

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
Y DEL MEDIO NATURAL

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Impacto de la línea genética paternal sobre
la productividad en conejos de cebo

TRABAJO FIN DE GRADO

Autora:

Paula Camarena Bononad

Tutores Académicos:

Eugenio Melchor Martínez Paredes

Catarina Alexandra Peixoto Gonçalves

Director Experimental:

Luis Ródenas Martínez

Curso 2020-2021

Valencia, julio de 2021

Impacto de la línea genética paternal sobre la productividad en conejos de cebo

RESUMEN

En este proyecto se valoraron los rendimientos productivos durante el periodo de cebo y la eficacia digestiva de tres líneas genéticas paternas de conejo, R, RF y RLP. Para ello se realizó una prueba de cebo y una prueba de digestibilidad. La prueba de cebo se llevó a cabo con un total de 384 gazapos destetados de 28 días de vida, alojados en jaulas individuales y alimentados con un pienso comercial. Desde el primer día, los gazapos tenían disponibilidad continua de agua, pero el pienso les fue restringido durante la primera mitad del cebo. A partir de los 46 días de vida, el pienso les fue suministrado *ad libitum* hasta el último día del cebo (63 días de vida). Se controló el peso de los animales a los 28, 46 y 63 días de vida. Asimismo, se controló la ingestión de pienso desde los 28 a los 46 días de vida y desde los 46 a los 63 días de vida. Además, diariamente se controló la morbilidad y la mortalidad. Para la prueba de digestibilidad del pienso se utilizaron 33 animales de 56 días de vida, alojados en jaulas individuales de digestibilidad, controlando la ingestión de pienso y realizando la colecta fecal completa durante 4 días. La mortalidad varió significativamente entre las líneas genéticas, ya que fue más alta en las líneas R y RF que en la línea RLP (29.2% vs. 17.2%), sin que hubiera diferencias en morbilidad, por lo que el índice de riesgo sanitario (mortalidad + morbilidad) también resultó mayor en las líneas R y RF que en la línea RLP (31.7% vs. 18.8%). No hubo diferencias en la ingestión de pienso, la ganancia de peso y el índice de conversión entre las líneas, en ninguno de los periodos establecidos, registrándose para el cebo completo valores medios de 109 g de materia seca/d, 48.3 g/d y 2.25 g de materia seca/g, respectivamente. Tampoco se observaron diferencias en la eficiencia digestiva de los nutrientes considerados entre las líneas genéticas, resultando valores medios de 54.5%, 54.2% y 67.0% para la digestibilidad de materia seca, energía bruta y proteína bruta, respectivamente. En conclusión, la línea RLP es una buena alternativa a la línea R ya que presenta los mismos parámetros de crecimiento, pero es mucho menos sensible a los problemas de salud digestiva durante el cebo.

Palabras clave: conejo, línea genética paternal, cebo, digestibilidad.

Autora: Paula Camarena Bononad

Tutores Académicos: Eugenio Melchor Martínez Paredes; Catarina Alexandra Peixoto Gonçalves

Valencia, julio de 2021

Impact of the paternal genetic line on productivity in fattening rabbits

ABSTRACT

In this project, the performance during the growing period and the digestive efficiency of three rabbit paternal genetic lines, R, RF and RLP, were evaluated. For this, a growing trial and a digestibility trial were carried out. The growing trial was carried out with a total of 384 twenty-eight-day-old weaned rabbits, housed in individual cages and fed with a commercial feed. From the first day, the rabbits had continuous availability of water, but the feed was restricted to them during the first half of the growing period. From 46 days of age, the feed was supplied *ad libitum* until the last day of the growing period (63 days of age). The weight of the animals was controlled at 28, 46 and 63 days of age. Likewise, feed intake was controlled from 28 to 46 days of age and from 46 to 63 days of age. In addition, morbidity and mortality were monitored daily. For the feed digestibility trial, 33 fifty-six-day-old animals were used, housed in individual digestibility cages, controlling the feed intake and carrying out a complete faecal collection for 4 days. Mortality varied significantly between the genetic lines, since it was higher in the R and RF lines than in the RLP line (29.2% vs. 17.2%), with no differences in morbidity, so the health risk index (mortality + morbidity) was also higher in the R and RF lines than in the RLP line (31.7% vs. 18.8%). There were no differences in feed intake, weight gain and conversion index between the lines, in any of the established periods, registering mean values for the complete growing period of 109 g of dry matter/d, 48.3 g/d and 2.25 g of dry matter/g, respectively. Similarly, no differences were observed in the digestive efficiency of the nutrients considered between the genetic lines, resulting in mean values of 54.5%, 54.2% and 67.0% for the digestibility of dry matter, gross energy and crude protein, respectively. In conclusion, the RLP line is a good alternative to the R line as it has the same growth performance, but is much less sensitive to digestive health problems during growing.

Key words: rabbit, paternal genetic line, growing, digestibility.

Author: Paula Camarena Bononad

Academic Tutors: Eugenio Melchor Martínez Paredes; Catarina Alexandra Peixoto Gonçalves

Valencia, July 2021

Impacte de la línia genètica paternal sobre la productivitat en conills d'engreix

RESUM

En aquest projecte es van valorar els rendiments productius durant el període d'engreix i l'eficàcia digestiva de tres línies genètiques paternals de conill, R, RF i RLP. Per a això es va realitzar una prova d'engreix i una prova de digestibilitat. La prova d'engreix es va dur a terme amb un total de 384 conills deslletats de 28 dies de vida, allotjats en gàbies individuals i alimentats amb un pinso comercial. Des del primer dia, els conills tenien disponibilitat contínua d'aigua, però el pinso els va ser restringit durant la primera meitat de l'engreix. A partir dels 46 dies de vida, el pinso els va ser subministrat *ad libitum* fins a l'últim dia de l'engreix (63 dies de vida). Es va controlar el pes dels animals als 28, 46 i 63 dies de vida. Així mateix, es va controlar la ingestió de pinso des dels 28 als 46 dies de vida i des dels 46 als 63 dies de vida. A més, diàriament es va controlar la morbiditat i la mortalitat. Per a la prova de digestibilitat del pinso es van utilitzar 33 animals de 56 dies de vida, allotjats en gàbies individuals de digestibilitat, controlant la ingestió de pinso i realitzant la col·lecta fecal completa durant 4 dies. La mortalitat va variar significativament entre les línies genètiques, ja que va ser més alta en les línies R i RF que en la línia RLP (29.2% vs. 17.2%), sense que hi hagués diferències en morbiditat, de manera que l'índex de risc sanitari (mortalitat + morbiditat) també va resultar més gran en les línies R i RF que en la línia RLP (31.7% vs. 18.8%). No hi va haver diferències en la ingestió de pinso, el guany de pes i l'índex de conversió entre les línies, en cap dels períodes establerts, registrant per l'engreix complet valors mitjans de 109 g de matèria seca/d, 48.3 g/d i 2.25 g de matèria seca/g, respectivament. Tampoc es van observar diferències en l'eficiència digestiva dels nutrients considerats entre les línies genètiques, resultant valors mitjans de 54.5%, 54.2% i 67.0% per a la digestibilitat de matèria seca, energia bruta i proteïna bruta, respectivament. En conclusió, la línia RLP és una bona alternativa a la línia R ja que presenta els mateixos paràmetres de creixement, però és molt menys sensible als problemes de salut digestiva durant l'engreix.

Paraules clau: conill, línia genètica paternal, engreix, digestibilitat.

Autora: Paula Camarena Bononad

Tutors Acadèmics: Eugenio Melchor Martínez Paredes; Catarina Alexandra Peixoto Gonçalves

València, juliol de 2021

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Eugenio, Cati y Luis por todo el conocimiento que me han transmitido y por su ayuda y apoyo tanto en granja como en laboratorio.

Gracias a Enrique por su dedicación y a todos los demás profesores, técnicos y personal que han estado presentes durante el desarrollo de este TFG.

Gracias a toda mi familia, amigas y a mis compañeras de piso, por animarme y apoyarme siempre en todo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- Introducción	1
2.- Objetivos	4
3.- Material y métodos	5
3.1.- Animales y manejo	5
3.2.- Pienso	8
3.3.- Análisis químico	8
3.4.- Análisis estadístico	8
4.- Resultados y discusión	10
5.- Conclusiones	14
6.- Referencias Bibliográficas	15
Bibliografía complementaria	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del cruce a 3 vías	2
Figura 2. Gazapos alojados en jaulas individuales	6
Figura 3. Gazapos alojados en las jaulas de digestibilidad	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de la línea genética sobre el estado sanitario de los conejos en el cebo (28-63d)	10
Tabla 2. Efecto de la línea genética sobre el rendimiento productivo de los conejos en el cebo (28-63d)	11
Tabla 3. Efecto de la línea genética sobre los coeficientes de digestibilidad (CD) de la materia seca, la energía bruta y la proteína bruta (56-60d)	13

1.- Introducción

La carne de conejo es una fuente de nutrientes importante, aportando principalmente una gran cantidad de proteínas de elevada calidad. Además, su bajo contenido en grasa y su fácil digestión le confieren un elevado valor nutricional, lo que hace que su consumo sea interesante y muy apropiado para el ser humano. A pesar de ello, al igual que ocurre en la gran mayoría de las explotaciones agropecuarias, la rentabilidad de las explotaciones cunícolas se ve condicionada, además de por el precio de venta del conejo cebado, por el precio de los piensos, ya que el coste de la alimentación es el más elevado del total de costes de una granja, representando como media un 60.3% de los costes totales en la explotación (Pascual *et al.*, 2011).

Con el fin de maximizar los beneficios de las explotaciones, aprovechando que el conejo es un monogástrico de elevada prolificidad y ciclo productivo corto que permite explotarlo intensivamente (Baselga & Blasco, 1989), surge un sistema de producción basado en el cruce a 3 vías, el cual permite obtener camadas con el mayor número de gazapos posible y que éstos crezcan lo máximo posible.

En el cruce a 3 vías (Figura 1) se utilizan animales de tres líneas genéticas diferentes (A, B y C). Se entiende como línea una población de conejos de tamaño reducido, que ha sido aislada reproductivamente del resto y sometida de forma repetida a un programa de selección (Blumetto, 1989). Dos de las tres líneas utilizadas en el cruce a 3 vías son líneas maternas (A y B) seleccionadas por prolificidad, habitualmente medida como tamaño de la camada al destete, ya que este carácter es resultante del número de gazapos nacidos viables y la capacidad maternal de la coneja (producción de leche y cuidado de la camada). La línea A y la línea B se cruzan con el fin de obtener una hembra AB con una mejor capacidad productiva gracias a la heterosis o vigor híbrido. La tercera línea genética (C) es la línea paternal o cárnica, la del macho finalizador, seleccionada por ganancia de peso entre el destete y la edad al sacrificio. Este macho C se cruza con la hembra AB obtenida del primer cruce, para así conseguir el objetivo de obtener camadas con un elevado número de gazapos y que éstos tengan una velocidad de crecimiento elevada gracias al padre y al vigor híbrido que el cruce confiere. De esta forma, estos gazapos tendrán además un índice de conversión bajo, es decir, utilizarán el alimento que se les proporcione de una forma más eficiente.

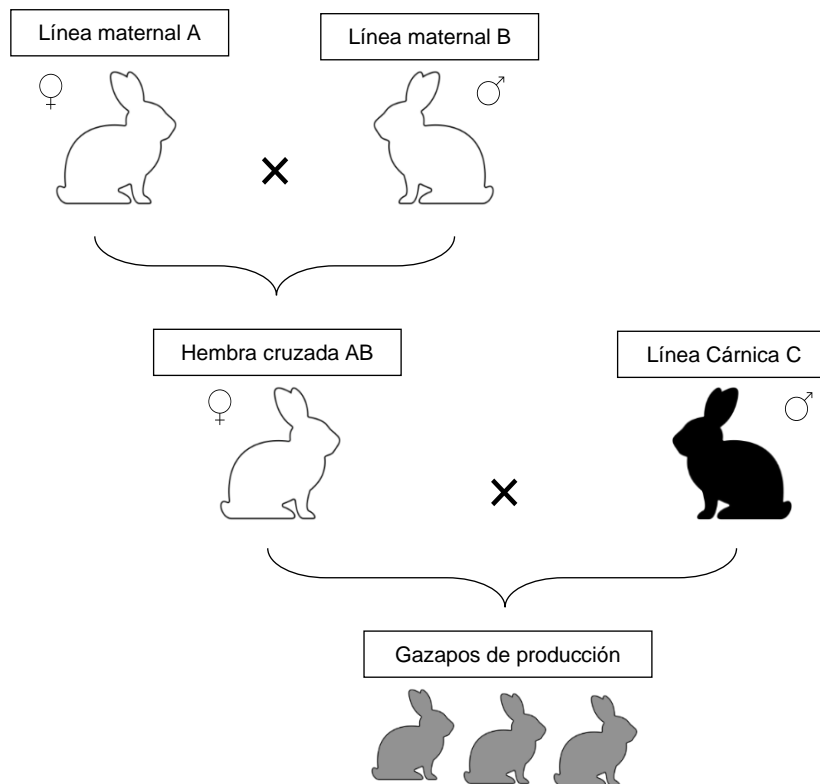


Figura 1. Esquema del cruce a 3 vías.

Es por ello por lo que surge la necesidad de seleccionar y con ello crear líneas genéticas especializadas, tanto maternas como paternas, que aporten los caracteres deseados para ser utilizadas en los sistemas de producción.

La labor de la Universitat Politècnica de València (UPV) desde el año 1976 ha sido el desarrollo y la constitución de líneas genéticas seleccionadas por caracteres productivos de interés en la cunicultura. En la actualidad, la UPV trabaja con cuatro líneas maternas A (amarilla, seleccionada por tamaño de camada al destete), V (verde, seleccionada por tamaño de camada al destete), H (originada a partir de hembras hiperprolíficas) y LP (originada a partir de hembras de excepcional longevidad productiva), y una paterna, R (rosa, seleccionada por ganancia de peso en el cebo).

Para el desarrollo de este trabajo se han utilizado tres líneas genéticas paternas: R, RF y RLP, que se describen a continuación.

La línea R es una línea fundada en los años 70 a partir de dos líneas paternas diferentes. Desde entonces se ha seleccionado en base a la ganancia de peso diaria individual de los gazapos desde los 28 hasta los 63 días de vida. Se trata de animales muy compactos que alcanzan pesos muy superiores a los de los ejemplares no

seleccionados por este criterio. Los machos de esta línea son utilizados en el cruzamiento final para dar velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión alimentaria a los gazapos (Blumetto, 1989). Pero en las últimas generaciones esta línea ha ido empeorando el rendimiento reproductivo de las hembras debido a que, según Naturil-Alfonso *et al.* (2016), aspectos como la liberación de la hormona luteinizante (LH) encargada de la estimulación de la ovulación, la implantación y la viabilidad del feto se ven condicionados negativamente por el exceso de grasa de las hembras reproductoras. Por otro lado, en los últimos años parece que se ha ralentizado la mejora de la velocidad de crecimiento de los gazapos durante el cebo. Además, se ha visto que son más sensibles a ciertas enfermedades como trastornos digestivos o mal de patas.

Con el fin de resolver la problemática que presenta la línea R, aparece la necesidad de encontrar líneas genéticas paternas distintas a ésta. Dos alternativas son la línea RF y la línea RLP.

La línea RF es una refundación de la línea R por selección de aquellos animales de la línea R que tenían un crecimiento muy elevado (>70 g/d) y cambiando el modelo de selección en un núcleo cerrado a núcleo abierto.

Por último, la línea RLP es una línea obtenida por retrocruzamiento de la línea R sobre la línea LP, cuyo criterio de fundación fue la extraordinaria longevidad productiva de las hembras en granja. En otras palabras, las conejas de la línea LP son madres que presentan un elevado número de partos con una buena eficiencia reproductiva y prolificidad, debido a su resiliencia o capacidad para superar los distintos tipos de desafíos ambientales que se puedan producir en las granjas.

Recientemente, estas tres líneas, R, RF y RLP, han sido comparadas desde el punto de vista de su rendimiento reproductivo, observándose que las hembras de la línea R presentaban una tasa de eliminación muy elevada y una baja producción de leche, lo cual provoca una alta mortalidad de gazapos, sobre todo durante la primera semana de lactación (Marín, 2020). Tras esa caracterización reproductiva, el presente estudio aborda la comparación de las tres líneas genéticas en cuanto a sus rendimientos durante el cebo.

2.- Objetivos

En este proyecto se valorarán los rendimientos productivos durante el periodo de cebo y la eficacia digestiva de las tres líneas genéticas paternas de conejo previamente descritas, para así ver si existen diferencias relevantes entre ellas.

Para ello, se realizará:

- 1) Una prueba de cebo con un pienso comercial, con gazapos destetados a los 28 días de vida procedentes del mayor número posible de hembras de las tres líneas genéticas, que hayan tenido una lactación libre de problemas (escasa producción lechera, mamitis, elevada mortalidad de la camada...), alojados en jaulas individuales.
- 2) Una prueba de digestibilidad del mismo pienso comercial, en gazapos de 49 días de vida procedentes del mayor número posible de hembras de las tres líneas, alojados en jaulas individuales de digestibilidad.

3.- Material y métodos

Este Trabajo Final de Grado se enmarca en el proyecto “Mejora genética del conejo de carne: nuevas estrategias para mejorar la respuesta genética, la eficiencia alimentaria, la reproducción y la salud de líneas paternas”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (AGL2017-85162-C2-1-R-AR). Los procedimientos experimentales se llevaron a cabo bajo las normas sobre el uso de animales de experimentación (Real Decreto 53/2013), fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación de la UPV y autorizados por la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana (2018/VSC/PEA/0116).

3.1.- Animales y manejo

El experimento se llevó a cabo en una nave de la granja de Alimentación Animal de la UPV entre los meses de septiembre de 2020 y marzo de 2021. Dicha nave dispone de 12 horas de luz artificial al día y de ventilación forzada.

Para el desarrollo de la prueba de evaluación del crecimiento en la fase del cebo de cada una de las tres líneas genéticas, R, RF y RLP se realizaron tres tandas de cebo de 128 animales cada una, es decir, se emplearon un total de 384 gazapos entre las tres tandas (125 gazapos de la línea R, 131 gazapos de la línea RF y 131 gazapos de la línea RLP). Estos gazapos procedían de un total de 70 madres distintas alojadas en la nave de maternidad situada en la misma granja de Alimentación Animal de la UPV.

Los gazapos se destetaron con 28 días de vida. Conforme se iban destetando, se iban pesando y descartando aquellos que estaban muy por debajo (<400 g) o muy por encima de la media (>900 g). Los gazapos se alojaron en jaulas individuales (Figura 2), que se habían asignado a las líneas genéticas, de forma que quedaron ordenados según un esquema R-RF-RLP consecutivamente repetido y distribuyendo al azar los gazapos de cada camada entre las jaulas asignadas a su línea genética, para evitar la interferencia del efecto de la situación de la jaula en la nave. Las jaulas estaban equipadas con bebederos automáticos de tipo cazoleta y comederos de tipo tolva los cuales se iban a ir controlando a diario. A continuación, se colocó sobre cada jaula un

cubo con una cantidad conocida del pienso comercial con el que se iba a alimentar a los gazapos, descrito en el punto 3.2.



Figura 2. Gazapos alojados en jaulas individuales.

Desde el primer día, los gazapos tenían disponibilidad continua de agua, pero el pienso les fue restringido durante la primera mitad del cebo (18 días). Durante ese período, se les iba aumentando poco a poco la cantidad, cada tres o cuatro días. Los primeros cuatro días ingerían 35 gramos de pienso diarios; los siguientes tres días, 55 gramos; los siguientes cuatro, 70 gramos; los siguientes tres, 80 gramos y los últimos cuatro, 90 gramos. Transcurridos estos días de restricción, a los 46 días de vida, los animales se pesaron para hacer un control y a partir de ahí el pienso les fue suministrado *ad libitum* hasta el último día del cebo (63 días de vida). La restricción alimentaria es una estrategia habitualmente eficaz para reducir la incidencia de trastornos digestivos en el postdestete. Lógicamente esto supone un retraso del crecimiento que suele compensarse en gran parte cuando los gazapos pasan a ser alimentados *ad libitum*, de forma que los gazapos sólo necesitan 3-4 días más de cebo para alcanzar el peso comercial de sacrificio.

Se controló el peso de los animales a los 28, 46 y 63 días de vida. Asimismo, se controló la ingestión de pienso desde los 28 a los 46 días de vida y desde los 46 a los 63 días de vida, por diferencia entre el peso del cubo al inicio y al final de cada periodo.

Además, diariamente se controló la morbilidad y la mortalidad de los gazapos, principalmente observando si existía la presencia de diarrea debajo de la jaula o suciedad en la zona perineal de los gazapos.

De los 128 gazapos introducidos en la última tanda de cebo cebo, 33 animales (11 de cada una de las tres líneas), procedentes de un total de 21 conejas distintas, fueron utilizados además para la prueba de digestibilidad. Para ello, a los 56 días de edad, se pesaron los comederos de estos animales y se procedió a preparar las jaulas para la recogida de heces (Figura 3). En estas jaulas, se dispusieron unos prismas metálicos provistos de una parrilla que permitía retener las heces y separarlas de la orina, la cual se recogía en cubetas de plástico situadas debajo de los prismas, y que, además, recogían cualquier escape de heces que se pudiera producir, para posteriormente poder ser recuperado con facilidad. Las heces se recogieron diariamente durante un período de cuatro días, a la misma hora, en bolsas individuales rotuladas. Tras su colecta eran almacenadas a -20°C en un congelador situado en la misma nave. El último día de colecta de heces se volvió a pesar el comedero para calcular la ingestión de pienso y se tomó una muestra representativa del mismo para su análisis en el laboratorio.



Figura 3. Gazapos alojados en las jaulas de digestibilidad.

Finalmente, se procedió a descongelar las heces sacándolas del congelador y dejándolas a temperatura ambiente y una vez descongeladas se anotó si se observaba la presencia de cecotrofos entre ellas. A continuación, se deshidrataron en estufa

durante 48 horas a 80°C y se pesaron, después de retirar los gránulos de pienso que pudieran estar presentes, que en tal caso también se pesaron para corregir la ingestión de materia seca y, además, para no sobreestimar la excreción de nutrientes. Finalmente, las heces deshidratadas se molieron en un molino de martillos con malla de 1.5 mm y una parte de las mismas se volvió a moler en otro molino de martillos con malla más fina (0.5 mm) para proceder a su análisis en el laboratorio.

3.2.- Pienso

El pienso utilizado para alimentar a los gazapos durante todo el período de cebo, incluyendo la prueba de digestibilidad era un pienso comercial (Cunivita Fibra®, Nanta, Meliana). Este pienso presentaba un contenido de 10 MJ de energía digestible, 161 g de proteína bruta, 108 g de proteína digestible, 401 g de fibra neutro detergente, 218 g de fibra ácido detergente y 36 g de lignina ácido detergente por kg de materia seca.

3.3.- Análisis químico

La muestra de pienso se analizó para determinar su contenido en materia seca, energía bruta, proteína bruta y fibras Van Soest. Las muestras de heces se analizaron para determinar su materia seca, energía bruta y proteína bruta.

Para la realización de estos análisis, se siguieron los procedimientos de AOAC (2002) para determinar materia seca (934.01) y proteína bruta (990.03). La fibra neutro detergente, la fibra ácido detergente y la lignina ácido detergente se analizaron de forma secuencial según Van Soest *et al.* (1991), efectuando un pretratamiento con α -amilasa termostable y utilizando un sistema de bolsitas de nylon (Ankom, Macedon, New York, EE. UU).

3.4.- Análisis estadístico

Los datos relativos al estado sanitario durante la prueba de cebo (mortalidad, morbilidad e índice de riesgo sanitario, es decir mortalidad + morbilidad) fueron analizados mediante el procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS

(Statistical Analysis Systems Institute, 2009), según un modelo de regresión logística binaria con la línea genética (R, RF o RLP) como efecto fijo.

Los datos de los parámetros de crecimiento durante el cebo (ingestión de pienso, ganancia de peso e índice de conversión, calculado como el cociente entre la ingestión de pienso y la ganancia de peso) se analizaron mediante el procedimiento GML del programa estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2009), según un modelo en el que se consideraron la línea genética (R, RF o RLP), la tanda de cebo (1ª, 2ª o 3ª) y su interacción como efectos fijos, así como la camada anidada a línea genética y tanda de cebo, cuyo cuadrado medio se utilizó como término de error para testar el efecto del resto de efectos fijos. No se utilizó el peso al destete como covariable ya que se disponía de información previa, obtenida con un gran número de animales, en el sentido de que el peso al destete difiere entre las tres líneas genéticas utilizadas (Marín, 2020). Los resultados se expresaron como medias mínimos cuadrados con sus errores estándar entre paréntesis. Para las comparaciones entre las medias mínimos cuadrados se utilizó el ajuste de Tukey-Kramer.

Los datos de digestibilidad de materia seca, energía bruta y proteína bruta se analizaron mediante el procedimiento GML del programa estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2009), según un modelo en el que se consideró la línea genética (R, RF o RLP) como efecto fijo y la ingestión de pienso durante la prueba de digestibilidad como covariable, ya que en la prueba de cebo se observó que la ingestión de pienso no varía en función de la línea genética. Los resultados se expresaron como medias mínimos cuadrados con sus errores estándar entre paréntesis. Para las comparaciones entre las medias mínimos cuadrados se utilizó el ajuste de Tukey-Kramer.

En todos los casos, el umbral para la significación estadística se estableció en $P < 0.05$.

4.- Resultados y discusión

La Tabla 1, que se muestra a continuación, presenta el efecto de la línea genética sobre el estado sanitario de los conejos durante el cebo. La mortalidad varió significativamente entre las líneas genéticas, ya que fue más alta en las líneas R y RF que en la línea RLP (29.2% vs. 17.2%), sin que hubiera diferencias en morbilidad, por lo que el índice de riesgo sanitario también resultó mayor en las líneas R y RF que en la línea RLP (31.7% vs. 18.8%). La casi totalidad de los animales muertos o enfermos presentaban signos compatibles con trastornos digestivos, como diarrea debajo de la jaula y suciedad en la zona perineal de los gazapos.

Tabla 1. Efecto de la línea genética sobre el estado sanitario de los conejos en el cebo (28-63d).

	Línea Genética			P
	R (n=125)	RF (n=131)	RLP (n=128)	
Mortalidad (%)	28.0 ^a	30.5 ^a	17.2 ^b	0.028
Morbilidad (%)	4.0	0.8	1.6	0.179
Índice de Riesgo Sanitario (%) ¹	32.0 ^a	31.3 ^a	18.8 ^b	0.024

¹ Suma de mortalidad y morbilidad

^{a, b} Valores con superíndices distintos difieren con $P < 0.05$

En un trabajo previo (Merí, 2020), se observó el mismo hecho (mortalidad: 34% vs. 15.4%, para las líneas R-RF y RLP, respectivamente; índice de riesgo sanitario: 41.3% vs. 19.2%, para las líneas R-RF y RLP, respectivamente), aunque no se alcanzó el nivel de significación estadística porque el número de animales utilizados (123 en total) fue insuficiente. El mejor estado sanitario de la línea RLP podría deberse a que el retrocruzamiento de la línea R sobre la LP es más robusto, es decir, con más resiliencia o capacidad para superar condiciones ambientales adversas, como en este caso fue la presión infectiva por Enteropatía Epizootica del Conejo, la causa más probable de los trastornos digestivos y la mortalidad observada. De hecho, algunos estudios han demostrado que la línea LP tiene más capacidad para hacer frente a los desafíos inmunológicos (Ferrian *et al.*, 2012; 2013). No obstante, y a pesar de la restricción alimentaria durante la primera mitad del cebo, la mortalidad registrada fue muy superior a la deseable (5-10%) incluso en la línea RLP.

La Tabla 2, mostrada a continuación, recoge los parámetros de crecimiento de las tres líneas genéticas durante el periodo de cebo, correspondientes a los animales

que permanecieron sanos durante todo el periodo de cebo. El efecto de la tanda de cebo resultó estadísticamente significativo en todos los parámetros considerados, pero no se muestra porque no guarda relación con el objetivo del trabajo; por el contrario, el efecto de la interacción línea genética por tanda no fue significativo para ninguno de ellos.

Se observa que no hubo diferencias significativas en la ingestión de pienso, la ganancia de peso y el índice de conversión en ninguno de los periodos establecidos (primera mitad del cebo, segunda mitad del cebo, cebo completo).

Tabla 2. Efecto de la línea genética sobre el rendimiento productivo de los conejos en el cebo (28-63d).

	Línea Genética			P
	R (n=85)	RF (n=90)	RLP (n=104)	
Periodo 28-46d				
Ingestión de pienso (g MS/d)	55.5 (0.51)	55.0 (0.55)	55.4 (0.48)	0.811
Ganancia de peso (g/d)	27.2 (0.62)	28.2 (0.67)	27.1 (0.59)	0.376
Índice de conversión (g MS/g)	2.07 0.039)	1.97 (0.043)	2.08 (0.037)	0.155
Periodo 46-63d				
Ingestión de pienso (g MS/d)	165 (3.0)	162 (3.3)	167 (2.9)	0.408
Ganancia de peso (g/d)	71.3 (1.47)	67.9 (1.60)	71.5 (1.40)	0.154
Índice de conversión (g MS/g)	2.31 (0.024)	2.39 (0.027)	2.35 (0.023)	0.095
Periodo 28-63d				
Ingestión de pienso (g MS/d)	109 (1.5)	107 (1.7)	110 (1.4)	0.395
Ganancia de peso (g/d)	48.8 (0.72)	47.5 (0.78)	48.6 (0.69)	0.413
Índice de conversión (g MS/g)	2.23 (0.021)	2.26 (0.022)	2.26 (0.020)	0.552

En comparación con el estudio de Merí (2020), en el que se utilizaron las mismas tres líneas genéticas que el presente estudio, la ingestión de pienso fue en torno al 60% y, en consecuencia, se produjo un notable descenso de la ganancia de peso, que fue en torno al 55% de la registrada en el citado estudio. Lógicamente, en estas condiciones, aumenta la proporción de pienso que se destina al mantenimiento y disminuye la que se destina al crecimiento, por lo que el índice de conversión se deterioró en torno al 10%, aunque debe tenerse en consideración que los piensos utilizados en ambos estudios son distintos.

Como era de esperar, durante la segunda mitad del cebo, con alimentación *ad libitum*, se produjo un crecimiento compensador como respuesta a la restricción previa, tal como se ha descrito en distintos estudios revisados por Gidenne *et al.* (2012) y Martínez-Vallespín (2012). Así, en comparación con el estudio de Merí (2020), la ingestión de pienso durante este periodo fue muy similar pero la ganancia de peso aumentó en torno al 17% y, en consecuencia, el índice de conversión mejoró en torno al 15%.

En el conjunto del cebo, tanto la ingestión de pienso como la ganancia de peso disminuyeron en torno al 11% en comparación con los valores registrados por Merí (2020), por lo que el índice de conversión apenas varió. Gidenne *et al.* (2012) señalan que el manejo de la alimentación seguido en este estudio (restricción en la primera mitad del cebo seguida de alimentación *ad libitum*) no permite, en cebos de 4-5 semanas, alcanzar la misma ganancia de peso que en animales alimentados siempre *ad libitum*.

Por último, en la Tabla 3 que podemos ver a continuación, se muestran los coeficientes de digestibilidad de materia seca, energía bruta y proteína bruta del pienso en las tres líneas genéticas. No se observaron diferencias relevantes en la eficiencia digestiva de los nutrientes considerados entre las líneas genéticas, resultando valores medios de 54.5%, 54.2% y 67.0% para la digestibilidad de materia seca, energía bruta y proteína bruta respectivamente. Aunque no puede descartarse que las líneas genéticas pueden presentar diferencias en la utilización digestiva de otros nutrientes no valorados (esencialmente, las distintas fracciones fibrosas, el almidón y la grasa bruta) resulta improbable que las haya. La digestibilidad de la materia seca o la energía bruta resulta de integrar la digestibilidad de todos los nutrientes y, en consecuencia, si hubiera diferencias entre las líneas genéticas en la digestibilidad de algún nutriente debería haberlas también en algún otro nutriente y en sentido contrario.

Tabla 3. Efecto de la línea genética sobre los coeficientes de digestibilidad (CD) de la materia seca, la energía bruta y la proteína bruta (56-60d).

	Línea Genética			<i>P</i>
	R (n=10)	RF (n=11)	RLP (n=10)	
Ingestión de pienso (g MS/d)	193 (7.6)	182 (7.2)	180 (7.6)	0.428
CD materia seca (%) *	53.8 (0.43)	54.8 (0.40)	54.8 (0.43)	0.178
CD energía bruta (%) *	53.5 (0.45)	54.5 (0.42)	54.6 (0.44)	0.202
CD proteína bruta (%)	66.8 (0.87)	67.5 (0.82)	66.6 (0.86)	0.732

* Covariable (ingestión de pienso) con $P < 0.05$

5.- Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten establecer que la línea RF no es de utilidad para resolver los problemas actuales de la línea R, ya que las dos presentan la misma sensibilidad frente a los problemas de salud digestiva durante el cebo. Por el contrario, la línea RLP es una buena alternativa a la línea R ya que presenta los mismos parámetros de crecimiento, pero es mucho menos sensible a los problemas de salud digestiva durante el cebo; además, a todo ello habría que sumar que, en un estudio anterior (Marín, 2020) las conejas de la línea RLP mostraron menor tasa de eliminación, mayor producción lechera y menor mortalidad de gazapos lactantes que las conejas de la línea R.

6.- Referencias Bibliográficas

- AOAC (2002). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed. AOAC International, Gaithersburg (USA).
- BASELGA, M. & BLASCO, A. (1989). Mejora genética del conejo de producción de carne. Ediciones Mundi-Prensa. 110 pp.
- BLUMETTO, O. (1989). Guía para el manejo de líneas genéticas de alto potencial en conejos para carne. 1.
- FERRIAN, S.; BLAS, E.; LARSEN, T.; SÁNCHEZ, J.P.; FRIGGENS, N.C.; CORPA, J.M.; BASELGA, M. & PASCUAL, J.J. (2013). Comparison of immune response to lipopolysaccharide of rabbit does selected for litter size at weaning or founded for reproductive longevity. *Res. Vet. Sci.*, 94: 518-525.
- FERRIAN, S.; GUERRERO, I.; BLAS, E.; GARCÍA-DIEGO, F.J.; VIANA, D.; PASCUAL, J.J. & CORPA, J.M. (2012). How selection for reproduction or foundation for longevity could have affected blood lymphocyte populations of rabbit does under conventional and heat stress conditions. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 150: 53-60.
- GIDENNE, T.; COMBES, S. & FORTUN-LAMOTHE, L. (2012). Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal* 6, 1407–1419.
- MARÍN, J. (2020). Mejora de una línea genética paternal mediante la selección de animales élite o su cruce con una línea robusta: Efecto sobre la utilización de los recursos de las conejas primíparas. Trabajo final de Máster en Ingeniería Agronómica.. Universitat Politècnica de València, 25 pp.
- MARTÍNEZ-VALLESPÍN, B. (2012). Alimentación y riesgo de enteropatía. *Cunicultura* 37(216), 19-22.
- MERÍ, A. (2020). Determinación de las necesidades en arginina en conejos de líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento. Trabajo Final de Máster en Ingeniería Agronómica, Universitat Politècnica de València, 23 pp.
- NATURIL-ALFONSO, C.; LAVARA, R.; MILLÁN, P.; REBOLLAR, P. G.; VICENTE, J. S.; & MARCO-JIMÉNEZ, F. (2016). Study of failures in a rabbit line selected for growth rate. *World Rabbit Science*, 24(1), 47–53. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4016>

PASCUAL, M.; SERRANO, P.; TORRES, C., GÓMEZ, E.A. (2011). Algunos conceptos para la mejora de la rentabilidad en explotaciones cunícolas. Boletín de cunicultura 166, 19-25.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE (2009). SAS/STAT ® 9.2 User's guide. SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.R.; LEWIS, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science, 74: 3583-3597.

Bibliografía complementaria

ALGIRUS, O. C. (2013). Digestibilidad del conejo. Carnes Y Productos Carnicos, 2.

ARNAU-BONACHERA, A.; CERVERA, C.; BLAS, E.; LARSEN, T.; MARTÍNEZ-PAREDES, E.; RÓDENAS, L. & PASCUAL, J. J. (2017). Long-term implications of feed energy source in different genetic types of reproductive rabbit females: I. Resource acquisition and allocation. Animal, 12(9), 1867–1876. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003287>

ESTANY, J.; CAMACHO, J.; BASELGA, M. & BLASCO, A. (1992). Selection response of growth rate in rabbits for meat production. Genetics Selection Evolution, 24(6), 527–537. <https://doi.org/10.1051/gse:19920604>

FEKI, S.; BASELGA, M.; BLAS, E.; CERVERA, C., & GÓMEZ, E. A. (1996). Comparison of growth and feed efficiency among rabbit lines selected for different objectives. Livestock Production Science, 45(1), 87–92. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00081-X](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00081-X)

PASCUAL, J. J.; RÓDENAS, L.; MARTÍNEZ, E.; CERVERA, C., BLAS, E. & BASELGA, M. (2008). Genetic selection of maternal lines and digestive efficiency in rabbits: Long term selection for litter size at weaning versus hyper selection for reproductive longevity. World Rabbit Science, 16(3), 165–171.

PILES, M.; GOMEZ, E. A.; RAFEL, O.; RAMON, J. & BLASCO, A. (2004). Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. Journal of Animal Science, 82(3), 654–660. <https://doi.org/10.1093/ansci/82.3.654>

THEILGAARD, P.; BASELGA, M.; BLAS, E.; FRIGGENS, N. C.; CERVERA, C. & PASCUAL, J. J. (2009). Differences in productive robustness in rabbits selected for reproductive longevity or litter size. *Animal*, 3(5), 637–646. <https://doi.org/10.1017/S1751731109003838>