



COMERCIALIZACION DE LA CARNE DE CONEJO Y NUEVAS TENDENCIAS DE CONSUMO

NOVIEMBRE 11

De 18:30h a 20h

Comunicaciones libres

(Publicación provisional hasta que se publique el libro de actas)

Suplementación con orujo de uva en dietas no medicadas para gazapos de cebo. Efecto sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne

Bouzaida MD, Resconi VC, Barahona M, Romero JV, Olleta JL, Miranda-de la Lama GC, Asenjo B, María GA

Ajuste de la proporción proteína/energía digestible en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento

Gonçalves C, Della Badia A, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Pascual JJ, Blas E

Influencia de factores de manejo en la composición y diversidad de las comunidades bacterianas cecales de una línea paternal de conejo

Velasco-Galilea M, Guivernau M, Piles M, Viñas M, Rafel O, Ramayo-Caldas Y, González-Rodríguez O, Sánchez JP

Respuesta correlacionada en caracteres reproductivos durante la lactación en una línea seleccionada por tamaño de camada al destete

Pascual M, Peiró R, Sánchez JP, Perucho O, Piles M

Hormonas reproductoras en conejas primíparas: ¿influye el tamaño de la camada?

Fernández-Pacheco C, Millán P, Velasco B, Rebollar PG



Suplementación con orujo de uva en dietas no medicadas para gazapos de cebo. Efecto sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne

Grape pomace supplementation in non-medicated diets for fattening rabbits. Effect on the instrumental and sensory quality of the meat

Bouzaida MD¹, Resconi VC^{1*}, Barahona M¹, Romero JV¹, Olleta J.L¹, Miranda-de la Lama GC¹, Asenjo B², María GA^{*1}

¹Dept. Producción Animal y ciencia de los alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España.

²Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, 42004 Soria, España.

*resconi@unizar.es, * levrino@unizar.es

Abstract: This study aimed to investigate the effect of the inclusion of grape pomace in fattening rabbit diets on the instrumental and sensory quality of the meat. Thirty-six New Zealand white rabbits were weaned at 35 days, allotted in two groups in cages with 6 animals each and fed *ad libitum* during 30 days, either commercial control pellets, medicated plus withdrawal (CO), or non-medicated pellets with 20% of added grape pomace (OV). Meat from OV group had a higher pH, and lower lightness and thawing losses compared to the control group. There were no significant differences detected on the other CIELAB color parameters (a^* and b^*), cooking losses and shear force (*Warner-Bratzler*) between the two treatments. A trained panel found subtle differences in liver odor and metallic flavor, being more intense in the control group, but similar sensory characteristics in the rest of the attributes evaluated, including overall liking. In conclusion, the supplementation of unmedicated feed with 20% of grape pomace could represent a viable alternative which does not deteriorate meat quality.

Introducción

Durante la producción de vino se generan importantes cantidades de orujo, que contiene fibra lignificada, grasa y compuestos fenólicos, que puede aprovecharse para la alimentación animal, favoreciendo la sostenibilidad. Su alta actividad antioxidante y microbiana podría incluso ayudar a reducir el uso de medicamentos. Se han realizado estudios con piensos de conejos enriquecidos con orujo de uva (Motta-Ferreira et al., 1996; Eid, 2008), pero no se ha publicado sobre su efecto en la calidad de la carne. Dado que este subproducto podría modificar el porcentaje y composición de la grasa (Motta-Ferreira et al., 1996; Bennato et al., 2020) y ser fuente directa de aromas en la carne o de precursores, o bien interferir en otras reacciones (Resconi et al., 2013), creemos que dietas con este ingrediente podrían modificar la calidad sensorial de la carne de conejo. Además, carne enriquecida con antioxidantes puede afectar la textura y capacidad de retención de agua (Dalle Zotte y Ouhayoun, 1998; Abdel-Khalek, 2013). Este estudio analiza el efecto de la adición de 20% orujo de uva al pienso de gazapos de cebo no medicado sobre la calidad de la carne.

Material y métodos

Treinta y seis conejos neozelandeses, destetados a los 35 d se distribuyeron en dos grupos equilibrados por peso y sexo, en jaulas de 73 x 47 x 30 cm con 6 animales. La alimentación fue *ad libitum* durante 30 d con una dieta comercial medicada, más una semana de pienso de retirada (CO) y la dieta OV, no medicada, con un 20% de orujo de uva añadido. Los pellets contenían avena, harina de forraje de alfalfa, veza, festuca y ray-grass, harina de semillas de girasol, gluten de maíz, torta de palmiste, salvado de trigo y de avena, melaza de caña de azúcar, harina de soja, carbonato cálcico, aceite de palma, cloruro de sodio, vitaminas y minerales. La dieta CO contenía hidrocloreuro de robenidina como coccidiostato. Materia seca: 91,5; 91,0; extracto etéreo: 4,6; 5,0; proteína: 14,1; 14,2; fibra neutro detergente: 53,5; 47,7; fibra ácido detergente: 33,6; 35,0 y lignina ácido detergente: 7,8; 12,7; para CO y OV, respectivamente. La nave estaba controlada a 20 °C y con 16 h de luz al día. Los conejos fueron sacrificados sin ayuno previo en un matadero ubicado a 28 km. Las canales se transportaron al área de Producción Animal de la Universidad de Zaragoza y se refrigeraron a 4 °C por 24 h, extrayéndose ambos *Longissimus dorsi* (LD). En la parte craneal se evaluó el pH y el color, tras 1 h del corte (colorímetro Minolta CR-200b, CIE L*a*b*). La parte caudal se envasó al vacío y se conservó a -18 °C, descongelándose durante 24 h a 4 °C. Para la textura la carne se cocinó envasada al vacío en baño maría (75 °C) hasta 70°C, valorándose las

pérdidas por descongelación y cocinado. Se obtuvieron 3-4 prismas de 1 x 1 cm, que se cortaron con la cizalla *Warner-Bratzler* (Instron 4301). El análisis sensorial se realizó con ocho personas entrenadas, en cabinas con luz roja. Las muestras se cocinaron en un grill de doble placa a 200 °C hasta 70 °C. Se evaluaron en una escala de 10 puntos los atributos de la Figura 1 y la aceptabilidad global. Se evaluó el efecto de la dieta las variables con un ANOVA (SPSS, v22.0).

Resultados y discusión

La carne de conejos del grupo OV presentó un pH más alto que el grupo CO, ambos con valores normales (Tabla 1). Varios autores no encontraron efecto de dietas ricas en antioxidantes sobre este parámetro (Abdel-Khalek, 2013; Dabbou et al., 2018; Perna et al., 2019) e incluso se han reportado valores inferiores (Menchetti et al., 2020). El efecto sobre el pH pudo haber influido sobre la luminosidad y pérdidas por cocinado más bajos en OV. La reducción de estas pérdidas puede deberse también a un efecto protector de los antioxidantes sobre las membranas celulares (Abdel-khaled, 2013). No se encontraron diferencias significativas para el resto de parámetros de color, ni para las pérdidas de cocinado ni fuerza de corte entre los dos tratamientos.

Tabla 1. Calidad Sensorial del músculo longissimus dorsi de conejos de cebo alimentados con un pienso no medicado suplementado con 20% de orujo de uva y un pienso control.

	pH 24h	Color			Pérdidas (%) por		Fuerza máxima Kgf
		L*	a*	b*	Desc	Cocción	
Control	5,75b	55,0a	-1,28	10,0	11,16b	13,23	3,01
Orujo de uva	5,86a	51,6b	-0,71	10,0	10,25a	12,19	2,86
Error estándar	0,03	0,44	0,17	0,20	0,27	1,94	0,21

Diferentes letras dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$); Desc=Descongelación.

La carne de la dieta OV presentó una ligera mayor intensidad de olor a hígado y de *flavor* metálico, respecto a CO, si bien el resto de atributos evaluados y la aceptabilidad global fueron similares entre sí (Figura 1). Por el contrario, la inclusión de orujo o semilla de uva al pienso de ovejas intensificó los *flavores* metálicos y picantes de los corderos lactantes (Resconi et al., 2018).

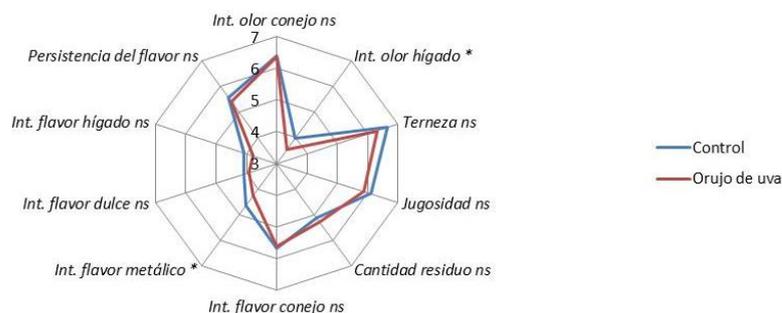


Figura 1. Calidad sensorial del músculo longissimus dorsi de conejos de cebo alimentados con un pienso no medicado suplementado con 20% de orujo de uva y un pienso control

La suplementación del pienso de gazapos de cebo no medicado con un 20% orujo de uva no deteriora la calidad instrumental y sensorial de la carne respecto a un pienso comercial.

Agradecimientos: Financiado por MINECO, España (AGL-2016/75229-R).

Bibliografía: ■ Abdel-Khalek AM. 2013. Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livest Sci* 58:95-105. ■ Bennato F, Di Luca A, Martino C, Ianni A, Marone E, Grotta L, ... Martino G. 2020. Influence of grape pomace intake on nutritional value, lipid oxidation and volatile profile of poultry meat. *Foods* 9. ■ Dabbou S, Ferrocino I, Kovitvadhi A, Dabbou S, Bergagna S, Dezzuto D, ... Gasco L. 2018. Bilberry pomace in rabbit nutrition: Effects on growth performance, apparent digestibility, caecal traits, bacterial community and antioxidant status. *Animal* 13:53-63. ■ Dalle Zotte A, Ouhayoun, J. 1998. Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Sci* 50:471-478. ■ Eid YZ. 2008. Dietary grape pomace affects lipid peroxidation and antioxidative status in rabbit semen. *World Rabbit Sci* 16:157-164. ■ Menchetti L, Brecchia G, Branciarri R, Barbato O, Fioretti B, Codini M, ... Miraglia D. 2020. The effect of Goji berries (*Lycium barbarum*) dietary supplementation on rabbit meat quality. *Meat Sci* 161:108018. ■ Motta-Ferreira W, Fraga MJ, Carabaño R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for alfalfa hay, in diets for growing rabbits. *Anim Sci J* 63:167-174. ■ Perna A, Simonetti A, Grassi G, Gambacorta E. 2019. Effect of a cauliflower (*Brassica oleraceae* var. Botrytis) leaf powder-enriched diet on performance, carcass and meat characteristics of growing rabbit. *Meat Sci* 149:134-140. ■ Resconi VC, Escudero A, Campo MM. 2013. The development of aromas in ruminant meat. *Molecules* 18:6748-6781.

Ajuste de la proporción proteína/energía digestible en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento

Fitting digestible protein to digestible energy ratio in growing rabbits selected by growth rate

Gonçalves C, Della Badia A, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Pascual JJ, Blas E*

*Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia, Spain. *ebblas@dca.upv.es*

Abstract: To evaluate the consequences of genetic selection programmes on the protein requirements of growing rabbits, two experimental diets, differing in their digestible protein (DP) to digestible energy (DE) ratio, were evaluated in rabbits selected by average daily gain during the growing period (line R). Diet B (low DP/DE) was formulated to obtain the current recommendations of DP/DE for fattening rabbits (10.7 g/MJ), while diet A (high DP/DE) had a higher ratio (12.2 g/MJ). A total of 180 weaned rabbits (28 days of age) were divided into two experimental groups (90 animals to each feed) and housed in individual cages until 63 days of age. Animals fed with diet A showed higher feed intake (+14±2 g dry matter/day; $P < 0.001$) and average daily gain (+4.3±0.7 g/day; $P < 0.001$) during the experimental period than animals fed with diet B. No significant differences in mortality and morbidity were observed between diets. Animals fed with diet A showed better feed conversion rate during the first week (-0.10 ± 0.03 ; $P < 0.05$), while those fed with diet B showed better results during the last two weeks (-0.17 ± 0.03 ; $P < 0.05$), suggesting that the proper DP/DE ratio changes with age. In conclusion, the use of a higher DP/DE ratio during the first weeks after weaning could contribute to improve the performance of these animals, without compromising their digestive health.

Introducción

Los animales seleccionados por velocidad de crecimiento tienen un crecimiento sustancialmente más alto que los de otras líneas (50-60 g/d durante el período de engorde), así como un mayor peso adulto. Aunque las relaciones de proteína digestible (PD)/energía digestible (ED) que se utilizan actualmente en las dietas comerciales podrían cumplir con los requisitos de los conejos en crecimiento del cruce a tres vías (Carabaño et al., 2009), con una ganancia media diaria (GMD) de hasta 45 g/d, estas dietas podrían estar limitando el desarrollo de los animales con mayor potencial de crecimiento y afectando la definición de los rankings. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar si una relación DP/DE más alta podría mejorar el rendimiento de conejos en crecimiento de una línea seleccionada por GMD durante el período de crecimiento.

Material y métodos

Se formularon y fabricaron dos piensos: el pienso B, con las actuales recomendaciones para la relación PD/ED (10.7 g/MJ; Xiccato y Tocino, 2010); y el pienso A, con una mayor relación (12.2 g/MJ). Los contenidos de ED y PD de las dietas se determinaron mediante un ensayo de digestibilidad fecal, según la metodología propuesta por Pérez et al. (1995). Se utilizaron un total de 180 conejos destetados (28 días de edad) que se dividieron en dos grupos experimentales (90 por alimento), que se alojaron en jaulas individuales hasta los 63 días de edad. Se controló el consumo de pienso y el peso de los animales semanalmente, y la morbilidad y mortalidad diariamente.

Resultados y discusión

La mortalidad y la morbilidad registradas a lo largo del experimento fueron relativamente altas (un promedio de 31 y 13%, respectivamente), ya que se realizó durante un brote de enteropatía epizootica en conejos, pero similar en ambos tratamientos. En la Tabla 1 podemos ver como a pesar de que los conejos mostraron un peso similar al destete (618 g), se observó que los alimentados con dieta A ya tenían un peso corporal mayor en la primera semana de crecimiento (+79±18 g), siendo esta diferencia mayor a los 63 días de edad (+166±32 g). Los conejos alimentados con la dieta A mostraron un mayor consumo de alimento durante todo el período de crecimiento (+12±2 g/d; $P < 0.001$), y consecuentemente una mayor GMD (+4.3±0.7 g/d; $P < 0.001$)

que los alimentados con dieta B, especialmente durante las primeras tres semanas ($+7.1 \pm 1.2$ g/d; $P < 0.001$). De hecho, los animales alimentados con la dieta A mostraron un mejor índice de conversión durante la primera semana de crecimiento (-0.10 ± 0.03 ; $P < 0.05$), pero peores resultados durante las últimas dos semanas del ensayo ($+0.17 \pm 0.03$; $P < 0.05$), quizás parcialmente relacionado con sus mayores requerimientos de mantenimiento asociados a su mayor peso corporal. Fraga et al. (1983), en un estudio en el que los animales mostraron una tasa de crecimiento de hasta 36 g/d, recomiendan una relación PD/ED de 10 g/MJ. Sin embargo, más recientemente, Xiccato y Trocino (2010) recomendaron una proporción entre 10.5 y 11 g/MJ para maximizar el rendimiento del crecimiento, lo que podría indicar un aumento de las recomendaciones con el progreso genético. Por otra parte, los requerimientos de proteínas disminuyen con la edad del conejo (Xiccato y Trocino, 2010), y podría ser aconsejable el uso de dos piensos durante el engorde de conejos de alta tasa de crecimiento. Según nuestros resultados, el uso de una dieta con una proporción de 12.2 g/MJ durante las primeras semanas del período de crecimiento podría ser beneficioso, ya que permite una clara mejora en la GMD de animales caracterizados por una alta tasa de crecimiento, sin comprometer su estado de salud digestiva.

Tabla 1. Efecto de la proporción proteína digerible/energía digerible ($n=180$) en el crecimiento de conejos de engorde de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento.

	Dieta B	Dieta A	P-value
Peso a los 28 d (g)	607 ± 16	630 ± 14	0.3550
Peso a los 63 d (g)	2487 ± 39	2653 ± 37	0.0017
Ingestión de materia seca (g MS/d)	121.21 ± 1.94	133.00 ± 2.00	<0.0001
Ganancia media diaria (g/d)	53.53 ± 0.70	57.80 ± 0.72	<0.0001
Índice de conversión (g/g)	2.48 ± 0.02	2.54 ± 0.02	0.0248

Dietas: Dieta B, bajo PD/ED ratio (10.7 g/MJ); Dieta A, alto PD/ED ratio (12.2 g/MJ).

Agradecimientos: Este estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España (AGL2017-85162-C2-1-R). También se agradece la beca para Catarina Gonçalves de la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital de la Generalitat Valenciana (GRISOLIAP / 2019/149).

Bibliografía: Carabaño R, Villamide MJ, García J, Nicodemus N, Llorente A, Chamorro S, Menoyo D, García-Rebollar P, García-Ruiz AI, De Blas C. 2009. New concepts and objectives for protein amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Sci* 17:1-14. ■ Fraga MJ, De Blas JC, Pérez E, Rodríguez JM, Pérez CJ, Gálvez JF. 1983. Effect of diet on chemical composition of rabbits slaughtered at fixed body weights. *J Anim Sci* 56:1097-1104. ■ Perez JM, Lebas F, Gidenne T, Maertens L, Xiccato G, Parigi-Bini R, Dalle Zotte A, Cossu ME, Carazzolo A, Villamide MJ, Carabaño R, Fraga MJ, Ramos MA, Cervera C, Blas E, Fernández-Carmona J, Falcao e Cunha L, Bengala-Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci*, 3:41-43. ■ Xiccato G, Trocino A. 2010. Energy and protein metabolism and requirements. In: De Blas C., Wiseman J., (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed., CAB International, Wallingford (UK), pp. 83-118.

Influencia de factores de manejo en la composición y diversidad de las comunidades bacterianas cecales de una línea paternal de conejo

Influence of management factors on the composition and diversity of cecal bacterial communities of a rabbit paternal line

Velasco-Galilea M^{1*}, Guivernau M², Piles M¹, Viñas M², Rafel O¹, Ramayo-Caldas Y¹, González-Rodríguez O¹, Sánchez JP¹

¹Dept. Genética y Mejora Animal, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, España. *maria.velasco@irta.es

²Dept. Gestión Integral de Residuos Orgánicos, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, España.

Abstract: Aiming to study the effect of different management factors on rabbit cecal microbial composition and diversity, a 16S rDNA-based assessment through MiSeq platform was performed. Cecal samples were collected from 425 rabbits raised in two different facilities, fed under two feeding regimes (*ad libitum* or restricted) with food supplemented or free of antibiotics. QIIME 1.9.0 software was used to process the 16S sequences to generate a table containing the counts of each OTU for each sample. The influence of the different management factors on microbial alpha diversity was assessed by computing Shannon and the number of observed OTUs indexes from the rarefied OTU table. A multivariate approach (sPLS-DA) was chosen to evaluate the influence of these factors on microbial composition. Our results revealed that the largest modification of rabbit cecal microbial diversity and composition is exerted by the breeding farm. The feeding regime and the presence of antibiotics do not modify the global diversity of the cecal microbial communities. However, these factors influence the abundance of some OTUs since multivariate analyses evidenced a certain classification power on the different levels of the management factors studied.

Introducción

El objetivo del presente trabajo es estudiar la influencia del entorno de producción, la administración de antibióticos en el pienso y la aplicación de restricción alimentaria sobre la diversidad y composición de las comunidades microbianas cecales en un grupo de gazapos pertenecientes a una línea paternal de conejos.

Material y métodos

Se recogieron muestras de contenido cecal después del sacrificio de 425 gazapos de la línea Caldes (Gómez et al, 2002). Dichos animales fueron criados bajo las mismas condiciones de manejo en dos granjas diferentes (A: 4 lotes y B: 1 lote) y alimentados con una dieta estándar de pienso granulado suplementada con antibióticos (salvo 23 gazapos de la granja B que recibieron un pienso libre de antibióticos). Después del destete (32 días), los gazapos se asignaron al azar al régimen alimentario (RA) *ad libitum* (V) o restringido (R) a un 75% del consumo V. Se extrajo el ADN genómico a partir de cada muestra cecal y se amplificó un fragmento que incluía las regiones hipervariables V4 y V5 del gen 16S ARNr con el par de cebadores F515Y/R926 (Parada et al, 2016) que fue posteriormente secuenciado en una plataforma Illumina MiSeq. El procesado de las lecturas crudas obtenidas se realizó con el software QIIME 1.9.0 (Caporaso et al, 2010) dando lugar a una tabla final de 963 unidades taxonómicas operativas (OTUs) y 425 muestras. Las diferencias en diversidad y riqueza entre los animales entre niveles de cada uno de los factores de manejo se estudiaron con un análisis de varianza para dos índices de diversidad alfa: Shannon y número observado de OTUs diferentes. La evaluación de la influencia de los factores de manejo sobre la composición microbiana cecal se realizó utilizando análisis discriminantes sparse de mínimos cuadrados parciales (sPLS-DA; Lê Cao et al, 2008) para encontrar la combinación de OTUs que mejor clasifique las muestras de acuerdo con: (1) la granja donde los animales se criaron, (2) el RA dentro de la granja A y (3) la combinación de RA y la presencia o ausencia de antibióticos en el pienso para el conjunto de animales criados en la granja B.

Resultados y discusión

El número promedio (desviación estándar) de OTUs observados por animal y su índice Shannon fueron 560,52 (75,03) y 5,09 (0,26); respectivamente. Los animales criados en la granja B tenían

una alfa diversidad mayor que los animales criados en la granja A (40,20 (9,83) OTUs observados y 0,17 (0,03) índice de Shannon; $P = 0,00$). Además, se observó una mayor variabilidad en ambos índices en la granja A (Figura 1). Esto podría explicarse por haber considerado muestras de animales producidos en 4 lotes en la granja A y sólo 1 en la granja B; además las condiciones ambientales de la granja B fueron más controladas. En cuanto al régimen alimentario y a la presencia de antibióticos en el pienso, no se encontraron diferencias significativas de alfa diversidad dentro de ninguna de las dos granjas ($P > 0,05$).



Figura 1. Diversidad (índice Shannon) y riqueza (número observado de OTUs) microbianas de las muestras cecales agrupadas de acuerdo con el manejo recibido por los animales.

El sPLS-DA realizado para clasificar las muestras por granja seleccionó 5 OTUs para el componente 1 con los que se consiguió una clasificación perfecta de los animales (tasa de error = 0; Figura 2A). Sin embargo, el sPLS-DA realizado para clasificar por RA las muestras de la granja A seleccionó 70 OTUs para el componente 1 y 65 OTUs para el componente 2, y la clasificación de las muestras conseguida presentó una tasa de error de 0,27 (Figura 2B). Este resultado indica que el efecto del RA sobre la composición microbiana cecal de los animales es menor que el de la granja. Cabe resaltar que los gazapos se alojaron en jaulas intercaladas por RA lo que pudo hacer posible el intercambio de microorganismos entre animales de diferentes RA y reducir las diferencias observadas entre RA. No obstante, a pesar de que no exista un grupo reducido de OTUs que permite esta clasificación, la consideración conjunta de todos ellos sí la hace posible, lo que supone la existencia de patrones de contenido de microbiota cecal propios de cada RA. Finalmente, la clasificación de las muestras con arreglo a RA y a la presencia o ausencia de antibióticos en el pienso dentro de la granja B mostró que el componente 1 (9 OTUs) discrimina las muestras de acuerdo con la presencia o no de antibióticos en el pienso y el componente 2 (70 OTUs) de acuerdo con el RA (Figura 2C). El error de clasificación de este análisis fue 0,32. De nuevo, la clasificación de las muestras con arreglo a RA supone la consideración de un número mucho mayor de OTUs, entre los que necesariamente hay patrones que deben ser propios de uno u otro régimen. Para el caso de la presencia de antibióticos en el pienso, la clasificación se puede hacer con un menor número de OTUs. En conclusión, el enfoque multivariante de la influencia de los factores estudiados sobre la microbiota cecal confirma que el efecto más importante es ejercido por el ambiente proporcionado por la granja en la que se criaron los gazapos.

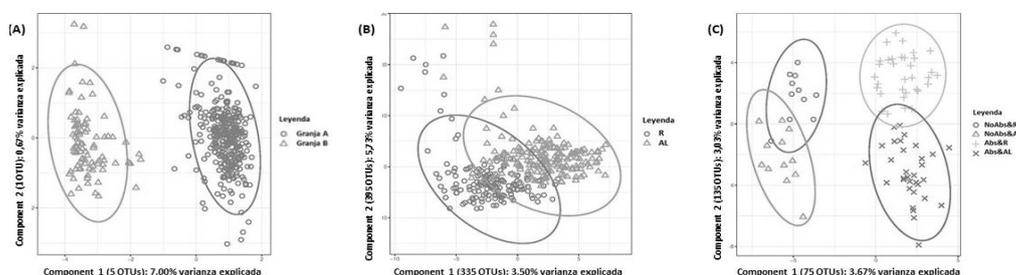


Figura 2. Análisis discriminantes sparse de mínimos cuadrados parciales para clasificar las muestras cecales de los gazapos por (A) granja, (B) régimen alimentario dentro de la granja A, (C) régimen alimentario y presencia de antibióticos en el pienso dentro de la granja B.

Bibliografía: Gómez EA, Rafel O, Ramón J. 2002. The caldes strain (Spain). *Opt Méd: Série B* 38:193-198 ■ Parada AE, Needham DM, Fuhrman JA. 2016. Every base matters: assessing small subunit rRNA primers for marine microbiomes with mock communities, time series and global field samples. *Environ Microbiol* 18(5):1403-1414 ■ Caporaso JG, Kuczynski J, Stombaugh J et al. 2010. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. *Nat Methods* 7(5):335 ■ Lê Cao KA, Rossouw D, Robert-Granié C, Besse P. 2008. A sparse PLS for variable selection when integrating omics data. *Stat Appl Genet Mol Biol* 7(1).

Respuesta correlacionada en caracteres reproductivos durante la lactación en una línea seleccionada por tamaño de camada al destete

Correlated response in reproductive traits during lactation in a line selected for litter size at weaning

Pascual M^{1*}, Peiró R², Sánchez JP¹, Perucho O¹, Piles M¹

¹Programa de Mejora y Genética Animal, Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA). Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui, Barcelona. ²Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. *mariam.pascual@irta.es

Abstract: The genetic parameters of litter size at birth and at 7 and 31 (weaning) days of age were estimated in line Prat, selected for litter size at weaning for 35 generations. Mean values for litter size were 9.4 kits born alive (NBA), 8.9 alive at 7 days of age (N7) and, and 7.9 rabbits weaned (NW). The estimated heritabilities were 0.06 (NBA), 0.05 (N7), and 0.04 (NW). Genetic and phenotypic correlations between NW and the rest of characters were at least 0.86 and 0.74, respectively. Genetic trends were 0.10 kits born alive, 0.09 alive at 7 days of life, and 0.08 kits weaned per generation. Results indicate that the improvement of NW is due to the improvement in NBA.

Introducción

El tamaño de camada al destete (ND) es uno de los caracteres por los que se seleccionan habitualmente las líneas maternas para producción de carne de conejo por ser un carácter de elevada importancia económica (Cartuche et al., 2014), así como por presentar gran variación fenotípica y genética. Sin embargo, la selección por este carácter no resulta fácilmente efectiva ya que la heredabilidad del tamaño de camada al destete es muy baja. El éxito de un programa de mejora genética del tamaño de camada al destete dependerá de la mejora obtenida en los diferentes componentes del carácter, como puede ser la tasa de ovulación, la supervivencia prenatal (desde la ovulación hasta el nacimiento) y la supervivencia post-natal (desde el nacimiento hasta el destete). Se ha observado respuesta a la selección por tamaño de camada en diversos experimentos previos (Rochambeau et al., 1998; García y Baselga, 2002) pero estos trabajos no evalúan la respuesta correlacionada de supervivencia post-natal durante la lactación. Por ello, el objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta directa a la selección por tamaño de camada al destete y la respuesta correlacionada al nacimiento y a los 7 días de vida en la línea Prat seleccionada por tamaño de camada al destete en el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA).

Material y métodos

Los animales utilizados en este experimento pertenecen a la línea Prat del IRTA. Esta línea fue fundada en 1992 y se selecciona desde su origen por tamaño de camada al destete (31 días de edad). Se analizaron los datos obtenidos en esta línea desde su origen hasta 2019, que incluían 27.124 partos pertenecientes a 7.466 hembras.

El modelo utilizado para evaluar ND fue el modelo animal con repetibilidad $y_{ijkl} = AE_i + EF_j + a_k + p_k + e_{ijkl}$, donde AE_i es el efecto año estación (103 niveles), EF_j es el estado fisiológico en el momento de la inseminación efectiva (5 niveles: 1: nulípara; 2: primípara lactante; 3: primípara no lactante; 4: múltipara (hasta el séptimo parto) lactante; 5: múltipara (hasta el séptimo parto) no lactante)), a_k es el valor aditivo del animal, p_k es el efecto permanente no aditivo y ambiental de la hembra, y e_{ijkl} es el efecto residual. Este mismo modelo bivalente fue utilizado para evaluar nacidos vivos (NV) y N7. Las heredabilidades y correlaciones genéticas fueron estimadas con la metodología BLUP/REML, utilizando el programa VCE (Groeneveld, 1994).

Resultados y discusión

La media (sd) de NV, N7 y ND fue de 9,4 (3,3), 8,9 (3,1) y 7,9 (3,2), respectivamente, con rangos entre 0 y 21 para NV y N7, y de 0 a 16 para ND. Las heredabilidades obtenidas para NV, N7 y ND

fueron $0,06\pm 0,1$, $0,05\pm 0,1$ y $0,04\pm 0,1$, respectivamente. Las correlaciones genéticas de ND con NV y N7 fueron de $0,86\pm 0,04$ y $0,94\pm 0,04$, respectivamente, mientras que las fenotípicas fueron de $0,74$ y $0,81$, respectivamente.

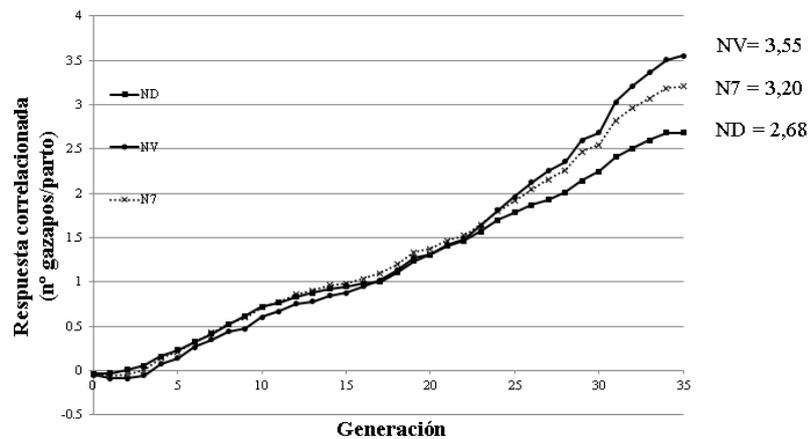


Figura 1. Tendencias genéticas de los caracteres gazapos nacidos vivos (NV), número de gazapos vivos a los 7 (N7) y 31 días de edad (destete; ND).

La respuesta directa para el carácter objeto de selección fue de 2,68 gazapos en 35 generaciones, es decir, 0,08 gazapos/generación. Como era de esperar, se ha obtenido una respuesta correlacionada para NV de 3,55 (0,10 gazapos/generación) en ambos casos, lo que indica que la respuesta obtenida en ND se debe principalmente a la respuesta observada en NV. La respuesta correlacionada en N7 fue de 3,20 gazapos (0,09 gazapos/generación).

Los valores obtenidos en los diferentes parámetros para NV y ND son similares a los obtenidos por otros autores en esta u otras líneas seleccionadas por número de gazapos destetados o por otros caracteres reproductivos (Gómez et al., 1996; García y Baselga, 2002; Piles et al., 2006; Ziadi et al., 2013; Badawi et al., 2019). Los valores obtenidos para N7 no pueden ser comparados ya que no conocemos estudios que hayan estimado los parámetros genéticos de este carácter.

Agradecimientos: Los autores agradecen a todo el personal de granja del IRTA que ha contribuido a la generación de los datos de la línea PRAT desde 1992.

Bibliografía: Badawy A, Peiró R, Blasco A, Santacreu M. 2019. Correlated responses on litter size traits and survival traits after two-stage selection for ovulation rate and litter size in rabbits. *Animal* 13(3):453-459. ■ Cartuche L, Pascual M, Gómez EA, Blasco A. 2014. Economic weights in rabbit meat production. *World Rabbit Sci* 22:165-177. ■ García ML, Baselga M. 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest Prod Sci* 74:45-53. ■ Gómez EA, Rafel O, Ramón J. 2002. The Prat Strain (Spain). En: Khalil MH (Ed.) *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. Zaragoza: CIHEAM, 2002. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches, pp. 203-208. ■ Gómez EA, Rafel O, Ramón J, Baselga M. 1996. A genetic study of a line selected on litter size at weaning. En: 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, pp. 2:289-292. ■ Groeneveld E. 1994. VCE, a multivariate multimodel REML (co)variance component estimation package (22). En: Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, Canada, pp. 47-48. ■ Piles M, García ML, Rafel O, Ramon J, Baselga M. 2006. Genetics of litter size in three maternal lines of rabbits: repeatability versus multiple-trait models. *J Anim Sci* 84:2309-2315. ■ Rochambeau H, de Duzert R, Tudela F. 1998. Long-term selection experiment in rabbit. Estimation of genetic progress on litter size at weaning. En: Proceedings of the 6th World Congress on Genetic Applications in Livestock Production, Armidale, Australia, pp. 112-115. ■ Ziadi C, Mocé ML, Laborda P, Blasco A, Santacreu MA. 2013. Genetic selection for ovulation rate and litter size in rabbits: Estimation of genetic parameters and direct and correlated responses. *J Anim Sci* 91:3113-3120.

Hormonas hipofisarias y ováricas en conejas primíparas lactantes: ¿influye el tamaño de la camada en su secreción?

Pituitary and ovarian hormones in primiparous rabbit does: does litter size affect their secretion?

Fernández-Pacheco C^{1*}, Millán P¹, Velasco B², Rebollar PG²

¹Dept. Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria Universidad Complutense de Madrid, Avda. Puerta de Hierro s/n, 28040 Madrid, España. ²Dept. Producción Agraria, ETSI Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España. *cafpmartorell@ucm.es

Abstract: The aim of this study was to determine if litter size (LS) of primiparous rabbit does during their first lactation had any influence on the plasma concentration of Prolactin (PRL), LH (luteinizing hormone) and progesterone (P4) as well as on the main productive parameters of their second pregnancy. The pregnant does were divided after parturition into two different experimental groups according to a LS adjustment: Group TcA, with high LS (10-12 kits; n= 21) and Group TcB, with low LS (7-9 kits; n= 28). Blood samples were taken weekly throughout lactation starting on day 4 postpartum, until day 32 postpartum, before and after suckling. After weaning (day 32 postpartum) the does were re-inseminated, taking samples at 0 and 60 min after induction of ovulation in order to determine the peak of LH and P4 concentrations. Does were also sampled on days 1 and 5 post-weaning. All hormones were determined by enzyme-immunoassay. After second parturition, some productive parameters were recorded: fertility, prolificacy, number of weaned, mortality and litter weight at weaning. The statistical analysis of the results revealed that litter size did not significantly affect the hormonal plasma concentrations nor the productive performance of the females during second pregnancy.

Introducción

La lactación es un punto crítico en la producción cunícola. La coneja secreta prolactina (PRL) una sola vez al día, durante el amamantamiento (González-Mariscal et al., 2016). La secreción de leche se produce gracias a la PRL de la madre secretada en respuesta al reflejo de succión de los gazapos (Freeman et al., 2000), por lo que el tamaño de la camada (TC) puede tener consecuencias en su producción. La lactación es muy demandante energéticamente, especialmente en primíparas, creándose en ellas un balance energético negativo (Xiccato et al., 1996), con consecuencias en los índices productivos de sus siguientes ciclos debidas al TC. En trabajos previos se ha demostrado que un ritmo extensivo en primíparas (inseminación artificial (IA) post-destete) mejora su composición corporal para poder intensificar el ritmo productivo en los ciclos siguientes (Arias-Álvarez et al., 2009).

El objetivo de este trabajo fue determinar si en conejas primíparas inseminadas con un ritmo extensivo de cubrición, el TC durante la primera lactación afectaría: 1) a las concentraciones de PRL antes y después del amamantamiento, 2) a las concentraciones de LH y progesterona (P4) en la segunda IA y 3) al rendimiento productivo en el segundo parto.

Material y métodos

Se emplearon 49 conejas híbridas que, tras el primer parto (10,8 ± 0,36 nacidos vivos y 0,5 ± 0,12 muertos), se distribuyeron en dos grupos experimentales: Grupo Tc-A (n=21) con alto TC (10-12 gazapos), y Grupo Tc-B (n= 28) con bajo TC (7-9 gazapos). Se tomó sangre antes y después del amamantamiento, 0 y 60 min tras la inducción de la ovulación en la 2ª IA (32 días post-parto (pp)) y en los días 1 y 5 pp. Se determinó la PRL plasmática (Cloud-Clone Corp, CCC, USA), la LH preovulatoria (según Rebollar et al., 2012) y la P4 (Demeditec Diagnostics GmbH, Alemania). Tras el 2º parto, se registró la fertilidad, la prolificidad y el peso de la camada al nacimiento y al destete. Se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas (Proc Mixed; SAS Institute, 2001), considerando como efectos principales para PRL el TC, el tiempo (días 4, 11, 19, 26 y 32 de lactación; días 1 y 5 post-destete), y la interacción entre ambos, y para LH y P4 el TC, el tiempo (0 y 60 minutos tras la inducción de ovulación) y su interacción. Para los productivos solo se tuvo en

cuenta el TC. Posteriormente, las medias se compararon con una t de Student, considerando la existencia de diferencias significativas para $P < 0,05$.

Resultados y discusión

En lactación, no se observaron diferencias en la PRL plasmática antes y después del amamantamiento (Figura 1; $P > 0,2520$), obteniéndose concentraciones similares a Rebollar et al. (2008). El TC tampoco afectó a las concentraciones de PRL secretadas por la madre ($P = 0,7977$), por lo que consideramos que el estímulo hipofisario producido por camadas de 7-9 o de 10-12 gazapos es el mismo. Sí se detectaron diferencias significativas en el tiempo ($P = 0,0003$), ya que 1 y 5 días post-destete aumentó la PRL. Esta es una de las hormonas liberadas en situaciones de estrés que pueden coincidir con el manejo en el destete y la IA. Otros autores (Argente et al., 2014), describen concentraciones altas de cortisol en las conejas al final de la lactación como indicadores de estrés que podrían explicar el aumento de PRL en este estudio los días 33 y 37.

Los niveles de LH y P4 a 0 y 60 min después de la IA no mostraron diferencias entre grupos ($P = 0,9948$ y $P = 0,8600$, respectivamente), y tampoco, los parámetros productivos evaluados en el segundo parto (Tabla 1), que fueron similares a los descritos en trabajos previos (Rebollar et al., 2008; Rebollar et al., 2012).

Figura 1. Concentraciones plasmáticas de prolactina (PRL) antes (A) y después (D) del amamantamiento a lo largo de la lactación en conejas con 10-12 gazapos (TcA) o con 7-9 gazapos (TcB). *: $P = 0,0003$.**

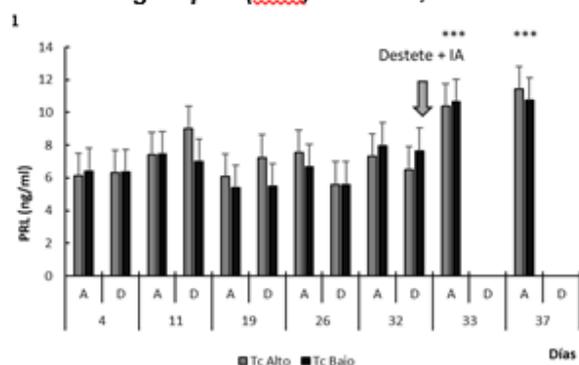


Tabla 1. Datos productivos (media \pm SEM) del 2º parto de conejas con tamaño de camada alto (Tc-A: 10-12 gazapos) y bajo (Tc-B: 7-9 gazapos) en su primera lactación.

	Tc A	Tc B	P
n	21	28	
Fertilidad (%)	66,67 \pm 11,29	67,86 \pm 9,06	0,93
Prolificidad			
Vivos	12,64 \pm 0,73	11,43 \pm 0,61	0,22
Muertos	0,00 \pm 0,37	0,81 \pm 0,31	0,11
Destetados	10,63 \pm 0,61	10,37 \pm 0,50	0,74
Peso Camada (g)			
Nacimiento	786,92 \pm 43,72	702,70 \pm 36,25	0,15
Destete	7562,10 \pm 443,55	7085,79 \pm 350,65	0,40
Mortalidad ¹ (%)	19,05 \pm 7,74	10,71 \pm 6,70	0,42

¹: Porcentaje de gazapos muertos por camada. P: significación

En conclusión, estos resultados sugieren que el TC de las conejas durante la primera lactación no afectó: ni a la PRL antes y después del amamantamiento, ni a las concentraciones de LH y progesterona, ni al rendimiento productivo en su segundo parto. La clave para unos buenos rendimientos es la aplicación de un ritmo extensivo de producción que se adapte a las necesidades energéticas y al estado fisiológico de las madres primíparas.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2011 23822.

Bibliografía: Argente MJ, García ML, Birlanga V, Muelas R. 2014. Relationship between cortisol and acute phase protein concentrations in female rabbits. *Vet J* 202(1):172-175. ■ Arias-Álvarez M, García-García MR, Rebollar PG, Revuelta L, Millán P, Lorenzo PL. 2009. Influence of metabolic status on oocyte quality and follicular characteristics at different postpartum periods in primiparous rabbit does. *Theriogenology* 72:612-623. ■ Freeman ME, Kanyicska B, Lerant A, Nagy G. 2000. Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiol Rev* 80(4):1523-1631. ■ González-Mariscal G, Caba M, Martínez-Gomez M, Bautista A, Hudson R. 2016. Mothers and offspring: the rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Horm Behav*, 77, 30-41. ■ Rebollar PG, Bonanno A, Di Grigoli G, Tornambe G, Lorenzo PL. 2008. Endocrine and ovarian response after a 2-day controlled suckling and eCG treatment in lactating rabbit does. *Anim Reprod Sci* 104:316-328. ■ Rebollar PG, Dal Bosco A, Millán P, Cardinali R, Brecchia G, Sylla L, Lorenzo PL, Castellini C. 2012. Ovulating induction methods in rabbit does: The pituitary and ovarian responses. *Theriogenology* 77(2):292-298. ■ SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA. ■ Xiccato G, Bernardini M, Castellini C, Dalle Zote A, Queaque PI, Trocino A. 1999. Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states. *J Anim Sci* 77:416-426.