

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMIENTAL



**CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA
LÍNEA MATERNAL DE CONEJOS**

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

TRABAJO FIN DE GRADO

FEBRERO - 2024

Autora: María Martínez Albert

Directora: María José Argente Carrascosa

Codirectora: María de la Luz García Pardo

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo Fin de Grado se enmarca dentro del Programa ComPaCiencia para el impulso de trabajos de iniciación a la transferencia de conocimiento en colaboración con empresas e instituciones, siendo el subvencionado parcialmente por el Vicerrectorado de Transferencia e Intercambio del Conocimiento de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC) Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) con el proyecto AGL2017-86083-C03-2-P2 y el proyecto de la Conselleria de Agricultura, Medio ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural 2021/VALORIZA/VSC/002.

También quiero agradecer a mi madre y a mi padre por el apoyo incondicional durante todo el camino. A mi novio, Luis, por animarme a no rendirme nunca. Pero sobre todo quiero agradecer a mi abuela, gracias por apoyarme incluso desde el cielo. Por último, quiero agradecerles a mis tutoras, María de la Luz y María José, sin vosotras no habría sido posible.

RESUMEN

Una nueva línea maternal de conejos resiliente seleccionada por variabilidad del tamaño de camada ha sido creada en la Universidad Miguel Hernández de Elche (línea L). En cunicultura, el gazapo de engorde se obtiene del cruzamiento entre líneas maternas con líneas paternas seleccionadas por caracteres de crecimiento. El objetivo de este trabajo es comparar el tamaño de camada, y los caracteres ponderales de los gazapos al predestete y de crecimiento durante el engorde. Un total de 156 partos de 111 conejas de la línea L fueron utilizadas. Las hembras fueron apareadas con machos de la misma línea L y machos de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento para obtener los gazapos cruzados. Los caracteres estudiados fueron el número de gazapos nacidos totales y vivos al nacimiento y a los 21 días. El peso de la camada total y la de los gazapos vivos al nacimiento y a los 21 días de edad, también se calculó el peso individual. Al destete, los gazapos fueron pesado, sexados, y alojados en jaulas de 5-7 animales. Desde los 28 días hasta los 91 días de edad, se controló semanalmente el peso del gazapo y la ingesta de pienso, y se estimó la ganancia media diaria y el índice de conversión. Los análisis estadísticos se realizaron con metodología bayesiana. El tamaño de camada y el peso

individual de los gazapos fue similar en ambos grupos de animales. Sin embargo, el peso de la camada fue superior para los animales cruzados tanto para el total de la camada (+29 g; P=0.99) como para la camada nacida viva (+46 g; P=0.99), y tiende a ser superior también a los 21 días (+112g; P=0.86). Después del destete y hasta los 91 días, los gazapos cruzados presentaron un mayor peso y un mayor crecimiento que los animales puros. La ingestión de pienso se redujo casi el 12% en el último tercio del periodo de engorde en este grupo, así como el índice de conversión, con valores entre el 2.3 y 3.3.

En conclusión, el cruzamiento de la línea maternal resiliente con machos de una línea de crecimiento mejora tanto los caracteres ponderales de la camada desde el nacimiento a los 21 días de edad como los caracteres de crecimiento durante el engorde.

Palabras clave: conejo, índice de conversión, peso de la camada, resiliencia, selección, tamaño de camada, velocidad de crecimiento



ABSTRACT

A new maternal line of resilient rabbits selected for variability in litter size has been created at the Miguel Hernández University of Elche (line A). In rabbit farming, the fattening kitten is obtained from the crossing between maternal lines with paternal lines selected for growth traits. The objective of this work is to compare the litter size and the weight characteristics of the kits at pre-weaning and growth during fattening. A total of 111 parities of 156 females from line A were used. The females were mated with males of the same line A and males of a line selected by growth speed to obtain the crossed kits. The characters studied were the number of kits born total and alive at birth and at 21 days. The weight of the total litter and that of the live kits at birth and at 21 days of age, the individual weight was also calculated. At weaning, the kits were weighed, sexed, and housed in cages of 5-7 animals. From 28 days to 91 days of age, the kitten's weight and feed intake were controlled weekly, and the mean daily gain and the conversion index were estimated. Statistical analysis were carried out with Bayesian methodology. The litter size and individual weight of the kits was similar in both groups of animals. However, litter weight was higher for crossbred animals both for the total litter (+ 29 g; $P = 0.99$) and for the litter born alive (+46 g; $P = 0.99$), and it tends to be higher also at 21 days (+ 112g; $P = 0.86$). After weaning and up to 91 days, the crossbred kittens had a greater weight and greater growth than the pure animals. Feed intake fell by almost 12% in the last third of the fattening period in this group, as well as the conversion index, with values between 2.3 and 3.3.

In conclusion, the crossing of the resilient maternal line with males of a growth line improves both the weight traits of the litter from birth to 21 days of age and the growth traits during fattening.

Keywords: rabbit, conversion rate, litter weight, resilience, selection, litter size, growth rate

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Producción mundial de carne de conejo según datos de la FAO del año 2019 (www.fao.org) pág. 1
- Figura 2. Producción de carne de conejo según datos de la FAO del año 2019 (www.fao.org) pág. 2
- Figura 3. Evolución de la producción de carne de conejo en España (2008-2020) (<https://acortar.link/tLWG25>) pág. 3
- Figura 4. Foto y datos productivos de la línea V (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>) pág. 8
- Figura 5. Foto y datos productivos de la línea LP (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>) pág. 9
- Figura 6. Foto y datos productivos de la línea H (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>) pág. 9
- Figura 7. Foto de un ejemplar de la línea A (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>) pág. 10
- Figura 8. Foto y datos productivos de la línea R (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>) pág. 11
- Figura 9. Vista externa de la granja de conejos de la EPSO (Fuente: Elaboración propia) pág. 15
- Figura 10. Esquema de la distribución de los módulos de jaulas en la nave de maternidad (Fuente: Elaboración propia). pág. 16
- Figura 11. Detalle de la distribución y disposición de los módulos de jaulas en la nave de maternidad (Fuente: Elaboración propia) pág. 17
- Figura 12. Ficha de la vida reproductiva de una hembra. pág. 19
- Figura 13. Resultados de los pesos de los gazapos cada semana desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN pág. 24
- Figura 14. Resultados de la ganancia media diaria semanal de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN pág. 25
- Figura 15. Resultados de la ganancia media diaria acumulada de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN pág.25

Figura 16. Resultados de la ingestión de pienso media diaria semanal de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales para animales LxL y animales cruzados LxN pág. 26

Figura 17. Resultados de la ingestión de pienso media diaria acumulada de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN pág. 27

Figura 18. Resultados del índice de conversión media diaria cada semana de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN pág. 27

Figura 19. Resultados del índice de conversión acumulado de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN. pág. 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre animales L y N para las características desde el nacimiento al destete pág. 23

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	pág. 1
1.1 Producción mundial de carne de conejo	pág. 1
1.2 Producción en la Unión Europea de carne de conejo	pág. 2
1.3 Caracteres reproductivos	pág. 3
1.4 Caracteres de crecimiento	pág. 4
1.5 Razas y líneas de conejos	pág. 5
1.6 Cruzamientos	pág. 13
2. OBJETIVOS	pág. 14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Instalaciones	pág. 15
3.2. Material animal	pág. 18
3.3. Manejo productivo	pág. 18
3.4. Variables analizadas	pág. 20
3.5. Análisis estadísticos	pág. 20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	pág. 22
4.1. Estudio de la prolificidad y de los caracteres ponderales durante la lactación	pág. 22
4.2. Estudio de los caracteres de crecimiento del gazapo durante el cebo	pág. 23
5. CONCLUSIONES	pág. 29
6. BIBLIOGRAFIA	pág. 30

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Producción mundial de carne de conejo

La figura 1 muestra los datos registrados en la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) de la producción de carne en 2019. La figura 1 muestra las toneladas de carne de conejo producidas por cada país, así podemos observar que el continente asiático es el mayor productor.

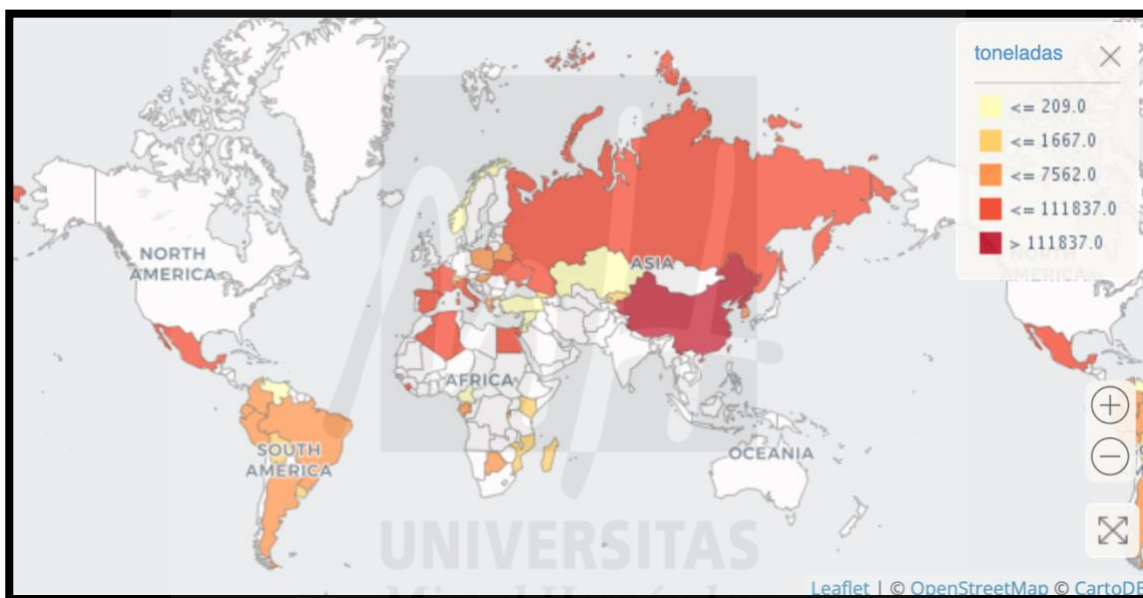


Figura 1. Producción mundial de carne de conejo según datos de la FAO del año 2019 (www.fao.org)

Tal y como muestra la figura 2, el continente asiático aporta el 70% de la producción de carne de conejo a nivel mundial, destacando China como principal país asiático productor, seguido de Corea. Europa produce el 19% de la carne de conejo, ocupando España, Italia y Francia el cuarto, quinto y sexto puesto de países productores, respectivamente. Representando el continente africano el 9% de la producción mundial, concentrándose la producción de este continente en Egipto, Argelia y Sierra Leona.

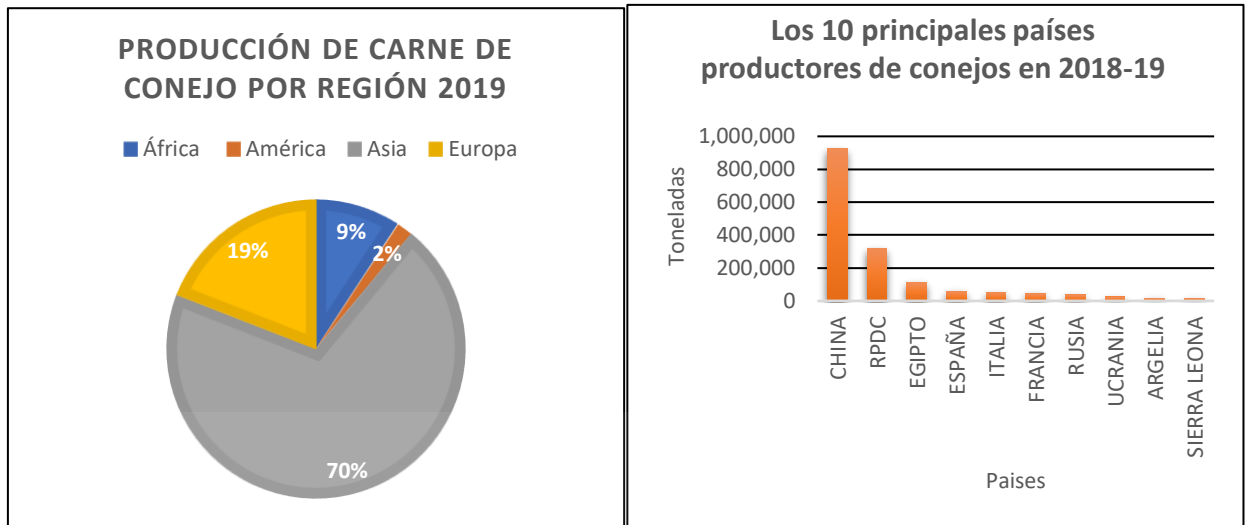


Figura 2. Producción de carne de conejo según datos de la FAO del año 2019 (www.fao.org)

1.2. Producción en la Unión Europea de carne de conejo

Con respecto a la Unión Europea, y según datos ofrecidos por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente a nivel comunitario, la producción y el consumo están concentrados fundamentalmente en tres países; Francia, España, e Italia, que abarcan más del 85% de la producción comunitaria. Esta producción tiene un fuerte componente cultural que hace que se produzca y se consuma preferentemente en estos países.

Como ya se ha indicado, España es uno de los países con una producción importante de conejo. Sin embargo, entre 2015 y 2018 la producción experimentó una fuerte caída de casi el 20% que parece moderarse a partir del 2019; situándose la producción en 51.181 toneladas con un total de 40,7 millones de conejos sacrificados.

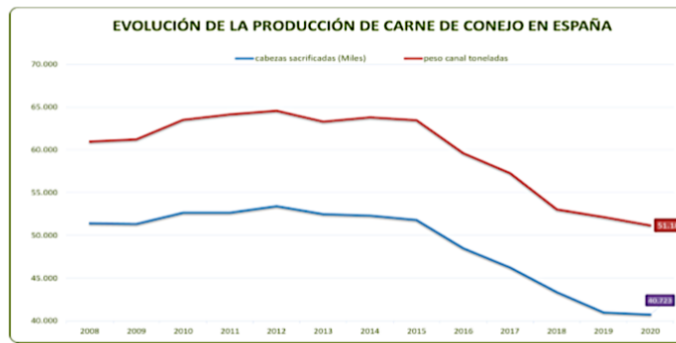


Figura 3. Evolución de la producción de carne de conejo en España (2008-2020) (<https://acortar.link/tLWG25>)

1.3 Caracteres reproductivos

Se han estimado los pesos económicos en la producción de carne de conejo en diferentes mercados, como el español (Armero y Blasco, 1992; Cartuche et al., 2014), australiano (Prayaga y Eady, 2000) y francés (Eady y Garreau, 2008), y en todos estos estudios se ha encontrado que el tamaño de la camada y el índice de conversión son los caracteres más importantes para la industria del conejo.

La respuesta a la selección de estos caracteres en los programas de mejora depende principalmente de la heredabilidad del carácter seleccionado y de la intensidad de la selección. Para el tamaño de la camada al nacer, las estimaciones de la heredabilidad muestran en general valores bajos (0.05 a 0.20) y tienden a disminuir levemente desde el nacimiento hasta el sacrificio (de 0.00 a 0.13 para el número de nacidos vivos; de 0.02 a 0.12 para el tamaño de la camada al destete; de 0.06 a 0.08 para el tamaño de la camada al sacrificio). La componente de los efectos ambientales permanentes también tiene un bajo valor (en torno a 0.10). Esto indica que el ambiente tiene una gran influencia sobre el tamaño de la camada y su baja repetibilidad (García y Argente, 2020).

En cuanto a las correlaciones genéticas entre los distintos tamaños de la camada, las estimaciones presentan valores positivos y altos, que van de +0.96 a +0.99 para el tamaño de la camada al nacer y el número de nacidos vivos, y de +0.60 a +0.98 para el número

de nacidos vivos y el tamaño de la camada al destete (Gómez et al., 1998; Ragab y Baselga, 2011; Ezzeroug et al., 2020).

1.4 Caracteres de crecimiento

Dentro de los caracteres de crecimiento el índice de conversión es el carácter más importante para la industria; sin embargo, la velocidad de crecimiento es un carácter más fácil y barato de que el índice de conversión y tiene una correlación genética favorable con ella (García y Argente, 2020).

La bibliografía es extensa para las estimas de la heredabilidad de los caracteres de crecimiento, en general estas son moderadas (0.18 para el peso al destete y 0.22 para el peso al sacrificio). Sin embargo, estas estimaciones presentan un amplio rango de valores (de 0.03 a 0.48 para el peso al destete y de 0.06 a 0.67 para el peso al sacrificio); que puede estar relacionado con las diferentes edades a las que se ha realizado el destete (desde los 28 días en manejo semi-intensivo hasta 42 días de edad en manejo extensivo), y el sacrificio (desde 9 semanas en España hasta 13 semanas de edad en Italia) (ver revisión de Blasco et al., 2018). Por el contrario, las estimaciones de heredabilidad para la velocidad de crecimiento muestran un rango estrecho de variación (0.12 a 0.34) y un valor medio moderado (0.22). Para analizar la determinación genética del índice de conversión, el número de estudio reducido. El valor promedio de heredabilidad para el índice de conversión es similar al de la velocidad de crecimiento (0.29), variando en un rango pequeño como la velocidad de crecimiento (0.22 a 0.42). El efecto camada es especialmente importante para el peso al destete (0.47 de media) y, en menor medida, para el peso de sacrificio (0.28 de media), la velocidad de crecimiento (0.19 de media) y el índice de conversión (0.12 de media). Algunos estudios también han estimado los efectos genéticos maternos sobre los rasgos de crecimiento. En general, los efectos genéticos maternos son mucho menos importantes que los efectos de la camada, variando entre el 0.10 y 0.17 (García y Argente, 2020).

Con respecto a las correlaciones genéticas entre los caracteres de crecimiento, el peso al destete es positivo y está altamente correlacionado con el peso al sacrificio de acuerdo con correlaciones que va de +0.61 a +0.74 (Gómez et al., 1998; Ezzeroug et al., 2020). También, la correlación genética entre la velocidad de crecimiento y el peso al sacrificio es elevada (+0.56) (García y Argente, 2020). La correlación genética entre la tasa de crecimiento y la tasa de conversión alimenticia es negativa y moderada (de -0.4 a -0.5)

(García y Argente, 2020). Por ello, la selección para la ganancia diaria promedio desde el destete hasta el sacrificio se ha utilizado tradicionalmente como criterio de selección para mejorar el índice de conversión, ya que este carácter tiene una heredabilidad moderada y se ve menos afectado por los efectos comunes de la camada que el peso individual a una edad específica.

1.5 Razas y líneas de conejos

El criterio básico que se utiliza para clasificar las razas de conejo para su aprovechamiento es su peso corporal adulto. Así se clasifican en razas ligeras, razas medias y razas pesadas o gigantes.

La raza ligera oscila entre los 2 y 3 kg, es precoz e inicia su actividad sexual hacia los 3 meses. La velocidad de crecimiento y el índice de transformación son bajos pero el grado de maduración de la carne a la edad de sacrificio es excelente. El ardor sexual y la fertilidad son altos. La tasa de ovulación es baja. Las razas comerciales que encontramos son el conejo Holandés, Chinchilla y Pequeño ruso.

Las razas medianas suelen estar sobre los 4 kg. Son las más interesantes con vistas a la producción cárnica. Poseen en general altas cualidades maternas y gran docilidad asociadas a un rendimiento superior a las demás razas. Su eficiencia es de mediana calidad. Las razas comerciales que encontramos son el conejo Plateado de Champagne, Leonado de Borgoña, Neozelandés y California.

En cuanto a las razas pesadas suelen oscilar entre los 5 y los 8 kg. Generalmente son animales tardíos, alcanzan su actividad sexual hacia los 6 meses. La velocidad de crecimiento y el índice de transformación son altos pero la calidad de la canal es baja. La tasa de ovulación es alta pero la viabilidad es baja. Las razas comerciales que encontramos son el Gigante de Flandes, Gigante de Bouscat, Gigante de España y Belier francés.

La cunicultura industrial se basa en la utilización de líneas sintéticas altamente especializadas. Las líneas se seleccionan en núcleos de selección y que, en el caso de los conejos, suelen estar compuestas por un número de 20-25 machos y de al menos unas 80-100 hembras. El tamaño máximo raramente excede de 250-300 hembras y 50 machos. Su

aislamiento reproductivo, su reducido tamaño poblacional y la aplicación repetida de un programa de selección tienen como consecuencia que, dentro de estas poblaciones, los animales sean mucho más uniformes que dentro de una raza.

En el pasado, el modo más común utilizado para fundar una línea consistía en obtener muestras de animales de una o de varias de las razas existentes que se considerasen adecuadas para la producción de conejo de carne (Lukefahr et al., 1996). Estas muestras de animales se apareaban entre sí durante dos o tres generaciones para dar oportunidad de recombinación entre el material genético de los distintos orígenes, obteniendo una nueva población de pequeño tamaño que se consideraba la población fundadora de la nueva línea (Khalil y Baselga, 2002). Este procedimiento fue utilizado para fundar la línea A de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (Ragab y Baselga, 2011). Sin embargo, este método ha experimentado ciertas modificaciones.

La primera alternativa al método anterior consiste en intentar encontrar dos o tres poblaciones, sin importar su origen genético (raza pura, líneas sintéticas o cruzados), que sean claramente sobresalientes para los caracteres importantes en la especialización deseada de la línea (Baselga, 2002). El siguiente paso consiste en obtener animales de estas poblaciones y aparearlos entre ellos, sin hacer selección, durante dos o tres generaciones. Este es el procedimiento que se siguió para fundar la línea V (UPV). La segunda alternativa se fundamenta en aplicar altas intensidades de selección para caracteres de interés en poblaciones muy grandes (por ejemplo, poblaciones comerciales). Es el procedimiento usado para la fundación de la línea H (UPV), cuyo criterio de selección era la hiperprolificidad. La misma alternativa se ha aplicado para fundar la línea LP (UPV), para la que el criterio de búsqueda de hembras sobresalientes en las granjas comerciales era la hiperlongevidad y una prolificidad por encima de un umbral (hembras con más de 28 partos y prolificidad por encima de 7.5 gazapos vivos al destete).

Ragab y Baselga (2011) han analizado las diferencias en la fundación entre las líneas A, V, H y LP, evidenciándose diferencias importantes en prolificidad entre la línea A y las restantes, a favor de éstas. En el caso de la línea A, se siguió el primero de los procedimientos indicados, basado en aceptar la raza, en su caso Neozelandés Blanco, como un indicador útil de capacidad productiva.

Una vez que se han fundado las líneas es necesario distinguir la selección de las líneas paternas, de la de las maternales. Las paternas son comúnmente seleccionadas por ganancia diaria de peso posdestete (Rochambeau et al., 1989; Estany et al., 1992; Gómez et al., 2002) o por un peso a un tiempo próximo a la edad del sacrificio para carne (Lukefahr et al., 1996; Larzul et al., 2003). Estos caracteres son muy fáciles de medir y tienen una correlación genética negativa y favorable con el índice de conversión (Moura et al., 1997; Piles et al., 2004).

Por lo que se refiere a la selección de las líneas maternales la cuestión es más compleja. Aquí, el criterio más común para su selección está relacionado con el tamaño de camada al nacimiento o al destete (Estany et al., 1989; Rochambeau et al., 1994; Gómez et al., 1996). Por otra parte, existen propuestas y programas que incluyen caracteres relacionados con la capacidad de la hembra para satisfacer las exigencias de lactación de su camada, como son el peso al destete (Garreau y Rochambeau, 2003), el peso de la camada al destete o la producción total de leche (Larzul y Gondret, 2005). El que los machos no expresan ellos mismos los caracteres de tamaño de camada, que las hembras puedan tener varios registros de estos caracteres y que la heredabilidad de ellos es baja, hace que sea necesario considerar tantos datos propios o de parientes como sea posible para la evaluación de las hembras y de los machos. Como consecuencia, el intervalo generacional es más largo que en la selección de las líneas paternas y, además, es conveniente o necesario considerar algunos efectos ambientales y fisiológicos en los modelos de evaluación.

Entre las principales líneas sintéticas generadas en centros de investigación españoles destacan:

Línea V (UPV)

Esta es una línea sintética maternal, cuyo origen procede del Neozelandés blanco y California, seleccionada durante 42 generaciones por el criterio único del tamaño de camada al destete (número de gazapo /hembra/parto). Fue la primera línea de una especie prolífica seleccionada por el método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction).



Número de nacidos totales	10.5
Número de nacidos vivos	9.8
Número de destetados	7.8
Peso adulto	4.2 kg

Figura 4. Foto y datos productivos de la línea V (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>)

Se caracteriza por ser una línea de tamaño medio (4.5 kg de peso vivo) y una alta prolificidad (figura 4). Entre sus características reproductivas, además de la prolificidad, se destacan la precocidad sexual, la alta frecuencia de celo, alta tasa de fertilidad, la adaptación a ritmos reproductivos intensos y la gran habilidad materna. Se utiliza en cruzamiento con la Línea LP.

Línea LP (UPV)

Esta línea fue originada a partir de hembras que en diversas granjas superaron los 30 partos teniendo una productividad media mínima de 7 destetados. Es una línea por tanto que tiene una longevidad sobresaliente. En la actualidad se está seleccionando por tamaño

de camada al destete. Se utiliza en cruzamiento con la línea V. En la figura 5, se muestran ejemplares de la línea y sus datos promedios.

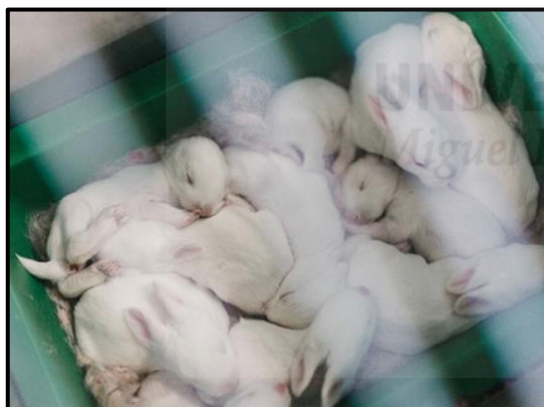


Número de nacidos totales	10.7
Número de nacidos vivos	10
Número de destetados	8.2
Peso adulto	4.4 kg

Figura 5. Foto y datos productivos de la línea LP (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>)

Línea H (UPV)

Esta línea fue originada a partir de hembras hiperprolíficas. En la actualidad se selecciona por tamaño de camada al destete. Se utiliza en cruzamiento con las líneas LP y V. La figura 6 muestra una camada de la línea H y sus datos promedio.



Número de nacidos totales	10.5
Número de nacidos vivos	9.8
Número de destetados	8.0
Peso adulto	4.2 kg

Figura 6. Foto y datos productivos de la línea H (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>)

Línea A (UPV)

Se trata de la línea maternal más antigua de la Universidad Politécnica de Valencia y una de las más extendidas en Europa a nivel comercial en cruzamientos maternales con la

línea V. También ha sido seleccionada por tamaño de camada al destete y su objetivo es la producción de madres híbridas, en cruzamiento con la línea V. En la figura 7, se muestra un ejemplar de la línea.



Figura 7. Foto de un ejemplar de la línea A (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>)

Línea R (UPV)

Esta es una línea utilizada como terminal. El criterio único de selección es la velocidad de crecimiento, medida como la ganancia de peso entre los 28 y 63 días de edad. El programa de selección en este caso utiliza la selección masal, dada la alta heredabilidad de los caracteres asociados a la ganancia de peso. Los individuos de esta línea poseen un alto peso, pudiendo alcanzar los 7 kg en hembras adultas y 6 kg en machos (figura 8). Su característica más sobresaliente es la velocidad de crecimiento, que oscila entre los 45 y 53 gramos por día según la estación del año y la etapa fisiológica de los animales. Son animales muy compactos, alcanzando pesos muy superiores a ejemplares de las razas tradicionales o líneas reproductivas de similar edad.

En condiciones de producción comercial, los machos son utilizados en el cruzamiento final para dar velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión a los gazapos destinados a matadero.



Tasa de crecimiento entre 28 y 63 días	46.5 g/día
Peso a los 63 días	2.4 kg
Peso adulto	5.8 kg

Figura 8. Foto y datos productivos de la línea R (<https://nucleos.webs.upv.es/lineas-productivas/>)

Línea Prat (IRTA)

Esta línea sintética se fundó en el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) a partir de dos orígenes raciales. Se selecciona desde 1992, en generaciones solapadas y con un ritmo semi-intensivo. El carácter objeto de selección es el tamaño de la camada en el momento del destete. El método de evaluación genética que se utiliza es el BLUP, con un modelo animal de repetibilidad que utiliza toda la información disponible (Gómez et al., 1996).

Las abuelas Prat llegan a las granjas a una edad de 60-75 días. La primera cubrición es aproximadamente a los 140 días. Las granjas practican un ritmo reproductivo semi-intensivo, con cubriciones a 10-12 días post-parto y en algún caso a 18 días. Las hembras de la línea Prat se aparean con machos de la línea V y las hembras cruzadas se aparean con los machos terminales de la línea Caldes.

Línea Caldes (IRTA)

La línea Caldes (macho terminal IRTA) empezó a seleccionarse en el año 1983, utilizando como criterio de selección los caracteres peso de la camada al destete y velocidad de crecimiento en el engorde (Gómez et al., 2000). En la actualidad, se utiliza un método de selección individual, seleccionando por velocidad de crecimiento. Los machos son suministrados con dos meses de edad en el centro de selección de la Unitat de Cunicultura

del IRTA de Caldes de Montbui. Actualmente tiene una velocidad de crecimiento de 53.3 g/día.

Línea H y L (UMH)

En la Universidad Miguel Hernández de Elche, se está llevando a cabo un experimento de selección divergente por varianza ambiental del tamaño de la camada. El experimento se encuentra en la generación 15 de selección. Cada línea divergente consta aproximadamente de 125 hembras y 25 machos por generación.

La variación ambiental del tamaño de la camada que se calcula como la varianza fenotípica del tamaño de camada después de que el tamaño de la camada se haya corregido previamente por los efectos del año-estación y el orden de parto-estado de lactación con tres niveles (hembras nulíparas, hembras lactantes y no lactantes) para evitar efectos sistemáticos que podrían afectar la varianza.

Solo del 25% mejor de las hembras, se dejaron hijas para generar la siguiente generación. Cada macho se apareó con cinco madres y se seleccionó un hijo de la mejor madre con la que se había apareado como reproductor de la siguiente generación. Esta selección de la familia dentro del macho se realizó con el fin de reducir la endogamia. La selección se basó en el registro individual de cada hembra.

Las hembras de la línea de baja variabilidad (L) mostraron un mayor tamaño de camada (8.5 gazapos) y más homogéneo (2.2 gazapos^2), además de un intervalo entre partos más uniforme, que las hembras de la línea de alta variabilidad (H) (Blasco et al., 2017). También las hembras de la línea L mostraron una menor sensibilidad al estrés y a las enfermedades, corroborando que una mayor uniformidad en el tamaño de camada a lo largo de la vida de la hembra está relacionado con una mayor adaptación a los cambios ambientales y por tanto con un mayor bienestar en el animal (Argente et al., 2019; Beloumi et al., 2020).

1.6. Cruzamientos

Desde un punto de vista productivo los dos tipos de animales más importantes en una granja de producción son las hembras y los gazapos que, tras su cebo, son sacrificados para obtener carne. Es necesario que las hembras sean eficientes produciendo gazapos destetados y que estos gazapos crezcan rápidamente y aprovechen bien el pienso durante el cebo.

El primer cruce es el apareamiento de hembras de una línea maternal con machos de otra línea maternal para obtener las hembras cruzadas, ambas líneas son seleccionadas por tamaño de camada al nacimiento o al destete. El segundo cruce consiste en aparear las hembras cruzadas obtenidas en el primero con machos de una tercera línea. Esta línea, de tipo paternal, generalmente se selecciona por velocidad de crecimiento pos-destete o por el peso a una edad próxima a la edad de sacrificio. El resultado de este segundo cruce son los gazapos destinados al cebo para producir carne. El propósito del cruce entre las líneas maternales es abaratar las hembras usadas en las granjas como reproductoras, puesto que el coste de mantener el núcleo de selección se divide entre las hembras cruzadas producidas; aprovechar la heterosis positiva esperada en los caracteres reproductivos; aprovechar la eventual complementariedad entre ambas líneas; y finalmente hacer desaparecer la consanguinidad en las hembras cruzadas, puesto que la consanguinidad se va acumulando dentro de las líneas que se mantienen cerradas reproductivamente. Se espera que la heterosis inicial expresada en el cruce se mantenga a lo largo de las generaciones de selección y se siga sumando a los progresos de la selección dentro de las líneas (García y Argente, 2020).

En el cruce terminal, entre la hembra cruzada y el macho de la línea paternal, la complementariedad juega una importancia extrema, en el sentido de que la hembra cruzada debe tener un rendimiento reproductivo sobresaliente, mientras que la línea paternal debe tenerlo en crecimiento, eficiencia alimenticia y caracteres de la canal (Ragab y Baselga, 2011).

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue comparar el tamaño de camada y los caracteres ponderales de la camada predestete en hembras de la línea L cruzadas con machos de la misma línea L y en hembras de la línea L cruzadas con machos de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento. Además de la velocidad de crecimiento, ingestión de pienso e índice de conversión postdestete en los gazapos del cruce de hembras de la línea L con machos de la misma línea L y del cruce de hembras de la línea L con machos de una línea seleccionada por velocidad de crecimiento.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Instalaciones

Los animales empleados en este experimento se alojan en la Granja Docente de Conejos de la Universidad Miguel Hernández de Elche, ubicada en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO, Figura 9).



Figura 9. Vistas externas de la granja de conejos de la EPSO (Fuente propia)

La granja de conejos está formada por dos naves, la nave 1, donde se encuentran las hembras, los machos reproductores y los gazapos desde el nacimiento hasta el destete, y la nave 2, donde los gazapos se alojarán durante su periodo de cebo. Además, en la nave 2 se alojan también los conejos de reposición. Entre las dos naves hay una zona común por donde se accede a las dos naves, además de a los vestuarios y a 3 laboratorios.

La nave 1 es la denominada Nave de maternidad, esta nave consta de 12 módulos de jaulas ergonómicas de tipo polivalente de acero galvanizado, estos módulos están dispuestos en 4 filas sobre los fosos de deyecciones de la nave, habiendo un pasillo entre cada fila. Cada módulo consta de 6 jaulas, 3 a cada lado. Por tanto, cada fila consta de 36 jaulas (ver detalle en figuras 10 y 11).

La nave 2 se denomina Nave de cebo. Sus dimensiones son similares a la nave de maternidad.

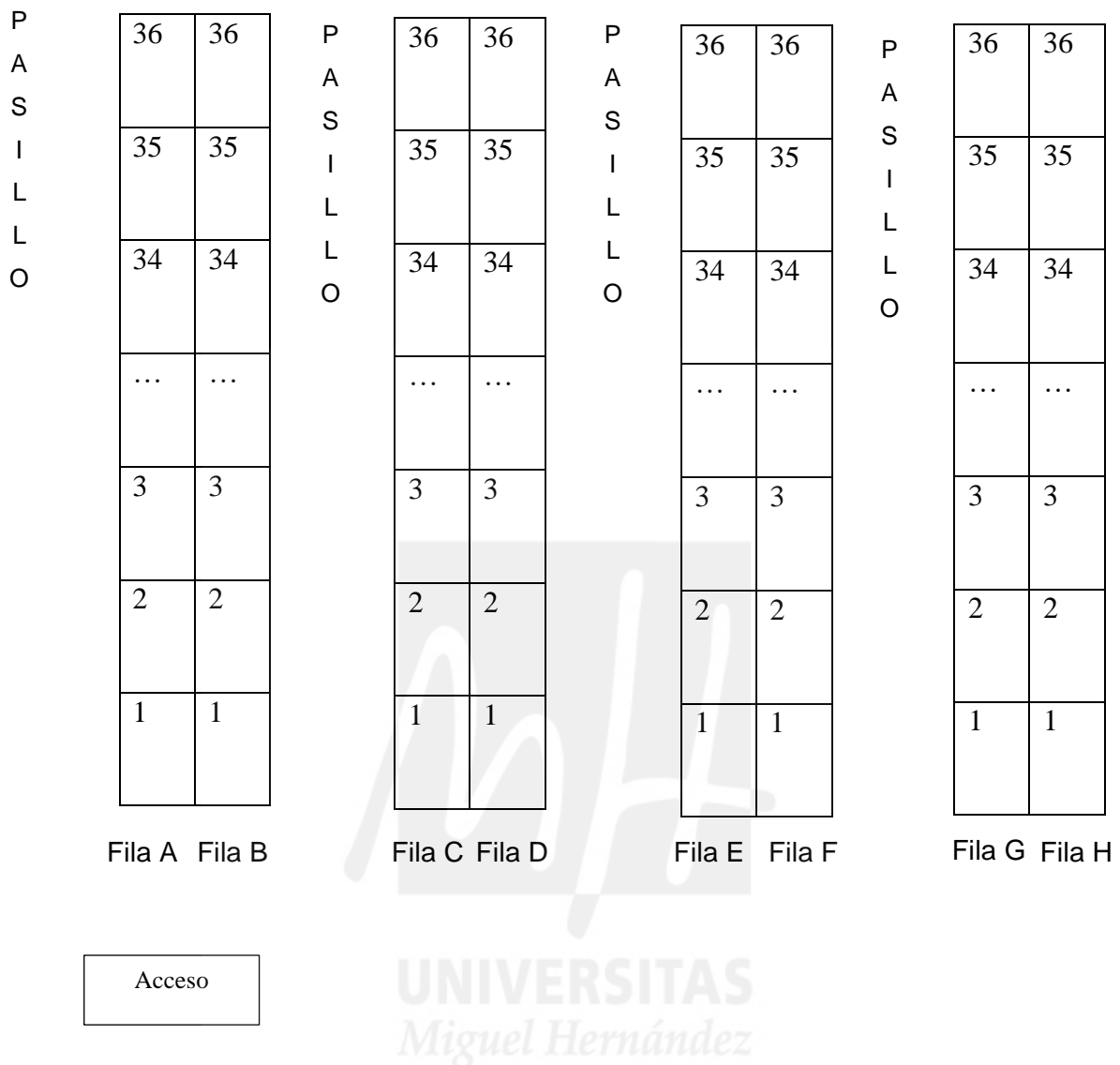


Figura 10. Esquema de la distribución de los módulos de jaulas en la nave de maternidad (Fuente: Elaboración propia).



Figura 11. Detalle de la distribución y disposición de los módulos de jaulas en la nave de maternidad (Fuente: Elaboración propia).

En cada jaula hay un bebedero de tipo chupete que está conectado a un depósito auxiliar ubicado en la cabecera de la fila, a través de una conducción que recorre toda la fila. Dichos depósitos están conectados a la red general de agua potable. Las jaulas también disponen de unos comederos que diariamente se rellenan con ayuda de unas tolvas correderas semiautomáticas, éstas dejan caer el pienso a cada comedero que es compartido por cuatro jaulas. En las zonas de reposición la administración del pienso se realiza de forma manual.

Las dos naves tienen un ambiente controlado que consta de:

- Un sistema de iluminación artificial con un fotoperiodo constante de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, para lograr que la luz sea uniforme en toda la nave hay 12 focos halógenos, distribuidos en 3 filas paralelas a las jaulas. Este sistema está conectado a un temporizador que controla las horas de encendido y apagado.
- Un sistema de ventilación de tipo forzado de barrido lateral. El aire entra por el lateral de la nave atravesando 4 paneles húmedos tipo ‘cooling’, cuyas medidas son 0,85m x 1,20m, en la nave 1 y de 1,35m x 1,20m en la nave 2. En la cara opuesta de los paneles están situados 4 ventiladores que extraen el aire de cada una de las naves, estos ventiladores se regulan de forma automática dependiendo de la temperatura ambiental.

Las naves disponen debajo de cada fila de módulos de jaulas de una fosa donde se recogen las deyecciones. La retirada del estiércol se realiza tres veces por semana mediante un sistema mecánico de palas de arrastre accionadas eléctricamente por un motor. Las palas empujan el estiércol acumulándolo en la fosa al exterior de las naves, desde donde será retirado con la ayuda de un tractor.

3.2. Material animal

Se utilizaron un total de 111 conejas pertenecientes a la línea de baja variabilidad por tamaño de camada (línea L). Las hembras fueron montadas con machos perteneciente a la línea L para producir el gazapo LxL y con machos de la línea N para producir el gazapo cruzado LxN. La línea N se selecciona por velocidad de crecimiento en el periodo de engorde. Las asignaciones de los machos de la línea L con hembras de la misma línea se realizaron de forma que no tuvieran en común ningún abuelo en común. La duración de la gestación en esta especie es de 31 días, los partos tuvieron lugar desde Junio de 2021 hasta Noviembre de 2021. No se realizaron adopciones en el periodo de lactación. Los gazapos fueron destetados a los 28 días de edad. Se pesaron, se sexaron y se tatuaron antes de ser trasladados a la nave de cebo, poniendo de 5 a 7 gazapos por jaula. Los destetes se realizaron por cruces y se colocaron en 4 jaulas donde compartían la comida.

3.3 Manejo productivo

Se utilizó un ciclo semi-intensivo; es decir, el intervalo parto-cubrición fue de 12 días. El manejo fue en banda semanal. El diagnóstico de gestación se realizó a los 12 días post-monta por palpación abdominal. El nidal se colocó a los 28 días de la cubrición; es decir tres días antes del parto y se preparó con restos de fábricas de textiles espolvoreado con azufre.

Los partos se revisaron semanalmente y se apuntaron en la ficha de cada madre, los gazapos nacidos (NV), gazapos muertos (NM) y el orden de parto (ver figura 12), para posteriormente introducir los datos en una base de datos.

N

2 ~~132~~ 132

Plaza		N.º macho		Plaza		N.º macho		Plaza		N.º macho		Fecha parto	NNV	NNM	NC	Raza	Plaza	
M.	Fecha	P.	M.	Fecha	P.	M.	Fecha	P.	M.	Fecha	P.						Gen.	Plaza
2E18	17/8/14		2E18	17/8/14		2H14	17/8/14					1 - S anteriores B+N				<input type="checkbox"/>	2	105
A0	11/7/19		R0	18/7/19		R1	25/7/19					26/8/19	6	1	1	<input type="checkbox"/>	1	108
1C17	16860																	
R1	5/9/19											7/10/19	9	1	2			
1C17	16860		1C17	16860														
R0	12/10/19		R1	24/10/19								25/11/19	10	0	3			
1C17	16860																	
R1	5/12/19											7/1/20	11	0	4			
1C17	16860																	
R1	12/1/20											16/1/20	11	0	5			
1C17	16860																	
R1	28/2/20											30/3/20	10	2	6			
1C17	16860																	
R1	9/4/20											11/5/20	8	3	7			

GEN LIN
13 A
FECHA SEL
30/04/2019

PADRES ABUELOS
E 15807 E 13820
C 15938 E 13880
C 15938 E 15232
C 14773

P.DES 0.820 ORIG
P.SEL 2.305
DIF 1.485 684

TATUAJE
18213

Figura 12. Ficha de la vida reproductiva de una hembra.

En cuanto a la alimentación, se realizó a mano todos los días. Se emplearon dos tipos de pienso, uno para conejos reproductores, el cual se empleó en las conejas reproductoras y otro para conejos de cebo, el cual se empleó en los conejos de cebo y de reposición.

Las camadas de los gazapos se pesaron al parto, tanto la camada completa como solo los gazapos vivos. Para valorar la capacidad maternal, se anotó si la mayoría de la camada presentaba una mancha de leche en el estómago, síntoma de que habían mamado (Argente et al., 1999). A los 21 días tras el parto, se volvió a contabilizar en la camada el número de gazapos vivos y se pesaron de forma colectiva. A los 28 días de edad, los gazapos se destetaron.

Al destete, los gazapos fueron pesados individualmente, se sexaron y se identificaron. Se colocaron en el cebadero en grupos entre 5 y 7 gazapos por jaula. Los gazapos se pesaron individualmente todas las semanas hasta los 91 días de edad, y se controló la ingestión de pienso por comedero (1 comedero común a 4 jaulas). En el caso de que un gazapo muriera durante el experimento se anotó el tatuaje, el peso, la fecha y la causa de la muerte.

3.4 Variables analizadas

Las variables analizadas fueron:

- La prolificidad: medida como el número de gazapos nacidos totales, vivos y muertos y el número de gazapos a 21 días.
- Peso total de la camada (g): al nacimiento de los gazapos totales y de los gazapos vivos y a los 21 días.
- Peso individual del gazapo (g): al nacimiento de los gazapos nacidos totales y de los gazapos vivos, y a los 21 días.
- Peso individual de los gazapos(g), ganancia media diaria (g/día), ingestión de pienso (g), e índice de conversión todas las semanas desde el destete a los 91 días de edad del gazapo.
- Ganancia media diaria (g/día), ingestión de pienso (g) e índice de conversión acumulados.

3.5 Análisis estadísticos

Para el número de nacidos totales, vivos y muertos se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + E_j + OP_k + EP_l + e_{ijkl}$$

Donde Y_{ijkl} es el carácter, μ es la media, C_i es el tipo de animal (L: cruce LxL; N: cruce LxN), E_j es la estación (estación templada; estación calurosa), OP_k es el orden de parto (con tres niveles: primer parto, segundo parto y tercer parto o más), EP_l es el efecto permanente de una hembra sobre sus partos y e_{ijkl} es el error del modelo.

Para el número de gazapos a 21 días y los pesos de la camadas y pesos individuales de los gazapos hasta los 21 días, se utilizó el modelo anterior, pero se incluyó los nacidos totales como covariable y el efecto del comportamiento maternal con dos niveles (correcto e incorrecto).

Para el peso del gazapo y la ganancia media diaria se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + S_j + e_{ijk}$$

Donde Y_{ijkl} es el carácter, μ es la media, C_i es el tipo de animal (L: cruce LxL; N: cruce LxN), S_j es el sexo (macho o hembra) y e_{ijkl} es el error del modelo.

Para la ingestión de pienso y el índice de conversión el modelo únicamente incluyó el efecto del cruce.

Todos los análisis se realizaron utilizando metodología bayesiana, con planos acotados para todos los parámetros desconocidos. Las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre líneas se estimaron usando muestreo de Gibbs.



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudio de la prolificidad y de los caracteres ponderales durante la lactación

En la tabla 1 se muestran los parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre los dos tipos de cruzamientos estudiados, animales LxL y LxN.

El tamaño de camada fue similar entre ambos cruzamientos desde el parto hasta los 21 días de edad. El número de gazapos nacidos totales y vivos fue similar al encontrado en otros estudios de esta misma línea (Agea et al., 2019) y en otras líneas maternas en Argelia (Belabbas et al., 2021) y en Arabia Saudí (Al-Saef et al., 2008). Estos resultados son esperables, pues el tamaño de camada es un carácter que se adscribe a la hembra, y en este caso las hembras de ambos cruzamientos pertenecían a la línea seleccionada por homogeneidad del tamaño de camada.

El peso de la camada fue un 7% superior en la camada total y un 13% superior en los nacidos vivos para los animales cruzados (LxN) que los animales puros (LxL) ($P=0.99$). Este mayor peso de la camada en los gazapos LxN tiende a mantenerse a los 21 días de edad ($D = -112$ g; $P = 0.86$). Estos resultados se han obtenido corrigiendo por la covariable tamaño de camada, es decir las diferencias encontradas en los dos tipos de animales no son debidas a un mayor tamaño de camada, pues se han estimado a igualdad de tamaño de camada. Los padres de los gazapos N son machos pertenecientes a una línea seleccionada por velocidad de crecimiento (Agea et al., 2018). Los pesos obtenidos al nacimiento son similares a las líneas maternas V y Saudi Gabali (Al-Saef et al., 2008) pero son superiores a los 21 días para estas mismas líneas.

El peso individual de los gazapos fue similar en ambos tipos de animales. El peso de los gazapos vivos estuvo alrededor de los 53.5 g y es un peso similar a gazapos de otras líneas (Argente et al., 1999). Se estima que los gazapos con pesos superiores a 50 g al nacimiento tienen más de un 90% de probabilidad de sobrevivir al nacimiento y más de un 85% de probabilidad de sobrevivir a los 4 días después del parto, si han ingerido leche en las primeras horas tras el parto. Mientras que estos porcentajes se reducen un 10% aproximadamente si los gazapos no han ingerido leche (Agea et al., 2019; Argente et al. 1999).

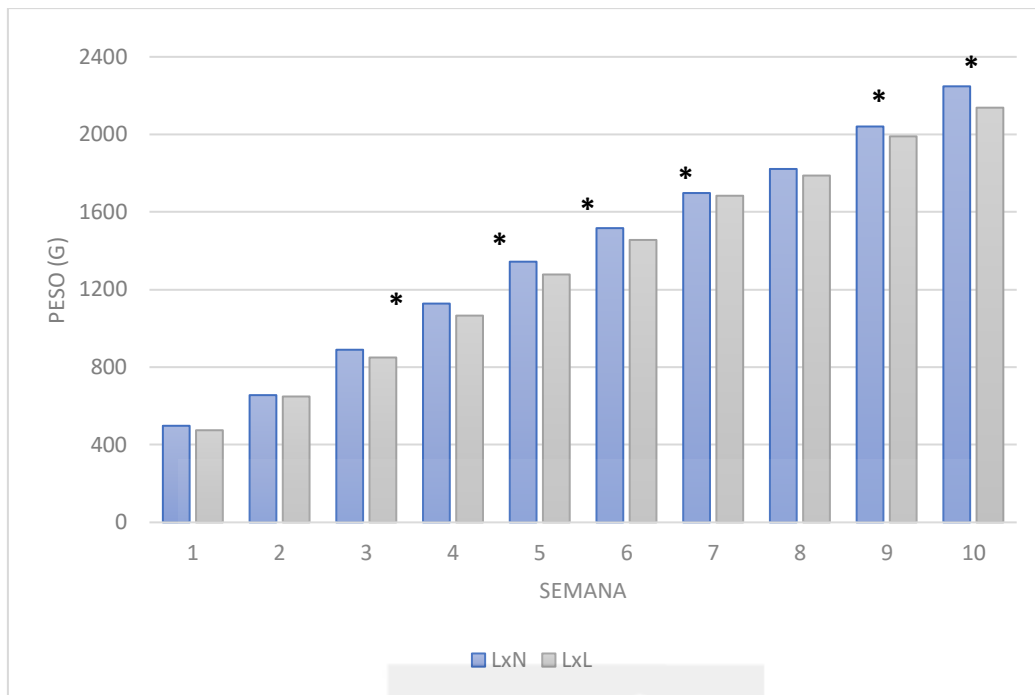
Tabla 1. Parámetros de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre animales L y N para las características desde el nacimiento al destete.

	Carácter	L	N	D _{L-N}	HPD _{95%}	P
Prolificidad	Nacidos totales	8.21	8.72	-0.51	-1.57; 0.53	0.84
	Nacidos vivos	7.45	7.89	-0.44	-1.62; 0.73	0.77
	Nacidos muertos	0.74	0.81	-0.06	-0.86; 0.71	0.57
	Gazapos a 21 días	6.46	6.99	-0.53	-1.55; 0.55	0.84
Peso Camada	Total nacimiento	410	439	-29	-50; -4	0.99
	Vivos nacimiento	366	412	-46	-83; -6	0.99
	A 21 días	2055	2167	-112	-317; 90	0.86
Peso Individual	Total nacimiento	53.5	54.4	-0.9	-3.6; 2.1	0.71
	Vivo nacimiento	53.5	53.8	-0.3	-3.3; 2.6	0.57
	A 21 días	345	352	-7	-47; 30	0.64

D_{L-N}: mediana de la diferencia entre animales L y N. HPD_{95%}: Región de alta densidad posterior al 95%. P: Prob (D>0) cuando D>0 y Prob (D<0) cuando D<0.

4.2. Estudio de los caracteres de crecimiento del gazapo durante el cebo

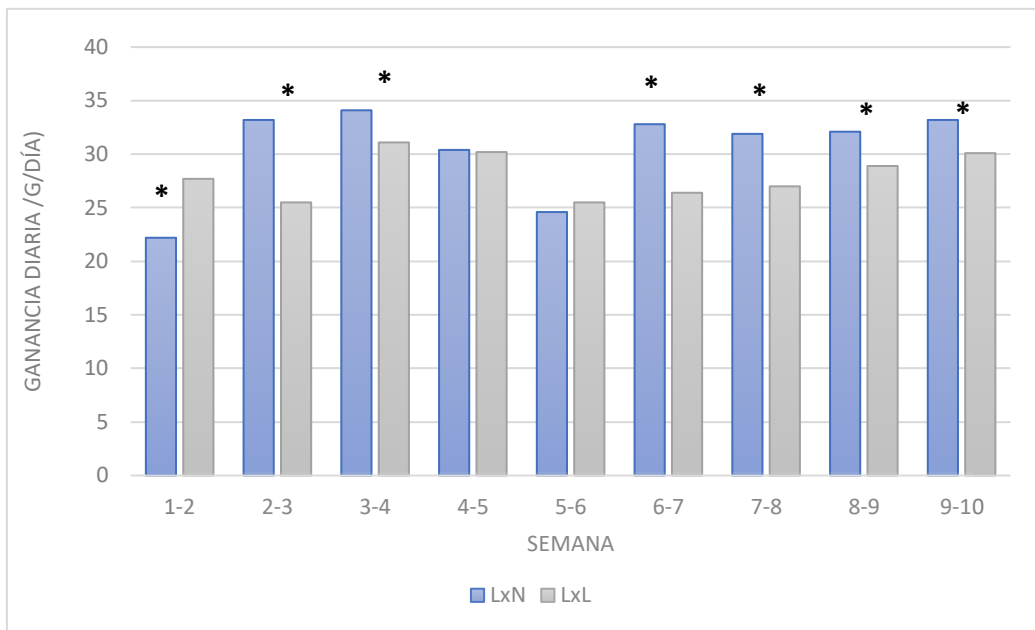
Los gazapos cruzados presentan mayor peso a partir de la segunda semana que los animales puros a excepción de la octava semana. La semana 10, cuando los animales tienen 91 días, el peso es un 5% superior en los animales cruzados que en los animales puros (Figura 13).



* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

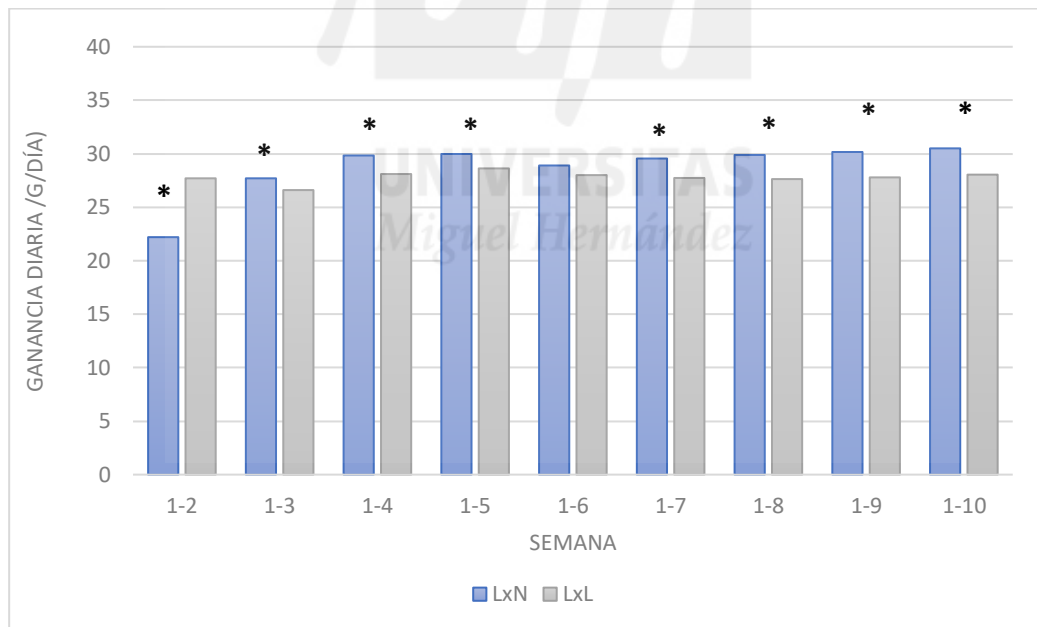
Figura 13. Resultados de los pesos de los gazapos cada semana desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.

Las figuras 14 y 15 muestran las diferencias entre los animales cruzados y puros para la ganancia diaria semanal y acumulada. Los resultados muestran que en la primera semana los gazapos cruzados presentan un menor crecimiento que los animales puros. El destete es una situación de estrés para los animales, pues implica la separación física de la madre, la autonomía en la alimentación y un cambio de ubicación que produce un restablecimiento de la jerarquía entre los animales que comparten el mismo alojamiento (Bivolarski y Vachkova, 2014). Esta situación afecta al crecimiento de los animales y en este caso en mayor medida a los animales cruzados que a los animales puros seleccionados por resiliencia. Sin embargo, una vez pasado este periodo de adaptación los gazapos cruzados presentan una mayor velocidad de crecimiento semanal, excepto en la semana 4-5 y 5-6 y también una mayor velocidad de crecimiento acumulada excepto en el periodo 1-6.



* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 14. Resultados de la ganancia media diaria semanal de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.

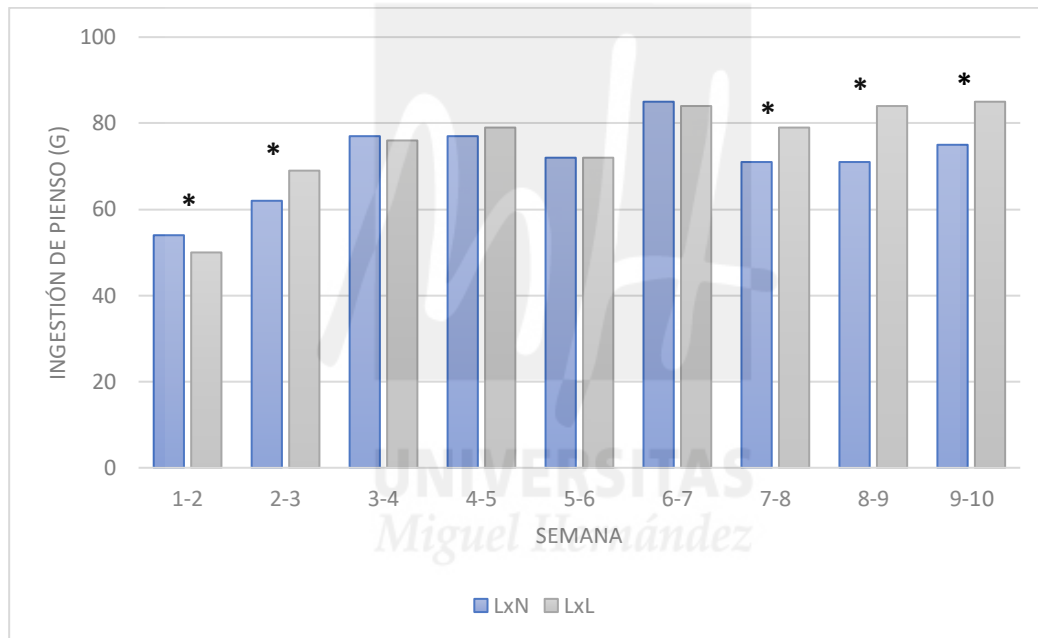


* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 15. Resultados de la ganancia media diaria acumulada de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.

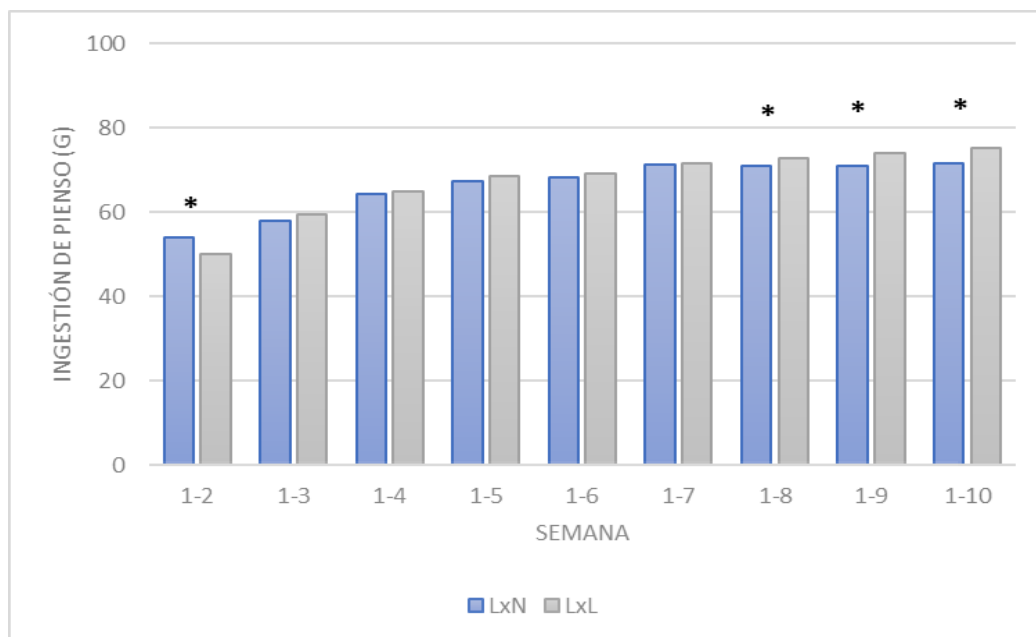
La ingestión diaria de pienso varió desde 45 g hasta los 85 g. Valores similares han sido reportados en la bibliografía (García et al., 2000). Los gazapos cruzados presentaron mayor ingestión de pienso las dos primeras semanas y fue inferior en el último tercio del periodo del engorde, tanto la ingestión semanal (Figura 16) como para la ingestión acumulada (Figura 17).

Los gazapos cruzados presentaron un menor índice de conversión semana desde la tercera semana de control, con valores entre 2.3 y 3.3 (Figura 18) que los animales puros con un rango entre 2.6 y 3.7. El índice de conversión acumulado durante todo el periodo considerado fue mejor en los animales cruzados que en los animales puros (2.8 vs 3.0; Figura 19).



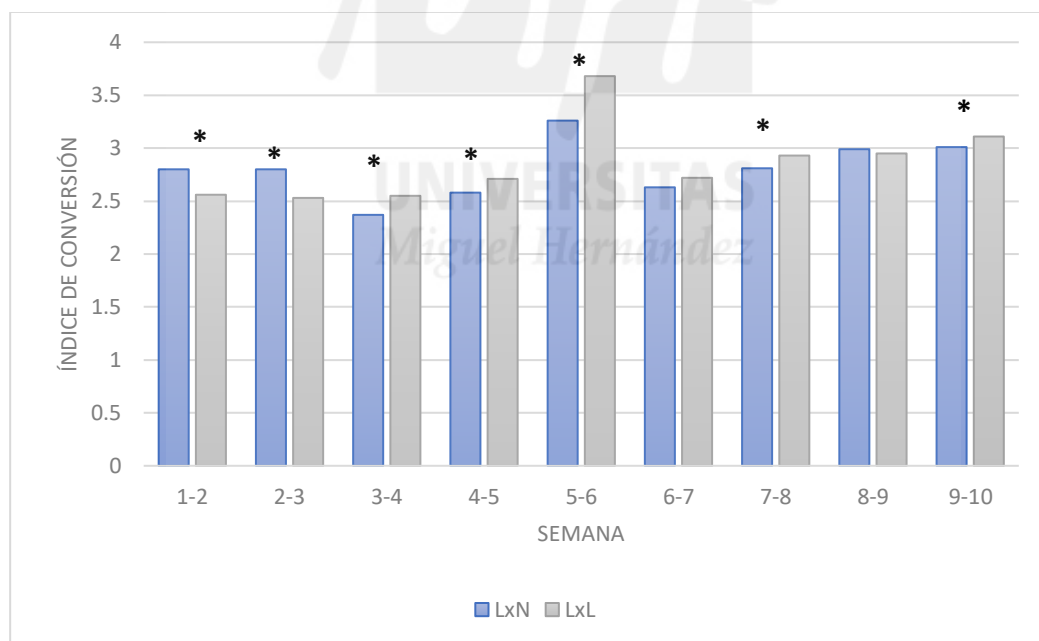
* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 16. Resultados de la ingestión de pienso media diaria semanal de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales para animales LxL y animales cruzados LxN



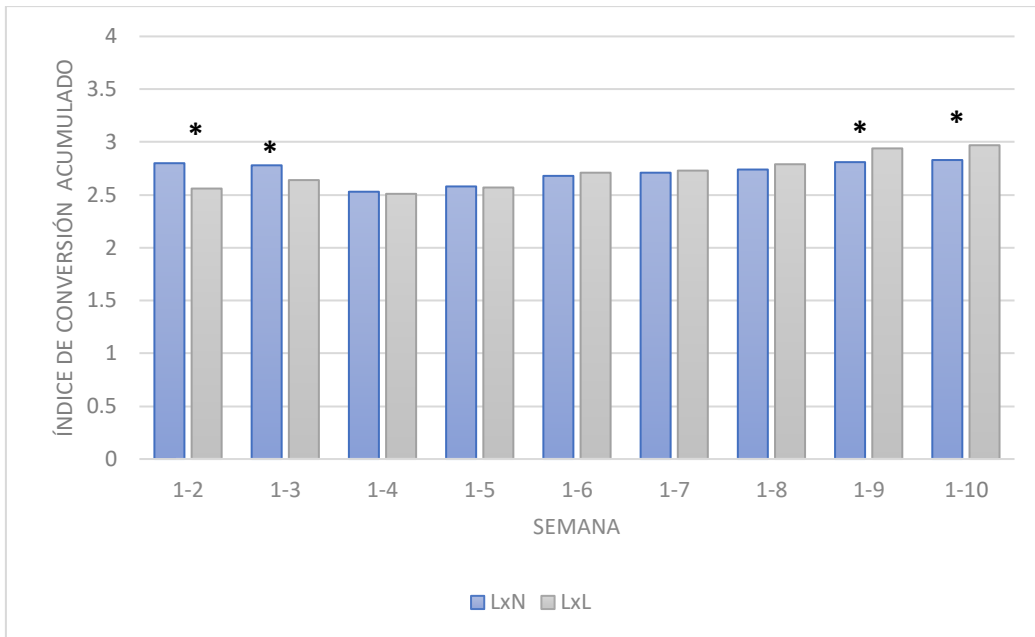
* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 17. Resultados de la ingestión de pienso media diaria acumulada de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.



* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 18. Resultados del índice de conversión media diaria cada semana de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.



* La probabilidad de que la diferencia de peso entre los dos tipos de animales sea mayor de cero, es superior al 90%.

Figura 19. Resultados del índice de conversión acumulado de los gazapos desde los 28 días (semana1) de edad hasta los 91 días (semana 10) para animales LxL y animales cruzados LxN.

6. CONCLUSIONES

El cruzamiento de la línea maternal resiliente con machos de una línea de crecimiento mejora tanto los caracteres ponderales de la camada desde el nacimiento a los 21 días de edad como los caracteres de crecimiento durante el engorde.



7. BIBLIOGRAFIA

- Agea I., García M.L., Blasco A., Argente M.J. 2019. Litter Survival Differences between Divergently Selected Lines for Environmental Sensitivity in Rabbits. *Animals* 9: 603
- Agea I., Torres R., García M.L., Argente M.J. 2018. Creación de una línea de conejo de carne de fenotipo oscuro. XI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales. 27-28 de septiembre de 2018. Murcia.
- Al-Saef A.M., Khalil M.K., Al-Homidan A.H., Al-Dobaib S.N., Al-Sobayil K.A., García M.L., Baselga M. 2008. Crossbreeding effects for litter and lactation traits in a Saudi project to develop new lines of rabbits suitable for hot climates. *Livestock Science*, 118 (3): 238-246.
- Argente M.J., García M.L., Zbynovska M., Petruska P., Capcarova M., Blasco A. 2019. Correlated response to selection for litter size environmental variability in rabbits' resilience. *Animal* 13: 2348 - 2355.
- Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blasco A. 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbits born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livestock Production Science*, 57(2): 159-167
- Armero Q, Blasco A. 1992, Economic weights for rabbit selection indices. *Journal Applied Rabbit Research*. 15:637-642.
- Baselga, M. 2002. Line V (Spain). En: Khalil M.H., Baselga M. (ed.). *Rabbit genetic resources in Mediterranean countries*. Zaragoza: CIHEAM: 231-241
- Belabbas R., García M.L., Ainbaziz H., Berbar A., Argente MJ. 2021. Litter size component traits in two Algerian rabbit lines. *World Rabbit Science*. 29(1):51-58.
- Beloumi D., Blasco A., Muelas R., Santacreu M.A., García M.L., Argente M.J. 2020. Inflammatory correlated response in two lines of rabbit selected divergently for litter size environmental variability. *Animals* 10: 1540.
- Bivolarski B.L., Vachkova E.G. 2014. Morphological and functional events associated to weaning in rabbits. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 98: 9-18.
- Blasco A, Nagy I, Hernández P. 2018. Genetics of growth and meat quality in rabbits. *Meat Science*. 145: 178-185.

- Blasco A., Martínez-Alvaro M., García M.L., Ibañez-Escriche N., Argente M.J. 2017. Selection for environmental variance of litter size in rabbits. *Genet. Sel. Evol.* 49: 48.
- Cartuche L, Pascual M, Gómez EA, Blasco A. 2014. Economic weights in rabbit meat production. *World Rabbit Science.* 22:165–177.
- Eady SJ, Garreau H. 2008. An enterprise gross margin model to explore the influence of selection criteria for breeding programs and changes to management systems. In *Proceedings of 9th World Rabbit Congress.* 10-13 June; Verona, Italy; p. 61-66
- Estany J., Baselga M., Blasco A., Camacho, J. 1989. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits. *Livest. Prod. Sci.* 21(1): 67–75
- Estany J., Camacho J., Baselga M., Blasco A., 1992. Selection response of growth rate in rabbit for meat production. *Genet. Sel. Evol.*, 24, 527- 237.
- Ezzeroug R, Belabbas R, Argente MJ, Berbar A, Diss S, Boudjella Z, Talaziza D, Boudahdir N, Garcia ML. 2020. Genetic correlations for reproductive and growth traits in rabbits. *Canadian Journal of Animal*
- FAO. 2019. Statistics Data: Food and Agriculture organization www.fao.org
- García M.L., Argente M.J. 2020. The genetic improvement in meat rabbits. *Lagomorpha Characteristics.* Intechopen 5, 1–18
- García M.L., Peiró R., Baselga M. 2000. Correlated response on growth traits in a line selected for litter size at weaning. *Proceeding of VII World Rabbit Congress, VOL A: 389-396.* Valencia, España.
- Garreau H., Rochambeau H. de, 2003. La sélection des qualités maternelles pour la croissance du lapereau. *10e Jour. Rech. Cunicole, Paris, France,* 61-64.
- Gómez E. A., Piles M., Orengo J., Rafel O., Ramon J., 2002. Estimation of crossbreeding parameters for average daily gain, feed intake and feed conversion rate in five rabbit lines. *Proc. 7th WCGALP, Montpellier, France, Communication 04-10*
- Gómez E.A., Rafel O., Ramon J. 2000. Preliminary genetic analysis of Caldes line: a selection experiment for a global objective. In *Proc. 7th World Rabbit Congress, 2000 July, Valencia, Spain, Vol. A, 417-424.*

- Gómez E.A., Rafel O., Ramon J., Baselga M. 1996. A genetic study of a line selected on litter size at weaning. In Proc. 6th World Rabbit Congress, 1996 July, Toulouse, France, 289-292
- Gomez EA, Rafel O, Ramon J. 1998. Genetic relationship between growth and litter size in traits at first parity in a specialised dam line in rabbits. In Proceeding of 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 11-16 January, Armidale,
- Khalil M.H., Baselga M. 2002. Rabbit genetic resources in Mediterranean countries. Zaragoza: CIHEAM, 262p
- Larzul C., Gondret F. 2005. Aspects génétiques de la croissance et de la qualité de la viande chez le lapin. INRA, Prod. Anim., 18 (2), 119-129
- Larzul C., Gondret F., Combe S., Rochambeau H. de, 2003. Analyse d'une expérience de sélection sur le poids à 63 jours : I. Déterminisme génétique de la croissance. 10e Journ. Rech. Cunicole, Paris, France, 145-148.
- Lukefahr, S.D., Odi, H.B., Atakora, J.K.A. 1996. Mass selection for 70-day body weight in rabbits. Journal of Animal Science, 74 : 1481-1489
- Moura A.S.A.M.T., Kaps M., Vogt D.W., Lamberson W.R., 1997. Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population. J. Anim. Sci., 75, 2344-2349.
- Piles M., Rafel O., Ramon J., Gómez E.A. 2004. Crossbreeding parameters of some productive traits in meat rabbits. World Rabbit Sci., 12, 139-148.
- Prayaga KC, Eady S. 2000. Rabbit farming for meat production in Australia: preliminary estimates of economic values for production traits. Asian- Australian Journal Animal Science.13: 357-359
- Ragab M., Baselga M. 2011. A comparison of reproductive traits of four maternal lines of rabbits selected for litter size at weaning and founded on different criteria. Lives. Sci. 136: 201-206.
- Rochambeau H. de, Fuente L.F. de la, Rouvier R., Ouhayoun J. 1989. Sélection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. Génét. Sél. Evol., 21, 527-546.

Rochambeau H. de, Retailleau B., Poivey J.P., Allain, D., 1994. Sélection pour le poids à 70 jours chez le lapin. 6e Journ. Rech. Cunicole. La Rochelle, France, 1, 235-240.

