

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural (Adaptación 2015-2016)



**LIMITACIONES A LA PRODUCCIÓN DE CONEJAS OCASIONADAS POR EL
ESTRÉS TÉRMICO**

AUTORA:

María José Sáez Garrido

TUTORA ACADÉMICA:

Dña. Concepción Cervera Fras

VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2016

**TÍTULO: LIMITACIONES A LA PRODUCCIÓN DE CONEJAS OCASIONADAS
POR EL ESTRÉS TÉRMICO**

RESUMEN:

La producción de las conejas lactantes puede verse limitada cuando se encuentran en temperaturas altas o en distintos estados fisiológicos. El presente proyecto se llevó a cabo con el objetivo de averiguar cómo afecta a la producción de las conejas en lactación sometidas a estrés térmico cuando se encuentran en primer o segundo parto.

Se emplearon 63 conejas que se encontraban en primero (34 animales) y segundo parto (29 animales) y que fueron alojadas en una cámara climática con temperatura ambiental superior a los 28°C (32 conejas) y las otras 31 se alojaron en una nave convencional de maternidad con temperaturas medias diarias entre 13 y 20°C.

Se midió la producción de leche, el peso vivo y la evolución del grosor de depósitos grasos de la coneja desde el parto hasta los 14 días de lactación y la evolución del peso de los gazapos lactantes hasta el destete. Se realizaron ensayos de digestibilidad *in vivo* de todas las conejas entre los días 14 y 18 de lactación y se calcularon sus coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca, materia orgánica, energía bruta, proteína bruta, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente.

Las conejas alojadas en la cámara climática presentaron mayores coeficientes de digestibilidad aparente de todos los nutrientes estudiados (66% frente a 62% para la materia seca en cámara y nave, respectivamente) debido a una reducción de la ingestión de un 35%, mientras que el número de parto no parece afectar a la utilización digestiva del alimento.

A pesar de ello, la menor ingestión de las conejas alojadas en condiciones de estrés térmico reduce la disponibilidad de energía digestible y de proteína digestible frente a las conejas alojadas en la nave y limita el incremento de peso (13 vs. 20 g/día) y la producción de leche de la coneja (209 vs. 258 g/día), limitando por tanto el crecimiento de los gazapos lactantes (13 vs. 15 g/día).

Palabras clave: conejas, estrés por calor, digestibilidad, ciclos reproductivos, producción de leche, grasa perirrenal.

**TITLE: RESTRICTIONS ON RABBITS PRODUCTION CAUSED
BY THE THERMAL STRESS**

SUMMARY:

The lactating rabbits production may be limited when they are at high temperatures or in different physiological states. This research was carried out with the aim to find out how it affects production by lactating female rabbits subjected to heat stress when they are in first or second parturition.

63 rabbits in first (34) and second parturition (29) were used, 32 animals were housed in a climate chamber with more than 28°C ambient temperature and the other 31 were housed in a conventional ship motherhood with average daily temperatures between 13 and 20°C.

The milk production, body weight and evolution of the thickness of fatty deposits rabbit does from birth to 14 days of lactation and weight development of infants until weaning rabbits were measured. Digestibility trial were performed *in vivo* of all rabbits between 14 and 18 of lactation and their coefficients of apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude energy, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber were calculated.

The rabbits housed in the climatic chamber showed higher coefficients of apparent digestibility of all nutrients studied (66% *versus* 62% for dry matter in climate chamber and conventional ship, respectively) due to reduced intake by 35%, while the number of parturition does not appear to affect the digestive use of food.

However, the lower intake of rabbits housed in heat stress conditions reduces the availability of digestible energy and protein and limits the weight gain (13 vs. 20 g/day) and the milk production of rabbit does (209 vs. 258 g/day), thereby limiting the growth of kits (13 vs. 15 g/day).

Key words: rabbits does, heat stress, digestibility, reproductive cycles, milk production, perirenal fat.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- CONCEPTO DE UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y MEDIDA DE LA DIGESTIBILIDAD.....	3
1.2.- TEMPERATURA AMBIENTAL Y DIGESTIBILIDAD.....	6
1.3.- NÚMERO DE PARTO Y DIGESTIBILIDAD.....	8
2.OBJETIVOS.....	10
3.MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
3.1.- INSTALACIONES.....	13
3.2.- ALOJAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	13
3.3.- ANIMALES EXPERIMENTALES.....	14
3.4.- ALIMENTACIÓN.....	15
3.5.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y TOMA DE MUESTRAS.....	16
3.6.- MÉTODOS ANALÍTICOS Y CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD.....	18
3.7.- ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	19
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1.- EFECTO DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y LA PRODUCCIÓN DE LA CONEJA LACTANTE.....	22
4.2.- EFECTO DEL NÚMERO DE PARTO SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y LA PRODUCCIÓN DE LA CONEJA LACTANTE.....	27
5.CONCLUSIONES.....	33
6.BIBLIOGRAFÍA.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rampa de temperatura ambiental (°C) diaria (0 a 24 horas) programada y registro real obtenido durante un día de experiencia (1440 registros, uno cada minuto) en la cámara climática.....	14
Figura 2. Comportamiento de la ingestión (g MS/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.....	30
Figura 3. Incremento de peso (g/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.....	31
Figura 4. Producción de leche (g/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes (g/kg) y composición química (g/kg MS) del pienso de conejas lactantes utilizado en la experiencia.....	16
Tabla 2. Ingestión, coeficientes de digestibilidad y producción de la coneja lactante según el alojamiento.....	24
Tabla 3. Ingestión, coeficientes de digestibilidad (%) y producción según el número de parto.....	29

I ♦ *Introducción*

La productividad del ganado, en cualquier situación fisiológica, depende de la cantidad de nutrientes de que dispone o del grado en que la alimentación que recibe es capaz de cubrir sus necesidades nutritivas.

La disponibilidad de nutrientes está determinada, por un lado, por la cantidad de ellos que contienen la alimentación que recibe el animal, pero también por la utilización digestiva y metabólica que el animal pueda hacer del alimento. Por ello, la determinación de la digestibilidad tiene especial importancia en el campo de la ganadería, ya que de este modo se saben qué nutrientes o qué grupos de nutrientes son absorbidos en el tracto digestivo y, por tanto, aprovechados por el animal. El mayor o menor aprovechamiento digestivo de los alimentos determinará en buena parte la mejor o peor satisfacción de las necesidades nutritivas del animal y, por tanto, su mayor o menor producción.

Existen distintos factores que pueden afectar a la digestibilidad y que pueden agruparse en tres grandes grupos, unos ligados directamente con el animal (especie, raza, línea genética, edad, estado fisiológico y número de parto), otros que están relacionados con el alimento (nivel de alimentación, composición química, estado vegetativo de la planta, método de conservación o procesado del alimento y efectos asociativos) y otros ligados a factores ambientales (temperatura, humedad, alojamiento y manejo).

En el caso de las conejas reproductoras, hay pocas investigaciones que relacionen la temperatura con la digestibilidad, a pesar de que se sabe que el animal disminuye la ingestión de alimento a temperaturas altas para reducir la producción de calor que no puede disipar con facilidad, y que una menor ingestión suele correlacionarse con un aumento de la digestibilidad, aunque, si este aumento no es suficiente para compensar el propio descenso de ingestión, se producirá también un menor aporte de nutrientes, y una consecuencia de este hecho será la limitación de la producción (Savietto, 2014).

Además, los primeros ciclos reproductivos son más exigentes para la coneja reproductora que aún se encuentra en fase de crecimiento, siendo la energía el principal componente de la dieta, ya que determina el consumo y, junto con la proteína, tienen un elevado peso en la producción de conejas reproductoras.

Existen algunas situaciones productivas en las que el consumo voluntario de las conejas lactantes se ve limitado, tal es el caso de conejas primíparas cuando están lactando o cuando están sometidas a estrés por calor, teniendo como consecuencia que la coneja tenga un déficit de energía y afectando su productividad (Fernández-Carmona *et al.*, 1995). Por eso es importante conocer el valor de la energía digestible del alimento en este tipo de situaciones.

En este trabajo se investiga cómo afectan a la utilización digestiva del alimento y a la producción, la temperatura ambiental en conejas lactantes en primer y en segundo parto.

1.1.- CONCEPTO DE UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y MEDIDA DE LA DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de un nutriente se define como la cantidad de dicho nutriente procedente del alimento que no se excreta en las heces y que, por tanto, es absorbido por el animal.

Para la determinación de la digestibilidad, se administra el pienso en cantidades conocidas, luego se recoge la excreción fecal completa y se calcula por diferencia.

Mediante las pruebas de digestibilidad, se conoce qué porcentaje o fracción del alimento administrado es aprovechado por el animal y se expresa mediante un coeficiente de digestibilidad, que corresponde a la fracción porcentual de los nutrientes ingeridos que aparentemente son absorbidos y, por lo tanto, utilizados por el animal para realizar funciones de producción o de mantenimiento (Mc Donald *et al.*, 1999).

El valor de utilización digestiva del alimento empleado en este trabajo es el denominado coeficiente de digestibilidad aparente (CD), que se diferencia del real, en que este último elimina la parte del nutriente de las heces que tiene un origen metabólico, pero que es muy difícil de calcular. Esto ocurre porque el material fecal excretado por los animales contiene, además del residuo no digerido del alimento, otras sustancias de origen endógeno y microbiano, como los residuos de bilis, jugos gástricos, pancreáticos y entéricos y restos celulares de la mucosa intestinal, productos de excreción que se eliminan vía intestino, o restos celulares y metabólicos de los microorganismos que habitan y se desarrollan en el tubo digestivo (Mc Donald *et al.*, 1999).

El fundamento de estos métodos de determinación de la digestibilidad se basa en lo que ocurre desde que el alimento es consumido por el animal hasta que se excretan los restos en las heces; el proceso se describe brevemente a continuación referido a los animales monogástricos, y en especial al conejo. (Carabaño y Fraga, 1989).

En primer lugar el alimento consumido llega rápidamente al estómago, con el medio muy ácido y permanece en él de 3 a 6 horas. Durante este periodo sufre una fuerte acidificación, que provoca la solubilización de numerosas sustancias, además del inicio de la hidrólisis de las proteínas, por acción de la pepsina.

En segundo lugar, el contenido del estómago poco a poco va pasando hasta el intestino delgado, en forma de pequeñas oleadas gracias a las potentes contracciones estomacales, es aquí cuando la materia se diluye en el jugo entérico junto con el flujo

procedente de páncreas y la bilis. Mediante las enzimas contenidas en esas secreciones, los elementos fácilmente degradables se liberan, atraviesan la pared del intestino y son distribuidas por la sangre hacia las diversas células del organismo. Las partículas sin degradar después de una permanencia media de 1,5 h en el intestino delgado entran en el ciego.

En el ciego permanecerán de 2 a 12 horas, donde serán atacadas por las enzimas de las bacterias que allí habitan. Los elementos degradables por esta nueva forma de ataque son liberados (principalmente ácidos grasos volátiles) y a su vez atraviesan la pared del tubo digestivo, para pasar a continuación a la sangre.

En tercer lugar, aquella materia que no ha pasado a la sangre llega hasta el colon, donde habrá partículas alimentarias gruesas y pequeñas que no se han degradado anteriormente, bacterias que se han desarrollado en el ciego y restos de secreciones digestivas procedentes del intestino delgado.

En el colon pueden ocurrir dos cosas, si el contenido entra en el colon durante el inicio de la mañana, la pared cólica modifica sus contracciones musculares y segrega un moco que envuelve progresivamente el contenido cecal, formando pequeñas bolas que se van agrupando en racimos alargados hasta que alcanzan el ano, se denominan heces blandas o cecotrofos y serán ingeridas de nuevo por el animal directamente desde el ano.

Si el contenido cecal o intestinal pasa al colon en otro momento se observa entonces la sucesión de contracciones de las paredes del colon proximal en sentidos alternos, según evacuen o devuelven la materia al ciego. La fracción líquida, que contiene productos solubles y pequeñas partículas (menos de 0,1 mm), en gran parte es devuelta hacia el ciego, mientras que la fracción sólida, que contiene sobre todo partículas gruesas (más de 0,3 mm), forma las heces duras, que serán evacuadas a la yacija (Björnhag, 1972).

Gracias a este funcionamiento dual, el colon fabrica dos tipos diferentes de heces: las heces duras y los cecotrofos. Su composición química es diferente: los cecotrofos tienen un contenido medio de 27,1% (18-37) de materia seca (MS), un 29,5% de proteína (21-37) sobre MS y las heces duras un 58,3% (48-66) de MS y un 13,1% de proteína (9-25); los valores de los intervalos hacen referencia a 10 alimentos concentrados y forrajes verdes y secos, según Proto (1980).

Las heces duras son evacuadas en la yacija debajo de las jaulas, pero los cecotrofos son recuperados por el animal en el momento que salen del ano antes de que caigan y reingeridos. Al final de la mañana se encuentran gran cantidad de cecotrofos en el estómago, donde ocupan hasta tres cuartas partes del contenido (Gidenne y Lebas, 1987). A partir de entonces los cecotrofos se digieren de nuevo igual que cualquier otro alimento.

Los componentes de los cecotrofos son mixtos, la mitad aproximadamente son cuerpos bacterianos, que aportan proteínas de origen microbiano y vitaminas hidrosolubles, y el resto son residuos alimentarios no digeridos durante todo el proceso o restos de secreciones del tubo digestivo. La práctica de la cecotrofia tiene un interés nutricional no despreciable en un conejo sano que recibe un alimento completo equilibrado, especialmente en lo que se refiere a la digestibilidad de la fracción proteica, ya que la cecotrofia le aporta alrededor del 15-25% de las proteínas ingeridas diariamente (Gidenne y Lebas, 1987), además de representar un importante suministro de vitaminas del grupo B y C (Lebas, 1989).

Para que el proceso funcione correctamente es necesario un aporte adecuado de alimentos groseros (fibra), ya que juegan un importante papel regulador de la velocidad de tránsito del contenido digestivo y cecal, tanto si las partículas son demasiado gruesas como si son demasiado finas, o tienen una elevada digestibilidad en el intestino delgado, las bacterias que viven en el ciego se empobrecen porque, o reciben un sustrato muy pobre en productos fermentables, o aumenta excesivamente el contenido cecal por un tránsito lento (riesgo de compactación) y no proliferan en este tipo de medio. Otros factores no nutricionales, tales como las secreciones de adrenalina, afectan también a la cecotrofia, así, una hipersecreción relacionada con la actuación de cualquier tipo de estresor provoca hipo-peristaltismo y riesgo elevado de trastornos digestivos (Lebas, 1989).

Así pues, la medida de la digestibilidad de un alimento es una valoración numérica del propio proceso de digestión y, por tanto, todo aquello que modifique el proceso afectará al valor de digestibilidad. La velocidad de tránsito digestivo, que a su vez está relacionada en gran medida con el consumo de alimento por el animal, es uno de los factores más importante que afecta a la digestibilidad, de forma que siempre que aumenta el consumo de pienso, aumenta la velocidad de tránsito y disminuyen los valores de digestibilidad (Mc Donald *et al.*, 1999).

Existen distintas metodologías para evaluar las fracciones de los alimentos consumidos y aprovechados por los animales, normalmente agrupadas en métodos *in vivo*, que miden la digestibilidad directamente sobre los animales, y métodos *in vitro*, que emplean otras técnicas y parámetros directamente relacionadas con el proceso de digestión. Aunque en los últimos años se están desarrollando un gran número de técnicas de medida indirecta de la digestibilidad mucho más sencillas, tales como metodologías *in vitro* y la aplicación de la tecnología de espectrofotometría de reflectancia del infrarrojo cercano, la determinación *in vivo* es más exacta y se continua utiliza como método de referencia en los laboratorios de investigación, ya que garantiza mayor precisión y fiabilidad en la valoración de las materias primas y porque estas pruebas se realizan bajo las mismas condiciones biológicas y

ambientales en las que viven los animales, lo que resulta extremadamente conveniente para realizar tablas de valoración de los alimentos y aplicarlos a los animales.

En la determinación *in vivo* de la digestibilidad se mide durante un periodo de al menos 4 días la cantidad de alimento consumido y la cantidad de heces excretadas (Church *et al.*, 2002).

Posteriormente en el laboratorio se analizan los nutrientes que interesa estudiar, tanto del pienso como de las heces, calculándose el coeficiente de digestibilidad aparente, que es la relación entre la cantidad digerida (D) y la ingerida (I), asumiendo que la cantidad digerida es la diferencia entre la cantidad ingerida y la excretada en forma de heces (E), según la expresión matemática siguiente:

$$CD = \left(\frac{D}{I} \right) \times 100 = \left(\frac{I - E}{I} \right) \times 100$$

Dónde:

CD: coeficiente de digestibilidad aparente

D: cantidad de alimento digerida

I: cantidad de alimento ingerida

E: excreción de heces.

También existen otros métodos de determinación *in vivo* en los que se emplean marcadores, que se emplean cuando la medida directa de la ingestión de alimentos o de la excreción de heces se hace imposible. El marcador puede ser algún componente natural del alimento o alguna sustancia química añadida, pero debe ser totalmente indigestible y no interferir en el proceso digestivo.

1.2.- TEMPERATURA AMBIENTAL Y DIGESTIBILIDAD

El principal efecto de las condiciones de temperatura ambientales sobre la utilización digestiva de los alimentos parece estar relacionado con los cambios que se producen en la ingestión de pienso cuando se sobrepasan los límites de la zona de termoneutralidad.

Durante la digestión de los alimentos y el metabolismo de los nutrientes se genera calor, considerándose que este incremento térmico constituye una de las señales empleadas en la regulación de la ingestión a corto plazo. (Quevedo, 2005).

La zona de termoneutralidad en conejos se encuentra entre 15-25°C (Cervera y Fernández-Carmona, 1998). Los conejos son más tolerantes a las bajas temperaturas que a las altas, pero en ambos casos el consumo de pienso se ve alterado. Por debajo del umbral de la temperatura de confort, los conejos comen más -excepto los gazapos que pasan más tiempo

en el nidal- para aumentar la producción de calor y compensar las pérdidas al ambiente. Por el contrario, para temperaturas superiores a la zona de termoneutralidad el consumo de pienso es menor, porque el animal tiende a evitar la producción de calor que la utilización del alimento lleva asociado (extracalor de digestión), ya que tiene dificultades para disiparlo. Este menor consumo a temperaturas más altas, como se comentó en el apartado 1.1, tiende a aumentar los valores de digestibilidad (menor velocidad de tránsito digestivo), pero el efecto global es más preocupante ya que, los animales ingresan menos nutrientes y, por tanto, producen menos, además si esta temperatura alta es constante el efecto aún es peor que si por la noche las temperaturas disminuyen (verano mediterráneo).

Según Pascual *et al*, (2003), los datos de consumo de conejas gestantes y lactantes sometidas a un ambiente de temperatura alta (25°C-32°C), son significativamente diferentes respecto a conejas que estaban en un ambiente de temperatura baja (11°C-25°C). La experiencia en las granjas indica que en verano el consumo disminuye y los parámetros productivos de los animales empeoran, aunque se intenten controlar factores ambientales como la temperatura y humedad con uso de ventilación y “cooling”.

Las conejas reproductoras muestran un déficit de energía en distintas fases de la gestación y lactación, debido a sus altos requerimientos nutritivos o a su limitada capacidad de ingestión cuando están sometidas a estrés por altas temperaturas.

El gasto energético de un conejo está en función de la temperatura del medio. La ingestión de alimento permite afrontar ese gasto y, por tanto, ella misma depende de aquella temperatura. Frangiadaki *et al*. (2003) han valorado que entre 5°C y 30°C el consumo de los gazapos en crecimiento pasa, de 180 a 120 g/día para el pienso y de 330 a 390 g/día para el agua. Un análisis del comportamiento alimentario indica que, cuando la temperatura aumenta, el número de comidas (sólidas y líquidas) en 24 horas disminuye, pasa de 37 comidas sólidas con temperaturas de 10°C a 27 tomas cuando se alcanzan los 30°C en conejas jóvenes. Por el contrario, si la cantidad de alimento consumido en cada comida se reduce como consecuencia de las altas temperaturas (5,7 g/comida a 10°C y 20°C contra 4,4 g a 30°C), a la inversa, la cantidad de agua consumida en cada toma aumenta con la temperatura (de 11,4 a 16,2 g por toma, entre 10°C y 30°C).

Las futuras reproductoras criadas en ambiente de estrés térmico con temperatura de 31°C tienen el crecimiento netamente ralentizado y un peso vivo reducido en un 17% con relación a sus hermanas criadas en condiciones de temperatura templada de 23°C (Poujardieu y Matheron, 1984). En el mismo estudio se demostró que los descensos de prolificidad en conejas criadas en ambiente caluroso (30-32°C) no se deben directamente a la temperatura,

sino a la reducción del peso corporal provocada por la baja ingestión causada por el calor, y parece que la mortalidad embrionaria aumenta cuando la temperatura supera los 30-33°C.

Según un estudio realizado en Grecia, el número de gazapos nacidos vivos en período caliente disminuye, y el número de nacidos muertos aumenta si lo comparamos con un ambiente templado, además se deteriora la producción de leche en la coneja, lo que también puede afectar a la supervivencia y al crecimiento de los gazapos durante la lactación (Frangiadaki *et al.*, 2003).

En otra investigación realizada por Amici *et al.* (1998) la reducción del consumo en un ambiente de estrés térmico se produce sobre todo en los dos primeros días, después el consumo se mantiene constante, y la mayor parte de los autores han registrado consumos bajos durante todo el tiempo que los animales se encuentran en condiciones de estrés térmico.

Aparte de este efecto de la temperatura sobre la digestibilidad a través de las variaciones de ingestión, hay poca información relativa a otros posibles efectos de la temperatura ambiental sobre los coeficientes de digestibilidad aparente y los resultados disponibles en la bibliografía son con frecuencia contradictorios (Cervera y Fernández-Carmona, 1998).

Según Quevedo (2005), las conejas sometidas a estrés térmico (28-32°C) muestran un menor peso vivo (-11%), menor capacidad de ingestión (-27%) y menor producción de leche (-30%) que las conejas criadas en una temperatura ambiental no estresante (11-25°C).

La diferencia de ingestión de pienso en uno y otro ambiente, determina la diferencia de ingestión de ED, producción de leche y peso de camadas (Alqedra, 2001).

1.3.- NÚMERO DE PARTO Y DIGESTIBILIDAD

Uno de los factores ligados al animal que puede modificar la digestibilidad aparente del alimento es el número de parto. Aunque generalmente los autores señalan que este efecto es limitado, puede ser especialmente importante si coincide con otras situaciones estresantes o que limitan la utilización de recursos, lo que puede producirse durante el primero parto en las conejas. El principal efecto relacionado con el factor parto parece estar relacionado con la capacidad de ingestión de la coneja lactante, que, como ya se ha comentado, está más limitada en el caso de las conejas primíparas que no han alcanzado el completo desarrollo corporal (Pascual *et al.*, 1998).

La ingestión voluntaria de pienso de las conejas primíparas lactantes parece estar principalmente regulada por factores físicos y parece ser insuficiente para cubrir todas sus

necesidades. La condición corporal de la coneja lactante está también ligada con la capacidad de ingestión y la producción de la coneja. Muchos trabajos muestran un déficit energético durante la primera lactación de las conejas (Partridge *et al.*, 1983; Xiccato *et al.*, 1995; Parigini-Bini *et al.*, 1992), con pérdidas de peso y movilización de las reservas, mientras que esta situación se observa en conejas múltiparas solo cuando presentan ritmos productivos intensivos o elevado tamaño de la camada.

Según, Alqedra (2001), el parto también afecta significativamente a la producción de leche, de forma que en el segundo parto la producción de leche es mayor que en el primer parto durante las tres primeras semanas de lactación, mientras que en la cuarta semana desaparece esta diferencia, siendo las medias de producción para los partos 1 y 2 de 168 y 182 g/día, respectivamente. En este mismo estudio se demuestra que el número de parto también afecta al tamaño y al peso de la camada. Además, las conejas primíparas tenían pesos a la cubrición y post-parto inferiores que las múltiparas. El parto afectaba de forma significativa a la ingestión y peso de camada al destete, de manera que las conejas primíparas mostraron una tendencia de ingerir menos pienso que la múltiparas y tenían camadas de menor peso.

Así pues, la capacidad del animal para la obtención de recursos nutritivos es siempre importante para su productividad, pero se convierte en crucial cuando las condiciones en las que debe realizarse dicha producción no son las óptimas, es posible que los animales más longevos lo sean por ser más eficaces en este aspecto (Savietto, 2014).

En resumen, varios autores coinciden en que la capacidad de ingestión voluntaria de pienso de las conejas primíparas parece ser insuficiente para cubrir todas sus necesidades energéticas: crecimiento propio, producción de leche y desarrollo fetal pudiendo perder reservas corporales.

2. *Objetivos*

El mayor o menor aprovechamiento de los alimentos determinará la mejor o peor satisfacción de las necesidades nutritivas del animal y, por consiguiente, su mayor o menor producción en condiciones normales o de estrés térmico. Las diferencias digestivas entre número de parto parecen ser de pequeña magnitud, aunque en ciertos casos pueden existir grandes diferencias individuales.

Mediante las pruebas de digestibilidad, se conoce qué porcentaje del alimento administrado es aprovechado por el animal, y por tanto, utilizado para realizar funciones de producción o de mantenimiento.

Para temperaturas superiores a la zona de termoneutralidad el consumo de pienso es menor, porque el animal tiende a evitar la producción de calor que la utilización del alimento lleva asociado ya que tiene dificultades para disiparlo.

Una menor ingestión suele correlacionarse con un aumento de la digestibilidad, para lo que tiende a compensar en parte el descenso de aporte de nutrientes.

No se han hecho demasiados trabajos para conocer cómo afecta a la digestibilidad en conejas sometidas a estrés térmico o con limitaciones de la capacidad de ingestión y en el momento de mayor productividad (pico de lactación). Esto es interesante para comprender la eficacia nutritiva en conejas que tienen mayores necesidades productivas y/o en temperaturas altas.

Por ello, el objetivo principal de este trabajo es estudiar cómo afecta la temperatura ambiental a la utilización del alimento por parte de las conejas en lactación, tanto primíparas como múltiparas, así como la repercusión que ello puede tener sobre la condición corporal y sobre la producción de leche y, por tanto, sobre el crecimiento de las camadas.

3.1.- INSTALACIONES

El experimento se llevó a cabo en la granja cunícola experimental y en el laboratorio bromatológico de la Unidad de Alimentación Animal del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad Politécnica de Valencia.

La granja cunícola tiene una nave para maternidad con capacidad para alojar a 180 madres en jaulas individuales de lactación, con ventilación estática y dinámica y sin sistema de control de temperatura. La granja dispone también de una pequeña cámara climática con capacidad para 42 madres, con ventilación dinámica y provista de un sistema de regulación y control de temperatura durante las 24 horas.

En ambas condiciones ambientales se dispone además de jaulas metabólicas individuales diseñadas para realizar medidas de digestibilidad.

Las jaulas metabólicas tienen unas dimensiones de 32 x 50 x 32 cm, tres de sus paredes son de chapa continua y la frontal de rejilla, y están equipadas con un cono de acero inoxidable en la parte inferior que permite la recogida de heces y orina en una cubeta por separado. El bebedero del que disponen es de cazoleta y el comedero de tipo tolva, tienen una abertura frontal para colocar el comedero, que se sujeta mediante cuatro enganches.

Las heces caen sobre una cubeta de plástico y la orina en un frasco cubierto por una malla fina para evitar la entrada de heces. Alrededor de la cubeta se coloca una lámina de PVC flexible para evitar pérdidas de heces.

La iluminación en las naves, es natural, a través de ventanas laterales, y artificial, mediante lámparas fluorescentes. El período de luz y oscuridad se estableció en 16 horas de luz y 8 de oscuridad, regulado la luz artificial mediante un temporizador y maximizando el aprovechamiento de la luz natural a través de ventanas. En la cámara climática se siguió el mismo ciclo de iluminación pero empleando solo luz artificial suministrada igualmente por lámparas fluorescentes.

3.2.- ALOJAMIENTOS EXPERIMENTALES

En la experiencia se utilizaron dos alojamientos distintos para los animales, nave y cámara climática, cuya principal variación es la temperatura ambiental.

El primero es el que corresponde a un ambiente mediterráneo templado, es decir el que tienen las naves de la granja, con una temperatura y una humedad relativa características de Valencia durante los meses de marzo y abril. Durante el periodo de medida las

temperaturas mínimas registradas variaron entre 9 y 19°C, con un valor medio de $13,5^{\circ}\text{C} \pm 2,8$, y las temperaturas máximas variaron entre 10 y 23°C, con un valor medio de $19,3^{\circ}\text{C} \pm 4,3$.

El segundo alojamiento, el correspondiente a la cámara climática, dispone de un sistema de calefacción/refrigeración que permite programar la temperatura ambiental siguiendo una rampa de temperatura diaria, cuyas características se muestran en la Figura 1.

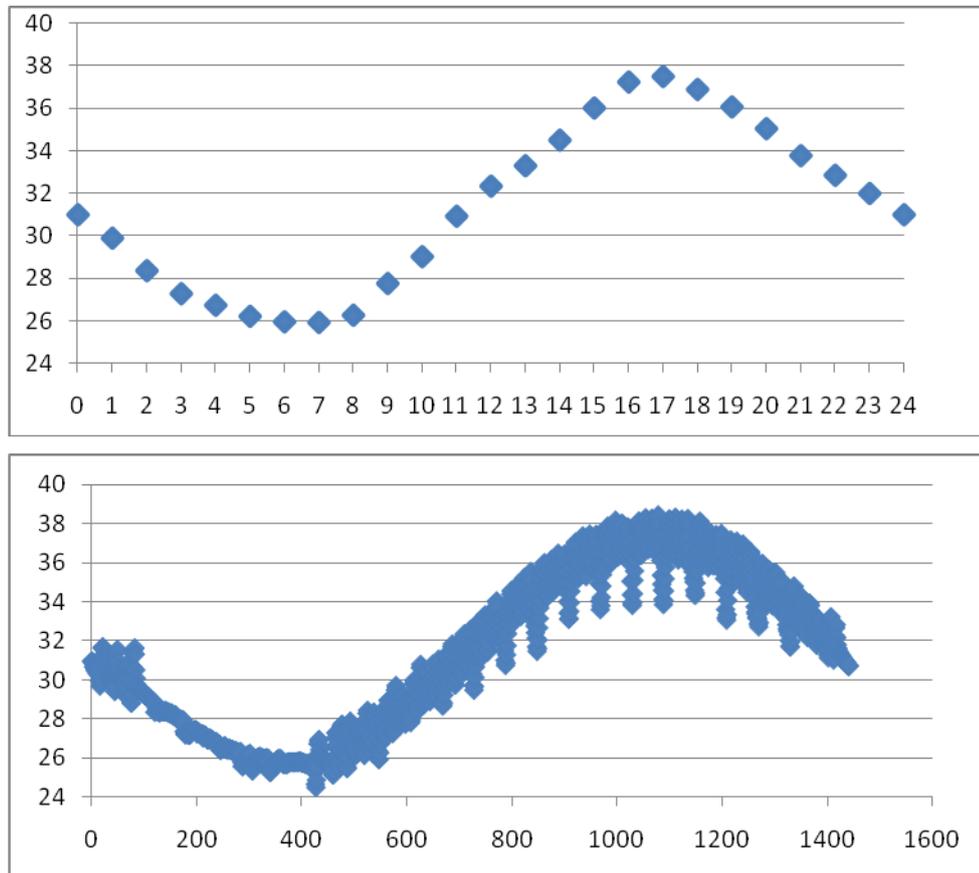


Figura 1. Rampa de temperatura ambiental (°C) diaria (0 a 24 horas) programada y registro real obtenido durante un día de experiencia (1440 registros, uno cada minuto) en la cámara climática.

La temperatura mínima programada era de 26°C, que se alcanzaba durante la madrugada, y la temperatura máxima era de 38°C, que se alcanzaba por la tarde, manteniéndose las temperaturas por encima de los 28°C durante la mayor parte del día.

3.3.- ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 63 conejas cruzadas de las líneas maternas seleccionadas V x A de la Universidad Politécnica de Valencia, que son utilizadas en granjas comerciales por sus buenos resultados productivos. Las conejas crecieron en la granja experimental de la Unidad de

Alimentación y habían estado alojadas en la nave (31 conejas) o en la cámara climática (32 conejas) desde la fase de recría hasta el final de la experiencia.

El experimento se realizó durante una lactación y fue llevado a cabo en 6 series de partos consecutivos. En cada serie entraban conejas que habían parido el mismo día y que se encontraban en primero (hasta un total de 17 conejas en cada alojamiento) o en segundo parto (14 conejas en la nave y 15 en la cámara climática).

3.4.- ALIMENTACIÓN

Las conejas se alimentaron *ad libitum* con un pienso granulado para conejas durante toda la lactación, formulado según las recomendaciones dadas por de Blas y Mateos (1998) Los ingredientes empleados y la composición química del pienso se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes y composición química del pienso de conejas lactantes utilizado en la experiencia.

INGREDIENTES (g/kg)	
CEBADA GRANO	315
SALVADO DE TRIGO	50
TORTA DE GIRASOL 30	100
TORTA DE SOJA 44	101
HENO DE ALFALFA	370
ACEITE DE SOJA	40
L-LISINA HCL	0,45
DL-METIONINA	0,95
L-TREONINA	0,6
ROBENIDINA	1
BACITRACINA	2
CARBONATO CÁLCICO	1
FOSFATO BICÁLCICO	10
SAL	4
CORRECTOR ¹	4
COMPOSICIÓN QUÍMICA (g/kg MS)	
MATERIA SECA (MS, g/kg)	951,1
MATERIA ORGÁNICA	916,8
FIBRA NEUTRO DETERGENTE	332,6
FIBRA ÁCIDO DETERGENTE	167,9
LIGNINA	24,9
PROTEÍNA BRUTA	174,7
ENERGÍA BRUTA (MJ/kg MS)	18,69
¹ Corrector vitamínico y mineral Px Gucco®	

3.5.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y TOMA DE MUESTRAS

En el momento del parto se pesaron madres y camadas y se mantuvieron en jaulas de lactación. El día 14 de lactación las conejas eran trasladadas a las jaulas metabólicas y se iniciaba la fase experimental del ensayo de digestibilidad que se realizó durante 4 días. Dado que las conejas alojadas en las jaulas de digestibilidad estaban separadas de sus camadas, a primera hora de la mañana se trasladaban las madres a las jaulas de lactación donde estaban los gazapos para que se realizase el amamantamiento durante todos los días que duró la toma de datos de digestibilidad.

La colecta de heces, se realizó cada 24 horas. Las muestras se guardaban en bolsas de plástico identificadas con los números de la coneja y de la jaula. Si se encontraban gránulos de pienso mezclado en las heces se separaban, se introducía este pienso en otra bolsa correctamente identificada, que se acumulaba para su posterior deshidratación en estufa ventilada a 104°C. Las bolsas con las heces se ponían en el congelador a -18°C y al día siguiente se sacaban y se rellenaban con el heces de ese día, acumulando todas las heces emitidas por cada coneja hasta completar los 4 días.

Al finalizar el periodo de recogida de heces, se sacaron las heces acumuladas de cada coneja y se desecaron, pesaron y molieron, quedando listas para analizar.

El procedimiento de deshidratación de las heces era el siguiente, se ponían las heces congeladas en un papel de filtro previamente pesado (T1), y se depositaban en bandejas amplias dentro de una estufa de deshidratación con ventilación forzada y salida de aire. Se dejaban en la estufa a 80°C durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, las bandejas se sacaban de la estufa y se pesaba el papel con las heces semi-desechadas (W1), se cogían unos 200-300 g de muestra para análisis y el resto de las heces se volvía a pesar en el papel (W2) y se ponía de nuevo en la estufa, a 100°C durante 24 horas para su total desecación, pasado este tiempo se volvían a pesar (W3), y de este modo se obtenía la cantidad de materia seca excretada por cada coneja en las heces, según la fórmula:

$$\text{HECES (g MS)} = \frac{(W1 - T1) \times (W3 - T1)}{W2 - T1}$$

Dónde:

W1: peso del papel junto con las heces semi desecadas tras 24 h a 80°C (g)

T1: peso del papel de filtro (g)

W2: peso del papel junto con las heces semi desecadas después de coger la muestra (g)

W3: peso del papel junto con las heces totalmente desecadas tras 24 horas a 100°C (g)

La muestra que se había recogido se molía y se ponía en bolsitas de plástico que se dejaban abiertas 24 horas para que se estabilizaran. A las 24 horas las muestras ya estaban listas para trasladarlas al laboratorio. Para un fácil manejo de las muestras se ponían en botes de muestras cerrados, donde se anotaba el nombre de la experiencia, el número de coneja, y la fecha de toma de muestra y se guardaron a la temperatura del ambiente hasta su análisis.

Igualmente, se muestreó el pienso para análisis en el laboratorio tomando unos 50g el primer día de cada serie de la experiencia de digestibilidad hasta acumular unos 200-300 g, las muestras fueron guardadas en refrigeración durante el muestreo y hasta su molienda.

El procedimiento seguido después de moler fue el mismo que el descrito para las heces.

Adicionalmente, se tomaron tres muestras de 50 g del pienso ofrecido a los animales (C) para la inmediata determinación de su contenido en materia seca (sin moler los gránulos originales) con el objeto de determinar el consumo de materia seca registrado por las conejas durante el periodo de medida de la digestibilidad por diferencia entre el pienso ofrecido el primer día y el no consumido al final del periodo, y restando el pienso seco que se hubiera recogido con las heces.

El peso de la coneja y el espesor de los depósitos de grasa perirenal se midieron al parto y a los 14 días de lactación. El espesor de la grasa perirenal se midió utilizando el método descrito por Pascual *et al.* (2004), utilizando el ecógrafo por ultrasonidos de Toshiba, Just Vision 200, SSA-320A, para lo que previamente se afeitó el pelo del área que se encuentra entre las vértebras lumbares y torácicas hasta la mitad de las costillas de las conejas colocadas en una cesta de 40x20 cm para mantener una posición más o menos constante. Se aplicaba vaselina líquida (para eliminar posibles burbujas de aire que pudiesen interferir con la transmisión de las ondas) y gel de ecografía para favorecer dicha transmisión. La sonda se colocó en posición transversal al plano longitudinal de la coneja entre la segunda y la tercera vértebra lumbar y a 3 cm de la columna hacia la izquierda y derecha, lugar en el cual se realizaban dos mediciones, una en el lado derecho y otra en el izquierdo.

La producción de leche de las conejas se calculó diariamente (de lunes a viernes), por diferencia mediante doble pesada de la madre antes y después del amamantamiento, que tenía lugar siempre entre las 8 y las 9 de la mañana.

El tamaño y el peso de las camadas se controlaron al parto y en el momento del destete, que se realizó a los 28 días post-parto.

3.6. -MÉTODOS ANALÍTICOS Y CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD

Los análisis químicos realizados sobre el pienso y las heces seguían los esquemas analíticos generales Weende y de fibras de Van Soest, además se midió el valor calórico de combustión.

Se determinaron los contenidos en Materia Seca, Cenizas, Proteína Bruta, ADF y ácido detergente lignina mediante los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000). Para la determinación de NDF se siguió el método descrito por Mertens (2002) y el contenido en Energía Bruta (EB) se determinó mediante combustión en bomba calorimétrica adiabática, siguiendo las recomendaciones dadas por los Grupos Europeos de Investigación en Nutrición del Conejo (EGRAN, 2001).

A partir de los datos de ingestión y excreción de heces y de los resultados analíticos de ambos, se calcularon los coeficientes de digestibilidad aparente de cada coneja para MS, Materia orgánica (MO), EB, PB, NDF y ADF, según la fórmula general dada en el apartado 1.1.1 de la Introducción (Mc Donald *et al.*, 1999).

3.7.- ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Con los resultados obtenidos en la granja y en el laboratorio se hizo una base de datos en la que se registraron las siguientes variables para analizar estadísticamente:

- Ingestión de pienso, expresado en g MS/día.
- Coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta, energía bruta, NDF y ADF, expresados en %.
- Ingestión de energía digestible (kJ/día) e ingestión de proteína digestible (g/día).
- Peso de la coneja a los 14 días de lactación, expresados en gramos.
- Incremento de peso de la madre desde el parto hasta los 14 días de lactación, expresado en g/día.
- Grosor de la grasa perirenal a los 14 días de lactación, expresados en mm.
- Incremento del grosor de la grasa perirenal desde el parto hasta los 14 días de lactación, expresado en mm.
- Producción de leche, expresados en g/día.
- Incremento de peso del gazapo durante la lactación, expresado en g/día.
- Peso del gazapo al destete, expresado en gramos.

Los análisis estadísticos de estas variables se realizaron mediante el paquete Statgraphics 5.1[®] disponible para uso docente en la universidad.

Previamente al análisis estadístico, se habían eliminado de la base de datos los valores de los coeficientes de digestibilidad de aquellos animales que mostraron signos evidentes de enfermedades o comportamiento digestivo anormal durante la fase de toma de muestras, siguiendo los criterios dados por EGRAN (Perez *et al.*, 1995). A continuación se realizó un análisis descriptivo a todas las variables a estudiar, para detectar casos anormales fuera de rango mediante el gráfico de cajas y bigotes del mencionado paquete estadístico, que se definen como aquellos valores que superan al valor de su media muestral en 3,5 veces el valor de la desviación estándar ('outlayers'). Cuando el valor 'outlayer' afectaba al coeficiente de digestibilidad de la materia seca, se procedió a eliminar todos los registros de digestibilidad de dicho animal (Perez *et al.*, 1995), para el resto de valores 'outlayers' se eliminaba solo el registro del valor afectado.

A partir de esta base de datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza multifactorial la ingestión, los coeficientes de digestibilidad aparente de los distintos nutrientes (MS, MO, EB, PB, NDF y ADF), la ingestión de proteína y de energía digestible y las variables asociados a la producción (peso de la coneja a los 14 días, grosor de la grasa perirenal de la coneja a los 14 días, producción de leche diaria, incremento de peso y de depósitos grasos de la madre desde el parto a los 14 días, incremento de peso del gazapo durante la lactación y peso del gazapo al destete). Se consideraron como factores independientes, el número de parto, y el alojamiento con su correspondiente interacción.

Las medias se ajustaron por mínimos cuadrados (LSM) y la comparación entre ellas se realizaron por contraste múltiple empleando el método LSD.

4. *Resultados y Discusión*

Los datos obtenidos respecto a la ingestión, los coeficientes de digestibilidad y de producción se presentan por separado, por un lado los relativos al alojamiento (Tabla 2), y por otro los relativos al número de parto (Tabla 3), y sus posibles interacciones.

4.1.- EFECTO DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y LA PRODUCCIÓN DE LA CONEJA LACTANTE

En concordancia con lo encontrado por otros muchos autores, el efecto más importante del estrés térmico sobre las conejas reproductoras fue una importante reducción de la ingestión de alimento en las conejas alojadas en la cámara climática ($P < 0,001$) frente a las alojadas en la nave. Como se observa en la Tabla 2, la ingestión disminuyó más de un 35% (unos 110 gramos) en condiciones de estrés térmico, y su efecto se mantuvo tanto durante el primero como durante el segundo parto.

Como ya han señalado varios autores, este descenso de la ingestión es el resultado de la necesidad del animal de mantener la homeostasis de la temperatura corporal y se debe a que a temperaturas altas el animal tiene dificultades para eliminar el calor, por lo que disminuye la ingestión de alimento para reducir de esta forma la producción de calor asociado a la digestión (Fernández-Carmona *et al.*, 1997). También en conejos de cebo se ha observado un descenso de la ingestión cuando la temperatura mínima pasa de 30 a 33°C (Cervera *et al.*, 1997). Además, en un trabajo realizado por el mismo grupo, confirmaron que las conejas a 30°C presentan una menor ingestión, y, asociado a ello, menor tamaño y peso de las camadas al parto y menor viabilidad y crecimiento de los gazapos, que cuando las temperaturas se mantienen dentro del rango de temperaturas críticas. (Fernández-Carmona *et al.*, 1995).

Algunos trabajos señalaron que el efecto de una temperatura alta constante de 30°C es más estresante para los animales que si ésta varía a lo largo del día, sin embargo, las variaciones de temperaturas estudiadas en este trabajo (entre 26 y 38°C) han tenido un efecto similar sobre la ingestión de las conejas que el registrado por los otros autores a 30°C constantes (Fernández-Carmona *et al.*, 1997; Alqedra, 2001; Saviotto, 2014).

Como ya se comentó en la introducción, una menor ingestión suele correlacionarse siempre con un tránsito digestivo más lento y un aumento de la digestibilidad, lo que aumentaría la cantidad de nutrientes que el animal obtiene de una misma cantidad de pienso. Sin embargo, esta mejora de la utilización del alimento no es normalmente suficiente para compensar el descenso de la cantidad de nutrientes que produce la menor ingestión, por lo que se producirá también un menor aporte de nutrientes digestibles y una consecuencia de

este hecho será la limitación de la producción. Los resultados obtenidos en este trabajo confirman estos planteamientos y coinciden con los resultados obtenidos por otros autores.

Tabla 2. Ingestión, coeficientes de digestibilidad y producción de la coneja lactante según el alojamiento

	Nave	Cámara Climática	SE	p
Ingestión diaria (g MS/día)	314	203	6.8	0.0001
Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca (%)	62	67	0.40	0.0001
Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica (%)	63	67	0.39	0.0001
Coeficiente de Digestibilidad de la Energía Bruta (%)	63	67	0.43	0.0001
Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Bruta (%)	68	76	0.7	0.0001
Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Neutro Detergente (%)	28	29	0.64	0.3151
Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Ácido Detergente (%)	13	19	0.77	0.0001
Ingestión de la Energía Digestible (kJ/día)	3641	2517	84.1	0.0001
Ingestión de la Proteína Digestible (g/día)	37	27	0.90	0.0001
Peso de la coneja a los 14 días (g)	3944	3773	49.5	0.0176
Incremento de peso desde el parto (g/día)	20	13	1,8	0,0046
Grosor de la grasa perirenal a los 14 días (mm)	7.4	7.4	0.11	0.6876
Producción de Leche (g/día)	258	209	6.3	0.0001
Incremento de peso del gazapo lactante (g/día)	15	13	0,4	0,0001
Peso del gazapo al destete (g)	469	411	11,5	0,0009

En cuanto a los coeficientes de digestibilidad aparente de los distintos nutrientes estudiados son mayores cuando están en condiciones climáticas desfavorables, afectando significativamente el alojamiento ($P < 0,001$) a todos ellos, excepto en el caso de la digestibilidad del NDF.

Como se observa en la Tabla 2, los coeficientes más generales de la digestibilidad (materia seca y materia orgánica) aumentaron en torno a un 5% en cámara caliente, lo que, tal como vimos en la introducción y hemos comentado anteriormente, está relacionado con el hecho de que al bajar el consumo de pienso disminuye la velocidad de tránsito y aumentan los valores de digestibilidad aparente (Mc Donald *et al.*, 1999), pero hay que destacar que mientras la ingestión en condiciones de estrés térmico, cayó un 36%, los coeficientes de digestibilidad generales se incrementaron solo unos 4 puntos. A esta subida de los coeficientes de digestibilidad generales han contribuido la mejora de la digestibilidad de todos los nutrientes, pero el incremento fue especialmente importante en el caso de la fibra menos utilizable, registrando un incremento del 46% para el ADF, aunque el conjunto más amplio de fibras (NDF) no diera diferencias significativas.

El efecto del alojamiento sobre la digestibilidad de las fibras debe ser considerado por separado, ya que el aumento del tránsito digestivo sobre los coeficientes de digestibilidad de estas fracciones es más controvertido y el principal efecto sobre su utilización digestiva debe estar más relacionado con modificaciones en las fermentaciones que tiene lugar en el ciego que con la digestión en el intestino delgado.

El hecho de que la digestibilidad del NDF se viera poco afectada mientras que el ADF incrementara tanto la digestibilidad, parece indicar que la parte más utilizable de las fibras (las hemicelulosas) han sido poco afectadas por el tránsito digestivo, mientras que la fibra más indigestible habría penetrado en más cantidad y habría permanecido más tiempo en el ciego, facilitando con ello su utilización por parte de la microflora cecal.

Gidenne *et al.* (1998), señalaron que cuando disminuye el tamaño de partícula de las fibras, estas son separadas con mayor eficacia en el íleon terminal/colon proximal y penetran en mayor cantidad en el ciego, donde, además aumentará el tiempo de retención y, por tanto, la digestibilidad de dicha fracción aumenta.

A la vista de estos resultados, hay que señalar que, aunque se ha comentado que la importancia de la fibra en la alimentación del conejo no está fundamentalmente relacionada con los aportes nutritivos, sino que actúa como un lastre que aumenta la velocidad de tránsito digestivo evitando la aparición de diarreas (Lebas *et al.* 1986), no es menos cierto que puede llegar a representar un porcentaje nada desdeñable de la energía disponible para el animal en condiciones de estrés térmico, lo que puede ser especialmente importante si se emplean

piensos más fibrosos y de menor concentración energética aportada de sustancias fácilmente digeridas por el animal (menor contenido en almidón). Dicha mejora de la digestibilidad de las fibras también puede explicar en parte el incremento de la digestibilidad de la energía del alimento registrado en la cámara caliente.

La energía bruta y la proteína bruta aumentaron su utilización digestiva en la cámara climática un 6% y un 11%, respectivamente. Las diferencias de digestibilidad aparente de la energía y de la proteína según el alojamiento en que se encuentre la coneja tiene una gran importancia práctica y debería tenerse en cuenta, ya que la formulación de piensos se hace en condiciones de confort para el animal.

A pesar de todo y como se ha señalado antes, la mejora de la utilización digestiva en condiciones de estrés térmico no es suficiente para compensar la reducción de nutrientes que representa el descenso de la ingestión, por lo que las conejas en la cámara climática ingirieron un 31% menos de energía digestible ($P < 0,001$) y un 27% menos de proteína ($P < 0,001$), lo que supone una limitación muy importante de los nutrientes necesarios para la producción.

Los resultados productivos reflejan esta grave limitación de nutrientes que sufrieron las conejas alojadas en condiciones de estrés térmico, ya que, tal como puede verse en la Tabla 2, se produjo una caída en la producción de leche de un 19% en cámara ($P < 0,001$) y una reducción del crecimiento de los gazapos lactantes de un 13% ($P < 0,001$), dando pesos al destete significativamente inferiores ($P < 0,001$). Según Cervera y Fernández-Carmona. (2010), cuando la temperatura ambiental supera el rango de temperatura máxima crítica, la ingestión voluntaria de la coneja será aquella que le permita mantener el mejor balance entre la producción y las posibilidades de eliminar el calor para evitar un incremento de la temperatura corporal, y una reducción de la ingestión es la única estrategia de la coneja con la que puede prevenir el inevitable incremento de calor ligado a la digestión y a los procesos productivos.

Las conejas alojadas en la cámara climática tuvieron un peso vivo significativamente menor que en la nave (-4%; $P < 0,05$) e incrementaron menos su peso desde el parto (-35%; $P < 0,01$) tanto en el caso de las conejas primíparas como en las múltiparas, registrándose una interacción significativa ($P < 0,05$) entre ambos factores, como se comentará más adelante. Estos resultados coinciden con los datos por Poujardieu y Matheron (1984), quienes indican que las reproductoras criadas en ambiente de estrés térmico, con temperaturas superiores a 28°C, tienen el crecimiento netamente ralentizado y un peso vivo reducido hasta en un 17% con relación a sus hermanas criadas en condiciones de temperatura templada de 23°C.

En el caso del grosor de la grasa perirenal no hubo diferencias significativas en cuanto al tipo alojamiento, lo que, según Savietto (2014), indicaría una estrategia de la coneja por priorizar el mantenimiento de las futuras camadas limitando la producción de leche y, por

tanto el crecimiento de la camada actual, cuando los recursos disponibles son limitados y no permiten cubrir todas sus necesidades nutritivas.

4.2.- EFECTO DEL NÚMERO DE PARTO SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA Y LA PRODUCCIÓN DE LA CONEJA LACTANTE

El primer resultado destacable es que la ingestión de pienso, de energía y de proteína digeribles no se vio significativamente afectada por el número parto y tampoco se modificaron los coeficientes de digestibilidad de los distintos nutrientes (Tabla 3), pero la interacción entre los dos factores estudiados dio diferencias significativas o cercanas a la significación estadística para la ingestión de pienso, energía y proteína ($P>0,10$) y para el incremento de peso de la madre desde el parto ($P<0,05$).

El hecho de que ninguno de los coeficientes de digestibilidad aparente, ni de ingestión (de la energía y de la proteína digerible) tuviera diferencias significativas en cuanto al número de parto de la coneja, ni que apareciera ninguna interacciones significativa para ninguno de los coeficientes de digestibilidad, indicaría que la utilización digestiva de los alimentos es un carácter que se ve poco afectado por el número de parto, por lo que las diferencias en aprovechamiento de los recursos que han encontrado otros autores pueden haber sido ocasionadas por diferencias de ingestión entre partos, o debieron producirse en otro nivel diferente al digestivo, puesto que este no se modifica incluso si los animales se encuentran fuera de las condiciones ambientales de confort.

Distintos autores han señalado una limitación de la capacidad de ingestión de las conejas primíparas, que ocasiona también un menor aporte de nutrientes procedentes de la alimentación y una menor producción durante este parto en relación con los siguientes, debido a que son animales que aún no han completado su desarrollo corporal, lo que produce también diferencias en su peso vivo (Alqedra, 2001; Quevedo, 2005; Savietto, 2014).

El esquema parece ser correcto cuando se analizan los resultados obtenidos con las conejas alojadas en la nave, pero en la cámara climática los resultados fueron distintos, tal como se muestra en las Figuras 2,3 y 4.

La explicación de los resultados obtenidos en la cámara climática parece de nuevo encontrarse en el comportamiento de ingestión de pienso por las conejas, que limita la disponibilidad de nutrientes, y que estaría asociado igualmente a la regulación de la temperatura corporal.

Como se observa en la Figura 2, en condiciones ambientales dentro de la zona de termoneutralidad (nave), las conejas multíparas aumentaron la ingestión en un 8% respecto al primer parto, concretamente 23 g MS/día más ($P < 0,10$), pero en condiciones de estrés térmico, su efecto es tan potente que no hay diferencias en la ingestión entre conejas primíparas y multíparas en la cámara climática. Este comportamiento significa que las diferencias en la disponibilidad de energía y de proteína son cada vez mayores entre la nave y la cámara climática, lo que limita muy seriamente las posibilidades productivas de las conejas en condiciones de estrés térmico, que solo podrían aumentar a costa de las reservas corporales de las que dispusiera la madre.

El peso de la madre a los 14 días sí fue menor en el primer parto ($P < 0,05$) de manera que la coneja multípara aumentó en casi un 5% su peso vivo, pero el incremento de peso diario desde el parto (Figura 3) se mantuvo igual que en el primer parto en la cámara climática (13 g/día), mientras que en la nave las conejas de segundo parto aumentaron de peso más que durante el primer parto (25 y 16 g/día, respectivamente). Este comportamiento diferente del incremento de peso hizo que, mientras que en condiciones térmicas cálidas el aumento fue de 300 g, en estrés térmico fue de 200 g, lo que hace que se aumenten aún más las diferencias de peso vivo de las conejas entre alojamientos.

Las necesidades para crecimiento de las conejas son aún importantes para las conejas en primera gestación y lactación, pero en general no suelen ser tenidas en cuenta por ninguno de los autores consultados, ya que cubrir dichas necesidades no parece suponer un problema para estos animales con los piensos normalmente utilizados (Cervera y Pascual, 2006), sin embargo, en condiciones de estrés térmico estos conceptos deberían ser revisados.

El grosor de la grasa perirrenal se mantuvo en valores similares en ambos partos, al igual que ocurría por el alojamiento, lo que parece indicar una utilización de los recursos disponibles al límite por parte de las conejas, cuya prioridad también en el segundo parto continuarían siendo las camadas futuras, según la estrategia de prioridades dada por Savietto (2014).

Tampoco la producción de leche aumentó de forma significativa entre los partos, aunque es de destacar que, mientras en la nave las conejas aumentaron un 6% la producción de leche, en la cámara climática este fue de solo un 3% (Figura 4), aumentando así las diferencias entre ambos alojamientos, por tanto se podría decir que la tendencia es la misma aunque el ritmo es menor.

Tabla 3. Ingestión, coeficientes de digestibilidad (%) y producción según el número de parto

	Primer Parto	Segundo Parto	SE	p
Ingestión diaria (g MS/día)	255	261	6.9	0.5125
Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca (%)	65	64	0.41	0.5136
Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Orgánica (%)	65	65	0.40	0.4877
Coeficiente de Digestibilidad de la Energía Bruta (%)	65	64	0.45	0.3126
Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Bruta (%)	72	71	0.72	0.2889
Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Neutro Detergente (%)	28	28	0.66	0.9446
Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Ácido Detergente (%)	16	16	0.79	0.8273
Ingestión de la Energía Digestible (kJ/día)	3061	3097	86.6	0.7607
Ingestión de la Proteína Digestible (g/día)	32	32	0.93	0.8971
Peso de la coneja a los 14 días (g)	3725	3991	51.0	0.0003
Grosor de la Grasa Perirenal a los 14 días (mm)	7.4	7.4	0.11	0.6291
Producción de Leche (g/día)	227	240	6.54	0.1750

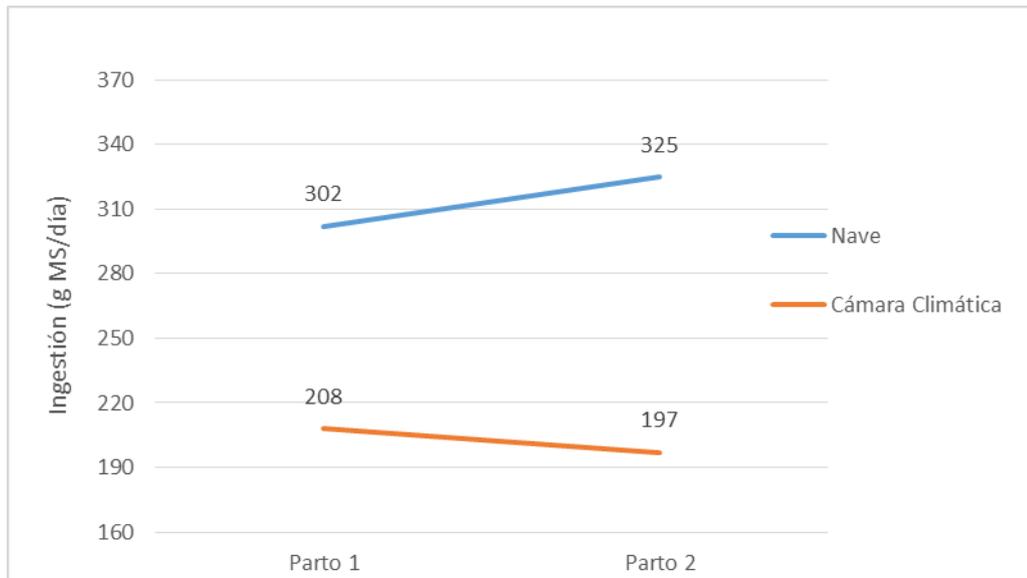


Figura 2. Comportamiento de la ingestión (g MS/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.

Como ya se ha señalado, todos los autores coinciden que en ausencia de estrés térmico esto ocurre porque en el primer parto la coneja no ha acabado de completar el crecimiento y su capacidad de ingestión está limitada por este hecho, mientras que en el segundo parto, la coneja ya desarrollada por completo pesará más y aumentará la ingestión (Cervera y Pascual, 2006).

En cambio, en la cámara caliente, aun cuando el crecimiento de la coneja sí que se haya producido (de hecho, el peso de la coneja en la cámara climática también fue mayor en el segundo parto (3886 g en el segundo parto frente a 3660 en el primero), ese aumento de la ingestión en el segundo parto no se ha producido debido a que la limitación que impone el estrés térmico es más importante que el incremento de la capacidad de ingestión de la coneja múltipara y es el que realmente limita la ingestión.

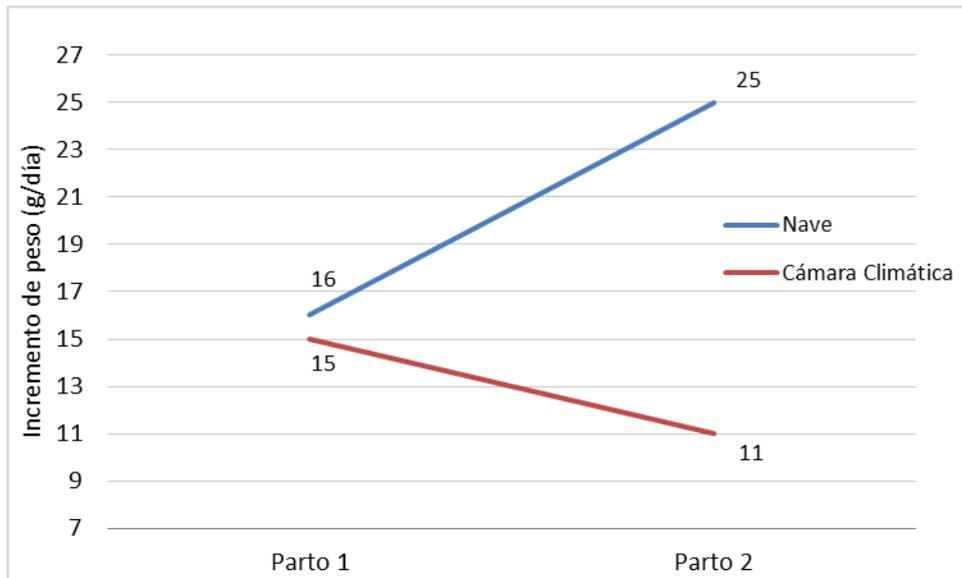


Figura 3. Incremento de peso (g/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.

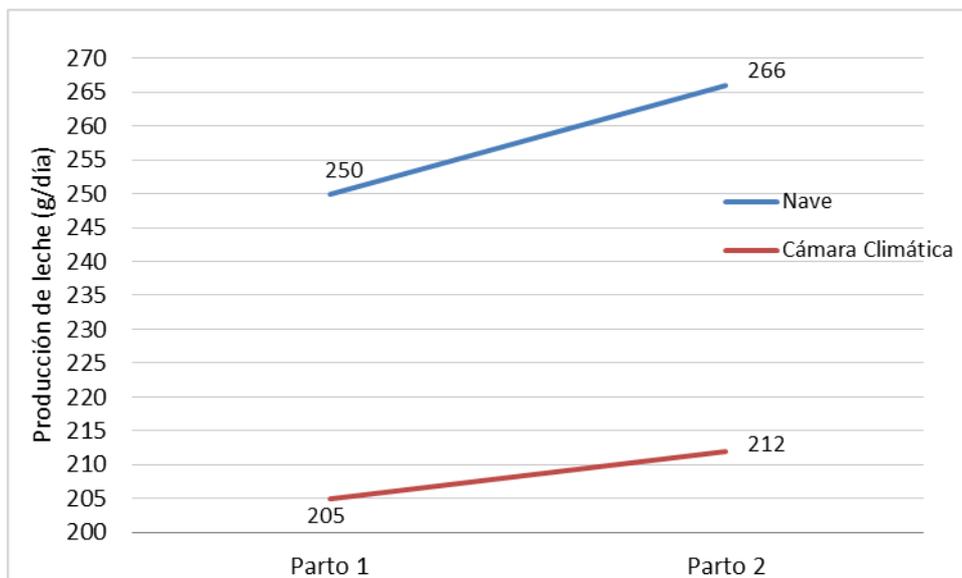


Figura 4. Producción de leche (g/día) de conejas en primero y en segundo parto según el alojamiento.

Estos resultados son relevantes a la hora de planificar la alimentación de las conejas en condiciones de estrés térmico. Así, según estudios recopilados por Pascual *et al.* (2003), en el que se analizan las necesidades nutricionales de la coneja reproductora durante los primeros ciclos reproductivos cuando su capacidad de ingestión es su principal factor limitante, se dice que los piensos energéticos parecen ser más adecuados en estas condiciones, aunque dichas ventajas no son tan relevantes cuando la coneja alcanza el tamaño adulto porque pueden llevar a un engrasamiento excesivo y a una reducción de la prolificidad si no se utilizan con cuidado durante los periodos de menores necesidades nutritivas. En condiciones de estrés térmico, parece que dichos riesgos no son reales, sino que, por el contrario, el uso de piensos

muy energéticos podría representar la única posibilidad de la coneja para aumentar su producción, dado que la limitación de la ingestión es muy grave y se mantiene de forma permanente.

5.*Conclusiones*

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Las conejas alojadas en condiciones de estrés térmico presentan una mejor utilización digestiva de todos los nutrientes del alimento debido a una importante reducción de la ingestión.

La reducción de la ingestión en condiciones de estrés térmico limita la disponibilidad de nutrientes y, por tanto, la producción de leche y el incremento de peso de la madre y de los gazapos, tanto en el primero como en el segundo parto.

6 *Bibliografía*

Alqedra, I.A., 2001. Alimentación de Conejas con un Pienso Rico en Alfalfa a Temperaturas Ambiente, Normal y Alta. Tesis Doctoral. UPV. Valencia, Spain.

Amici, A., Canganella, F., Bevilacqua, L. 1998. Effect of high ambient temperature in rabbits: Metabolic changes, caecal fermentation and bacterial flora. *World Rabbit Science*, 6: 319-324.

AOAC. 2000. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th edition. *Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, EEUU*.

Björnhag, G. 1972. Separation and delay contents in the rabbit colon. *Sweed. J. Agric. Res.*, 2: 125-136.

De Blas, C., Mateos, G.G. 1998. Feed formulation. *In: de Blas, C., Wiseman, J. (Ed). The Nutrition of the Rabbit. (Eds). CABI Publishing. Wallingford. UK. 241-253.*

Carabaño, R., Fraga, M.J. 1989. Coprofagia. *En: de Blas, C. (Ed). Alimentación del conejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 15-27.*

Cervera, C., Blas, E., Fernández-Carmona, J. 1997. Growth of rabbits under different environmental temperatures using high fat diets. *World Rabbit Sci.*, 5: 71-75.

Cervera, C., Fernández-Carmona, J. 1998. Climatic environment. *In: de Blas, C., Wiseman, J. (Ed). The Nutrition of the Rabbit. (Eds). CABI Publishing. Wallingford. UK. 273-295.*

Cervera, C., Pascual, J.J. 2006. Manejo de la alimentación de las conejas reproductoras. *XXXI Symposiun de cunicultura. Lorca: 211-227.*

Cervera, C., Fernández-Carmona, J. 2010. Nutrition and the Climatic Environment. *In: de Blas, C., Wiseman, J. (Ed). Nutrition of the Rabbit. (2nd Ed). CABI Publishing. Wallingford. UK. 267-284.*

Church, C., Pond, G., Pond, R. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. *Ed. Limusa. Mexico.*

EGRAN 2001. Technical note: Attempts to harmonize chemical analyses of feed and faeces for rabbit feed evaluation. *World Rabbit Sci.*, 9: 57-64.

Fernández-Carmona, J., Cervera, C., Sabater, C., Blas, E. 1995. Effect of diet composition on the production of rabbit breeding does housed in a traditional building and at 30°C. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 52: 289-297.

Fernández-Carmona, J., Cervera, C., Pascual, J.J. 1997. Parámetros productivos de conejas a tres temperaturas ambientales. *XXII Symposium de Cunicultura. Gran Canaria: 16 pp.*

Frangiadaki, E., Golidi, E., Menegatos, I., Luzi, F. 2003. Comparison of does' performances under high and moderate temperatura in a greek commercial farm. *World Rabbit Sci.*, 11: 137-143.

Gidenne, T. y Lebas, F. 1987. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance: variations en fonction de l'age. *Annales Zootechnie*, 36: 225-336.

Gidenne, T., Carabaño, R., García, J., de Blas, C., 1998. Fibre Digestion, *In: de Blas, C., Wiseman, J. (Ed). The Nutrition of the Rabbit. (Eds). CABI Publishing. Wallingford. UK. 69-88.*

Lebas, F. 1989. Besoins nutritionnel des lapins. *Revue bibliographique et perspectives. Cuni- Sciences*, 5:1-28

Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., de Rochambeau, H. 1986. The Rabbit: Husbandry, Health and Production, *FAO Animal Production and Health Series. Num. 21. FAO. Roma.*

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A. 1999. Nutrición animal. 5ª ed. *Editorial Acribia S.A. Zaragoza. 205-233.*

Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *J. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int. 85, 1217-1240.*

Parigini-Bini, R.; Xiccato, G.; Cinetto, M.; Dalle Zotte, A. 1992. Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Anim. Prod.*, 55: 153-162.

Partridge, G.G., Fuller, M., Pullar, J. 1983. Energy and nitrogen metabolism of lactating rabbit. *British J. Nutr.*, 49: 507-516

Pascual, J.J.; Cervera, C.; Blas, E.; Fernández-Carmona, J. 1998. Effect of high fat diets on the performance and food intake of primiparous and multiparous rabbit does. *Anim. Sci.*, 66: 491-499.

Pascual, J.J.; Cervera, C.; Blas, E.; Fernández-Carmona, J. 2003. High energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. *Nutr. Abstracts Rev.. Series B: Livestock Feeds and Feeding*, 73: 27R-29R.

Pascual, J.J., Blanco, J.; Piquer, O.; Quevedo, F.; Cervera, C. 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate the body condition of reproducing rabbit does in different physiological status. *World Rabbit Sci.*, 12: 7-22.

Perez, J.M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G., Parigi-Bini, R., Dalle-Zotte, A., Cossu, M.E., Carazzolo, A., Villamide, M.J., Carabaño, R., Fraga, M.J., Ramos, M., Cervera, C., Blas, E., Fernández-Carmona, J., Falcao e Cunha, L., Bengala Freire, J. 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 3: 41-43.

Poujardieu, B., Matheron, G. 1984. Influence d'une ambiance chaude et humide sur la croissance de futures reproductrices. *In: Proceedings III World Rabbit Congress. Rome. Vol. 1: 107-118.*

Proto, V. 1980. Alimentazione del coniglio da carne. *Coniglicoltura*, 17: 17-32.

Quevedo, F. 2005. Adecuación de la nutrición a la mejora genética de la coneja reproductora. Tesis Doctoral. UPV. Valencia, Spain.

Savietto, D. 2014. Environmental and genetic factors driving robustness in reproductive rabbit does. Tesis Doctoral. UPV. Valencia, Spain

Xiccato, G.; Parigini-Bini, R; Dalle Zotte, A; Carazzolo, A; Cossu, M.E. 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.*, 61: 387-398.