



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MÁSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Utilización de piensos con lactoreemplazante en conejos de cebo

Trabajo Fin de Máster

Valencia, Septiembre 2013

Ignacio Blas Guillén

Director
Enrique Blas Ferrer

Agradecimientos

Deseo dar las gracias en primer lugar a mi padre y director, por su constante tutela, incluso cuando no era necesaria.

También quiero agradecer a todo el equipo de la Unidad de Nutrición del Departamento de Ciencia Animal su acogida y las muchas horas de trabajo dedicadas para que este trabajo saliera adelante. Todos han ayudado lo suyo pero quiero recordar especialmente a Luis, Eugenio, Eriane y Javier.

Finalmente, a mi familia de siempre y a mi nueva familia, los amigos del Máster.

ABREVIATURAS

AGVs: Ácidos Grasos Volátiles

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

ED: Energía Digestible

EE: Extracto Etéreo

FAD: Fibra Ácido Detergente

FND: Fibra Neutro Detergente

FSDN: Fibra Soluble en Detergente Neutro

GMD: Ganancia Media Diaria

IC: Índice de Conversión

iRS: índice de Riesgo Sanitario

MS: Materia Seca

PB: Proteína Bruta

PD: Proteína Digestible

Resumen

El objetivo del trabajo fue estudiar la utilización de piensos para tratar de emular los efectos beneficiosos de la leche materna en gazapos destetados. Se formuló un lactoreemplazante con un contenido nutritivo similar al de la leche de coneja. Se utilizaron 5 piensos: los piensos M y E eran piensos comerciales para madres y engorde, respectivamente; el pienso P era un pienso peridestete rico en FAD y pectinas pero pobre en almidón y PB; el pienso L₁ se formuló a partir del pienso P, reduciendo proporcionalmente todos sus ingredientes para incluir 15% de lactoreemplazante; el pienso L₂ se formuló de forma similar al L₁ pero con 1% de una mezcla de plasma porcino (0.85%) y un aditivo con anticuerpos procedentes de huevos de gallinas inmunizadas frente a diversos microorganismos patógenos (0.15%). Se utilizaron 35 camadas de 17 días, que se distribuyeron en 5 grupos experimentales. En los grupos C28 y C56, las camadas se alimentaron según el sistema convencional, con pienso M hasta los 28 días y con pienso E hasta los 56 días; en el grupo C28 se destetaron a los 28 días mientras que en el grupo C56 continuaron lactantes hasta los 56 días. En el grupo P56 las camadas recibieron pienso P y continuaron lactantes hasta los 56 días. En los grupos L₁28 y L₂28 las camadas recibieron pienso P hasta el destete a los 28 días; después, hasta los 56 días, recibieron mezclas progresivas de pienso L₁ o L₂ respectivamente (proporciones decrecientes) con pienso P.

De los conejos que fueron alimentados con pienso E, los que permanecieron lactantes durante todo el cebo (grupo C56) presentaron menor ingestión de pienso que los destetados desde los 28 días (grupo C28), tanto en la primera como en la segunda mitad del cebo (-15% y -11%, respectivamente; -13% en el total del cebo); sin embargo, su GMD fue mayor durante la primera mitad y en el total del cebo (+10% y +6%, respectivamente), de forma que su IC fue mejor incluso cuando se consideró también la ingestión de leche en el grupo C56 (-14% en el total del cebo); en animales sacrificados a los 42 días, se observó menor concentración cecal de AGVs (-16%) y mayor concentración de NH₃ (+50%). Los conejos destetados desde los 28 días que fueron alimentados con mezclas de piensos L₁ o L₂ con pienso P (grupos L₁28 y L₂28) presentaron mayor ingestión de pienso, así como de ED y PD en forma de pienso, que los que permanecieron lactantes durante todo el cebo y fueron alimentados con pienso P (grupo P56) (+12%, +18% y +27%, respectivamente, en el total del cebo); sin embargo, no se detectaron diferencias en GMD, de forma que su IC fue peor incluso cuando se consideró también la ingestión de leche en el grupo P56 (+9% en el total del cebo); el contenido cecal de los animales de estos grupos presentó mayor concentración de AGVs (+11%). Entre los conejos destetados a los 28 días, los de los grupos L₁28 y L₂28 presentaron similar ingestión de pienso que los del grupo C28 pero mayor ingestión de ED (+11% en el total del cebo), mientras que su ingestión de PD fue mayor en la primera mitad del cebo (+18%) pero menor en la segunda (-5%); su GMD fue mayor durante la primera mitad y en el total del cebo (+19% y +9%, respectivamente), de forma que su IC fue mejor (-5% en el total del cebo).

Se detectaron diferencias en el estado sanitario entre los grupos experimentales. El grupo C56 registró menor mortalidad y morbilidad que el grupo C28 (1.4% vs. 12.6% y 0% vs. 6.9%, respectivamente). Los grupos L₁28 y L₂28 presentaron mayor iRS que el grupo P56 (5.9% vs. 0%) pero menor mortalidad y morbilidad que el grupo C28 (4.3% vs. 12.6% y 6.9% vs. 19.5%, respectivamente).

En conclusión, prolongar la lactación hasta los 56 días mejoró la GMD y el estado sanitario de los gazapos. El empleo de piensos con lactoreemplazantes en animales destetados a los 28 días permite mantener la misma GMD que en los que permanecieron lactantes hasta los 56 días, aunque aumentó el iRS, si bien se redujo la mortalidad y la morbilidad en comparación con animales destetados también a los 28 días pero alimentados según el sistema convencional.

Palabras clave: conejo, leche, lactoreemplazante, crecimiento, salud digestiva

Abstract

The aim of the current work was to study the use of feeds trying to emulate the beneficial effects of milk in weaned rabbits. A milk replacer was formulated to have nutritive content similar to rabbit milk. Five feeds were used: feeds M and E were commercial feeds for rabbit does and growing rabbits, respectively; the feed P was a peri-weaning feed rich in ADF and pectins but low in starch and PB; the feed L₁ was formulated from P, proportionally reducing all ingredients to include 15% of milk replacer; the feed L₂ was formulated similarly to L₁, but with 1% porcine plasma mixture (0.85%) and an additive with antibodies from eggs of hens immunized against various pathogens (0.15%). Thirty-five litters of 17 days of age were distributed in five experimental groups. In groups C28 and C56, litters were fed according to the conventional system, with feed M to 28 days and feed E to 56 days; in the group C28 rabbits were weaned at 28 days while those of the group C56 continued suckling until 56 days. In the group P56, litters received feed P and continued suckling until 56 days. In groups L₁28 and L₂28, litters received feed P until weaning at 28 days, then progressive mixtures of feeds L₁ or L₂ respectively (decreasing proportions) with feed P until 56 days.

Among the rabbits receiving feed E, those remaining suckling throughout the growing period (group C56) had lower feed intake than weaned at 28 days (group C28) in both the first and the second half of this period (-15% and -11% respectively; 13% in the entire period); however, the ADG was greater during the first half and the entire period (+10% and 6%, respectively), so the FCR being better even when considering also the intake of milk in the group C56 (-14 % in the entire period); in animals slaughtered at 42 days, lower VFA concentration (-16 %) and higher NH₃ concentration (+50%) were detected in the caecal contents. Rabbits weaned at 28 days receiving mixtures of feeds L₁ or L₂ with feed P (groups L₁28 and L₂28) had higher feed intake, as well as DE and DP intake as feed, than those remaining suckling throughout the growing period and receiving feed P (group P56) (+12%, +18% and +27%, respectively, in the entire period), but no difference was detected in ADG, so the FCR being worse even when considering also the intake of milk in the group P56 (+9% in the entire period); the caecal contents of animals from these groups had higher VFA concentration (+11%). Among the rabbits weaned at 28 days, the groups L₁28 and L₂28 had similar feed intake than the group C28 but higher DE intake (+11% in the entire period), while PD intake was higher in the first half of the period (+18%) but lower in the second (-5%), then the ADG being greater during the first half and the entire period (+9% and +19%, respectively), and the FCR being better (-5% in the entire period). Differences in health status between the experimental groups were detected. The group C56 showed lower mortality and morbidity rates than group C28 (1.4% vs. 12.6% and 0% vs. 6.9%, respectively). Groups L₁28 and L₂28 had higher SRi than group P56 (5.9% vs. 0%) but lower mortality and morbidity rates than group C28 (4.3% vs. 12.6% and 6.9% vs. 19.5%, respectively).

In conclusion, extended lactation to 56 days improved ADG and health status of growing rabbits. The use of feeds containing milk replacers for animals weaned at 28 days allowed similar ADG than in those remaining suckling until 56 days, but increased the SRi, although reduced mortality and morbidity rates were detected when comparing with rabbits also weaned at 28 days but fed according to the conventional system.

Keywords: rabbit, milk, milk replacer, growth, gut health

Resum

L'objectiu del treball va ser estudiar la utilització de pinsos per intentar emular els efectes beneficiosos de la llet materna en conills deslletats. Es va formular un lactoreemplaçant amb un contingut nutritiu similar al de la llet de conilla. Es van utilitzar 5 pinsos: els pinsos M i E eren pinsos comercials per a mares i engreix, respectivament; el pinso P era un pinso perideslletament ric en FAD i pectines però pobre en midó i PB, el pinso L₁ es va formular a partir del pinso P, reduint proporcionalment tots els seus ingredients per incloure 15% de lactoreemplaçant; el pinso L₂ es va formular de forma similar al L₁ però amb 1 % d'una barreja de plasma porcí (0.85%) i un additiu amb anticossos procedents d'ous de gallines immunitzades enfront de diversos microorganismes patògens (0.15%). Es van utilitzar 35 ventrades de 17 dies, que es van distribuir en 5 grups experimentals. En els grups C28 i C56, les ventrades es van alimentar segons el sistema convencional, amb pinso M fins als 28 dies i amb pinso E fins als 56 dies; en el grup C28 es deslletaren als 28 dies mentre que en el grup C56 continuaren lactants fins als 56 dies. En el grup P56, les ventrades van rebre pinso P i continuaren lactants fins als 56 dies. En els grups L₁28 i L₂28, les ventrades van rebre pinso P fins al deslletament als 28 dies, després, fins als 56 dies, van rebre mescles progressives de pinso L₁ o L₂ respectivament (proporcions decreixents) amb pinso P.

Dels conills que van ser alimentats amb pinso E, els que van romandre lactants durant tot el període d'engreix (grup C56) van presentar menor ingestió de pinso que els deslletats des dels 28 dies (grup C28), tant en la primera com en la segona meitat del període (-15% i -11%, respectivament; -13% en el total del període), però el seu GMD va ser major durant la primera meitat i en el total del període (+10% i +6%, respectivament), de manera que l'IC va ser millor fins i tot quan es va considerar també la ingestió de llet en el grup C56 (-14% en el total del període); en animals sacrificats als 42 dies, es va observar menor concentració cecal d'AGVs (-16%) i major concentració de NH₃ (+50%). Els conills deslletats des dels 28 dies que van ser alimentats amb mescles de pinsos L₁ o L₂ amb pinso P (grups L₁28 i L₂28) van presentar major ingestió de pinso, així com d'ED i PD en forma de pinso, que els que van romandre lactants durant tot el període i van ser alimentats amb pinso P (grup P56) (+12 %, +18 % i +27 %, respectivament, en el total del període), però no es van detectar diferències en GMD, de manera que l'IC va ser pitjor fins i tot quan es va considerar també la ingestió de llet en el grup P56 (+9 % en el total del període); el contingut cecal dels animals d'aquests grups va presentar major concentració d'AGVs (+11%). Entre els conills deslletats als 28 dies, els dels grups L₁28 i L₂28 van presentar similar ingestió de pinso que els del grup C28 però major ingestió d'ED (+11% en el total del període), mentre que la seva ingestió de PD va ser més gran en la primera meitat del període (+18%) però menor en la segona (-5%); el seu GMD va ser major durant la primera meitat i en el total del període (+19% i +9%, respectivament), de manera que el seu IC va ser millor (-5 % en el total del període).

Es van detectar diferències en l'estat sanitari dels grups experimentals. El grup C56 va registrar menys mortalitat i morbiditat que el grup C28 (1.4% vs. 12.6% i 0% vs. 6.9%, respectivament). Els grups L₁28 i L₂28 van presentar major iRS que el grup P56 (5.9% vs. 0%) però menor mortalitat i morbiditat que el grup C28 (4.3% vs. 12.6% i 6.9% vs. 19.5%, respectivament).

En conclusió, prolongar la lactació fins als 56 dies va millorar el GMD i l'estat sanitari dels conills d'engreix. L'ús de pinsos amb lactoreemplaçants en animals deslletats als 28 dies permet mantenir el mateix GMD que en els que van romandre lactants fins als 56 dies, encara que va augmentar l'iRS, si bé es va reduir la mortalitat i la morbiditat en comparació amb animals deslletats també als 28 dies però alimentats segons el sistema convencional.

Paraules clau: conill, llet, lactoreemplaçant, creixement, salut digestiva

INTRODUCCIÓN

En cunicultura, el destete se practica habitualmente durante la 5ª semana de vida de los gazapos (28-35 días). Frente a ello, un destete más precoz tendría como principal ventaja un menor esfuerzo de lactación para las conejas y con ello quizá podría intensificarse el ritmo reproductivo o aumentar su esperanza de vida productiva; en contraste, podría aumentar el riesgo de mamitis, por interrumpir la lactación en un momento de alta producción lechera, apenas comenzada la fase descendente de la curva de lactación. Desde la perspectiva de la salud de los gazapos, se ha señalado que la reducción del periodo de contacto materno-filial podría ser una ventaja ya que disminuye la posibilidad de transmisión vertical de enfermedades infecciosas, pero el hecho es que los trabajos en que se estudia el efecto del destete precoz sobre la mortalidad de los gazapos no son concluyentes, probablemente porque depende en gran medida de las condiciones higiénico-sanitarias de la granja. Así, Gidenne y Fortun-Lamothe (2004) observaron mayor mortalidad entre los 32 y los 45 días de vida en gazapos destetados a los 23 días que en los destetados a los 32 días (17% vs. 9%); de forma similar, Gallois *et al.* (2008b) registraron mayor mortalidad entre los 35 y los 49 días de vida en gazapos destetados a los 21 días que en los destetados a los 35 días (25% vs. 3%); también Feugier *et al.* (2006) registraron un claro aumento de la mortalidad en gazapos destetados a los 23 días en comparación con los destetados a 35 días, tanto entre los 23 y los 35 días (24% vs. 3%) como entre los 35 y los 53 días de vida (57% vs. 14%); por último, Cesari *et al.* (2009) también observaron mayor mortalidad en gazapos destetados a los 25 días en comparación con los destetados a 34 días entre los 18 y los 34 días (7.0% vs. 2.5%), aunque la situación se invirtió entre los 34 y los 80 días de vida (7% vs. 18%). Por el contrario, Xiccato *et al.* (2003a, 2003b y 2004) no encontraron ningún efecto negativo del destete precoz sobre el estado sanitario de los gazapos cuando compararon destetes a 21, 25 y 28 días, registrando mortalidades muy bajas en todos los casos.

En los últimos años, algunos cunicultores han ido en el sentido contrario y han retrasado la edad del destete ya que esta práctica se ha relacionado con una menor incidencia de Enteropatía Epizootica del Conejo (EEC) a nivel de campo, que podría explicarse por un efecto protector de la leche frente a diversos patógenos. De hecho, Gallois *et al.* (2007) han comprobado que la leche confiere protección transitoria frente a la colibacilosis por *Escherichia coli* O103, comparando gazapos destetados a 21 ó 35 días e infectados experimentalmente a los 28 días, ya que la mortalidad hasta los 35 días fue nula en los que permanecían lactantes y del 40% en los ya destetados; se observó menor excreción fecal de *Escherichia coli* O103 así como una reducción de la adhesión bacteriana al epitelio intestinal en los que

permanecían lactantes, y se comprobó *in vitro* que tanto la leche como el lactosuero tenían capacidad bacteriostática e inhibían la adhesión bacteriana.

Romero *et al.* (2009) observaron que retrasar la edad al destete desde los 28 a los 42 días de vida no influyó en la mortalidad en un primer ensayo realizado tras el vacío sanitario de la granja, registrándose en todos los grupos una baja mortalidad, pero sí la redujo (14% *vs.* 27%) en un segundo ensayo realizado a continuación y sin vacío sanitario; en la misma línea, en un experimento a gran escala (5860 animales), Martínez-Vallespín (2011) registró una mortalidad mucho menor entre los 28 y los 42 días de vida en gazapos que continuaron lactantes hasta los 42 días que en los que habían sido destetados a los 28 días (5% *vs.* 31%) y, aunque la situación se invirtió entre los 42 y los 60 días de vida (28% *vs.* 18%), la ventaja se mantuvo en el periodo completo (31% *vs.* 44%). Sin embargo, en un estudio epidemiológico con 96 granjas, Le Bouquin *et al.* (2009) señalan que el destete tardío (>35 días) es un factor de riesgo para EEC y que este efecto se debería al aumento de la transmisión de patógenos de madre a gazapos por estar en contacto durante más tiempo y porque las hembras tendrían peor condición corporal y estado sanitario, así como a un retraso de la adaptación digestiva de los gazapos a la ingestión de pienso sólido; sin embargo, el hecho de que el destete tardío fuera más frecuente en las granjas clasificadas como "caso de EEC" podría también interpretarse como que en estas granjas el cunicultor recurre a esta práctica más frecuentemente que en las granjas clasificadas como "sanas", es decir, que el destete tardío sería más una consecuencia que un factor de riesgo de EEC.

Al margen del efecto favorable que la ingestión de leche pueda tener sobre el desarrollo fisiológico general y la capacidad de los gazapos para enfrentarse a microorganismos patógenos y otros desafíos ambientales, la leche contiene diferentes componentes que, a través de productos resultantes de su digestión o directamente, pueden explicar su efecto protector frente a las infecciones digestivas.

La leche de coneja tiene un elevado contenido en grasa (13%), particularmente rica en ácidos grasos de cadena media, en especial caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0), ya que ambos representan el 46% del total de ácidos grasos, mucho más que en la leche de otras especies (Maertens *et al.*, 2006). Cañas-Rodríguez y Smith (1966) ya identificaron a los ácidos caprílico y cáprico resultantes de la digestión gástrica de la leche como los agentes antimicrobianos responsables de la esterilidad virtual del tracto digestivo anterior de los gazapos lactantes. El potencial antimicrobiano de estos ácidos grasos ha sido puesto de manifiesto en diversos estudios posteriores tanto *in vitro* como en animales infectados

experimentalmente con *Escherichia coli* O103 ó O128 (Skrivanova *et al.*, 2008 y 2009); este potencial podría explicar la reducción de mortalidad en conejos de engorde observada cuando se añadió al pienso 0.2-0.5% de ácido caprílico (Skrivanova y Marounek, 2002) ó 1% de triglicéridos de caprílico y cáprico (Skrivanova y Marounek, 2006). Gallois *et al.* (2008a) también observaron que el ácido cáprico tiene un marcado efecto bacteriostático *in vitro* frente a *Escherichia coli* O103 (no observado para el ácido caprílico), aunque la incorporación al pienso de 2% de triglicéridos de caprílico y cáprico no redujo la mortalidad en los gazapos infectados experimentalmente.

Por otro lado, Baranyi *et al.* (2003) observaron que la hidrólisis de la caseína de la leche de coneja por endopeptidasas del tracto gastrointestinal (pepsina, tripsina y quimotripsina) origina un gran número de péptidos con actividad antibacteriana, principalmente frente a bacterias Gram-positivas, aunque algunos de los generados por la digestión con pepsina también son activos frente a *Escherichia coli*; según estos autores, en otras especies también tienen actividad antimicrobiana algunos péptidos derivados de la hidrólisis de las proteínas del lactosuero, aunque no hay estudios en el caso de la leche de coneja.

La leche de coneja contiene inmunoglobulinas específicas (98% IgG, 2% IgA), aunque en mucha menor concentración que el calostro (Maertens *et al.*, 2006); la capacidad de absorción de estas proteínas se reduce en el transcurso de la lactación, por lo que su efecto protector se limitaría al papel de las IgA presentes en el tracto gastrointestinal en la defensa de la mucosa.

Además, se sabe que la leche de otras especies contiene diversas sustancias con capacidad antimicrobiana como defensinas, lactoferrina, enzimas (lactoperoxidasa, lisozima y xantina oxireductasa) y azúcares fucosilados, entre otras, así como factores polipeptídicos de crecimiento (TGF- β , EGF e IGF) y poliamidas que estimulan la regeneración de los epitelios dañados. Sin embargo, la información disponible sobre la leche de coneja en este campo es muy escasa, si bien Buret *et al.* (1998) comprobaron que la administración oral de EGF inhibe la aparición de diarrea y la pérdida de peso en conejos destetados infectados con *Escherichia coli* O15, ya que reduce la colonización epitelial por este patógeno y los daños en la microvellosidades.

El efecto beneficioso del retraso en la edad al destete también podría estar relacionado con una transición más progresiva de la dieta láctea a la vegetal, que podría influir favorablemente en el proceso de maduración digestiva en general y en particular sobre la actividad microbiana y el ambiente cecal. Sin embargo, se ha

observado que mayor ingestión de leche y menor ingestión de pienso (por la correlación negativa entre ambas), inducidas por la no concurrencia de gestación-lactación (Niza *et al.*, 2002), reduciendo a la mitad el tamaño de camada (Di Meo *et al.*, 2003) o tomando leche de dos conejas (Zomborszky-Kovacs *et al.*, 2000), tendrían un efecto negativo sobre el ambiente cecal, ya que la concentración de AGVs totales disminuye y el pH aumenta, sin cambios en la concentración de NH_3 ; Xiccato *et al.* (2003a) obtuvieron los mismos resultados al comparar el contenido cecal de gazapos de 32 días destetados a 28 días con el de aquéllos que estaban destetados desde los 21 días y consumían más pienso. Por el contrario, Gallois *et al.* (2008b) no encontraron diferencias en la concentración de AGVs y el pH del contenido cecal de gazapos de 28-35 días que continuaban lactantes o estaban destetados desde los 21 días (que consumían más pienso), pero sí mayor concentración de NH_3 en los que continuaban lactantes.

En cualquier caso, prolongar la lactación más allá de los 28-35 días resulta poco recomendable desde otros puntos de vista, ya que implica tener que retrasar la inseminación y relajar el ritmo reproductivo. Además, el mayor esfuerzo biológico que supone parece afectar negativamente al rendimiento de la coneja a largo plazo, e incluso a su longevidad productiva si su alimentación es deficitaria (Martínez-Vallespín, 2011). El objetivo del presente trabajo es estudiar, como posible alternativa al retraso de la edad al destete, la utilización de piensos cuya composición podría permitir una emulación de los efectos beneficiosos y el papel protector de la leche materna en gazapos destetados a la edad convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

Lactoreemplazante

Se formuló un lactoreemplazante con un contenido nutritivo similar al de la leche de coneja, en cuanto a su nivel de proteína, grasa y lactosa, así como en el origen de la proteína y en el perfil de ácidos grasos. La Tabla 1 muestra los ingredientes y la composición (según las especificaciones de los proveedores de los ingredientes) del lactoreemplazante, así como la composición media de la leche de coneja (Maertens *et al.*, 2006).

Tabla 1. Ingredientes y composición del lactoreemplazante y la leche de coneja

	Lactoreemplazante ^a	Leche de coneja ^b
<i>Ingredientes (%)</i>		
Concentrado proteico de leche 80	52.1	
Triglicéridos de caprónico y cáprico	21.0	
Aceite de soja	10.7	
Aceite de palma	10.0	
Aceite de coco	3.1	
Lactosa	3.1	
<i>Composición (% MS)</i>		
PB	42.3	41.4
EE	43.7	43.3
Lactosa	6.0	5.7
Cenizas	8.0	9.6
Ácidos grasos (% del total)		
C6:0		0.4
C8:0	26.6	26.3
C10:0	21.3	20.1
C12:0	3.3	2.9
C14:0	1.5	1.6
C16:0	12.3	12.8
C16:1	0.1	1.5
C18:0	2.2	2.9
C18:1	14.5	11.3
C18:2	15.2	12.8
C18:3	1.8	2.5
C20:4		0.5
C20:5		0.04
C22:6		0.06
Otros		4.2
Total ácidos grasos saturados	67.3	70.4
Total ácidos grasos monoinsaturados	14.6	12.8
Total ácidos grasos poliinsaturados	17.0	15.9

^a Calculados según especificaciones de los proveedores de los ingredientes

^b Según Maertens *et al.* (2006)

Piensos

Se utilizaron 5 piensos, cuyos ingredientes y composición se presentan en la Tabla 2. Los piensos M y E eran piensos comerciales para madres y engorde, respectivamente. El pienso P era un pienso peridestete rico en FAD y pectinas pero pobre en almidón y PB, ya que estas características reducen la mortalidad por EEC (Martínez-Vallespín *et al.*, 2011). El pienso L₁ se formuló a partir del pienso P, reduciendo proporcionalmente todos sus ingredientes excepto los minerales y el corrector de oligoelementos y vitaminas para incluir 15% de lactoreemplazante, así como 1% de melaza y 1% de sepiolita para aumentar la dureza de los gránulos. El pienso L₂ se formuló de forma similar al L₁ pero incluyendo además 1% de una mezcla de plasma porcino (0.85%) y un aditivo con anticuerpos (IgY) procedentes de huevos de gallinas inmunizadas frente a diversos microorganismos patógenos (Globigen[®], EW Nutrition GmbH, Visbek, Alemania) (0.15%), para tratar de compensar la posible pérdida de factores lácteos termolábiles en el proceso de obtención del concentrado proteico de leche.

Tabla 2. Ingredientes y composición de los piensos experimentales

	M ^a	E ^b	P	L ₁	L ₂
<i>Ingredientes (%)</i>					
Maíz	5.00				
Cebada	7.94	4.37			
Salvado de trigo	30.00	35.00			
Cilindro de arroz	5.00	5.00			
Harina zootécnica de maíz		5.00			
Germen de maíz	8.00	7.00			
Torta de girasol 28	17.96	15.22			
Concentrado proteico de soja 61			7.50	6.19	6.12
Harina de pescado 70			2.50	2.06	2.04
Heno de alfalfa	10.00	10.00	7.50	6.19	6.12
Pulpa de remolacha	6.56	7.31	26.00	21.47	21.20
Orujo de uva			13.00	10.73	10.60
Paja de cereales	6.47	8.69			
Cascarilla de avena			17.50	14.45	14.27
Granilla de uva desengrasada			14.00	11.56	11.42
Almidón de maíz			5.00	4.13	4.08
Aceite de soja			4.00	3.30	3.26
L-Lisina 65	0.074	0.087			
L-Lisina HCL			0.075	0.062	0.061
DL-Metionina			0.150	0.124	0.122
L-Treonina			0.150	0.124	0.122
L-Triptófano			0.025	0.021	0.020
L-Arginina			0.100	0.083	0.082
Carbonato cálcico	2.12	1.58			
Fosfato bicálcico					
Fosfato monocálcico			1.50	1.50	1.50
Cloruro sódico	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50
Cloruro de colina	0.045	0.047			
Corrector vitaminas-oligoelementos ^c	0.30	0.30	0.50	0.50	0.50
Lactoreemplazante				15.00	15.00
Plasma porcino (85%)+Globigen® ^d (15%)					1.00
Melaza de caña	0.13			1.00	1.00
Sepiolita				1.00	1.00
<i>Composición (% MS)</i>					
MS	90.5	90.9	91.4	91.0	91.2
Cenizas	7.9	8.8	7.5	8.6	8.6
PB	16.6	16.4	15.8	21.5	21.7
EE	4.0	4.0	6.2	11.8	11.6
Almidón	15.4	15.4	8.3	7.8	7.8
FND	37.6	36.2	36.1	24.4	24.9
FAD	17.3	16.4	21.7	14.3	14.6
Pectinas ^e	5.2	5.4	10.1	8.3	8.3
Lisina ^{f,g}	0.77	0.77	0.91	1.24	1.30
Metionina+Cistina ^{f,g}	0.67	0.65	0.62	0.74	0.77
Treonina ^{f,g}	0.66	0.64	0.72	0.88	0.93
Triptófano ^{f,g}	0.23	0.22	0.19	0.24	0.26
Arginina ^{f,g}	1.23	1.20	0.94	1.02	1.06
Ca ^{f,g}	1.21	1.02	0.95	0.99	0.98
P ^{f,g}	0.74	0.76	0.58	0.66	0.66
Na ^{f,g}	0.19	0.20	0.29	0.31	0.34
Cl ^{f,g}	0.39	0.39	0.42	0.47	0.48
ED ^h (MJ/kgMS)	10.0	9.9	10.1	12.5	12.4
PD ^h	11.6	11.5	10.2	16.0	16.6

^{a, b} Cunilactal y Cunilap-UPV, respectivamente; Nanta, Meliana, Valencia

^c L310 en piensos M y E, L511 en piensos P, L₁ y L₂; Trouw Nutrition, Tres Cantos, Madrid

^d EW Nutrition GmbH, Visbek, Alemania

^e Calculados según Maertens *et al.* (2002)

^f Calculados según De Blas *et al.* (2010)

^g Utilizando para el concentrado proteico de leche incluido en el lactoreemplazante el contenido en aminoácidos y minerales de la leche descremada según De Blas *et al.* (2010)

^h Determinados experimentalmente según Perez *et al.* (1995)

Grupos experimentales

Se utilizaron 35 camadas de otras tantas conejas en su segundo ciclo reproductivo. Las conejas eran cruzadas de líneas maternas HxLP y habían sido inseminadas con pooles de semen de línea terminal R, que son líneas genéticas desarrolladas en la Universidad Politécnica de Valencia. Al parto, las camadas se estandarizaron a 12 gazapos. A los 17 días, las conejas fueron trasladadas de jaula y los gazapos se redistribuyeron aleatoriamente para constituir camadas estandarizadas a 10 gazapos, procurando que su peso fuera similar; las camadas constituidas se distribuyeron entre los distintos grupos experimentales, asignándose a las conejas de forma que el potencial lechero de las mismas (estimado como el peso de su camada natural a los 17 días) fuera similar en los distintos grupos experimentales.

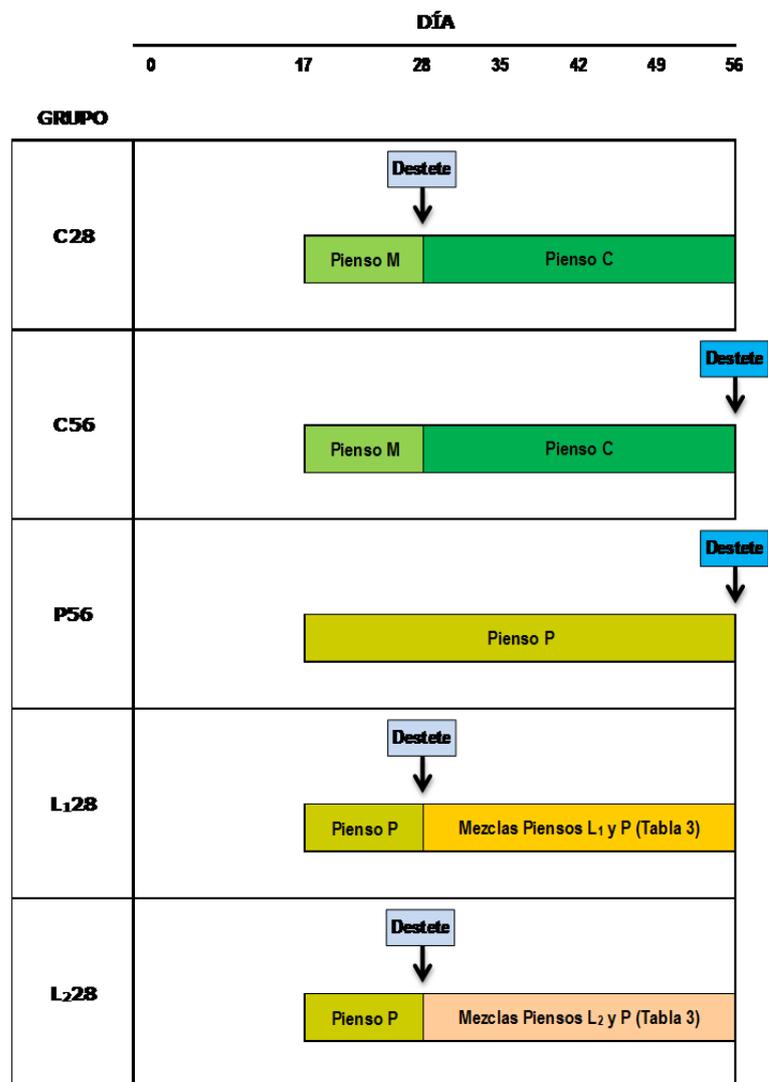


Figura 1. Diseño de los grupos experimentales

Se diseñaron 5 grupos experimentales según se muestra en el esquema de la Figura 1. En los grupos C28 y C56, las camadas se alimentaron según el sistema convencional, con pienso M hasta los 28 días y con pienso E hasta los 56 días; en el grupo C28 se destetaron a los 28 días mientras que en el grupo C56 continuaron lactantes hasta los 56 días. En el grupo P56 las camadas recibieron pienso P y continuaron lactantes hasta los 56 días. En los grupos L₁28 y L₂28 las camadas recibieron pienso P hasta el destete a los 28 días; después, hasta los 56 días, recibieron mezclas progresivas de pienso L₁ o L₂ respectivamente (proporciones decrecientes) con pienso P (proporciones creciente), según la pauta que se indica en la Tabla 3. Esta pauta se calculó para que la ingestión de MS de lactoreemplazante siguiera una evolución paralela a la ingestión de MS de leche materna desde los 28 a los 56 días; para ello se utilizó una estimación de las ingestiones diarias de MS tanto de pienso como de leche materna durante dicho periodo, mediante ecuaciones de regresión obtenidas a partir de datos de ingestión semanal obtenidos para un pienso muy similar al pienso P y datos de producción lechera diaria desde los 15 a los 39 días, respectivamente (Martínez-Vallespín *et al.*, 2011); la pauta "teórica" se simplificó adaptándola para cambiar las mezclas cada 2-3 días (pauta "práctica"). Todas las conejas se alimentaron con pienso M desde los 17 días hasta el destete.

Tabla 3. Pauta de mezclas progresivas de los piensos L₁ o L₂ con pienso P

Día	Ingestión pienso (g MS) ^a	Producción lechera (g) ^b	Ingestión leche (g MS/gazapo) ^c	Lactoreemplazante en pienso (% MS)	Ingestión piensos L ₁ o L ₂ (g MS)	Mezcla "teórica"		Mezcla "práctica"	
						Pienso L ₁ o L ₂ (%)	Pienso P (%)	Pienso L ₁ o L ₂ (%)	Pienso P (%)
29	38.4	192	5.75	15.0	38.4	100	0	100	0
30	44.1	185	5.55	12.6	37.0	83.9	16.1	100	0
31	49.8	178	5.35	10.7	35.7	71.7	28.3	75	25
32	55.3	172	5.15	9.3	34.3	62.1	37.9	75	25
33	60.7	165	4.94	8.1	33.0	54.3	45.7	55	45
34	65.9	158	4.74	7.2	31.6	47.9	52.1	55	45
35	71.1	151	4.54	6.4	30.3	42.6	57.4	55	45
36	76.1	145	4.34	5.7	28.9	38.0	62.0	40	60
37	81.0	138	4.13	5.1	27.6	34.0	66.0	40	60
38	85.8	131	3.93	4.6	26.2	30.6	69.4	30	70
39	90.4	124	3.73	4.1	24.9	27.5	72.5	30	70
40	95.0	118	3.53	3.7	23.5	24.8	75.2	25	75
41	99.4	111	3.32	3.3	22.2	22.3	77.7	25	75
42	104	104	3.12	3.0	20.8	20.1	79.9	25	75
43	108	97.3	2.92	2.7	19.5	18.0	82.0	20	80
44	112	90.5	2.72	2.4	18.1	16.2	83.8	20	80
45	116	83.8	2.51	2.2	16.8	14.5	85.5	15	85
46	120	77.0	2.31	1.9	15.4	12.9	87.1	15	85
47	123	70.3	2.11	1.7	14.1	11.4	88.6	10	90
48	127	63.5	1.91	1.5	12.7	10.0	90.0	10	90
49	130	56.8	1.70	1.3	11.4	8.7	91.3	10	90
50	134	50.0	1.50	1.1	10.0	7.5	92.5	7.5	92.5
51	137	43.3	1.30	0.9	8.7	6.3	93.7	7.5	92.5
52	140	36.5	1.10	0.8	7.3	5.2	94.8	5	95
53	143	29.8	0.89	0.6	6.0	4.2	95.8	5	95
54	146	23.0	0.69	0.5	4.6	3.2	96.8	2.5	97.5
55	148	16.3	0.49	0.3	3.3	2.2	97.8	2.5	97.5
56	151	9.5	0.29	0.2	1.9	1.3	98.7	2.5	97.5

^a $y = -0.061x^2 + 9.37x - 182$, $R^2 = 1$, y =ingestión pienso, x =día; con datos de Martínez-Vallespín *et al.* (2011)

^b $y = -6.75x + 388$, $R^2 = 0.96$, y =producción lechera, x =día; con datos de Martínez-Vallespín *et al.* (2011)

^c Camadas de 10 gazapos y asumiendo un 30% MS en la leche de coneja

Controles

Camadas

Hasta el destete (28 ó 56 días), las camadas y conejas se reunieron diariamente durante unos minutos para la tetada (entre las 8 y las 9 horas), controlando la ingestión de leche 5 días por semana (de lunes a viernes) mediante pesada de las conejas antes y después de la tetada. Se controló la ingestión de pienso desde los 17 a los 28 días y, a partir de ahí, semanalmente en los grupos C28, C56 y P56 y cada 2-3 días (cuando se cambiaba la mezcla de piensos L₁ ó L₂ con pienso P) en los grupos L₁28 y L₂28. Se controló el peso de la camada a los 17 y 28 días y el peso individual de los gazapos a los 28, 42 y 56 días. Los animales se observaron diariamente para control de mortalidad y morbilidad.

Conejas

Se controló la ingestión de pienso, así como el cambio de peso y de la condición corporal desde los 17 a los 28 días en todos los grupos y desde los 28 a los 56 días en los grupos C56 y P56. La condición corporal se valoró como espesor de la grasa perirrenal medido con ecografía (Pascual *et al.*, 2000), utilizando una unidad de ultrasonidos (MyLab60, Esaote, Sant Just Desvern, España) equipada con software analizador de imágenes para medir distancias.

Digestibilidad fecal

La digestibilidad fecal de MS, EB y PB de los 5 piensos utilizados se determinó siguiendo el método europeo de referencia (Perez *et al.*, 1995), con 12 animales de 49-53 días por pienso, tras un periodo de adaptación de una semana. En el caso de EB y PB se utilizaron pooles de heces constituidos con 25 g de heces secas de cada uno de los animales del mismo pienso.

Parámetros digestivos y ambiente cecal

Se sacrificaron 70 animales de 42 días (14 de cada grupo, 2 por camada, escogiendo aquéllos con el peso más próximo a la mediana), entre las 19-22 horas, mediante inyección intracardiaca de tiopental sódico (75 mg/kg peso vivo). Se pesó el tracto gastrointestinal, así como el estómago y el ciego llenos y vacíos; se obtuvo la longitud y el peso vacío del intestino delgado. Se registró el pH del contenido del fundus gástrico y del contenido cecal. Se tomaron muestras de contenido cecal para la determinación de AGVs y NH₃, añadiendo a 1 g de contenido cecal 2 mL de H₃PO₄ 0.35 M ó 3 mL de H₂SO₄ 0.35 M, respectivamente; el resto del contenido cecal se utilizó para determinar MS. Las muestras se congelaron a -20 °C hasta su análisis.

Análisis químico

Los análisis de MS, cenizas, PB y EE se realizaron según los métodos de la AOAC (2000) (934.01, 942.05, 976.06 and 920.39, respectivamente); el análisis de EE se realizó previa hidrólisis ácida de la muestra.

El almidón se analizó según Batey (1982), con hidrólisis enzimática en dos etapas (solubilización e hidrólisis hasta maltodextrinas con amilasa termoestable seguida por hidrólisis completa por amiloglucosidasa) y valorando la glucosa resultante con el sistema hexokinasa/glucosa-6 fosfato deshidrogenasa/NADP. FND y FAD se analizaron secuencialmente (Van Soest *et al.*, 1991), usando amilasa termoestable y mediante un sistema de bolsitas filtrantes de nylon (Ankom, Macedon, NY, Estados Unidos).

Para el análisis de los AGVs del contenido cecal, las muestras se filtraron previamente a través de un filtro de celulosa (0.45) y se transfirieron 250 μ L a viales de inyección; se inyectaron 2 μ L de cada muestra en un cromatógrafo de gases (Fisons 8000 series, Milán, Italia) equipado con un inyector automático AS800; se usó la columna BD-FFAP 30mm \times 0.25mm \times 0.25mm; el inyector y el detector de temperatura se mantuvieron a 220 y 225 $^{\circ}$ C, respectivamente. La concentración de NH₃ se determinó según el método 984.13 de la AOAC (2000). Las concentraciones de AGVs y NH₃ se expresaron como mmol/L de fase líquida del contenido cecal (definida como el contenido no seco de la muestra), teniendo en cuenta en el primer caso el factor de dilución por el volumen de H₃PO₄ añadido.

Se midió la dureza de los gránulos con un durómetro de resorte manual (Amandus-Kahl, Reinbek, Alemania), utilizando 15 gránulos/pienso.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el procedimiento GLM del software estadístico SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2002). El modelo incluyó el grupo (2 niveles en el periodo 17-28 días, según el tipo de pienso consumido por las camadas, M o P; 2 niveles en las variables de las conejas en el periodo 28-56 días, según el tipo de pienso consumido por las camadas, E o P; 5 niveles en las variables de los gazapos en el periodo 28-56 días, según el grupo experimental) y la tanda semanal como efectos principales; se realizaron dos contrastes ortogonales adicionales para estimar el efecto de la utilización de piensos con lactoreemplazante $[(L_128+L_228)/2 - P56; (L_128+L_228)/2 - C28]$. Mortalidad, morbilidad e iRS se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado.

RESULTADOS

Rendimientos productivos

Periodo 17-28 días

Los resultados obtenidos en conejas y camadas entre los 17 y 28 días de lactación, en función del tipo de pienso consumido por las camadas (pienso M en los grupos C28 y C56; pienso P en los grupos P56, L₁28 y L₂28), se muestran en la Tabla 4. Tanto la ingestión de pienso como la producción lechera o los cambios de peso vivo y del espesor de grasa perirrenal de las conejas fueron muy similares en ambos casos. Las camadas alimentadas con pienso P presentaron menor ingestión de pienso, así como de ED y, sobre todo, PD en forma de pienso que las alimentadas con pienso M (-17%, -17% y -27%, respectivamente), junto con menor peso a los 28 días de lactación (-5%).

La mortalidad registrada en las camadas durante este periodo fue muy baja (2/350, 0.6%).

Tabla 4. Efecto del tipo de pienso consumido por las camadas sobre los rendimientos de las conejas y las camadas entre los 17 y 28 días de lactación

	Pienso M (C28 y C56) n=14	Pienso P (P56, L ₁ 28 y L ₂ 28) n=21	DTR ^a	P
<i>Conejas</i>				
Peso vivo a 17 días (g)	4406	4374	288	0.751
EGP ^b a 17 días (mm)	6.28	6.30	0.43	0.852
Peso vivo a 21 días (g)	3936	3933	252	0.972
Ingestión pienso 17 a 28 días (g MS/día)	357	360	39	0.797
Cambio peso vivo 21 a 28 días (g)	-23.2	-35.8	93	0.705
Cambio EGP ^b 17 a 28 días (mm)	-0.36	-0.60	0.62	0.271
Producción lechera 4 ^a semana (g/día)	232	237	30	0.667
<i>Camadas</i>				
Tamaño camada a 17 días	10	10		
Peso camada a 17 días (g)	2651	2651	37	0.988
Ingestión pienso				
MS (g/camada y día)	74.7	61.7	16.5	0.029
ED (kJ/camada y día)	747	623	166	0.038
PD (g/camada y día)	8.67	6.30	1.78	<0.001
Tamaño camada a 28 días	10	9.90	0.23	0.247
Peso camada a 28 días (g)	5116	4852	286	0.014

^a DTR: desviación típica residual

^b EGP: espesor grasa perirrenal

Periodo 28-56 días

Como se muestra en la Tabla 5, la ingestión de pienso, la producción lechera y los cambios de peso vivo o del espesor de grasa perirrenal en las conejas que permanecieron lactantes durante este periodo también fueron independientes del pienso consumido por sus camadas (pienso E en el grupo C56; pienso P en el grupo P56).

Tabla 5. Efecto del tipo de pienso consumido por las camadas sobre los rendimientos de las conejas entre los 28 y 56 días de lactación

	Pienso E (C56) n=7	Pienso P (P56) n=7	DTR ^a	P
Ingestión pienso 28 a 56 días (g MS/día)	301	304	25	0.843
Cambio peso vivo 28 a 56 días (g)	390	325	154	0.446
Cambio EGP ^b 28 a 56 días (mm)	0.19	0.56	0.66	0.302
Producción lechera (g/día)				
5 ^a -6 ^a semana	132	148	30	0.356
7 ^a -8 ^a semana	60	62	24	0.881
5 ^a -8 ^a semana	96	105	26	0.537

^a DTR: desviación típica residual

^b EGP: espesor grasa perirrenal

La Tabla 6 recoge la ingestión de pienso, la GMD y el IC de los gazapos de los distintos grupos experimentales, en las dos fases consideradas (28-42 días y 42-56 días) y en el total del periodo.

De los conejos que fueron alimentados con pienso E, los que permanecieron lactantes durante todo el cebo (grupo C56) presentaron menor ingestión de pienso que los destetados desde los 28 días (grupo C28), tanto en la primera como en la segunda mitad del cebo (-15% y -11%, respectivamente; -13% en el total del cebo). Sin embargo, su GMD fue mayor durante la primera mitad y en el total del cebo (+10% y +6%, respectivamente), de forma que su IC fue mejor tanto en la primera como en la segunda mitad del cebo (-23% y -14%, respectivamente; -18% en el total del cebo), incluso cuando se consideró también la ingestión de leche en el grupo C56 (-18% y -12%, respectivamente; -14% en el total del cebo).

Entre los animales que permanecieron lactantes durante todo el cebo, los que fueron alimentados con el pienso P (grupo P56) mostraron mayor ingestión de pienso y de ED en forma de pienso pero menor ingestión de PD en forma de pienso en el conjunto del cebo (+6%, +8% y -6%) que los alimentados con pienso E (grupo C56), así como mayor GMD durante la primera mitad y en el total del cebo (+7% y 3%, respectivamente), sin que se registraran diferencias en el IC.

Tabla 6. Ingestión de pienso, GMD e IC de los distintos grupos experimentales durante el cebo (28-56 días)

	C28	C56	P56	L ₁ 28	L ₂ 28	DTR ^a	<i>P</i>	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. P56	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. C28	ETD ^b
	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7					
<i>Periodo 28-56 días</i>										
Ingestión pienso										
MS (g/día)	65.8 ^{ab}	56.1 ^c	60.5 ^{bc}	69.3 ^a	69.5 ^a	4.7	<0.001	8.8 ^{***}	3.6	2.2
ED (kJ/día)	651 ^b	556 ^c	612 ^{bc}	774 ^a	774 ^a	51	<0.001	162 ^{***}	122 ^{***}	24
PD (g/día)	7.56 ^b	6.46 ^c	6.19 ^c	8.86 ^a	9.05 ^a	0.60	<0.001	2.77 ^{***}	1.39 ^{***}	0.27
GMD (g/día)	40.2 ^c	44.3 ^b	47.6 ^a	47.6 ^a	48.4 ^a	2.4	<0.001	0.4	7.8 ^{***}	1.1
IC (g MS/g)	1.64 ^a	1.26 ^c	1.27 ^c	1.45 ^b	1.44 ^b	0.07	<0.001	0.18 ^{***}	-0.19 ^{***}	0.03
IC _{LE} ^c (g MS/g)	1.64 ^a	1.35 ^c	1.37 ^c	1.45 ^b	1.44 ^b	0.06	<0.001	0.08 [*]		0.03
<i>Periodo 42-56 días</i>										
Ingestión pienso										
MS (g/día)	114 ^a	101 ^b	106 ^b	115 ^a	118 ^a	5	<0.001	11 ^{***}	2	2
ED (kJ/día)	1131 ^b	1000 ^d	1069 ^c	1191 ^{ab}	1213 ^a	55	<0.001	134 ^{***}	71 [*]	26
PD (g/día)	13.1 ^a	11.6 ^c	10.8 ^d	12.4 ^b	12.7 ^{ab}	0.6	<0.001	1.7 ^{***}	-0.6 [*]	0.3
GMD (g/día)	43.9	44.7	45.0	44.0	42.9	2.4	0.516	-1.6	-0.4	1.1
IC (g MS/g)	2.61 ^a	2.25 ^b	2.35 ^b	2.62 ^a	2.74 ^a	0.16	<0.001	0.33 ^{***}	0.07	0.07
IC _{LE} ^c (g MS/g)	2.61 ^a	2.30 ^b	2.41 ^b	2.62 ^a	2.74 ^a	0.15	<0.001	0.28 ^{***}	0.07	0.07
<i>Periodo 28-56 días</i>										
Ingestión pienso										
MS (g/día)	90.0 ^a	78.5 ^c	83.2 ^b	92.4 ^a	93.5 ^a	4.0	<0.001	9.8 ^{***}	2.9	1.9
ED (kJ/día)	891 ^b	778 ^d	840 ^c	982 ^a	993 ^a	42	<0.001	148 ^{***}	97 ^{***}	20
PD (g/día)	10.3 ^b	9.0 ^c	8.5 ^d	10.6 ^{ab}	10.9 ^a	0.4	<0.001	2.3 ^{***}	0.4	0.2
GMD (g/día)	42.1 ^c	44.7 ^b	46.2 ^a	46.0 ^{ab}	45.7 ^{ab}	1.4	<0.001	-0.4	3.7 ^{***}	0.6
IC (g MS/g)	2.14 ^a	1.75 ^c	1.80 ^c	2.01 ^b	2.05 ^b	0.09	<0.001	0.23 ^{***}	-0.11 ^{**}	0.04
IC _{LE} ^c (g MS/g)	2.14 ^a	1.83 ^c	1.87 ^c	2.01 ^b	2.05 ^b	0.09	<0.001	0.16 ^{***}		0.04

^a DTR: desviación típica residual

^b ETD: error típico de la diferencia

^c IC_{LE}: IC considerando también la ingestión de MS en forma de leche (30% MS en leche)

Medias ajustadas por mínimos cuadrados con superíndice distintos difieren con $P < 0.05$

Los conejos destetados desde los 28 días que fueron alimentados con mezclas de piensos L₁ o L₂ (que contenían lactoreemplazante) en proporciones decrecientes con pienso P (grupos L₁28 y L₂28) presentaron mayor ingestión de pienso, así como de ED y PD en forma de pienso que los del grupo P56 en el conjunto del cebo (+12%, +18% y +27%, respectivamente); las diferencias fueron mayores en la primera mitad del cebo (+15%, +26% y +45%, respectivamente) que en la segunda mitad (+10%, +13% y +16%, respectivamente). Sin embargo, no se detectaron diferencias en GMD, de forma que su IC fue peor tanto en la primera como en la segunda mitad del cebo (+14% y +14%, respectivamente; +13% en el total del cebo), incluso cuando se consideró también la ingestión de leche en el grupo P56 (+6% y +12%, respectivamente; +9% en el total del cebo).

Por otro lado, entre los conejos destetados a los 28 días, los de los grupos L₁28 y L₂28 presentaron similar ingestión de pienso que los del grupo C28 pero mayor ingestión de ED tanto en la primera como en la segunda mitad del cebo (+19% y +6%, respectivamente; +11% en el total del cebo), mientras que su ingestión de PD fue mayor en la primera mitad del cebo (+18%) pero menor en la segunda (-5%). Su GMD fue mayor durante la primera mitad y en el total del cebo (+19% y +9%, respectivamente), de forma que su IC fue mejor tanto en la primera mitad como en el conjunto del cebo (-12% y -5%, respectivamente).

Los resultados relativos al estado sanitario de los animales durante este periodo se presentan en la Tabla 7. En general, el estado sanitario fue satisfactorio, con valores medios de 4.5%, 2.0% y 6.5% para mortalidad, morbilidad e iRS (mortalidad+morbilidad), respectivamente. No obstante, se detectaron diferencias entre los grupos experimentales. El grupo C56 registró menor mortalidad, morbilidad e iRS que el grupo C28. Por otro lado, no se registraron diferencias entre los grupos C56 y P56. Los grupos L₁28 y L₂28 presentaron mayor iRS que el grupo P56, principalmente por diferencias en la mortalidad (4.3% vs. 0%, $P=0.083$), pero mejor estado sanitario que el grupo C28; el grupo L₂28 presentó menor iRS que el grupo L₁28, aunque las diferencias no alcanzaron el nivel de significación (2.9% vs. 8.9%, $P=0.127$).

Tabla 7. Mortalidad, morbilidad e iRS de los distintos grupos experimentales durante el cebo (28-56 días)

	C28	C56	P56	L ₁ 28	L ₂ 28	<i>P</i>	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. P56	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. C28
	n=70	n=70	n=68	n=70	n=70			
Mortalidad (%)	12.6 ^a	1.4 ^{bc}	0 ^c	5.7 ^{ab}	2.9 ^{bc}	0.003	4.3	-8.3*
Morbilidad (%)	6.9 ^a	0 ^b	0 ^b	3.2 ^{ab}	0 ^b	0.011	1.6	-5.3*
iRS (%)	19.5 ^a	1.4 ^c	0 ^c	8.9 ^{ab}	2.9 ^{bc}	<0.001	5.9*	-13.6**

Valores con superíndice distintos difieren con $P<0.05$

Parámetros digestivos y ambiente cecal

La Tabla 8 muestra los efectos del grupo experimental sobre los parámetros digestivos y el ambiente cecal en animales de 42 días.

En comparación con el grupo C28, los conejos del grupo C56 tuvieron menor peso del tracto gastrointestinal lleno, del estómago e intestino delgado vacíos y del ciego, tanto del contenido como del órgano. El contenido cecal de los animales de este grupo tuvo mayor proporción de MS y menor concentración de AGVs (-16%), con incremento de la proporción de propiónico y de la *ratio* propiónico/butírico, así como mayor concentración de NH_3 (+50%).

En comparación con el grupo C56, los conejos del grupo P56 mostraron mayor peso del tracto gastrointestinal lleno y del intestino delgado vacío, pero menor peso del estómago vacío. Los animales de este grupo presentaron mayor concentración cecal de AGVs (+14%), con incremento de la proporción de propiónico, así como menor concentración de NH_3 (-25%).

En comparación con el grupo P56, los conejos de los grupos L₁28 y L₂28 presentaron menor peso del contenido del estómago y menor pH del mismo, así como mayor peso del intestino delgado vacío. El contenido cecal de los animales de estos grupos presentó menor proporción de MS y mayor concentración de AGVs (+11%).

Por otro lado, en comparación con el grupo C28, los animales de los grupos L₁28 y L₂28 mostraron menor peso del estómago vacío y del contenido cecal, así como mayor *ratio* peso vacío/longitud del intestino delgado. También se observó mayor proporción de propiónico y *ratio* propiónico/butírico en el contenido cecal.

Tabla 8. Parámetros digestivos y ambiente cecal de los distintos grupos experimentales en animales de 42 días

	C28	C56	P56	L ₁ 28	L ₂ 28	DTR ^a	P	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. P56	Contraste L ₁ 28+L ₂ 28 vs. C28	ETD ^b
	n=14	n=14	n=14	n=14	n=14					
TGI _{LL} ^c (% PV)	28.2 ^a	25.5 ^c	26.9 ^b	27.5 ^{ab}	27.2 ^{ab}	1.8	0.004	0.5	-0.9	0.6
<i>Estómago</i>										
Peso contenido (% PV)	6.39 ^b	6.96 ^{ab}	7.33 ^a	6.60 ^b	6.70 ^{ab}	0.88	0.064	-0.68 [*]	0.26	0.29
Peso órgano (% PV)	1.65 ^a	1.55 ^b	1.45 ^c	1.48 ^c	1.47 ^c	0.09	<0.001	0.03	-0.18 ^{***}	0.03
pH	1.71 ^{ab}	1.68 ^{ab}	2.17 ^a	1.43 ^b	1.58 ^{ab}	0.81	0.183	-0.67 [*]	-0.21	0.27
<i>Intestino delgado</i>										
Peso órgano (% PV)	3.52 ^b	3.17 ^c	3.48 ^b	3.82 ^a	3.64 ^{ab}	0.33	<0.001	0.24 [*]	0.21	0.11
Longitud (m)	2.57	2.42	2.50	2.45	2.51	0.20	0.368	-0.02	-0.09	0.07
Peso/Longitud (g/m)	15.4 ^b	15.4 ^b	17.2 ^a	18.4 ^a	17.6 ^a	1.7	<0.001	0.8	2.6 ^{***}	0.6
<i>Ciego</i>										
Peso contenido (% PV)	7.02 ^a	5.92 ^b	5.51 ^b	5.93 ^b	5.85 ^b	0.73	<0.001	0.38	-1.13 ^{***}	0.24
Peso órgano (% PV)	1.65 ^a	1.47 ^c	1.55 ^{bc}	1.64 ^{ab}	1.61 ^{ab}	0.14	0.005	0.08	-0.03	0.05
Contenido cecal										
MS (%)	20.7 ^c	22.2 ^{ab}	22.7 ^a	21.1 ^{bc}	21.4 ^{bc}	1.1	<0.001	-1.5 ^{***}	0.6	0.4
pH	5.72	5.71	5.72	5.76	5.77	0.13	0.645	0.05	0.04	0.04
AGVs (mmol/L)	62.4 ^{ab}	52.6 ^c	60.0 ^b	67.4 ^a	66.1 ^{ab}	7.7	<0.001	6.8 ^{**}	4.3	2.5
Acético (%)	83.2 ^a	82.1 ^{ab}	81.4 ^b	82.9 ^a	82.0 ^{ab}	2.0	0.169	1.1	-0.7	0.7
Propiónico (%)	3.0 ^c	3.6 ^b	4.2 ^a	4.2 ^a	4.1 ^a	0.5	<0.001	0.0	1.2 ^{***}	0.2
Butírico (%)	12.5 ^{ab}	12.9 ^{ab}	13.1 ^a	11.6 ^b	12.5 ^{ab}	1.7	0.210	-1	-0.5	0.6
AG menores (%)	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4	0.5	0.967	0.0	0.1	0.2
Propiónico/Butírico	0.24 ^d	0.29 ^c	0.32 ^{bc}	0.37 ^a	0.34 ^{ab}	0.05	<0.001	0.03	0.11 ^{***}	0.02
NH ₃ (mmol/L)	6.92 ^b	10.4 ^a	7.83 ^b	6.81 ^b	6.32 ^b	2.93	0.021	-1.27	-0.35	1.05

^a DTR: desviación típica residual

^b ETD: error típico de la diferencia

^c TGI_{LL}: tracto gastrointestinal lleno

Medias ajustadas por mínimos cuadrados con superíndice distintos difieren con $P < 0.05$

DISCUSIÓN

Efecto de la prolongación de la lactación

La comparación entre los grupos C56 y C28 permite analizar el efecto de prolongar la lactación hasta los 56 días en lugar de realizar el destete a los 28 días, ya que las camadas de estos grupos recibieron los mismos piensos (pienso M desde los 17 a los 28 días y pienso E desde los 28 a los 56 días).

Las camadas que dispusieron de leche materna durante las 4 semanas de cebo (132 y 60 g/día, durante la primera y la segunda mitad del mismo, respectivamente) presentaron menor ingestión de pienso. Se sabe que la disponibilidad de leche es un factor regulador de la ingestión de pienso antes del destete, habiéndose observado una correlación negativa entre ambas variables en lactaciones de duración convencional (4-5 semanas), de forma que cuando aumenta la disponibilidad de leche (camadas menos numerosas o mayor producción lechera de las conejas) la ingestión de pienso comienza más tarde y es menor (Maertens y De Groote, 1990; Scapinello *et al.*, 1999; Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000; Pascual *et al.*, 2001; Di Meo *et al.*, 2003; Soler *et al.*, 2005). En la misma línea, se ha observado que un destete temprano estimula la ingestión de pienso (Xiccato *et al.*, 2003a, 2005; Gallois *et al.*, 2005); por el contrario, la ingestión de pienso disminuye cuando los gazapos duplican la ingestión de leche al recibir 2 tomas diarias de leche (madre y nodriza) en lugar de una sola toma (Gyarmati *et al.*, 2000). Los resultados del presente trabajo apoyan la idea de que esta correlación negativa se mantiene en lactaciones de hasta 8 semanas.

La menor ingestión de pienso asociada a la disponibilidad de leche podría explicar el menor desarrollo de los distintos segmentos digestivos (estómago, intestino delgado y ciego) observado en animales de 42 días, así como la reducción en la actividad fermentativa del ciego, caracterizada por menor concentración cecal de AGVs, con aumento del propiónico y de la *ratio* propiónico/butírico, así como por el aumento de la de NH₃, probablemente por su menor utilización para la síntesis de proteína microbiana; a pesar de que la concentración de AGVs disminuyó y la de NH₃ aumentó, no se registraron diferencias en el pH cecal, que también depende de características físico-químicas de la MS cecal, como el tamaño de partícula, el grado de lignificación de la fibra o la capacidad tamponante básica (García *et al.*, 2000). La reducción de la concentración de AGVs y el aumento de la *ratio* propiónico/butírico al retrasar el destete o disponer de más leche se ha observado en algunos trabajos (Zomborszky-Kovacs *et al.*, 2000; Di Meo *et al.*, 2003; Xiccato *et al.*, 2003a), aunque no en otros (Gallois *et al.*, 2008a), de forma similar a lo que sucede con el

aumento de la concentración de NH_3 , detectada en algunos casos (Gallois *et al.* (2008a) pero no en otros (Gutiérrez *et al.*, 2002; Di Meo *et al.*, 2003; Xiccato *et al.*, 2003a). De forma análoga, retrasar el destete o disponer de más leche no afectó al pH en algunos trabajos (Gallois *et al.*, 2008a) pero no en otros (Di Meo *et al.*, 2003; Xiccato *et al.*, 2003a). Las discrepancias encontradas se podrían deber a diferencias metodológicas entre los distintos trabajos, sobre todo en la toma de muestras de contenido cecal (por la mañana o por tarde, con o sin ayuno previo).

A pesar de la menor ingestión de pienso, la disponibilidad de leche materna permitió alcanzar mayor GMD. El hecho de que el IC calculado considerando también la MS ingerida en forma de leche fuera 14% menor guardaría relación con el mayor valor nutritivo de la MS de la leche en comparación con la del pienso. No obstante, si tenemos en cuenta que la leche supuso sólo el 3.8% de la ingestión de MS, es probable que la leche tenga ciertos efectos fisiológicos que mejoren la eficacia de utilización del pienso. Así, Gutiérrez *et al.* (2002) observaron que los gazapos de 35 días presentaban mejor morfología y funcionalidad de la mucosa yeyunal (vellosidades más largas y criptas menos profundas; mayor actividad de lactasa, maltasa y sacarasa) si todavía eran lactantes que si habían sido destetados a los 25 días. Con lactaciones de 3-5 semanas de duración se ha observado que, a pesar de ingerir menos pienso, los gazapos que disponen de más leche o son destetados más tarde presentan mayor velocidad de crecimiento mientras son lactantes (Fortun-Lamothe y Gidenne, 2000; Pascual *et al.*, 2001; Di Meo *et al.*, 2003; Xiccato *et al.*, 2003a; Gidenne y Fortun-Lamothe, 2004; Gallois *et al.*, 2005). Los resultados de este trabajo muestran que esta ventaja persiste en lactaciones de hasta 8 semanas.

Aunque el experimento no estaba dimensionado para detectar diferencias en el estado sanitario, la prolongación de la lactación hasta los 56 días redujo la mortalidad, la morbilidad y el iRS, confirmando el efecto beneficioso que la leche tiene sobre la salud digestiva observado por otros autores en lactaciones de 42 días (Romero *et al.*, 2009; Martínez-Vallespín, 2011).

La lactación también se prolongó hasta los 56 días en el grupo P56, aunque en este caso no se siguió el sistema de alimentación convencional sino que los gazapos fueron alimentados con pienso P desde los 17 a los 56 días. En comparación con los piensos M y E, este pienso se caracterizó sobre todo por su alto contenido en FAD y pectinas, así como por su bajo contenido en almidón. Su utilización desde los 17 a los 28 días afectó negativamente al peso de la camada como consecuencia de la reducción observada en la ingestión de pienso, así como de ED y, particularmente, PD en forma de pienso. La ingestión de pienso en gazapos lactantes no parece estar tan determinada por su contenido en ED como está establecido para gazapos

destetados y conejas, en los que varían de forma inversa. Así, algunos autores han encontrado que al aumentar la concentración energética del pienso su ingestión no varió (Gidenne *et al.*, 2004b) o incluso aumentó tanto si la ingestión de leche se mantenía constante (Fortun-Lamothe *et al.*, 2001) como si aumentaba (Debray *et al.*, 2002). Martínez-Vallespín *et al.* (2011) observaron que el aumento del contenido en FAD a costa del almidón no afectó a la ingestión de pienso, que disminuyó cuando el almidón era sustituido por FSDN, fracción que incluye los constituyentes fibrosos más fermentescibles, principalmente pectinas, que podrían ralentizar el tránsito digestivo por su elevada capacidad de retención de agua, que facilita la formación de geles. Se sabe que la ingestión de pienso en gazapos lactantes disminuye al aumentar su dureza (Maertens, 1994; Gidenne *et al.*, 2003; Travel *et al.*, 2009); este efecto puede descartarse en el presente trabajo ya que el pienso P era más blando que el pienso M (5.1 ± 0.2 kg vs. 6.8 ± 0.2 kg, $P < 0.001$).

Sin embargo, la utilización del pienso P entre los 28 y 56 días aumentó la ingestión de pienso y ED en forma de pienso, así como la GMD, aunque redujo la ingestión de PD en forma de pienso. Estos resultados podrían explicarse por la suma de dos efectos distintos: un crecimiento compensador para recuperar el menor peso a los 28 días y el aumento del peso del tracto gastrointestinal inducidos por el pienso P. El peso del ciego no se vio afectado pero sí se modificó la actividad fermentativa, con incremento de la concentración de AGVs y descenso de la de NH_3 , sin afectar al pH. Martínez-Vallespín *et al.* (2013) observaron que los efectos de aumentar FAD o FSDN a costa del almidón sobre el peso del ciego son contrarios (con FAD disminuye y con FSDN aumenta) y se anulan, mientras que ambos cambios aumentan la concentración de AGVs y reducen la de NH_3 en el contenido cecal sin afectar al pH.

El estado sanitario de los animales del grupo P56 fue excelente. Además del efecto beneficioso asociado a disponer de leche materna hasta los 56 días, a ello podría haber contribuido también la utilización del pienso P, ya que con piensos peridestete de características similares disminuyó la mortalidad durante el cebo en animales destetados a los 28 días (Martínez-Vallespín *et al.*, 2011)

Finalmente, durante las 4 semanas de lactación adicional, las conejas mostraron una ingestión de pienso que les permitió mantener una producción lechera aceptable (101 ± 7 g/día) y aumentar tanto el peso vivo (358 ± 41 g) como el espesor de grasa perirrenal (0.38 ± 0.18 mm, > 0 con $P = 0.033$), si bien se debe destacar que las conejas no fueron inseminadas durante la lactación. En cualquier caso, no debe olvidarse que duplicar la duración de la lactación conlleva relajar el ritmo reproductivo y reducir la productividad de las conejas.

Efecto de la utilización de piensos con lactoreemplazantes

No se han encontrado en la literatura trabajos que estudien el efecto del empleo de pienso con lactoreemplazantes en conejos destetados. La comparación de los grupos L₁28 y L₂28 con el grupo P56 permite analizar el efecto del lactoreemplazante, ya que el programa de alimentación que se les aplicó permitió una ingestión de lactoreemplazante similar a la de leche materna sobre un mismo tipo de pienso (pienso P), tal como ilustra la Figura 2. Por otro lado, el valor nutritivo del lactoreemplazante, calculado por el método de sustitución a partir de los valores obtenidos para los piensos P, L₁28 y L₂28, fue de 980 g MS digestible, 27.1 MJ ED y 520 g PD/kg MS, similares a los de la leche de coneja, que se considera completamente digestible y a la que se asignan valores de 28.2 MJ y 414 g proteína/kg MS (Maertens *et al.*, 2006).

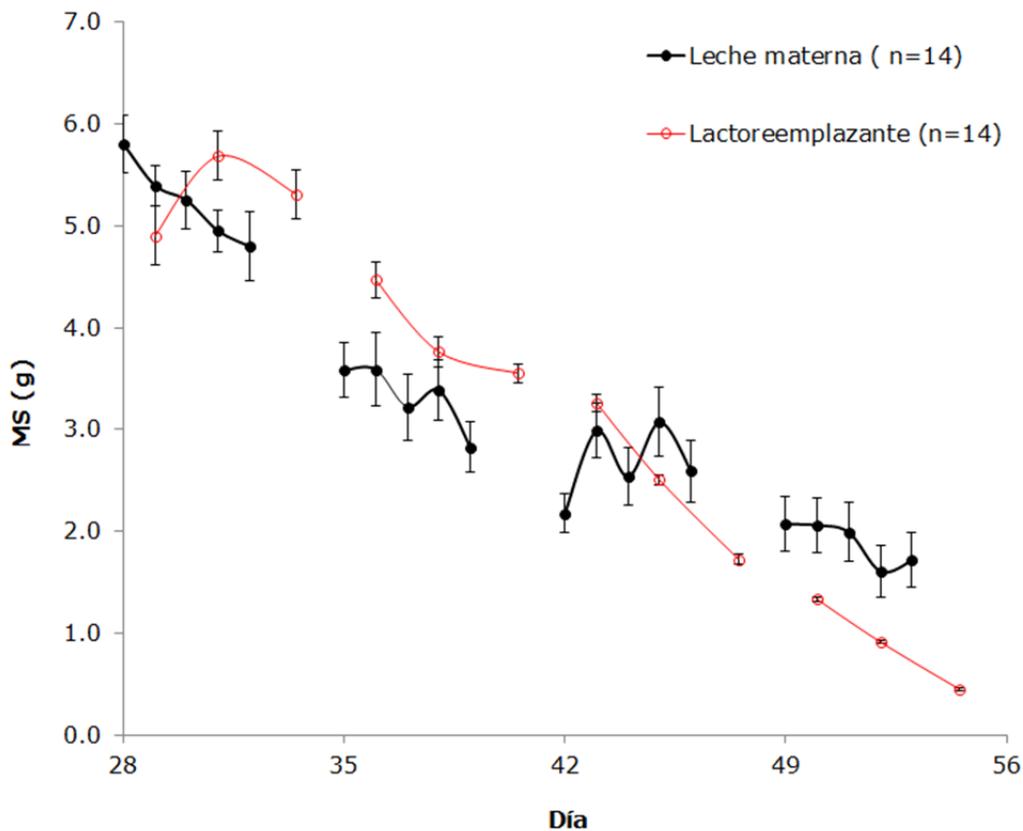


Figura 2. Ingestión de MS de leche materna (C56 y P56) o lactoreemplazante (L₁28 y L₂28)

La ingestión de pienso fue mayor en los grupos L₁28 y L₂28 que en el grupo P56. Además, como se muestra en la Figura 3, excepto en la primera semana de cebo, esta diferencia se mantuvo incluso si se descuenta la cantidad de lactoreemplazante ingerida para calcular la ingestión equivalente de pienso P (90.0 ± 1.3 vs. 83.2 ± 1.8 g MS/día en el conjunto del cebo, para los grupos L₁28-L₂28

y P56, respectivamente; $P=0.008$). Este hecho indicaría que el lactoreemplazante no tiene el mismo efecto que la leche materna sobre la ingestión de pienso, cuya correlación negativa quedaría confirmada en lactaciones de 8 semanas.

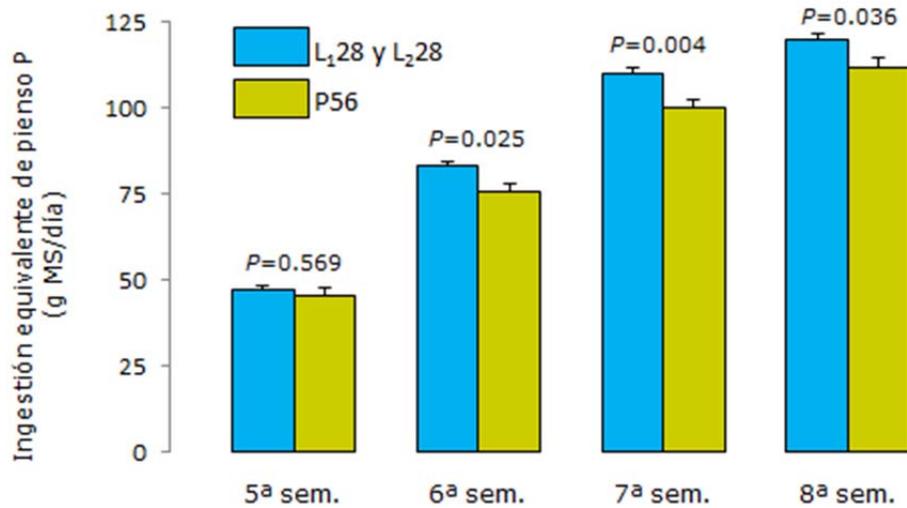


Figura 3. Ingestión equivalente de pienso P

Este incremento de la ingestión equivalente de pienso P en los grupos L₁₂₈ y L₂₂₈ durante la 6ª, 7ª y 8 semana (+10%, +10% y +7%, respectivamente) explicaría el mayor desarrollo del intestino delgado y del ciego (aunque en este último caso las diferencias no llegaron a alcanzar el nivel de significación: $P=0.116$ y $P=0.085$, para el contenido y el órgano respectivamente) en comparación con el grupo P56, así como el aumento de la concentración cecal de AGVs, por aumento del flujo ileal de sustrato fermentescible. La reducción en el peso del contenido gástrico y la consiguiente acidificación del mismo observada en los grupo L₁₂₈ y L₂₂₈ en comparación con el grupo P56 podría deberse a diferencias en el patrón de distribución de la ingestión a lo largo del día entre animales destetados y lactantes.

Por otro lado, el empleo de piensos con lactoreemplazantes permitió mantener la misma GMD que en los animales que dispusieron de leche materna, probablemente porque la mayor ingestión de ED y PD en forma de pienso (148 kJ/día y 2.3 g/día, respectivamente) compensó los aportes en forma de leche (114 kJ y 1.5 g/día, respectivamente, calculados según Maertens *et al.*, 2006). No obstante, el hecho de que el IC calculado considerando también la MS ingerida en forma de leche fuera 9% mayor indicaría que los efectos fisiológicos de la leche materna que podrían mejorar la eficacia de utilización del pienso no son inducidos por el lactoreemplazante. Aunque la ingestión de pienso fue similar en los grupos destetados a los 28 días, los animales de los grupos L₁₂₈ y L₂₂₈ ingirieron más ED durante todo el cebo y más PD durante la primera mitad del mismo que los del grupo C28, lo que explicaría su mayor GMD.

Finalmente, la utilización de piensos con lactoreemplazantes no permitió mantener el excelente estado sanitario observado en el grupo P56, ya que se observó un aumento del iRS. Sin embargo, sí se consiguió mejor estado sanitario que en el grupo C28. Estos resultados, así como posibles diferencias entre los grupos L₁28 (lactoreemplazante) y L₂28 (lactoreemplazante+plasma porcino+Globigen®) merecen ser objeto de estudio con mayor número de animales y en condiciones de campo.

CONCLUSIÓN

La prolongación de la lactación hasta los 56 días mejora la GMD y el estado sanitario de los gazapos. El empleo de piensos con lactoreemplazantes en animales destetados a los 28 días permite mantener la misma GMD que en los que permanecieron lactantes hasta los 56 días, aunque aumentó el iRS, si bien se redujo la mortalidad, la morbilidad y el iRS en comparación con animales destetados también a los 28 días pero alimentados según el sistema convencional.

REFERENCIAS

- AOAC. 2000. *Official methods of analysis of the AOAC International, 17th ed.* AOAC International, Gaithersburg, MD (USA).
- Baranyi M., Thomas U., Pellegrini A. 2003. Antibacterial activity of casein-derived peptides isolated from rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) milk. *Journal of Dairy Research* 70, 189-197.
- Batey I.L. 1982. Starch analysis using thermostable alpha-amylases. *Starch* 34, 125-128.
- Buret A., Olson M.E., Gall D.G., Hardin J.A. 1998. Effects of orally administered Epidermal Growth Factor on enteropathogenic *Escherichia coli* infection in rabbits. *Infection and Immunity* 66, 4917-4923.
- Cañas-Rodríguez A., Smith H.W. 1966. The identification of the antimicrobial factors of the stomach content of suckling rabbits. *Biochemical Journal* 100, 79-82.
- Cesari V., Grilli G., Ferrazzi V., Toschi L. 2009. Influence of age at weaning and nutritive value of weaning diet on growth performance and caecal traits in rabbits. *World Rabbit Science* 17, 195-205.
- de Blas C., Mateos G.G., García-Rebollar P. 2010. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de los alimentos para la fabricación de piensos compuestos, 3^a ed.*, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid, 502 pp.

- Debray L., Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2002. Influence of low dietary starch/fibre ratio around weaning on intake behaviour, performance and health status of young and rabbit does. *Animal Research* 51, 63-75.
- Di Meo C., Stanco G., Piccolo G., Taranto S., Gazanero M.P., Nizza A. 2003. Productive performance of rabbits according to pre-weaning solid feed and milk intake. *Italian Journal of Animal Science* 3, 51-58.
- Feugier A., Smit M.N., Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2006. Fibre and protein of early weaned rabbits and the interaction with weaning age: effects on digestive health and growth performance. *Animal Science* 82, 493-500.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2000. Effects of the suckled litter size on intake behaviour, performances and health status of young and reproducing rabbits. *Annales de Zootechnie* 49, 517-529.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T., Chalaye F., Debray L. 2001. Stratégie d'alimentation autour du sevrage chez le lapin: effets du ratio amidon/fibres. 9^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France), pp. 195-198.
- Gallois M., Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Le Huerou-Luron I. 2005. An early stimulation of solid feed intake slightly influences the morphological gut maturation in the rabbit. *Reproduction, Nutrition, Development* 45, 109-122.
- Gallois M., Gidenne T., Tasca C., Caubert C., Coudert C., Milon A., Boullier S. 2007. Maternal milk contains antimicrobial factors that protect young rabbits from enteropathogenic *Escherichia coli* infection. *Clinical and Vaccine Immunology* 14, 585-592.
- Gallois M., Gidenne T., Orengo J., Caubert C., Tasca C., Milon A., Boullier S. 2008a. Testing the efficacy of medium chain fatty acids against rabbit colibacillosis. *Veterinary Microbiology* 131, 192-198.
- Gallois M., Le Huërou-Luron I., Fortun-Lamothe L., Lallès J.P., Gidenne, T. 2008b. Adaptability of the digestive function according to age at weaning in the rabbit. I. Effect on feed intake and digestive functionality. *Animal* 2, 525-535.
- García J., Carabaño R., Pérez-Alba L., de Blas J.C. 2000. Effect of fiber source on cecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. *Journal of Animal Science* 78, 638-646.
- Gidenne T. 2003. Fibres in rabbits feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* 81, 105-117.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 2004. Growth, health status and digestion of rabbits weaned at 23 or 32 days of age. 8th World Rabbit Congress, Puebla (Méjico), pp. 846-852.

- Gidenne T., Lapanouse A., Fortun-Lamothe L. 2004. Feeding strategy for the early weaned rabbits: interest of a high energy and protein starter diet on growth and health status. *8th World Rabbit Congress, Puebla (Méjico)*, pp. 853-860.
- Gutiérrez I., Espinosa A., García J., Carabaño R., de Blas J.C. 2002. Effect of levels of starch, fiber, and lactose on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Journal of Animal Science* 80, 1029-1037.
- Gyarmati T., Szendro Z., Maertens L., Biro-Németh E., Radnai I., Milisits G., Matics Z. 2000. Effect of suckling twice a day on the performance of suckling and growing rabbits. *7th World Rabbit Congress, Valencia (España), vol. C*, pp. 283 – 290.
- Le Bouquin S., Robert J.L., Larour G., Balaine L., Eono F., Boucher S., Huneau A., Michel V. 2009. Risk factors for an acute expression of Epizootic Rabbit Enteropathy syndrome in rabbits after weaning in French kindling-to-finishing farms. *Livestock Science* 125, 283-290.
- Maertens L. 1994. Influence du diamètre du granulé sur les performances des lapareaux avant sevrage. *6^{émes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France)*, pp. 325-332.
- Maertens L., De Groote G. 1990. Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts to increase it. *Journal of Applied Rabbit Research* 13, 151-158.
- Maertens L., Perez J.M., Villamide M.J., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science* 10, 157-166.
- Maertens L., Lebas F., Szendrö Zs. 2006. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non dietary affecting factors. *World Rabbit Science* 14, 205-230.
- Martínez-Vallespín B. 2011. Use of weaning diets in combined feeding of females and young rabbits. *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia*, 115 pp.
- Martínez-Vallespín B., Martínez-Paredes E., Ródenas L., Cervera C., Pascual J.J., Blas E. 2011. Combined feeding of rabbit female and young: partial replacement of starch with acid detergent fibre or/and neutral detergent soluble fibre at two protein levels. *Livestock Science* 141, 155-165.
- Nizza A., Stanco G., Di Meo C., Marongiu M.L., Taranto S., Cutrignelly M.I., Juliano L. 2002. Effect of pre-weaning solid feed and milk intake on caecal content characteristics and performance of rabbits around weaning. *Italian Journal of Animal Science* 2, 95-101.
- Pascual J.J., Castella F., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J. 2000. The use of ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate changes in body condition of young female rabbits. *Animal Science* 70, 435-442.

- Pascual J.J., Cervera C., Fernández-Carmona, J. 2001. Effect of solid feed intake before weaning on the performance of growing rabbits. *2nd Meeting of Workgroups 3 (Pathology and Prophylaxy) and 4 (Nutrition), COST Action 848, Gödöllő (Hungary)*, pp. 48.
- Perez J.M., Lebas F., Gidenne T., Maertens L., Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalla Zotte A., Cossu M.E., Carazzolo A., Villamide M.J., Carabaño R., Fraga M.J., Ramos M.A., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., Falcao e Cunha L., Bengala-Freire J. 1995. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science* 3, 41-43.
- Romero C., Nicodemus N., García-Rebollar P., García-Ruiz A.I., Ibáñez M.A., De Blas J.C. 2009. Dietary level of fibre and age at weaning affect the proliferation of *Clostridium perfringens* in the caecum, the incidence of Epizootic Rabbit Enteropathy and the performance of fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 153, 131-140.
- Scapinello C., Gidenne T., Fortun-Lamothe L. 1999. Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period according to milk/solid feed intake pattern before weaning. *Reproduction, Nutrition, Development* 39, 423-432.
- Soler M.D., Blas E., Cervera C., Biglia S., Casado C., Fernández-Carmona J. 2005. Ingestión de pienso en gazapos lactantes: efecto estacional y relación con la ingestión de leche. *XXX Symposium de Cunicultura, Valladolid (España)*, pp. 129-134.
- Statistical Analysis Systems Institute. 2002. *User's guide, Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC (USA)*.
- Skrivanova E., Marounek M. 2002. Effects of caprylic acid on performance and mortality of growing rabbits. *Acta Veterinaria Brno* 71, 435-439.
- Skrivanova E., Marounek M. 2006. A note on the effect of triacylglycerols of caprylic and capric fatty acid on performance, mortality, and digestibility of nutrients in young rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 127, 161-168.
- Skrivanova E., Molatova Z., Marounek M. 2008. Effects of caprylic acid and triacylglycerols of both caprylic and capric acid in rabbits experimentally infected with enteropathogenic *Escherichia coli* O103. *Veterinary Microbiology* 126, 372-376.
- Skrivanova E., Molatova Z., Skrivanova V., Marounek M. 2009. Inhibitory activity of rabbit milk and medium-chain fatty acids against enteropathogenic *Escherichia coli* O103. *Veterinary Microbiology* 135, 358-362.
- Travel A., Mirabito L., Chanay I., Souchet C., Galliot P., Weissman D., Corrente E., Davoust C. 2009. Préférences alimentaires du lapereau selon le diameter du granule dans le cadre d'une alimentation séparée mère-jeunes. *13^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Le Mans (France)*, 4pp.

- Van Soest P.J., Robertson J.R., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I. 2003a. Effect of weaning diet and weaning age on growth, body composition and caecal fermentation of young rabbits. *Animal Science* 77, 101-111.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I. 2003b. Effet de l'âge, du poids de sevrage et de l'addition de graisse dans l'aliment sur la croissance et la qualité bouchère chez le lapin. *10^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, Paris (France)*, pp. 13-16.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P. I. 2004. Destete precoz del conejo: efecto de la edad y del peso al destete y del nivel de grasa en el pienso. *XXIX Symposium de Cunicultura (ASESCU), Lugo (España)*, pp. 151-156.
- Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G. 2005. Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Animal Science* 81, 289-296.
- Zomborszky-Kovács M., Gyarmati T., Párizs T., Szendrő Z., Kametler I., Tóth A. 2000. Some physiological properties of the digestive tract in traditionally reared and exclusively milk-fed Young rabbits. *7th World Rabbit Congress, Valencia (España), vol. C*, pp. 499-506.