

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Máster Universitario en Producción y Sanidad Animal



Consecuencias de la restricción de alimento sobre el desarrollo feto-placentario de conejas múltiparas.

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE MÁSTER

PRESENTADO POR

Aydee Meza Chatata

Tutoras:

Pilar García Rebollar y María Arias-Álvarez

Madrid, 2016

*A Dios por darme la vida e iluminar mi
andar de cada día, y de manera especial a
mis padres por ayudarme a cumplir mis
sueños y darme su apoyo incondicional,
amor, cariño, las fuerzas y por ser la
motivación para seguir adelante, el tiempo
no alcanzara para agradecerles, gracias*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad politécnica de Madrid por admitir mi participación en el Programa de Máster en Producción y Sanidad Animal de la E.T.S. I. Agronómica, Agroambiental y de Biosistemas y de la Facultad de Veterinaria de la universidad Complutense de Madrid.

Agradecer a mis tutoras de tesis, Dra. Pilar García Rebollar y Dra. María Arias-Álvarez, gracias por la confianza y apoyo mostrado. Realmente, me he sentido a gusto poder contar con su orientación en todo momento.

También, quisiera agradecer de manera muy especial a María Rodríguez Francisco, que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Al Departamento de Producción Animal Agraria. E.T.S. I. Agronómica, Agroambiental y de Biosistemas, UPM, por haber brindado los ambientes de laboratorio y la ayuda necesaria para el desarrollo del trabajo.

También agradezco al personal de la granja experimental (conejos), en especial a Beatriz Velasco por su apoyo.

A mis padres Francisco y victoria, en quienes solo puedo expresar mi eterno agradecimiento. Mil veces gracias por confiar en mí, perdonar mis errores y mostrarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Rene, Hernán, Edwin y Leyson y mi sobrina; de los cuales solo tengo gratos recuerdos. Agradecerles porque sus debates, juegos y peculiaridades me han hecho despertar un mundo de curiosidades.

A mis amigos Julia, Carmen, Marilia, Sara, Rony; y los nuevos amigos que encontré en este caminar. Gracias por regalarme parte de sus vidas.

Finalmente, al Programa Nacional de Becas del Gobierno del Perú, representantes y personal administrativo, quienes están apostando porque la investigación brinde sus frutos apoyando nuestra labor académica.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos	
Índice -----	II
Índice de figuras-----	III
índice de tablas-----	IV
Resumen-----	1
Abstract-----	2
1. INTRODUCCIÓN-----	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	5
2.1 La alimentación de conejos. Generalidades -----	5
2.1.1 Necesidades energéticas de las conejas-----	5
2.2 Manejo reproductivo-----	7
2.2.1 Gestación, parto y lactacion-----	7
2.2.2 Desarrollo feto-placentario y alimentación materna-----	8
2.3 Restricción de alimento durante la gestación-----	10
2.4 Coste de alimentación -----	11
3. OBJETIVOS -----	14
4. MATERIALES Y MÉTODOS-----	16
4.1 Animales, alojamiento y condiciones experimentales-----	16
4.2 Selección y distribución de animales -----	16
4.3 Evaluación del desarrollo fetal y placentario-----	17
4.4 Evaluación del crecimiento post-natal y producción de leche-----	21
4.5 Cálculo de costes de alimentación -----	22
4.6 Análisis estadístico-----	22
5. RESULTADOS-----	24
5.1 Resultados de consumo de alimento durante la gestación-----	24
5.2 Evaluación feto placentaria de conejas con alimentación restringida-----	25
5.3 Evaluación del desarrollo post-natal y producción de leche -----	29
5.4 Costes de alimentación -----	30

6. DISCUSIÓN -----	322
6.1 Resultados de consumo de alimento durante la gestación-----	32
6.2 Evaluación feto placentaria de conejas con alimentación restringida-----	33
6.3 Resultados productivos y producción de leche -----	35
6.4 Costes de producción -----	35
7. CONCLUSIONES -----	388
8. BIBLIOGRAFÍA -----	400

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del coste total, de alimentación y precios percibidos. 2014-2016.	122
Figura 2. Distribución de animales en los diferentes grupos experimentales atendiendo al protocolo de alimentación aplicado.....	177
Figura 3. Ovarios de coneja con cuerpos lúteos en su superficie. (Fuente: UPM).....	188
Figura 4. Procedimiento de extracción y determinación del desarrollo feto placentario de conejas el día 28 de gestación. (Fuente: elaboración propia).....	188
Figura 5. Clasificación de los fetos por su aspecto macroscópico y el de sus placentas. A: viables; B: muertos o no viables; C: reabsorbidos o molas. (Fuente: UPM).....	19
Figura 6. Feto extraído del cuerno uterino en el interior de la bolsa fetal y unido a la placenta por el cordón umbilical. 1: Placenta materna o decidua; 2: Placenta fetal o laberinto; 3: Cordón umbilical; 4: Feto. (Fuente: UPM).....	200
Figura 7. Determinación de las dimensiones de los fetos. A: longitudinal; B: diámetro biparietal; C: diámetro occipito-nasal; D: diámetro torácico. (Fuente: UPM).....	200
Figura 8. Control de peso de gazapos desde el nacimiento al destete. (Fuente: elaboración propia)	222
Figura 9. Consumo de alimento (g/día) durante la gestación en conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 21 (R021) de gestación.	244
Figura 10. Eficiencia placentaria (peso feto:peso placenta entera) de conejas gestantes alimentadas ad libitum (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 al 21 (R721) y 3 semanas del día 0 al 21 (R021) de gestación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ($p < 0.035$).	288
Figura 11. Ratios de peso de corazón, pulmón y riñón de los fetos de conejas gestantes alimentadas ad libitum (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 al 21 (R721) y 3 semanas del día 0 al 21 (R021) de gestación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias.	2929

Figura 12. Costes de producción de conejas alimentadas *ad libitum* (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 a 21 (R721) y 3 semanas desde el día 0 a 21 (R021) de gestación. 300

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número, peso y dimensiones de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 21 (R021).-----	26
Tabla 2. Peso de órganos de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 21 (R021) de gestación.-----	26
Tabla 3. Peso y dimensiones de placentas de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 21 (R021) de gestación. -----	267

RESUMEN

El estudio: “Consecuencias de la restricción de alimento sobre el desarrollo feto-placentario de conejas multíparas, se realizó en la granja experimental de la E.T.S.I. Agronómica, Agroambiental y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid (España), con el objetivo de Evaluar el efecto que tiene una restricción alimentaria del 40% de las necesidades nutricionales de conejas multíparas en distintos periodos de su gestación, sobre el desarrollo feto-placentario y sus parámetros productivos.

Se utilizó 98 conejas multíparas híbridas de Neozelandés blanco × Californiano, los animales fueron divididos en cuatro grupos experimentales según el tiempo que duro la restricción: Control, con consumo *ad libitum* (n=24); R07, restringidas 1 semana desde el día de la inseminación IA (día 0) al día 7 de gestación (n=26); R721, 2 semanas desde el día 7 al día 21 (n=26) y R021, 3 semanas desde el día 0 al día 21 (n=22), luego continuándose con la alimentación *ad libitum*. A los días 28 de gestación, se sacrificaron 24 conejas (6 animales de cada grupo) para la evaluación feto-placentaria y el resto de animales continua con la gestación hasta el parto para la evolución de parámetros productivos y la producción de leche.

El consumo de alimento se incrementó considerablemente en los grupos restringidos, dependiendo de la intensidad de la restricción previa. En cuanto al peso de conejas y el número de cuerpos lúteos resultaron no significativas. Según los resultados de la evaluación feto-placentario presentaron algunos parámetros significativos, tales como: DTC, DBP y DON, los pulmones, el corazón y los riñones, y la placenta decidua pero que a pesar de estos resultados no afecto los parámetros productivos ni la viabilidad de los gazapos puesto que el peso de gazapos al nacimiento (media de $58,56 \pm 2,53$ g) no fue afectado. Así como también la mortalidad y la producción de leche no fue afectado.

En conclusión, se podría decir que la restricción del 40% de alimento en diferentes fases, pero considerando el periodo concreto en que se realiza la restricción no afecta al desarrollo embrionario ni a los parámetros productivos ni a la viabilidad de los gazapos por lo que se podría realizar la restricción para ahorrar en los costes de producción (alimentación) pero sin afectar pero sin afectar el bienestar de la coneja y la camada, y también sin afectar a la longevidad y la vialidad futura de sus crías.

ABSTRACT

This work was carried out in the experimental farm Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid (Spain), it has aimed to evaluate the effect of 40% dietary restriction of the nutritional needs of multiparous rabbits at different periods of gestation on the development fetus- placental and production parameters.

We were used 98 multiparous hybrid rabbits, white New Zealand × Californian, who were divided into four experimental groups according to the duration of the restriction: Control, with ad libitum food (n = 24); R07, restricted one week from the day of AI insemination (day 0) to day 7 of gestation (n = 26); R721, two weeks from day 7 to day 21 (n = 26) and R021, three weeks from day 0 to day 21 (n = 22), then continuing with ad libitum feeding until the end of gestation (30 to 31 days). At 28 days of gestation, 24 rabbits (6 animals in each group) were sacrificed for the fetus - placental assessment, and the rest of the animals continued the gestation up to the birth, to evaluate the evolution of the productive parameters and lacteal production

The food consumption increased considerably in the restricted groups, immediately after applied the restriction and depending on the duration of the same one. As for the weight of the rabbits, the number of corpus luteum and fetuses were similar between the experimental groups. According to the results of fetal-placental evaluation, some parameters were affected significantly, such as thoracic diameter, biparietal and occipito-nasal diameter, the weight of the lungs, heart and kidneys of fetuses, and maternal placenta (decidua), but despite these results, the production parameters and the viability of the blunders were similar between groups, since that the blunder's weight at birth and at weaning were not affected. Neither mortality nor decreased milk production.

In conclusion, one could say that 40% food restriction in different stages of pregnancy, considering the particular period in which it is performed the restriction, did not affect the fetal-placental development, neither production parameters, nor the viability of the blunders, so the restriction could be done to save on production costs (food) without affecting the welfare of the rabbit and her litter.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

España es uno de los tres países junto con Italia y Francia con mayor producción de carne de conejo según el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España y comisión de la Unión Europea. Dentro de España los mayores productores son: Cataluña, Galicia, Aragón y Valencia.

En los últimos años el consumo de carne de conejo y el precio ha ido disminuyendo a pesar de los esfuerzos de promover su consumo por parte de las instituciones relacionadas con resultados un tanto negativos.

Por su parte los cunicultores ven afectada su actividad por el bajo coste del producto final como ya se mencionó y también tienen que enfrentar el coste elevado de las materias primas para la elaboración de pienso puesto que la alimentación representa el 60 % del coste total de la producción y muchas explotaciones han tenido que cerrar.

La alimentación, la reproducción, el manejo y la mejora genética son sumamente importantes. La alimentación que se brinda debe ser de calidad y cantidad adecuada para no desperdiciar, ya que esto supone pérdida y aumento de los costos de producción, pero sin afectar el bienestar de los animales. La reproducción junto con la mejora genética juega un papel importante para la obtención del mayor número posible de gazapos con buen peso y con capacidad de sobrevivencia o mayor número de gazapos destetados. Además, la reproducción en bandas y la aplicación de la inseminación artificial (en explotaciones intensivas se utiliza casi o en su totalidad) para tener u obtener mayor número de partos por año y por ende mayor número de gazapos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La alimentación de conejos. Generalidades

El conejo debido a la longitud de su intestino, el volumen del ciego y, en general, la fisiología del aparato digestivo presenta condiciones de herbívoro monogástrico altamente eficiente desde el punto de vista biológico. Es un animal que satisface sus elevadas exigencias metabólicas con la ingestión de grandes cantidades de alimento fibroso y un tránsito rápido del mismo.

La cecotrofia es un proceso que optimiza el aprovechamiento de la microbiota cecal del ciego para obtener energía a partir de los constituyentes fibrosos de la dieta. Esto es debido a que la digestibilidad de la fibra en general es baja, incluso inferior a la de otras especies como el caballo y el cerdo, así como al menor tiempo de permanencia en el ciego, especialmente cuando se trata de partículas fibrosas grandes (Cervera y Pascual, 1998). No obstante, en explotaciones intensivas el animal depende del alimento que se le ofrece cada día, el cual, suele ser en forma de pellets conteniendo los nutrientes necesarios para cada edad del animal e incluso estado fisiológico.

2.1.1 Necesidades energéticas de las conejas

Las necesidades energéticas de las conejas se pueden considerar como la suma de las necesidades de mantenimiento, producción de leche, gestación o de ambos, si están en el mismo periodo, y crecimiento en caso de conejas jóvenes (Cervera y Pascual, 1998).

En los últimos años con la implementación de las explotaciones intensivas, las necesidades nutricionales han tenido que ajustarse en las diferentes etapas debido a que se presentan nuevas exigencias. Se podría decir que la etapa de gestación, es una de las

que está siendo objeto de estudio puesto que el principal objetivo de las explotaciones cunícolas es la de intensificar la producción (Fras y Amorós, 1998).

2.1.1.1 Necesidades energéticas durante la gestación

Las conejas durante los primeros 21 días de gestación no tienen problemas para cubrir sus necesidades con el alimento que ingieren porque el desarrollo embrionario no es muy costoso en términos de energía, pero necesitan mantener sus reservas corporales porque a partir de entonces el desarrollo fetal es muy rápido y las necesidades aumentan muy rápidamente a la vez que desciende la capacidad de ingestión de las madres. Esto obliga a movilizar reservas. El interés de restringir el alimento durante la gestación es mayor cuanto más prolongado sea el periodo entre los partos consecutivos. Pero si la coneja queda cubierta en fecha próxima al anterior parto no suele tener interés restringirle el alimento, por la disminución de espacio abdominal por el rápido crecimiento de los fetos lo cual impide el consumo de alimento para evitar el engrasamiento excesivo o dificultad en el parto (Partridge, et al., 1986).

Según Lorente 1987, las necesidades de gestación son, como media, 88 kcal ED/día. Si a este valor le añadimos las necesidades de conservación de la coneja en gestación (108 kcal ED/kg $P^{0.75}$), una coneja de cuatro kilos de peso debe recibir como media 394 kcal ED/día, lo que supone un nivel de alimentación aproximadamente 1,3 veces el de conservación. Si se adopta la media de suministrar a las hembras gestantes el pienso de las madres (2.430 kcal ED/Kg), la cantidad ofrecida debe ser de unos 160 g/día.

2.1.1.2 Necesidades energéticas durante la lactación

Las necesidades energéticas durante la lactación dependen de la cantidad y composición de la leche, así como la eficacia con que la energía digestible se transforma en energía de la leche. La composición de la leche varía a lo largo de la curva de lactación siendo el valor energético de la leche mayor en los primeros días de lactación y al final de ésta, cuando desciende la producción de leche. En cuanto a la cantidad de leche producida, varía según la curva de lactación, pero se ve muy afectada por otras variables, como por ejemplo el tamaño de camada lactante. Por ello, la producción de leche se puede estimar teniendo en cuenta el tamaño de camada medio en la explotación, preferiblemente, el peso de ésta a los 21 días de edad, empleando ecuaciones de regresión tales como la descrita por De Blas *et al.*, 1995.

2.2 Manejo reproductivo

2.2.1 Gestación, parto y lactación

El 98% de las conejas presentan una gestación de 30 a 33 días y un 2% están entre 29 y 35 días. Cuando es menor de 28 días, es difícil que las crías nazcan vivas. El diagnóstico de preñez debe hacerse por palpación abdominal a los 14 días después de la monta, con suavidad para evitar daño de los fetos en crecimiento y con el fin de detectar las hembras vacías y poder inseminarlas de nuevo. Las causas principales de abortos se relacionan con excesos o deficiencias alimenticias, intoxicaciones por taninos, drogas, patologías del aparato genital, apareamiento de hembras con una condición corporal deficiente, y estrés. El parto se presenta generalmente por la noche. Se deben revisar las camadas periódicamente; contar los gazapos dejando hasta 8 por camada, en caso de un número mayor, se deben transferir a otra hembra (Rodríguez F. 2005 y Bonilla Enciso. 2001).

El período de lactancia varía dependiendo del manejo reproductivo, desde 25 a 35 días aproximadamente. La coneja produce de 4-6 kg de leche por lactancia que corresponde a 40 g/kg de peso/día. Los gazapos dependen totalmente de la leche materna hasta los 20 días de edad. Durante este periodo, el 25% de la ganancia total del peso del conejo se obtiene a partir de leche materna esto debido a que la leche de coneja tiene elevado nivel de nutrientes, especialmente grasa y proteína (15 y 13 %, respectivamente) y contenido de energía de 2400 Kcal/Kg (Widdowson, 1974). La mortalidad de los gazapos es elevada en el período de lactancia, presentándose del 10 al 30% en los primeros días. Puede ser debida a inanición por abandono de la madre en caso de mastitis, canibalismo o porque la coneja solo amamanta una vez al día y si un gazapo deja de mamar en una toma tienen altas probabilidades de morir a los 2 - 3 días según sus reservas iniciales. (Bonilla Enciso, 2001).

2.2.2 Desarrollo feto-placentario y alimentación materna

Según Anderson y Henck (1994), el periodo de gestación en la coneja puede dividirse para su estudio en 3 etapas que transcurren:

- 1) entre la fecundación de los ovocitos y la implantación del embrión (0-7 días).
- 2) durante la placentación y la organogénesis fetal (8-21 días).
- 3) durante el crecimiento fetal (22-31 días).

Las primeras semanas de gestación no implican un gasto energético muy acusado en la madre gestante y su consumo es moderado. No obstante, se trata de una fase crítica que puede definir la tasa de implantación embrionaria y el desarrollo de la placenta, factores limitantes para un buen crecimiento fetal que se lleva a cabo en el último tercio de la gestación en el que la falta de espacio en la cavidad abdominal afecta negativamente al

consumo de la madre (Fortun-Lamothe, 2006). Realizar restricciones de alimento en todas o en algunas de estas fases puede desencadenar diferentes consecuencias en el proceso de implantación, placentación y organogénesis que van a ser abordadas en este trabajo.

La Placenta

En condiciones normales la placenta presenta una correlación positiva con el peso del feto (a mayor peso placentario, mayor peso fetal), en situaciones de restricción alimentaria moderada la placenta de la coneja es capaz de adaptar su morfología y funcionalidad en beneficio de la gestación, reduciendo su tamaño para optimizar su eficiencia y, por lo tanto, favoreciendo el crecimiento fetal (López-Tello *et al*, 2015). La placenta presenta tres zonas: la laberíntica o fetal, muy rica desde el punto de vista vascular, donde se produce la mayor parte del intercambio de nutrientes; la endocrina o zona de unión, encargada de la producción de hormonas; y la decidua o materna que se une al útero, y tiene un sistema arterial encargado de controlar la velocidad del flujo sanguíneo materno intraplacentario.

El desarrollo fetal

El desarrollo fetal inicia desde el día 8,5 post-coito. A partir de ese momento aparecerán las primeras somitas, y se formará la musculatura dorsal, los cartílagos dorsales y las vértebras. A partir de los 9,5 días post-coito comienza el desarrollo de las extremidades fetales finalizando alrededor de 19.5 días con una clara visualización de las manos y los pies del feto (Beaudoin y *et al.*, 2003). Este periodo se puede alargar hasta el día 18-20 de gestación (Beaudoin y *et al.*, 2003; Symeon y *et al.*, 2015), aunque hay órganos como

el cerebro que finalizan su desarrollo en la etapa perinatal, al producirse la mielinización de las neuronas en torno a 5 días post-parto (De Rrick y *et al.*, 2007).

En situaciones de restricción de alimento moderado, el desarrollo de algunos órganos y tejidos será de prioridad, para favorecer la supervivencia del feto. En estas circunstancias el feto prioriza el desarrollo del cerebro, corazón o glándulas adrenales respecto a otros como el hígado, pulmones, riñones, timo o tejido musculo-esquelético (López-Tello, *et al.*, 2016). De este modo, tanto el déficit como el exceso de alimento de la madre durante la gestación pueden afectar a la organogénesis y según el periodo de gestación puede incluso mermar la viabilidad fetal y a la prolificidad. Por consiguiente, es necesario encontrar un equilibrio para intentar minimizar el gasto económico que supone la alimentación de la madre gestante, pero sin perjudicar al desarrollo fetal, de la camada y el bienestar de la coneja.

2.3 Restricción de alimento durante la gestación

Según algunos autores (Fras, C., y Amorós, J. 1998; y Cervera C. y Pascual J. 2006) coinciden en que las conejas gestantes, no lactantes y las conejas gestantes jóvenes pueden cubrir fácilmente sus necesidades energéticas incluso con dietas poco concentradas, por lo que resulta conveniente una restricción del consumo de alimento para evitar el excesivo engrasamiento de las mismas. Sin embargo, con esta estrategia de manejo nutricional, se puede provocar una mayor mortalidad de los gazapos al parto y una supresión de la ingesta voluntaria de alimento de la coneja al principio de la lactación. Las necesidades de las conejas en el pico de lactación son tan altas que difícilmente pueden ingerir las cantidades de alimento necesario para cubrirlas y, parte de la leche se produce a costa de sus reservas corporales. En condiciones normales de explotación, dichas reservas serán

recuperados al final de lactación cuando la producción de leche es menor, ya que la coneja mantiene una alta ingestión de alimento (Cervera y Pascual, 2006).

2.4 Coste de alimentación

España es el tercer productor de carne de conejo de la Unión Europea después de Italia y Francia con más de 50 millones de cabezas sacrificadas al año; la crisis económica ha ocasionado un incremento del coste de pienso desde el año 2007, de modo que en el año 2006 los costes de alimentación representaban el 46% de los costes totales, pero en el año 2013 se incrementó al 56% (Oscóz y Muguera, 2014).

Es por estas razones que la producción cunícola ha dejado de ser rentable para muchos cunicultores ocasionando el cierre de casi la mitad de las granjas de conejos (UPA, 2015), sobre todo aquéllas explotaciones más pequeñas, puesto que esta actividad no genera ganancias, más bien pérdidas, principalmente debidas al elevado coste de la alimentación. Así, por ejemplo, en el año 2007 vender un conejo suponía perder 50 céntimos de euro; en 2008, 54 céntimos de euro; en 2009, 6 céntimos de euro; en 2010, 10 céntimos de euro; en 2011, 20 céntimos de euro y, en 2012, 32 céntimos de euro. A mediados del año 2015 el precio de la lonja ha alcanzado uno de sus valores más bajos en los últimos tiempos, siendo ésta de 1,3 euros/Kg de peso vivo en Madrid mientras que un año antes era un poco menos de 1,9 euros/Kg de peso vivo, 32% más del actual (ASESCU, 2015). En la actualidad hasta la semana 29 esta con un promedio de 1.53 euros (ASESCU, 2016), esto se viene dando desde hace muchos años como se muestra en la siguiente figura 1.

Es por esa razón que los cunicultores han perdido la esperanza de que se eleven los precios y para dar solución a la crisis buscan nuevas alternativas como incrementar el número de

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

Evaluar el efecto que tiene una restricción alimentaria del 40% de las necesidades nutricionales de conejas multíparas en distintos periodos de su gestación, sobre el desarrollo feto-placentario y sus parámetros productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

4. MATERIALES Y MÉTODOS

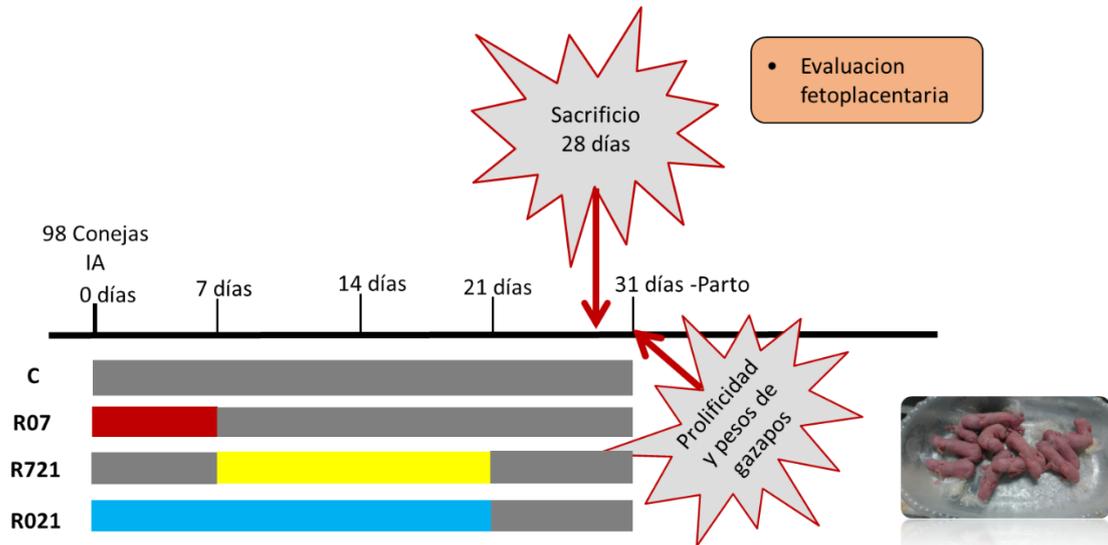
4.1 Animales, alojamiento y condiciones experimentales

Se utilizaron un total de 98 conejas multíparas (*Oryctolagus cuniculus*) con 3 partos previos, híbridas de Neozelandés blanco × Californiano, alojadas en la granja experimental de la E.T.S.I. Agronómica, Agroambiental y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid (España), bajo condiciones ambientales controladas (20-25°C, 16HL:8HO). Todas las conejas se inseminaron artificialmente el mismo día con una mezcla heterospérmica de semen fresco y para inducirles la ovulación se les aplicó una inyección intramuscular con 20 µg de gonadorelina (Inducel-GnRH, Lab. Ovejero, España). La inseminación artificial (IA) se realizó a 32 días del primer parto y tras 5 días del destete.

4.2 Selección y distribución de animales

Inmediatamente después de la IA, se distribuyeron al azar en cuatro grupos experimentales, aplicándose en tres de ellos una restricción de alimento del 40% del consumo medio voluntario individual determinado (105 g/día). Tal como lo muestra la Figura 2, los animales se distribuyeron en los siguientes grupos experimentales según el tiempo que duró la restricción: Control, con consumo *ad libitum* (n=24); R07, restringidas 1 semana desde el día de la inseminación IA (día 0) al día 7 de gestación (n=26); R721, 2 semanas desde el día 7 al día 21 (n=26) y R021, 3 semanas desde el día 0 al día 21, (n=22). Se les suministró un pienso con 2400 Kcal de energía digestible/kg, 35% de fibra neutro detergente y 16% de proteína bruta, controlándose el consumo durante los periodos que dispusieron de alimentación *ad libitum*. El consumo de animales que tiraban pienso de los comederos no se tuvo en consideración para el análisis de resultados.

Figura 2. Distribución de animales en los diferentes grupos experimentales atendiendo al protocolo de alimentación aplicado.



R07: restricción de 1 semana desde el día 0 a 7 días de gestación; R721: restricción de 2 semanas desde el día 7 a 21 días de gestación; R021: restricción de 3 semanas desde el día 0 a 21 días de gestación.

4.3 Evaluación del desarrollo fetal y placentario

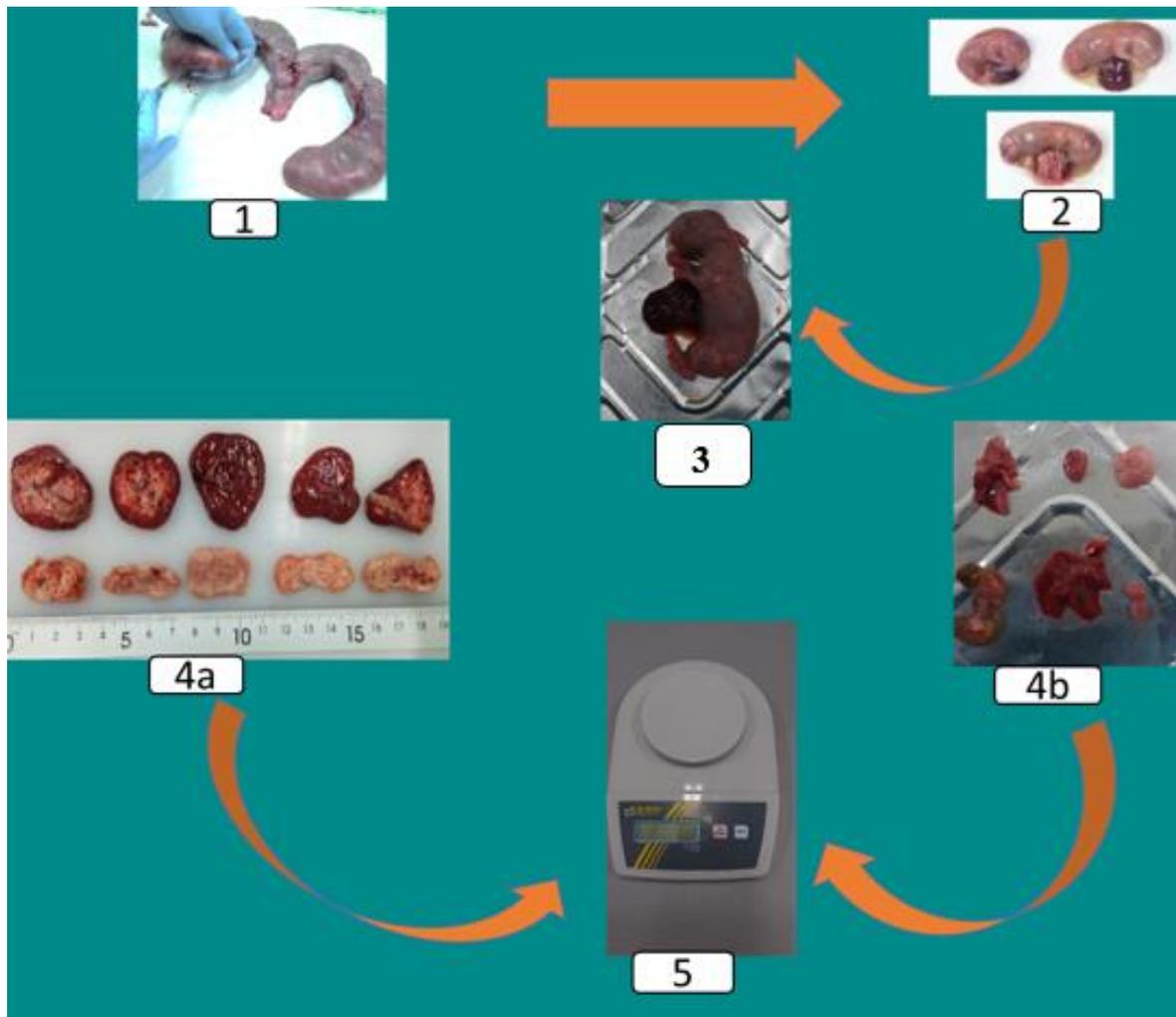
El día 28 de gestación (final de gestación el día 31) se palparon todos los animales para confirmar la gestación. Se escogieron al azar un total de 24 conejas gestantes (6 de cada grupo experimental), se pesaron y se sacrificaron según RD 53/2013, con el fin de determinar el desarrollo feto placentario extrayendo el tracto reproductor completo. Nada más extraer el tracto reproductor completo, se realizó el recuento de cuerpos lúteos en los ovarios (Figura 3).

Figura 3. Ovarios de coneja con cuerpos lúteos en su superficie. (Fuente: UPM)



En la siguiente figura se muestra un esquema del procedimiento que se siguió para determinar el desarrollo feto placentario.

Figura 4. Procedimiento de extracción y determinación del desarrollo feto placentario de conejas el día 28 de gestación. (Fuente: elaboración propia)

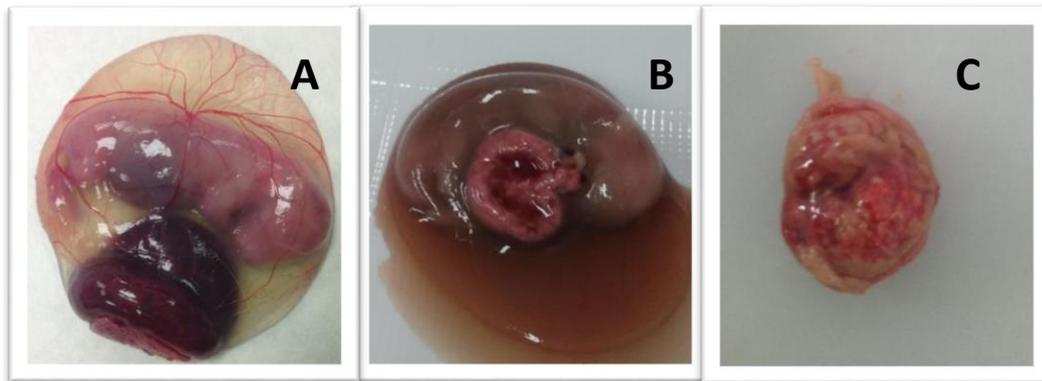


1. Cuernos uterinos antes de la extracción de los fetos; 2. Fetos extraídos en el interior de las bolsas fetales; 3. Feto y placenta fuera de la bolsa fetal; 4a. Separación de las placentas fetal y materna para realizar las

medidas y pesos respectivos; 4b. Separación de órganos (arriba: pulmones, corazón y cerebro; abajo: digestivo, hígado y riñones); 5. Báscula donde se pesó el feto entero, órganos y placentas.

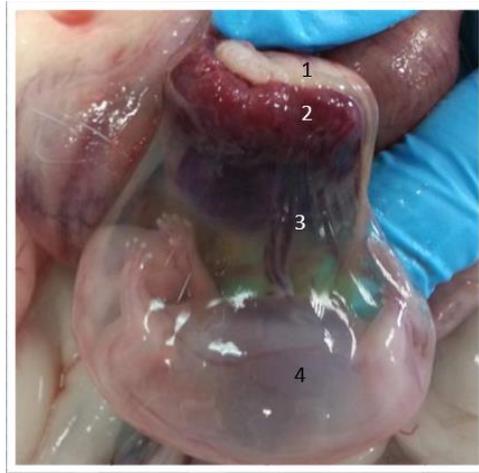
En primer lugar, se disecaron los cuernos uterinos y se realizó un corte longitudinal en cada uno de ellos empezando a extraer todas las bolsas fetales desde el extremo útero - tubal hasta el cérvix. Una vez separados los fetos de las placentas, se clasificaron tal como muestra la Figura 3, en viables(A), no viables (B; muy retrasados en el crecimiento, con líquidos fetales y placentas de colores anormales) y reabsorbidos o molas (C; estructuras amorfas).

Figura 5. Clasificación de los fetos por su aspecto macroscópico y el de sus placentas. A: viables; B: muertos o no viables; C: reabsorbidos o molas. (Fuente: UPM)



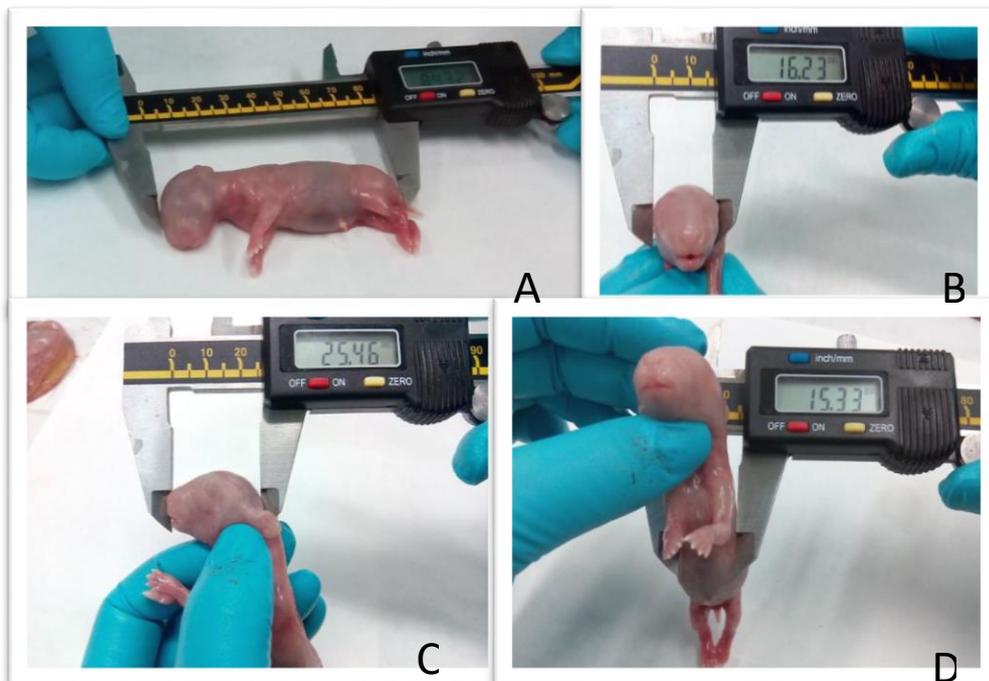
En los fetos viables, tras separar la placenta materna (decidua) de la fetal (laberinto) (Figura 6), se pesaron por separado y se midió la longitud, el ancho y el grosor de ambas placentas con un calibre digital (Figura 4; 4a).

Figura 6. Feto extraído del cuerno uterino en el interior de la bolsa fetal y unido a la placenta por el cordón umbilical. 1: Placenta materna o decidua; 2: Placenta fetal o laberinto; 3: Cordón umbilical; 4: Feto. (Fuente: UPM)



En relación a los fetos (Figura 7), se midió igualmente la longitud (LON), el diámetro biparietal (DBP), el diámetro occipito-nasal (DON), y el diámetro torácico (DT) de cada uno. Posteriormente, se pesaron los fetos enteros, y después las cabezas y los troncos por separado.

Figura 7. Determinación de las dimensiones de los fetos. A: longitudinal; B: diámetro biparietal; C: diámetro occipito-nasal; D: diámetro torácico. (Fuente: UPM)



La eficiencia placentaria se calculó como el ratio peso feto/peso placenta entera. La tasa de implantación se estimó dividiendo el número de cuerpos lúteos entre el número total de fetos y multiplicado por 100.

También se extrajeron los órganos de los fetos para luego ser pesados. Los órganos fueron: sistema digestivo, hígado, riñones, pulmones, corazón, cerebro. Además, se calcularon sus correspondientes ratios con respecto al peso del feto.

La gestación de las conejas restantes (74 en total de los cuatro grupos experimentales) se llevó a término con el fin de determinar la fertilidad [(número de partos/número de inseminaciones) \times 100] y la prolificidad (nacidos vivos y muertos/parto).

4.4 Evaluación del crecimiento post-natal y producción de leche

Tal como se muestra la Figura 8, se realizó el control de peso de los gazapos desde el día de nacimiento hasta los 21 días post parto, para la evaluación de la producción de leche de la coneja empleando ecuaciones de regresión tales como la descrita por De Blas *et al.*, 1995.

Figura 8. Control de peso de gazapos al nacimiento y a los 21 días. (Fuente: elaboración propia)



4.5 Cálculo de costes de alimentación

Para obtener los costes de producción tuvimos en cuenta el consumo de los grupos experimentales y los aplicamos a una explotación de un total de 500 conejas cuya gestación dura 30 días. El precio del pienso (370€/Tm) es el de un producto comercial (CUNILACTAL, NANTA SL) servido en sacos de 25 kg.

4.6 Análisis estadístico

Para analizar estadísticamente los resultados se utilizó el software SAS (SAS Institute Inc., 2001).

La prolificidad, el peso de los gazapos al nacimiento y al destete, el consumo y la producción de leche se analizaron mediante un análisis de varianza (proc glm) considerando el tipo de restricción aplicada como efecto principal. El peso, número y medidas de fetos y placentas se analizaron mediante el mismo procedimiento (proc glm), considerando el tamaño de camada como covariable. Para estudiar el efecto de la restricción sobre los porcentajes de fertilidad y de fetos no viables se utilizó una Chi-cuadrado (χ^2 , proc catmod).

RESULTADOS

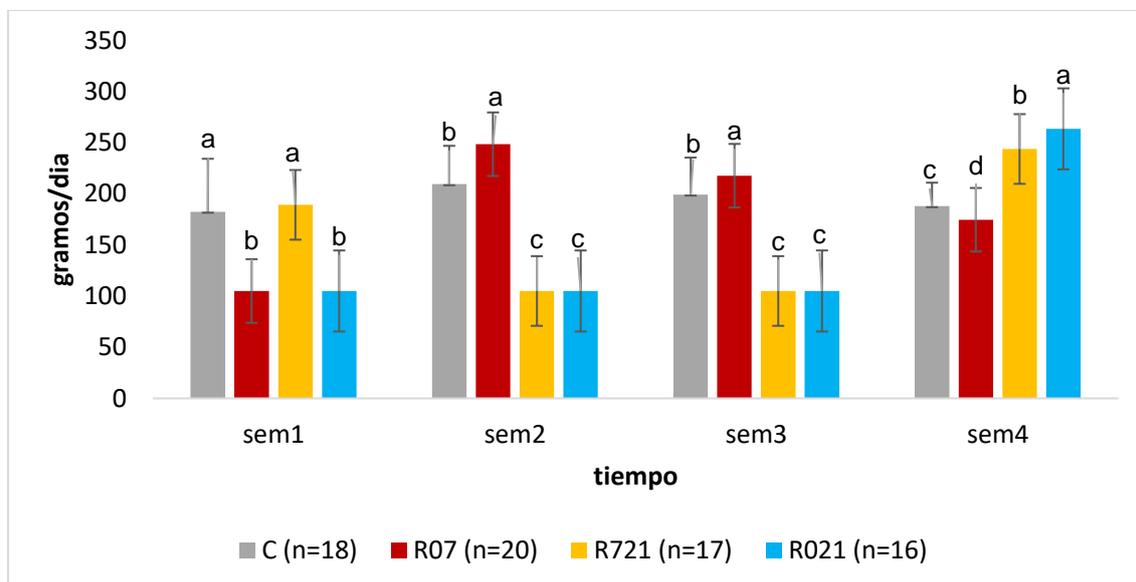
5. RESULTADOS

5.1 Resultados de consumo de alimento durante la gestación

En la Figura 9 se muestra el consumo de los distintos grupos experimentales durante toda la gestación (expresado semanalmente).

Figura 9. Consumo de alimento (g/día) durante la gestación en conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 a 21 (R021) de gestación.

Distintas letras muestran diferencias significativas entre grupos de restricción en cada semana de gestación. a, b, c, d: $p < 0,05$.



En la primera semana las conejas que pudieron comer a voluntad (controles y R721) consumieron casi 100g/día más que las restringidas. En la segunda y tercera semanas, las conejas que habían estado restringidas durante la primera (R07) incrementaron considerablemente su consumo por encima de los controles. Por último, en la cuarta semana en la que todas las conejas comieron a voluntad, el consumo fue estadísticamente distinto entre los cuatro grupos ($p < 0,05$), disminuyendo en las que habían estado restringidas una semana (R07) e incrementándose significativamente en los otros grupos restringidos (R721 y R021), tanto más cuanto mayor había sido la intensidad de la restricción previa.

5.2 Evaluación feto placentaria de conejas con alimentación restringida

El peso de las conejas a los 28 días de gestación del grupo control, R07, R721 y R021 fue de 4688, 4801, 4398 y 4356 kg respectivamente, con una $p= 0,27$, por lo que no hubo diferencia entre los resultados obtenidos; el número de cuerpos lúteos osciló entre 13 a 14 por coneja y tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,99$).

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos con respecto al desarrollo de los fetos. El número de fetos extraídos fue similar entre el grupo control y los grupos de restricción. Tampoco hubo diferencia entre grupos para el porcentaje de fetos no viables ($p>0.05$), siendo de media un 11,33%. Sin embargo, el peso total del feto y los de la cabeza y cuerpo por separado fueron mayores en los de las madres que habían estado ad libitum o solamente restringidas una semana (R07), con respecto a los fetos de las conejas más tiempo restringidas (R021). Cuando la restricción duró 2 semanas (R721), estos parámetros presentaron valores intermedios. Con respecto a las dimensiones de los fetos, la LON fue similar en todos los grupos. Sin embargo, la restricción afectó significativamente al DTC, DBP Y DON. Los fetos de las conejas restringidas la primera semana de gestación (R07) mostraron los valores más altos de todos los grupos mientras que en los otros dos grupos los diámetros disminuyen más cuanto mayor es el tiempo de restricción. Los fetos de las controles mostraron valores intermedios.

Tabla 1. Número, peso y dimensiones de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 a 21 (R021).

	Grupos experimentales				RMS	P>f
	Control	R07	R721	R021		
	(n=24)	(n=26)	(n=26)	(n=22)		
Fetos totales	13	14	13	11	3,5	0,8
Peso cabeza (g)	8,78 ^a	8,68 ^a	8,33 ^{ab}	7,88 ^b	1,111	0,006
Peso cuerpo (g)	29,94 ^a	28,95 ^{ab}	26,96 ^{bc}	25,40 ^c	5,116	0,003
Peso feto (g)	39,90 ^a	38,82 ^a	37,68 ^{ab}	35,55 ^b	6,382	0,039
LON (mm)	101,73	100,08	99,78	98,78	6,136	0,267
DTC (mm)	20,04 ^{bc}	21,88 ^a	21,00 ^{ab}	19,65 ^c	2,272	<.0001
DBP (mm)	18,82 ^c	20,04 ^a	19,01 ^b	18,92 ^c	1,973	0,017
DON (mm)	28,73 ^{bc}	30,57 ^a	28,80 ^b	27,81 ^c	2,276	<.0001

LON: longitud del feto; DTC: diámetro torácico; DBP: diámetro biparietal; DON: diámetro occipitonasal.

La evaluación de los órganos de los fetos se muestra en la (Tabla 2).

Tabla 2. Peso de órganos de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 a 21 (R021) de gestación.

	Grupos experimentales				RMS	P>f
	Control	R07	R721	R021		
	(n=24)	(n=26)	(n=26)	(n=22)		
Hígado (mg)	2701	2512	2468	2456	626,1	0,343
Pulmones (mg)	1351 ^a	1247 ^{ab}	1156 ^b	1165 ^b	273,5	0,015
Digestivo (mg)	2499	2561	2470	2196	618,2	0,061
Cerebro (mg)	907,9	866,9	849,1	832,0	127,94	0,102
Corazón (mg)	234,7 ^a	204,8 ^{bc}	220,8 ^{ab}	192,8 ^c	49,91	0,003
Riñones (mg)	379,9 ^a	347,1 ^b	317,1 ^b	267,8 ^c	75,12	<0,0001

Observamos que el peso del hígado, del digestivo y del cerebro fue similar entre los grupos. Los pulmones de los fetos de las madres controles pesaron más que los de las madres restringidas 2 ó 3 semanas, mientras que las del grupo R07 presentaron un peso

intermedio. Así mismo, y en general, el corazón y los riñones pesaron más en los fetos de las conejas alimentadas ad libitum, reduciéndose significativamente en las conejas restringidas, observándose los valores más bajos en los fetos de las conejas restringidas durante más tiempo.

Los parámetros recogidos de la placenta se muestran en la Tabla 3. No hubo diferencias entre los grupos experimentales en cuanto al peso total de la placenta ni al de la porción fetal o laberinto. No obstante, el peso de la decidua de las conejas restringidas la segunda y tercera semana de gestación (R721) tendió a ser más bajo que en el resto de los grupos.

Tabla 3. Peso y dimensiones de placentas de fetos de 28 días de edad de conejas alimentadas ad libitum (C), restringidas al 40% desde el día 0 al 7 (R07), desde el día 7 a 21 (R721) y del día 0 21 (R021) de gestación.

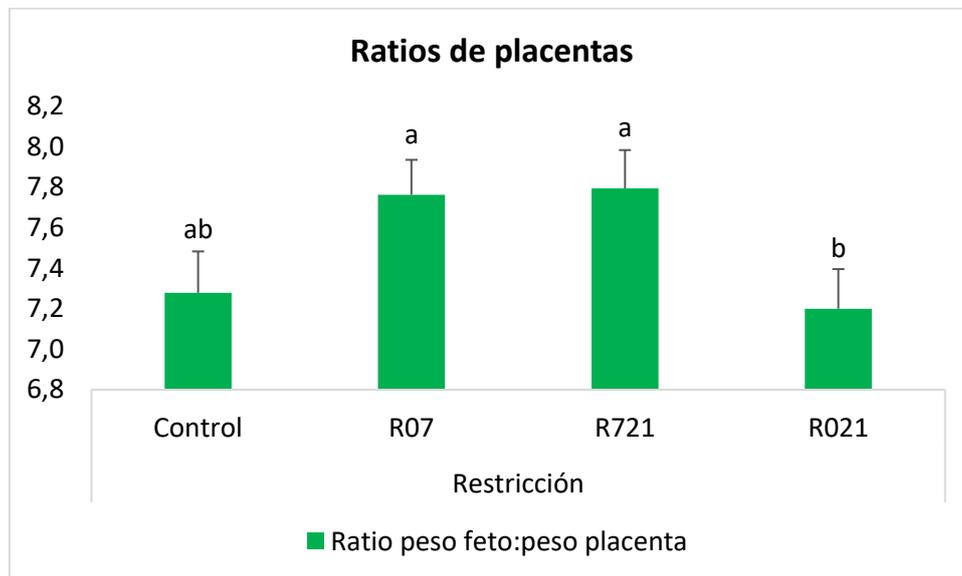
	Grupos experimentales				RMS	P>f
	Control	R07	R721	R021		
	(n=24)	(n=26)	(n=26)	(n=22)		
Placenta entera (g)	5,07	4,93	4,67	4,66	0,918	0,438
Laberinto (fetal)						
Peso (g)	3,35	3,29	3,29	3,06	0,684	0,524
Longitud (mm)	34,17 ^{bc}	36,78 ^a	36,06 ^{ab}	33,31 ^c	3,952	0,005
Anchura (mm)	26,99	27,77	26,98	26,81	3,546	0,754
Grosor (mm)	5,71 ^a	5,27 ^{ab}	4,70 ^{bc}	4,63 ^c	1,061	0,007
Decidua (materna)						
Peso (g)	1,43	1,41	1,2	1,47	0,376	0,052
Longitud (mm)	36,68	36,94	36,98	37,08	4,94	0,995
Anchura (mm)	18,38 ^a	18,26 ^a	16,06 ^b	18,33 ^a	2,756	0,008
Grosor (mm)	3,62	3,25	3,03	3,43	1,001	0,214

La longitud y el grosor del laberinto fetal se vieron afectados negativamente en las conejas que estuvieron más tiempo restringidas (R021), mientras la anchura no se vio afectada en

ningún caso. Las conejas restringidas solo la primera semana de gestación (R07) presentaron laberintos más largos que las controles, mientras que las restringidas 2 semanas (R721) presentaron valores similares. En el caso de la decidua, solo su anchura resulto ser inferior en las conejas restringidas durante dos semanas (R721) con respecto al resto de los grupos.

En la Figura 10 se muestra los resultados de la eficacia placentaria calculando el ratio del peso feto: peso placenta entera. Las placentas más eficientes fueron las de las conejas que estuvieron restringidas la primera semana de la gestación (R07). Las menos eficientes fueron las que sufrieron la restricción la 3 semana (R021), mientras que las controles presentaron valores similares.

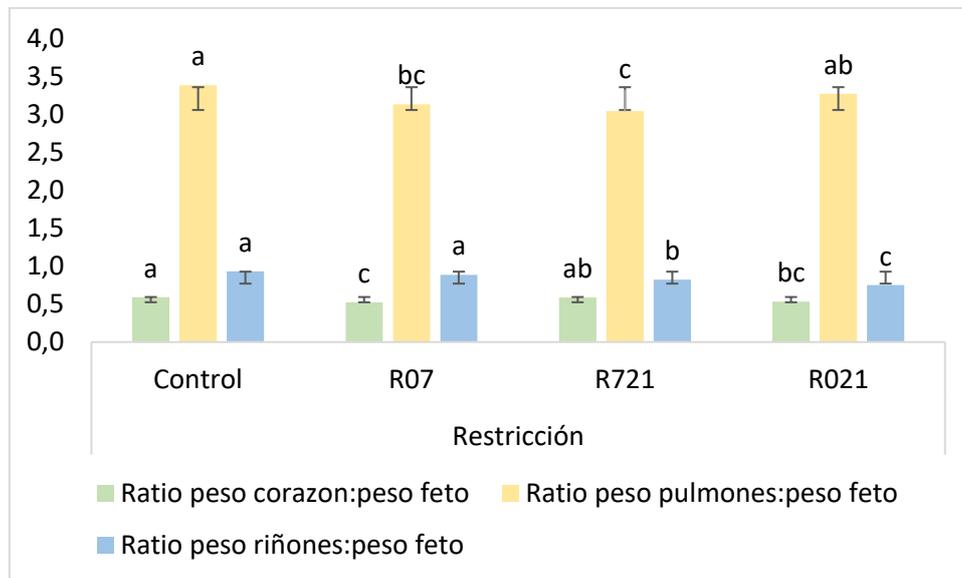
Figura 10. Eficiencia placentaria (peso feto:peso placenta entera) de conejas gestantes alimentadas ad libitum (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 al 21 (R721) y 3 semanas del día 0 al 21 (R021) de gestación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ($p < 0.035$).



En cuanto a los ratios del hígado, digestivo y cerebro con respecto al peso del feto se obtuvieron valores que oscilaron de 6,41 a 6,73, de 6,13 a 6,65 y de 2,26 a 2,41, respectivamente, y no hubo diferencias entre tratamientos. Lo mismo ocurrió con el ratio

de peso cerebro/peso hígado que fue de 35,51 a 36,56. Sin embargo, los ratios de peso de pulmones, corazón y riñones si presentan diferencias significativas entre grupos experimentales, tal y como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Ratios de peso de corazón, pulmón y riñón de los fetos de conejas gestantes alimentadas ad libitum (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 al 21 (R721) y 3 semanas del día 0 al 21 (R021) de gestación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ($p < 0,007$) ($p < 0,01$) y ($p < 0,0001$).



5.3 Evaluación del desarrollo post-natal y producción de leche

La fertilidad de las conejas que se llevaron a término fue similar entre los cuatro grupos experimentales con una media de 73,40 % ($p > 0,05$). La gestación duró una media de 31 días y tampoco se observaron diferencias ($p > 0,05$). En cuanto a la prolificidad no se observó ningún efecto de la restricción sobre el número de nacidos vivos $10 \pm 0,87$; $11 \pm 0,75$; $10 \pm 0,75$ y $12 \pm 0,84$ gazapo, en el grupo control, R07, R721 y R021 respectivamente; ($p > 0,05$). En cuanto a la mortalidad al nacimiento en el grupo control se observó un 1%, mientras que los demás grupos presentaron un 0% ($P > 0 > 0,25$) pero el análisis estadístico no indico que hubiera diferencias significativas.

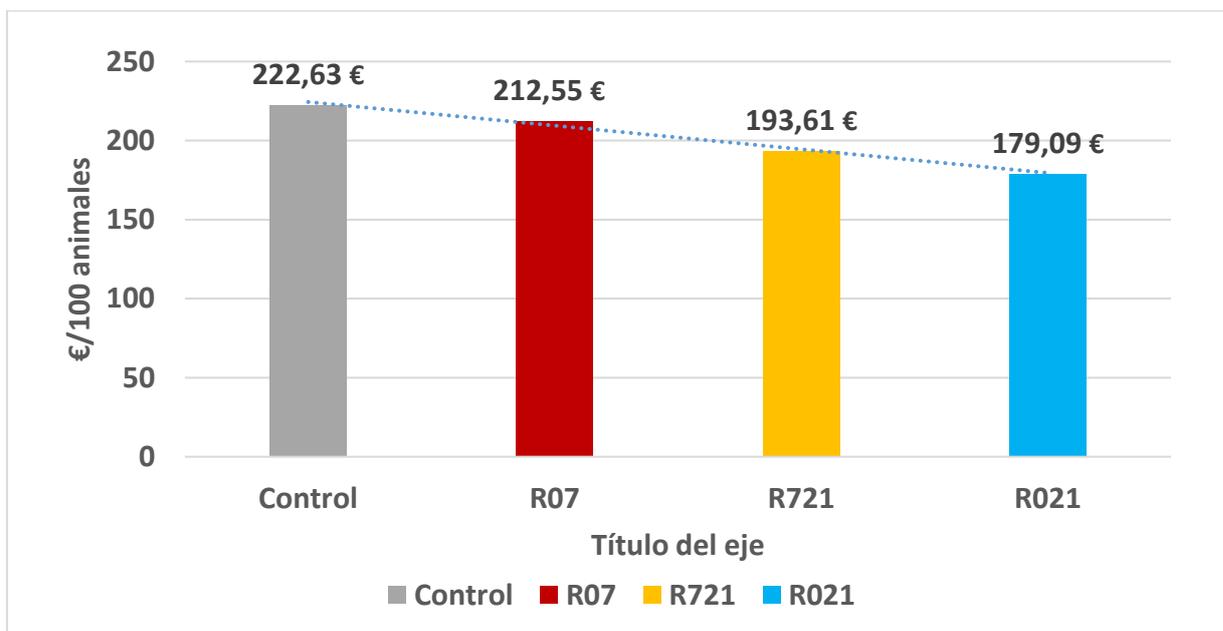
El peso de los gazapos al nacimiento y al destete tampoco se vieron afectados por la restricción, siendo de media $58,56 \pm 2,53$ g y $482,95 \pm 15,56$ g respectivamente ($p > 0,05$).

La mortalidad durante la lactancia y la producción total de leche también fueron similares entre grupos con una media de un 8% y de $8346,55 \pm 276,06$ g ($p > 0,05$).

5.4 Costes de alimentación

Según los resultados que se muestran en la Figura 12, se observó disminución de los costes de producción (alimentación) cuando se aplica la restricción de alimento.

Figura 12. Costes de producción de conejas alimentadas ad libitum (Control), restringidas al 40% 1 semana desde el día 0 al 7 (R07), 2 semanas desde el día 7 a 21 (R721) y 3 semanas desde el día 0 a 21 (R021) de gestación.



DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

6.1 Resultados de consumo de alimento durante la gestación

El consumo de alimento en la cuarta semana fue estadísticamente distinto entre grupos ($p < 0,05$), y además, se incrementó significativamente inmediatamente después de haber aplicado la restricción en cada uno de los grupos. López-Tello *et al.* (2015) observaron resultados similares aplicando una restricción del 50% y estudios llevados a cabo por Manal *et al.*, (2010) también observaron que la coneja aumenta su consumo voluntario al restablecer el suministro de pienso *ad libitum* en el último tercio de la gestación, tras una restricción alimentaria en las semanas previas, justamente cuando las necesidades fetales son mayores (Symeon *et al.*, 2015). Esto puede deberse a que la coneja trata de compensar la falta de alimento sufrida anteriormente y se observa claramente en el grupo R07, cuyo consumo fue significativamente mayor al de las controles en la 2ª y 3ª semana de gestación ($P < 0,05$), o en las restringidas 2 y 3 semana (R721 y R021) en la 4 semana de gestación, en las cuales, pasaron a tener un consumo a voluntad. Por su parte, las conejas alimentadas *ad libitum* durante toda la gestación, redujeron su consumo voluntario en un 25-50% al final de la misma, confirmando resultados previos de Fortun-Lamothe (2006), que lo atribuyen a que la madre no tiene espacio suficiente en la cavidad abdominal ya que en ese momento está ocupada en gran medida por el tamaño del útero repleto de fetos. Sin embargo, hay que decir, que ésta no puede ser la razón de la reducción del consumo en este grupo, ya que las conejas restringidas no lo hicieron y tenían una carga fetal similar, tal y como demuestran los resultados del recuento de fetos a 28 días o del de fetos a término. Para poder discutir estos resultados sería necesario determinar parámetros endocrinos y metabólicos relacionados con los perfiles lipídicos o glucémicos que sufren estos animales y que se ven afectados de manera diversa (López- Tello, comunicación personal).

6.2 Evaluación feto placentaria de conejas con alimentación restringida

El peso de las conejas a 28 días de gestación no se vio afectada por la restricción del alimento, por lo que consideramos que la hembra gestante restringida ha podido utilizar sus reservas corporales cuando no podía consumir pienso a voluntad sin que se vea afectada su peso. Además, tal y como lo demuestran nuestros resultados, los animales compensaron el consumo una vez restituido la alimentación *ad libitum*. Al mismo tiempo, durante la gestación la hembra debe reprogramar su metabolismo para el correcto crecimiento fetal y poder tener una adecuada producción láctea para la descendencia (Woods et al., 1998), pero sin afectar sus necesidades básicas, y esta sería la razón por la que las hembras mantienen su peso inicial a pesar de la reducción de la cantidad de alimento ingerido (López-Tello *et al.*, 2015a).

El número de cuerpos lúteos y número de fetos fue similar en los grupos con restricción alimentaria y el grupo control, con resultados similares a lo reportado por López-Tello *et al.* 2015, con restricción de alimento al 50% de su consumo. Hay que tener en cuenta que la tasa de ovulación o número de cuerpos lúteos no se debería de ver afectada porque en el momento de la inducción de la ovulación (inmediatamente después de la IA), todas las conejas comían *ad libitum*. Lo que sí podemos decir es que los tratamientos aplicados no han afectado a la funcionalidad de los cuerpos lúteos ya que el número de fetos implantados el día 28 fue similar. En este sentido, no hubo diferencia significativa entre grupos de fetos no viables ($P > 0,05$), siendo la media 11,33%.

El peso del cuerpo, cabeza y feto entero fue mayor en el grupo control y el grupo R07 (con restricción de alimento desde los 0 a 7 días de gestación). Esto se debe probablemente a que el desarrollo fetal se inicia durante la segunda semana de gestación

cuando estos dos grupos estaban consumiendo a voluntad (Beau-doin y *et al.*, 2003) y los otros dos estaban restringidos. Esta es, una fase en la que las necesidades de nutrientes se elevan, mientras que durante la primera semana solo se traslada el embrión desde el oviducto al útero y finalmente se implanta, por lo que no se nutre de la madre. Los resultados obtenidos en este trabajo tienen tendencia similar a los resultados obtenidos por López-Tello *et al* 2015, puesto que mientras más tiempo se expone a los animales a una restricción de alimento éstos disminuyen los parámetros fetométricos como DTC, DBP, DON, peso de feto, siendo el más afectado el grupo con más tiempo de restricción ya que el desarrollo fetal ocurre durante la segunda y tercera semana de gestación (Beaudoin., *et al.* 2003 y Symeon., *et al* 2015).

Con respecto a los resultados obtenidos de los órganos de los fetos, no se vieron afectados por la restricción de alimento, puesto que los órganos más importantes como el hígado, cerebro y glándulas adrenales que son los órganos primordiales y los primeros en desarrollarse para asegurar el correcto desarrollo del embrión se desarrollaron normalmente, coincidiendo con lo mencionado por López-Tello *et al* 2015 y Noden M. y Lahunta A. 1990. Cabe mencionar que como consecuencia de estos resultados el peso de los gazapos no se vio afectado al nacimiento ni durante la lactación puesto que el órgano importante que es el hígado no se vio alterado por la restricción puesto que en las etapas finales de crecimiento produce gran cantidad de factores de crecimiento y es el encargado de almacenar las reservas neonatales, fundamentales para la termorregulación y, por lo tanto, para la viabilidad neonatal López-Tello *et al* 2015.

En cuanto a la placenta entera y laberinto no hubo diferencia significativa pero la placenta decidua tendió a ser más pequeña en grupos con más tiempo de restricción como son el R721 y R021. Esto se debe probablemente a la restricción de alimento a la que han sido

sometidos, pero tratando de no afectar a los parámetros fetométricos (López-Tello *et al* 2015b), razón por la cual no se observa diferencias significativas entre los grupos.

La eficiencia placentario o ratio entre el peso del feto y la placenta se vieron afectados por la restricción de alimento (según López-Tello *et al* 2015b), se podría decir que el funcionamiento de los órganos mencionados fue más eficiente a pesar de la restricción de alimento que sufrieron para no afectar la gestación y los fetos.

6.3 Resultados productivos y producción de leche

En relación a los resultados productivos, la fertilidad fue elevada con una media de 73,40%. La duración de gestación no presenta alteración ya que tiene una media de 31 días y coincide con resultados de Panagiotis *et al* (2010) con una restricción alimento del 75% desde el día 6 hasta el 26 de gestación.

En cuanto a la prolificidad y peso de gazapos al nacimiento, la restricción no afecto negativamente a ninguno de ellos. Nafeaa *et al.*, (2011), tampoco observaron efectos adversos utilizando una restricción del 40% similar a la de este estudio cuando es aplicada en la primera mitad de la gestación.

La mortalidad durante la lactación y la producción de leche obtenidos en el presente estudio son similares a lo reportado por De Blas *et al.*, (1995) en condiciones normales por lo que podemos decir que la restricción de alimentación no comprometió ni las reservas corporales de la madre para poder producir suficientes cantidades de leche ni la viabilidad de los gazapos y su desarrollo post-natal.

6.4 Costes de producción

En los costes de producción, sabiendo que la alimentación de los animales en una explotación supone el 60% aproximadamente (Baselga, 1999. y Oscoz y Muguerza, 2014), podemos decir que el resultado obtenido con 500 conejos por 30 días de gestación,

se ahorraría en el grupo R07: 20,92 euros, en el grupo R721: 42,56 euros, y en el grupo R021: 34,18 euros. Todo ello sin afectar el bienestar de las conejas ni de los gazapos.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio y en las condiciones experimentales descritas se ha podido observar cómo la coneja recurre a un consumo compensatorio tras una restricción del mismo de un 40% en distintas fases de la gestación. Este consumo compensatorio probablemente ha favorecido el que no se haya observado efectos adversos sobre la implantación embrionaria, el número de fetos, así como en, la mayoría de los resultados de pesos y dimensiones de los fetos. En cuanto a los principales órganos de los fetos. Mientras que la fertilidad, prolificidad, no se ven afectadas por la limitación de alimento durante toda la gestación, también la mortalidad, peso de gazapos al nacimiento, al destete y la producción lácteas no se vieron afectados.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos, en principio, podría ser recomendable efectuar la restricción de alimento en gestación, teniendo en cuenta que los resultados de parámetros productivos al parto son similares al grupo alimentado *ad libitum*. Por lo tanto, se podría ahorrar en cuanto a los costes de producción, pero sin afectar el bienestar de la coneja y la camada, y también sin afectar a la longevidad y la vialidad futura de sus crías.

BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, J.A., Henck, J.W. 1994. Fetal development. En: Manning PJ, Ringler DH, Newcomer CE, editors. The biology of the laboratory rabbit. Academic Press. 457pp.

Baselga M. 1999. Mejora genética del conejo de carne. Apuntes del IX Curso Internacional de Mejora Genética Animal. INIA-AECI, Madrid 4-29 octubre.

Bonilla Enciso, H. Manejo de la gestación, del parto y de la lactancia de las conejas. Actualidades Técnicas-Instituto Colombiano Agropecuario (Colombia) v. 6 (3) p. 2-5.

(Beaudoin y et al., 2003),

Cervera C. y Pascual J. 2006. Mejora de los rendimientos. Manejo de la alimentación de las conejas reproductoras. Departamento de Ciencia animal. Universidad Politecnica de Valencia.

Cervera, C. y Pascual, J.J (1998) alimentación energética en conejas reproductoras. Actas XXIII Symposium de Cunicultura. Huesca: 23-38.

De blas J. C; Taboada e; mateos a. a; nicodemus n; mendez j; 1995. Effect o substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. J. Anim. Sci; 73,1131-1137.

De Rrick y et al., 2007

Ferrer, E. B. (2001). Alimentación práctica de conejos. In XXV Symposium de cunicultura (pp. 29-45). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).

Fras, C. C., & Amorós, J. J. P. 1998. Alimentación energética en conejas reproductoras. In XXIII Symposium de cunicultura (pp. 23-38). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).

Fortun-Lamothe, L. (2006). Energy balance and reproductive performance in rabbit does. *Animal reproduction science*, 93(1), 1-15.

Growth, Carcass Composition and Meat Quality of Rabbit Offspring. *PloS one*, 10(2), e0118259.

Lorente 1987

López-Tello J, Arias-Álvarez M, Rebollar, P. 2016. Restricción alimentaria gestacional en conejas. ¿Existe un conflicto de intereses entre madre y feto? Boletín de cunicultura N° 179: 14-19.

López-Tello J., et al 2015. Estudio de diferentes protocolos de restricción alimentaria sobre el desarrollo fetoplacentario en la coneja. Dpto Producción Animal y 2 Fisiología (Fisiología animal), Fac. Veterinaria, UCM. 3 Dpto Producción Agraria, E.T.S.I.A., UPM. Cdad. Universitaria s/n 28040.

López-Tello, J., Barbero, A., González-Bulnes, A., Astiz, S., Rodríguez, M., Formoso-Rafferty, N., y Rebollar, P. G. (2015). Characterization of early changes in fetoplacental hemodynamics in a diet-induced rabbit model of IUGR. *Journal of developmental origins of health and disease*, 6(05), 454-461.

Manal, A. F., Tony, M. A., & Ezzo, O. H. (2010). Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behaviour. *Animal reproduction science*, 120(1), 179-186.

Nafeaa, A., Ahmed, S. A. E., & Fat Hallah, S. (2011). Effect of feed restriction during pregnancy on performance and productivity of New Zealand white rabbit does. *Veterinary medicine international*, 2011.

- Noden M. y Lahunta A. 1990. Embriología de los animales domésticos. Editorial ACRIBIA, S.A. Royo, 23-50006 Zaragoza.
- Oscoz y Mugerza, 2014. Costes de producción y sus márgenes. Revista Cunicultura. Número 228. España. Disponible en <http://cunicultura.com/digital/2014-09-cunicultura-revista>.
- Partridge G., Daniels Y., Fordyce R. 1986. The effects of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation. *Journal of agricultural science Cambridge* 107, 670-708.
- Pascual, J. J. (2005). Necesidades nutricionales de las conejas reproductoras: hacia la búsqueda de estrategias globales. Proc.: 3ª Jornadas Internacionales de Cunicultura, 2, 1-25.
- Quevedo, F., Cervera, C., Blas, E., Bacelga, M., Costa, C. y Pascual, J.J. (2005) effect of selection for litter size and feeding programme on the development of rearing rabbit does. *Animal Science* 80: 161-168.
- Rodríguez, F. C. (2005). *Bases de la producción animal* (Vol. 61). Universidad de Sevilla.
- Symeon, G. K., Goliomytis, M., Bizelis, I., Papadomichelakis, G., Pagonopoulou, O., Abas, Z., y Chadio, S. E. (2015). Effects of Gestational Maternal Undernutrition on Growth, Carcass Composition and Meat Quality of Rabbit Offspring. *PloS one*, 10(2), e0118259.
- Widdowson, E. M. 1974. *Proc. Nutr. Soc.* 33, 97.
- Woods, S. C., Seeley, R. J., Porte, D., & Schwartz, M. W. (1998). Signals that regulate food intake and energy homeostasis. *Science*, 280(5368), 1378-138.
- UPA.Union de pequeños agricultores y ganaderos. <http://www.upa.es/upa/uControlador/index.php?nodo=1021&item=816&hmv=816&sub=50&page=>
- ASESCU. 2015 y 2016. Gráfico: Evolución del precio medio del conejo. Disponible en www.asescu.com