



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PRODUCCION ANIMAL

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

Trabajo Fin de Máster

Autora: Antonella Della Badia

Directores: Eugenio Martínez-Paredes y Juan José Pascual Amorós

Curso académico 2018-2019

Valencia, 27 de septiembre del 2019

## **TÍTULO: Ajuste de la relación proteína digestible/energía digestible en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento**

### **RESUMEN**

Para poder establecer unas recomendaciones nutricionales más ajustadas para la relación proteína digestible (PD)/ energía digestible (ED), en conejos de engorde seleccionados por velocidad de crecimiento, se formularon y fabricaron dos piensos experimentales. El pienso B se formuló para tener la relación PD/ED habitualmente recomendada en los piensos para conejos de engorde (10,7 g/MJ) mientras que el pienso A se formuló para obtener una relación PD/ED más elevada (12,2 g/MJ). Se utilizaron en total 180 gazapos destetados (28 días de vida) de la línea paternal R de la Universidad Politécnica de Valencia, que se alojaron en jaulas individuales de forma equitativa entre ambos piensos, teniendo libre acceso al pienso correspondiente hasta los 63 días de vida. Los animales alimentados con el pienso A mostraron una mayor ingestión ( $+14 \pm 2$  g de materia seca/d;  $P < 0.001$ ) y ganancia media diaria ( $+4.3 \pm 0.7$  g/d;  $P < 0.001$ ) que el pienso B a lo largo de todo el cebo. Esto fue debido a que el pienso A tenía un mayor contenido proteico y se ajustó mejor a las necesidades, favoreciendo el crecimiento de estos animales. Sin embargo, los resultados relacionados con el índice de conversión de los animales alimentados con el pienso A, no fueron homogéneos a lo largo del cebo. Así, los animales cuando recibieron el pienso A mostraron un mejor índice de conversión durante la primera semana de engorde ( $-0.10 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ), mientras que éste fue mejor con el pienso B en las últimas dos semanas de cebo ( $-0.17 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ). Esto fue probablemente debido a que las necesidades proteicas de los conejos de engorde disminuyen con la edad. Según los resultados obtenidos, la combinación correcta de estas dos relaciones de PD/ED, nos podría permitir optimizar el crecimiento y la eficiencia alimentaria en animales de alta velocidad de crecimiento.

Palabras clave: proteína digestible, energía digestible, crecimiento, necesidades, conejos

Autora del TFM: Antonella Della Badia

Tutor Académico: Eugenio Martínez-Paredes y Juan José Pascual Amorós

Valencia, 27 de septiembre del 2019

**TITLE: Fitting digestible protein/digestible energy ratio in fattening rabbits selected by growth rate**

**ABSTRACT**

For this trial, two experimental diets were formulated and manufactured according to nutritional recommendations for digestible protein (PD)/digestible energy (ED) ratio, in fattening rabbits selected by growth rate. Diet B (low ratio PD/ED) was formulated to obtain the recommended PD/ED ratio of diets for fattening rabbits (10.7 g/MJ), while diet A (high ratio PD/ED) contained a higher ratio (12.2 g/MJ). A total of 180 weaned rabbits (28 days of life) of the paternal line R (Universitat Politècnica de València), were divided in two experimental groups (90 animals to each feed) and housed in individual cages, for 63 days. Animals fed with diet A showed a higher intake ( $+14\pm 2$  g dry matter/d;  $P<0.001$ ) and average daily gain ( $+4.3\pm 0.7$  g/d;  $P<0.001$ ) during the experimental period, than animals fed with diet B. Despite the diet A had a higher protein content, the nutritional requirements were fitted better and, consequently, their average daily gain was higher. However, the results related to the conversion rate of animals fed with diet A were not homogeneous along the weaning period. Thus, animals fed with diet A showed a lower conversion rate during the first week of fattening ( $-0.10\pm 0.03$ ;  $P<0.05$ ), while those fed with diet B showed better results in the last two weeks of the trial ( $-0.17\pm 0.03$ ;  $P<0.05$ ). Those results probably suggest that protein requirements for fattening rabbits decreased with the age. According to our results, an adequate combination of the two PD/ED ratio evaluated, could allow us to optimize the growth and the feed efficiency in rabbits selected by growth rate.

Keywords: digestible protein, digestible energy, growth period, nutritional requirements, rabbits.

Author of the FDW: Antonella Della Badia.

Academic tutor: Eugenio Martínez-Paredes and Juan José Pascual Amorós

Valencia, September 27<sup>th</sup>, 2019.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis tutores, Eugenio Martínez Paredes y Juan José Pascual Amorós, por sus apoyos, dedicación y ayuda a la hora de redactar el trabajo.

A los técnicos tanto de laboratorio como de granja, Luis Rodenas y M<sup>a</sup>Carmen, por ayudarme y explicarme todo lo que necesitaba y más.

A mi familia, por no dejar que me rindiera por mucho que me fuera mal, y alegrarse cuando por fin las cosas marchaban bien.

Y, a todas las personas que he ido conociendo tanto buenas como malas, que me han hecho cambiar y mejorar como persona.

## **ABREVIATURAS**

AGV: Ácidos grasos volátiles

EB: Energía bruta

ED: Energía digestible

EE: Extracto etéreo

FAD: Fibra ácido detergente

FND: Fibra neutro detergente

GLM: Modelo lineal generalizado

GMD: Ganancia media diaria

LAD: Lignina ácido detergente

MS: Materia seca

PB: Proteína bruta

PD: Proteína digestible

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	8
2.	OBJETIVOS.....	11
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
	3.1 Dietas experimentales.....	12
	3.2 Animales y diseño experimental .....	14
	3.3 Análisis estadístico .....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5.	CONCLUSIONES .....	19
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ingredientes (%) de los piensos experimentales.....	12
<b>Tabla 2 .</b> Composición química de los piensos experimentales (g/kg MS).....	13
<b>Tabla 3.</b> Mortalidad, morbilidad y índice riesgo sanitario (IRS) en función del pienso experimental.....	16
<b>Tabla 4.</b> Efecto del pienso sobre los parámetros de crecimiento en conejos de engorde.....	18

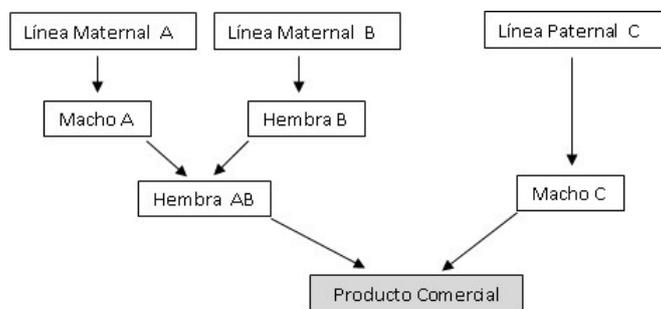
## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de la producción cunícola intensiva. Fuente: Elaboración propia.....	8
<b>Figura 2.</b> Detalle de la nave de engorde por dentro. Fuente: Elaboración propia.....	15
<b>Figura 3.</b> Evolución del peso vivo en función del pienso suministrado.....	17

# 1. INTRODUCCIÓN

El conejo es una especie que tiene gran importancia debido a su buena tasa de crecimiento, gran prolificidad y buena eficiencia proteica, ya que puede transformar hasta un 20% de la proteína de origen vegetal que ingiere en proteína animal de alto valor biológico (Lebas et al., 1997).

Para poder potenciar dichas características productivas, los programas de mejora genética llevados a cabo en los núcleos de selección se han centrado en potenciar los animales cuyas características maximizan el esquema de cruzamiento a tres vías. Éste exige la utilización de dos líneas maternas y una línea paterna (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de la producción cunícola intensiva. Fuente: Elaboración propia.

En dicho esquema, se realizan dos cruzamientos para producir el gazapo de engorde, el primero entre dos líneas maternas para la producción de la hembra cruzada y, en el segundo, estas hembras cruzadas se montan o inseminan con machos de una línea paterna para obtener el gazapo de engorde.

El objetivo principal de este esquema es conseguir que la granja comercial produzca la mayor cantidad de carne al menor coste posible. Para ello se aprovecha de la variabilidad existente entre razas o líneas con el objetivo de aumentar la capacidad productiva de los animales en un ambiente dado. Los dos fenómenos que se presentan en los animales cruzados son la heterosis y la complementariedad de caracteres (combinar las mejores características de cada línea). Es por ello por lo que, tanto el desarrollo de las líneas maternas seleccionadas principalmente para aumentar el tamaño de camada, como de las paternas seleccionadas por ganancia media diaria (GMD), son cruciales en los programas de mejora (Baselga, 2004).

De los dos tipos de líneas genéticas principales comentadas anteriormente, la seleccionada por GMD tiene como objetivo mejorar indirectamente el índice de conversión (IC), que es junto al tamaño de camada los caracteres más importantes desde el punto de vista económico (Baselga y Blasco, 1989; Estany y Blasco, 1992). Estos animales presentan como principales características un crecimiento mayor que el promedio de la especie cunícola (50-55 gramos por día durante el período de cebo) y un mayor peso adulto. A nivel productivo, lo que interesa a los cunicultores es que el gazapo alcance el peso comercial lo antes posible (reducción del periodo de cebo) y de esta manera reducir los gastos ocasionados al prolongar el periodo de engorde.

Sin embargo, para que estos animales alcancen su máximo potencial genético de crecimiento, es necesario que sus mayores necesidades durante el periodo de cebo, sobretodo desde el punto de vista proteico y energético, estén cubiertas correctamente. Este hecho resalta la importancia de elegir correctamente las dietas a suministrar durante este periodo.

Desde el punto de vista nutricional, los conejos necesitan un aporte de proteína en cantidad y calidad suficiente durante la fase de engorde, ya que la falta de uno sólo de los aminoácidos esenciales produce el mismo efecto que si faltara un aporte global de proteína, reduciéndose así su crecimiento. Sin embargo, un exceso de ingesta proteica puede generar varios problemas como la reducción de la ingestión o la irrupción de trastornos digestivos asociados a un exceso del flujo de nitrógeno (N) ileal que no ha sido aprovechado por el animal (De Blas et al., 2010).

Por otro lado, los conejos regulan su ingestión de pienso principalmente en función de su contenido en ED, de forma que la ingestión de ED coincida con sus necesidades. Si la ingestión de pienso está determinada por su contenido en ED, resulta lógico que para satisfacer las necesidades en el resto de los nutrientes su contenido aumente o disminuya en la misma proporción en que lo haga la ED. Es decir, las necesidades del resto de nutrientes deberían expresarse no por kg de pienso sino por unidad energética. Es por ello que, para poder evaluar de un modo más adecuado el equilibrio nutricional de los piensos, sea necesario conocer la relación entre los dos nutrientes más importantes mediante la ratio PD/ED. En conejos de cebo, para satisfacer las necesidades en PD de los conejos en crecimiento, se ha establecido como recomendación que la relación PD/ED sea de 10,5-11,0 g/MJ (Xiccato y Trocino, 2010), asegurándose de aportar proteína de calidad, con niveles adecuados de aminoácidos esenciales (lisina, aminoácidos azufrados y treonina; Marín-García, 2019).

Si las proteínas se encuentran en proporción insuficiente con respecto a la ED, la síntesis de proteínas (muscular y otras) se verá reducida puesto que faltarán aminoácidos y en consecuencia se reducirá el crecimiento de animales o éste sería menos magro (más proporción de grasa). Cuando la cantidad de proteína es excesiva con respecto a la ED, más de 11,5-12,0 g PD/MJ ED, el conejo ingiere un exceso de proteína con respecto a sus necesidades. Bajo esas circunstancias, aunque aumenta la cantidad de proteína digerida en el tubo digestivo y la absorción de aminoácidos, los aminoácidos no utilizados en la síntesis proteica son desaminados y catabolizados. A través del torrente sanguíneo, los grupos amino se transportan al hígado en forma de glutamina y alanina (el  $\text{NH}_4^+$  es tóxico), donde se convierten en urea que se elimina a través de la orina. Además de sobrecargar la función hepática y renal, este exceso en el aporte proteico suele ser contraproducente en términos económicos y aumenta la excreción de nitrógeno al medio ambiente.

Sin embargo, los valores actualmente recomendados para la relación PD/ED podrían no ajustarse correctamente a conejos con un elevado potencial de crecimiento. Por tanto, parece importante revisar la proporción de PD/ED adecuada y las necesidades de aminoácidos para estos tipos genéticos y para los animales de alta velocidad de crecimiento, para evitar que algunos factores nutricionales puedan afectar la expresión del potencial de estos.

## 2. OBJETIVOS

Tal y como hemos visto en la introducción, los animales pertenecientes a líneas de conejos de engorde caracterizados por una alta velocidad de crecimiento podrían tener unas diferentes necesidades en los principales aminoácidos limitantes (lisina, aminoácidos azufrados y treonina; Marín-García, 2019). Sin embargo, no existe en la actualidad ningún estudio sobre si las recomendaciones para la relación PD/ED para este tipo de animales podrían haber también aumentado, que puede ser tan importante como la presencia de algún aminoácido limitante.

Por esta razón, el objetivo principal del este trabajo fue establecer las recomendaciones nutricionales para la relación PD/ED en conejos de engorde de líneas paternas, seleccionados por velocidad de crecimiento, que permitan a los animales de engorde mostrar todo su potencial genético, facilitando la correcta elaboración de rankings y el progreso genético.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Dietas experimentales

Para realizar este trabajo, se formularon y fabricaron dos piensos experimentales. El pienso B, cuya ratio PD/ED es la habitualmente recomendada en los piensos para conejos de engorde, 10,5-11,0 g/MJ (Xiccato y Tocino, 2010); y el pienso A, que se formuló para obtener una ratio PD/ED más alta, 12,0 g/MJ, utilizando como base el pienso B y sustituyendo harina de soja 44 por concentrado proteico de soja (Soycomil P), consiguiendo un aumento tanto en el contenido en PB como en su digestibilidad. Para minimizar los efectos de este cambio sobre el perfil fibroso de los piensos, se ajustó con un concentrado fibroso (Arbocel) hasta obtener piensos isofibrosos. En la Tabla 1 se muestra la composición en ingredientes y en la Tabla 2 la composición química de los piensos experimentales.

El contenido en ED y PD de los piensos se determinó mediante un ensayo de digestibilidad fecal de acuerdo con el procedimiento propuesto por el European Group on Rabbit Nutrition (Pérez et al., 1995). Los animales se adaptaron a las jaulas de digestibilidad de los 42 a los 49 días de vida, y se controló la ingestión del pienso y la producción de heces desde los 49 a los 53 días de vida en 12 animales por dieta.

**Tabla 1.** Ingredientes (%) de los piensos experimentales.

	Pienso B <sup>2</sup>	Pienso A <sup>2</sup>
<b>Cebada</b>	18,0	18,0
<b>Trigo</b>	10,8	9,0
<b>Salvado trigo</b>	28,0	28,0
<b>Harina soja 44</b>	4,6	0,0
<b>Concentrado proteico soja (Soycomil P)</b>	1,9	8,0
<b>L-lisina HCl</b>	0,130	0,141
<b>DL-Metionina</b>	0,152	0,197
<b>L-Treonina</b>	0,019	0,047
<b>Heno de alfalfa</b>	25,7	23,8
<b>Concentrado fibroso (Arbocel)</b>	7,5	9,6
<b>Aceite soja</b>	1,0	1,0
<b>Carbonato cálcico</b>	0,373	0,479
<b>Fosfato bicálcico</b>	0,694	0,652
<b>Cloruro sódico</b>	0,273	0,283
<b>Bicarbonato sódico</b>	0,281	0,267
<b>Corrector vitaminas-oligoelementos<sup>1</sup></b>	0,500	0,500

<sup>1</sup>NR-310-R, Trouw Nutrition; <sup>2</sup> Se añadió una medicación consistente en 35ppm de valnemulina y 350 ppm de oxitetraciclina para paliar los problemas de enteropatía epizoótica del conejo detectados en la granja experimental.

**Tabla 2.** Composición química de los piensos experimentales (g/kg MS)

	Pienso B	Pienso A
<b>Materia seca (MS, g/kg)<sup>1</sup></b>	903,3	906,8
<b>Cenizas<sup>1</sup></b>	68,4	68,4
<b>Proteína bruta<sup>1</sup></b>	166,1	182,3
<b>Energía bruta (MJ/kg MS)<sup>1</sup></b>	18,39	18,48
<b>Extracto etereo<sup>1</sup></b>	27,2	27,8
<b>Fibra neutro detergente (FND)<sup>1</sup></b>	355,8	360,2
<b>Fibra ácido detergente (FAD)<sup>1</sup></b>	186,3	192,7
<b>Lignina ácido detergente (LAD)<sup>1</sup></b>	36,2	39,4
<b>Hemicelulosas (FND-FAD)</b>	169,5	167,4
<b>Celulosa (FAD-LAD)</b>	150,2	154,7
<b>Lisina<sup>2</sup></b>	8,1	9,3
<b>Metionina<sup>2</sup></b>	3,9	4,6
<b>Aminoácidos azufrados<sup>2</sup></b>	6,6	7,5
<b>Treonina<sup>2</sup></b>	6,0	6,9
<b>Triptófano<sup>2</sup></b>	2,2	2,4
<b>Isoleucina<sup>2</sup></b>	6,0	6,8
<b>Valina<sup>2</sup></b>	7,6	8,5
<b>Arginina<sup>2</sup></b>	9,2	10,7
<b>Calcio<sup>2</sup></b>	8,5	8,5
<b>Fósforo<sup>2</sup></b>	6,5	6,5
<b>Sodio<sup>2</sup></b>	2,5	2,5
<b>Cloro<sup>2</sup></b>	3,5	3,5
<b>Proteína digestible (PD)<sup>3</sup></b>	118,2	134,6
<b>Energía digestible (ED, MJ/kg MS)<sup>3</sup></b>	11,03	11,07
<b>PD/ED (g/MJ)</b>	10,73	12,16

<sup>1</sup> Determinados analíticamente

<sup>2</sup> Según Tablas FEDNA (2010-2018)

<sup>3</sup> Determinados mediante ensayo de digestibilidad según Perez *et al.* (1995).

Las muestras de piensos y las heces individuales (recogidas para el análisis de digestibilidad fecal) se analizaron siguiendo los procedimientos de AOAC (2002) para determinar materia seca (MS; 934.01) y proteína bruta (PB; 990.03, método Dumas, CN628 Elemental Analyzer, LECO, St. Joseph, EEUU) y extracto etéreo (EE, 920.39). La energía bruta (EB) se determinó con una bomba calorimétrica adiabática (Gallenkamp Autobomb, Loughborough, RU). En las muestras de piensos también se determinó la fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD) y la lignina ácido detergente (LAD) de forma secuencial según Van Soest *et al.* (1991), efectuando un pretratamiento con  $\alpha$ -amilasa termostable y utilizando un sistema de bolsitas de nylon (Ankom, Macedon, EEUU).

### 3.2 Animales y diseño experimental

Todos los procedimientos de experimentación fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación de la Universitat Politècnica de València (UPV), dentro de las actividades planeadas para la ejecución del proyecto “Mejora genética del conejo de carne: nuevas estrategias para mejorar la respuesta genética, la eficiencia alimentaria, reproducción y salud de líneas paternas”, financiado por del Ministerio de Ciencia e Innovación (AGL2017-85162-C2-1-R-AR).

Se analizaron los datos de un total 180 gazapos (entre los 28 y 63 días de vida) de la línea R de la UPV, seleccionada por GMD entre el destete y el sacrificio. Para alcanzar este número de datos fue necesario introducir en el experimento un total de 342 animales a la edad de destete (28 días de vida). Estos gazapos procedían de conejas alojadas en una nave de maternidad contigua y cada camada se distribuyó aleatoriamente (pero de manera equilibrada en cuanto al número de animales de cada camada asignado a cada pienso) entre los dos tratamientos dietarios. Los gazapos se alojaron en jaulas individuales alternando los tratamientos (pienso B en jaulas pares, pienso A en jaulas impares) y tuvieron libre acceso al pienso correspondiente (ofrecido *ad libitum*) y al agua durante todo el experimento. El peso corporal, la ingesta de alimento se controlaron semanalmente y el estado sanitario (morbilidad y mortalidad) de forma diaria, hasta el día 63 de vida, momento en el que finalizaba el periodo experimental.

Tanto el ensayo de engorde como el de digestibilidad se realizaron en la granja de Alimentación Animal de la UPV. Dicha instalación dispone de una nave de engorde (Figura 2) con iluminación artificial durante 12 horas al día, activándose y desactivándose automáticamente entre las 6.00h y las 18.00h. Incluye ventilación forzada lateral, gracias a la disposición de los ventiladores a un metro de altura y separados entre ellos de 2 metros. Consta de un sistema *cooling* para llevar a cabo la refrigeración. Los animales del ensayo de engorde se alojaron en dos baterías de jaulas individuales (50 plazas en total) según el sistema *flat-deck* (sobre patas, en un sólo piso y con apertura superior), siendo las dimensiones de las jaulas de 29 x 50 x 32 cm con planchas laterales de acero inoxidable y techo y suelo de malla metálica galvanizada. Las jaulas llevan un comedero tipo tolva con una capacidad aproximada de 800 g y un bebedero automático de tipo cazoleta. Las heces son retiradas mediante un sistema mecánico de palas y cangilones.



**Figura 2.** Detalle de la nave de engorde por dentro. Fuente: Elaboración propia.

### **3.3 Análisis estadístico**

Los datos relativos a los parámetros de crecimiento fueron analizados mediante un procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (2009), donde se consideró la falta de homocedasticidad (diferente varianza entre animales y covarianza intra-animal). El modelo incluyó como efectos fijos el pienso (B o A), la semana de cebo (de la 1<sup>a</sup> a la 5<sup>a</sup>) y la camada de origen, así como el efecto aleatorio del animal y el error residual. Los datos correspondientes al estado sanitario (mortalidad y morbilidad) fueron analizados mediante un test de chi-cuadrado.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mortalidad y morbilidad registradas durante el cebo fueron bastante elevadas en ambos piensos experimentales (de media 31 y 13%, respectivamente; Tabla 3), al desarrollarse la prueba durante un brote de enteropatía epizootica del conejo.

Algunos trabajos han encontrado una relación entre el nivel de proteína y la incidencia de trastornos digestivos (Carabaño et al., 2009). Sin embargo, este efecto se encuentra asociado a un aumento del flujo de nitrógeno ileal. En este trabajo hemos tratado de aumentar la proteína del pienso A mediante la utilización de materias primas con una elevada digestibilidad (150-165 g PB/kg, y 107-122 g PD/kg para los piensos B y A, respectivamente), por lo que el aumento en el contenido proteico no supuso un aumento del riesgo sanitario.

**Tabla 3:** Mortalidad, morbilidad y índice riesgo sanitario (IRS) en función del pienso experimental.

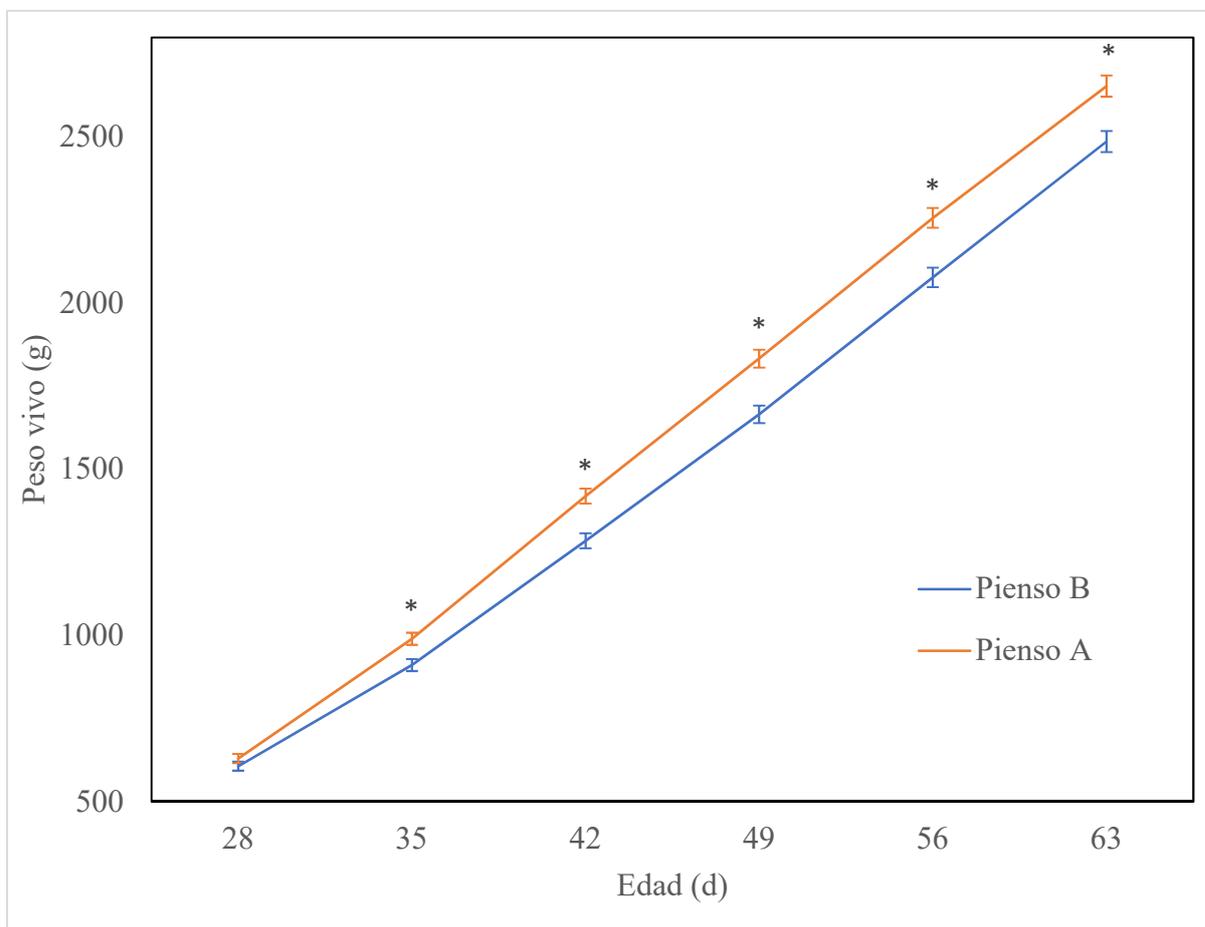
	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Morbilidad (%)</b>	<b>IRS (%)</b>	<b>P-value</b>
Pienso B (n=171)	31.6	14.0	45.6	P>0.05
Pienso A (n=171)	29.8	12.8	42.7	P>0.05

Pienso B: relación PD/ED baja. Pienso A: relación PD/ED alta.

En un sistema de producción cunícola intensivo debemos disponer de dietas que sean seguras, pero que permitan expresar todo el potencial genético de nuestra línea genética seleccionada indirectamente por eficacia alimentaria, debiendo determinar correctamente el nivel proteico del pienso, el perfil de aminoácidos y la relación PD/ED que nos permita este hito (Marín-García et al. 2016a y 2016b). Las recomendaciones actuales de proteína en conejo de engorde se encuentran entre un 142-160 g PB/kg, aunque en ocasiones este nivel es incluso menor para reducir el riesgo de enteritis o para reducir los costes del pienso y la excreción de nitrógeno (Xiccató y Trocino, 2010).

Por otra parte, el nivel de ingestión de los conejos de engorde depende principalmente del nivel energético del pienso. De hecho, el nivel energético de los piensos de los conejos suele ser bastante variable. Por lo que es recomendable, no solo tener en cuenta el nivel proteico del pienso sino también la relación PD/ED (de Blas y González-Mateos, 2010). Por ello, debemos encontrar una relación PD/ED que nos permita mantener un estado sanitario adecuado en los animales, pero que también permita expresar todo su potencial de crecimiento.

Centrándonos en el objetivo de este trabajo, Fraga et al. (1983) recomendaban una relación de 10 g de PD por cada MJ de ED, en un estudio donde los animales mostraron una velocidad de crecimiento de hasta 36 g/d. Más recientemente, Xiccató y Trocino (2010) recomendaron una relación PD/ED entre 10.5 y 11 g/MJ para los conejos de engorde, que actualmente suele mostrar una GMD de 45 g/d. En nuestro caso, trabajando con animales con alta velocidad de crecimiento (>55 g/d) hemos querido comprobar si dicha relación es adecuada, o sería necesario un mayor aporte de proteína comparando una dieta de 10.7 g/MJ (pienso B) con otra de 12.2 g/MJ (pienso A). La Figura 3 y la Tabla 4 nos muestran la evolución del peso vivo y de los principales parámetros de crecimiento obtenidos durante todo el cebo.



**Figura 3.** Evolución del peso vivo en función del pienso suministrado. \* Diferencias significativas entre los dos piensos a una edad determinada ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 4:** Efecto del pienso sobre los parámetros de crecimiento en conejos de engorde (n=180).

	<b>Pienso B</b>	<b>Pienso A</b>	<b>P-value</b>
<b>Ingestión materia seca (kg MS/d)</b>			
Semana 1	65.15±1.60	73.25±1.65	0.0002
Semana 2	95.56±2.06	109.00±2.10	<.0001
Semana 3	121.38±2.52	135.71±2.56	<.0001
Semana 4	150.22±2.71	163.75±2.75	0.0004
Semana 5	173.73±2.90	183.30±2.94	0.0183
Total	121.21±1.94	133.00±2.00	<.0001
<b>Ganancia media diaria (g/d)</b>			
Semana 1	43.28±1.15	51.43±1.17	<.0001
Semana 2	53.28±1.14	61.33±1.16	<.0001
Semana 3	54.10±1.15	59.08±1.16	0.0020
Semana 4	58.73±1.23	60.47±1.24	0.3073
Semana 5	58.24±1.00	56.66±1.01	0.2481
Total	53.53±0.70	57.80±0.72	<.0001
<b>Índice de conversión</b>			
Semana 1	1.70±0.03	1.60±0.03	0.0347
Semana 2	2.01±0.03	1.96±0.03	0.2088
Semana 3	2.50±0.04	2.54±0.04	0.4487
Semana 4	2.86±0.04	3.01±0.04	0.0111
Semana 5	3.32±0.05	3.59±0.05	0.0003
Total	2.48±0.02	2.54±0.02	0.0248

Aunque los gazapos mostraron un similar peso al destete (618 g), se observó que en la primera semana del engorde los conejos alimentados con el pienso A mostraron un mayor peso vivo (79±18 g; Figura 3), llegando esta diferencia a ser de 166±32 g a los 63 día de vida. Como se puede observar en la Tabla 4, este efecto fue debido a que los conejos alimentados con el pienso A mostraron una mayor ingestión a lo largo de todo el engorde (+14±2 g/d; P<0.001), y consecuentemente una mayor GMD (+4.3±0.7 g/d; P<0.001) que los alimentados con el pienso B, especialmente durante las tres primeras semanas (+7.1±1.2 g/d; P<0.001). Aunque el principal factor que controla la ingestión es el nivel energético del pienso, hay otros nutrientes que también pueden afectar a dicha ingestión como un nivel apropiado de proteína y un buen balance de aminoácidos (Tome, 2004). Este autor indica que, aunque un exceso de proteína podría ser responsable de una reducción de ingestión, por la existencia de una deficiencia amonoacídica, o al menos en algunos aminoácidos, por lo que una dieta más ajustada a las necesidades fomentaría su consumo. Según esta hipótesis la dieta A, a pesar de tener un mayor contenido proteico,

se encontraría más equilibrada y fomentaría más su consumo, favoreciendo el crecimiento de estos animales.

Sin embargo, los resultados relacionados con el índice de conversión (Tabla 4) no fueron homogéneos a lo largo de todo el engorde. Los conejos alimentados con el pienso A mostraron un mejor índice de conversión durante la primera semana de engorde ( $-0.10 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ) que los alimentados con el pienso B. Por el contrario, fueron los animales alimentados con el pienso B quienes mostraron un mejor índice de conversión durante las últimas semanas de cebo ( $-0.17 \pm 0.03$ ;  $P < 0.05$ ). Esto es un hecho conocido, ya que las necesidades proteicas disminuyen con la edad de los conejos de engorde (Xiccato y Torcino, 2010), siendo interesante explorar la utilización de dos piensos durante el engorde, uno de crecimiento con mayor relación PD/ED y otro de acabado con menor relación. Esto nos permitiría optimizar el crecimiento y la eficacia alimentaria y el coste del pienso.

## 5. CONCLUSIONES

Así podemos concluir que, para este tipo de animales caracterizados por una elevada velocidad de crecimiento, aumentar la relación PD/ED nos permite mejorar la expresión de su potencial genético. Los resultados obtenidos indicarían el especial interés de la utilización de un pienso con una mayor relación PD/ED al menos durante las primeras semanas de engorde, ya que es allí donde conseguimos una clara mejora en la GMD, e incluso del IC.

De esta forma, mediante la utilización de un pienso balanceado para los tres primeros aminoácidos limitantes del conejo, con el que Marín-García (2019) consiguió mejorar la GMD en 2.3 g/d, y mediante la utilización de una correcta relación PD/ED, que permite mejorar la GMD en 4.3 g/d, podríamos estar mejorando en 6.6 g/d la expresión del potencial genético de nuestros conejos de líneas paternas respecto a las recomendaciones anteriores, con la mejora consiguiente en la elaboración de los rankings y en el progreso genético.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AOAC 2002. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg (USA).

Baselga M. (2004). In Proc 8th World Rabbit Congress, 1: 57-62.

Baselga M., Blasco A. 1989. Mejora genética del conejo de producción de carne. MundiPrensa, Madrid, 110 pp.

Carabaño R., Villamide M.J., García J., Nicodemus N., Llorente A., Chamorro S., Menoyo D., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., De Blas C. 2009. New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 17: 1-14.

Chamorro S., De Blas C., Grant G., Badiola I., Menoyo D., Carabaño R. 2010. Effect of dietary supplementation with glutamine and a combination of glutamine-arginine on intestinal health in twenty-five-day-old weaned rabbits. *Journal of Animal Science* 88: 170-180.

De Blas C., Mateos G.G. 2010. Feed formulation. En: De Blas C., Wiseman J., (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed., CAB International, Wallingford (UK), pp. 222-232.

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.

FEDNA. 2010. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos, 3ª ed., De Blas C., Mateos G.G., García-Rebollar P. (coord.). FEDNA, Madrid.

Fraga M. J., De Blas J. C., Pérez E., Rodríguez J. M., Pérez C. J., Gálvez J. F. 1983. Effect of diet on chemical composition of rabbits slaughtered at fixed body weights. *Journal of Animal Science*, 56(5): 1097-1104.

Gidenne T., Lebas F., Fortun-Lamothe L. 2010. Feeding behaviour of rabbits. En: De Blas C., Wiseman J., (Eds.), *Nutrition of the Rabbit*, 2nd ed., CAB International, Wallingford (UK), pp. 233-252.

Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De Rochambeau H. 1997. *The Rabbit: husbandry, health, and production*. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 205 pp.

Marín-García P. 2019. Lysine, sulfur amino acids and threonine requirements of growing rabbits from a line selected by growth rate. PhD Thesis. Septiembre 2019, Universitat Politècnica València, Spain.

Marín-García P.J., Blas E., Cervera C., Pascual J.J. 2016a. A deficient protein supply could be affecting selection for growth rate in rabbits. En: 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Belfast, UK, 1: 489.

Marín-García P.J., Blas E., Cervera C., Pascual J.J. 2016b. Are growing diets providing enough protein to high growth rate rabbits? En: World Rabbit Congress. Quingdao, China, 1: 435-438.

Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalla Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E.,

Fernández-Carmona J., Falcao e Cunha L., Bengala-Freire J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science* 3, 41-43.

SAS 2009. Release 9.2 User's guide, 2nd edition. SAS Institute Inc, Cary (USA).

Surdeau P., Perier G., Plassier J. L. 1984. Comparison of two reproductive rhythms in the meat rabbit: biological results. *Rivista di Coniglicoltura (Italy)*.

Tome D. 2004. Protein, amino acids and the control of food intake. *British Journal of Nutrition* 92: S27-S30

Trocino A., Fragkiadakis M., Radaelli G., Xiccato G. 2010. Effect of dietary soluble fibre level and protein source on growth, digestion, caecal activity and health of fattening rabbits. *World Rabbit Science* 18: 199-210.

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.