas durante la 2ª gestación de conejas primíparas inseminadas después del destete, no afecta a la fertilidad, a la prolificidad ni al peso de la camada en el momento del nacimiento (**Tabla 1**; Rodríguez *et al.*, 2018). La coneja prioriza la supervivencia de la camada ya nacida sobre su condición corporal, lo que explica



Foto 2. Placentas, fetal (arriba) y materna (abajo) separadas de distintos tamaños extraídas de conejas en día 28 de gestación. Fuente: UPM.

la ausencia de efecto debido a la restricción de alimento en la producción de leche. Sin embargo, de alguna manera, cuando se aplica la restricción de alimento durante la primera semana de gestación (grupo R07) puede ser que el desarrollo digestivo de los gazapos se vea comprometido, ya que tienen una menor ganancia media diaria con respecto al resto de los grupos durante la lactación. No obstante, este menor crecimiento no se tradujo en una mayor mortalidad, ya que todos los grupos destetaron el mismo número de animales, independientemente de la restricción aplicada.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: pilar.grebollar@upm.es

Tabla 1. Parámetros productivos de conejas alimentadas *ad libitum* (Control), o restringidas al 40% de sus necesidades una semana desde el día 0 al 7 (R07), dos semanas desde el día 7 al 21 (R721) y tres semanas desde el día 0 al 21 (R021) en su segunda gestación. Tomado de Rodríguez *et al.*, Asescu 2018.

	Control	Grupos experimentales				P>f
		R07	R721	R021	EEM	
Nº conejas	29	30	28	29		
Fertilidad (%)	72,4	70,0	75,0	79,3		n.s.
Nacidos vivos	10,8	11,4	9,86	10,3	1,08	n.s.
Nacidos muertos	0,50	0,53	0,21	0,38	0,26	n.s.
Peso camada nacimiento (g)	566	584	631	660	28,9	n.s.
Producción leche (g)	317	314	313	306	12,4	n.s.
GMD (g/d)	20,2a	18,6b	21,3a	21,0a	0,58	**
Destetados	10,5	10,5	10,3	10,1	0,20	n.s.
Peso camada destete (g)	7173	6884	7217	6892	206	n.s.
Mortalidad (%)	1,31	1,39	2,98	4,27	1,93	n.s.

GMD: Ganancia media diaria en lactación. Mortalidad: (gazapos muertos durante el periodo de lactación/nº de gazapos tras las adopciones) x 100. EEM: Error Estándar de la Media. P: significación. Medias en la misma fila con letras distintas son significativamente diferentes. n.s.: no significativo; **: p<0,01.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Una restricción alimentaria moderada (60%) en conejas primíparas inseminadas post-destete a partir del momento de la segunda inseminación artificial y durante las 3 primeras semanas de gestación, reduce su peso y depósitos grasos, y en cierta manera, penaliza el desarrollo fetoplacentario. Sin embargo, estos resultados no tienen consecuencias productivas importantes en las crías ni al nacimiento ni al destete. Todos estos parámetros pueden ir asociados a importantes cambios metabólicos y hormonales en las madres que a largo plazo podrían afectar a su vida productiva y que es necesario determinar. Además, estas prácticas pueden dar lugar a modificaciones epigenéticas que afecten al desarrollo y crecimiento posterior de importantes sistemas orgánicos de las crías que sufrieron cierto estrés en su etapa prenatal.