

INTERACCIÓN NUTRICIÓN-REPRODUCCIÓN EN CONEJAS REPRODUCTORAS

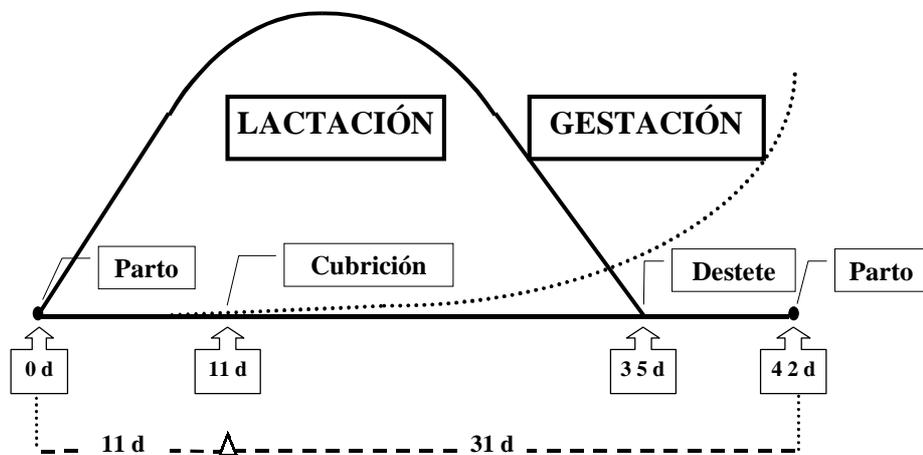
Carlos de Blas y Nuria Nicodemus
Departamento de Producción Animal
Universidad Politécnica de Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

Gracias a los avances experimentados en genética, manejo, instalaciones, condiciones sanitarias y alimentación, los rendimientos productivos que se obtienen actualmente en conejas reproductoras criadas en condiciones intensivas son similares a los que se consiguen en otras especies de animales domésticos. Como consecuencia de la intensificación de la producción, las conejas tienen unas elevadas necesidades nutritivas y de consumo por unidad de peso vivo, sobre todo teniendo en cuenta que en la cría intensiva se solapan la lactación y la gestación. Debido a esto, es muy importante suministrar una alimentación adecuada y equilibrada que estimule el consumo de alimento y que cubra todas las exigencias nutritivas de los animales, para así alcanzar el máximo potencial productivo de las conejas.

Además de aportar los nutrientes necesarios, no hay que olvidar otro factor importante que va a influir sobre la productividad de las reproductoras y que es la elección de un ritmo reproductivo apropiado que maximice los rendimientos productivos. El ciclo reproductivo más comúnmente utilizado en los últimos años aparece representado en la figura 1. En este sistema se cubre a las hembras aproximadamente 11 días después del parto y se desteta a los gazapos a los 35 días de edad. Con este ritmo reproductivo, que además es compatible con el manejo en bandas, los rendimientos que se obtienen son un máximo de 9 partos por año y un intervalo mínimo entre partos de 42 días (11 días entre parto y cubrición más 31 días de gestación).

Figura 1.- Ciclo reproductivo típico empleado en la actualidad en granjas comerciales de conejas.



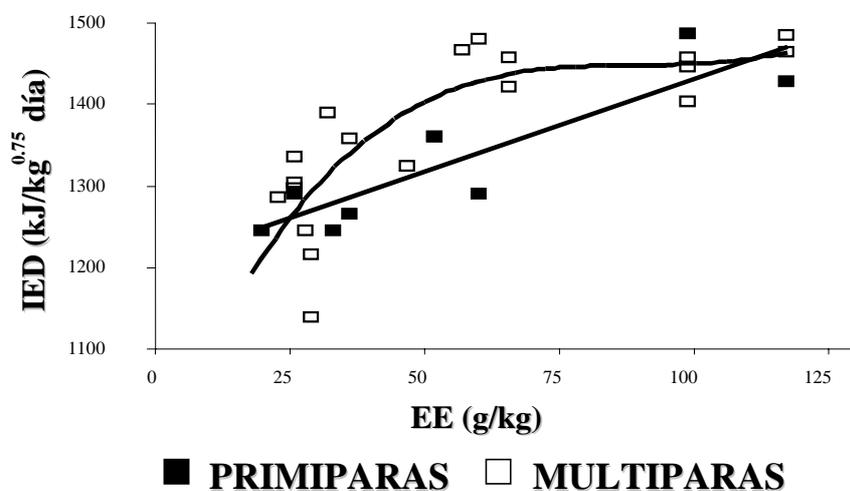
Por otra parte, la coneja se caracteriza por la ausencia de un ciclo estral definido y regular, así como por la necesidad de determinados mecanismos reflejos que den lugar a la ovulación. No obstante, la receptividad sexual determinada mediante la aceptación a la monta es máxima inmediatamente después del parto. Parece probable que existan oleadas de maduración folicular con una duración estimada de 10 a 12 días y con una superposición de 6 días entre un ciclo y el precedente (Díaz et al., 1988). Este comportamiento ovárico favorece el descenso de la receptividad hasta el 5-6º día post-parto para volver a aumentar de nuevo progresivamente (Fortun y Bolet, 1995). Este hecho ha dado lugar a la realización de estudios a largo plazo por numerosos autores con la aplicación de ritmos reproductivos intensivos (Partridge et al., 1984; Méndez et al., 1986; Fraga et al., 1989; Barreto y de Blas, 1993; Cervera et al., 1993). En estos sistemas se cubre a la coneja un día después del parto y se desteta a los gazapos a los 28 días, lo que implica un intervalo teórico entre partos de 32 días y un máximo de 11 partos al año. En la práctica, se ha comprobado que la intensificación de la producción mediante la utilización de estos ciclos reproductivos no presenta ventajas frente a la cubrición 11 días post-parto, ya que el número de gazapos destetados por coneja y año es similar en ambos casos, a pesar de poder obtener teóricamente con el sistema intensivo, dos partos más al año. Esto se debe fundamentalmente al déficit nutricional que se produce cuando se solapan la gestación y la lactación, y al corto periodo de recuperación que tiene la coneja desde que se efectúa el destete hasta que se produce el parto siguiente (aproximadamente 4 días). Debido a esto, las conejas sufren un considerable desgaste, ya que no llegan a cubrir sus elevadas necesidades nutritivas a pesar de movilizar parte de sus reservas corporales (Lamb et al., 1984; Partridge et al., 1986; Parigi-Bini et al., 1992 y 1996; Fortun et al., 1994; Fortun-Lamothe y Bolet, 1995; Xiccato et al., 1995; Xiccato, 1996; Milisits et al., 1996; Fortun-Lamothe y Prunier, 1999), lo que da lugar a un descenso de la tasa de fertilidad (10%, Méndez et al., 1986) y de la producción de leche (10%; Fraga et al., 1989) que a su vez tiene como consecuencia un menor peso de la camada al destete (4%; Maertens y de Groote, 1988; 26%; Méndez et al., 1986; 16%; Barreto y de Blas, 1993).

2.- GRASA

Los piensos comerciales de conejos normalmente incluyen alrededor de un 2-3% de grasa. Estos niveles son bajos, debido al escaso contenido en grasa que contienen las materias primas que habitualmente se utilizan en la formulación práctica de este tipo de piensos (alfalfa, cereales y sus subproductos, y tortas de oleaginosas) y al efecto negativo que ejerce la adición de grasa sobre la calidad del gránulo (Thomas et al., 1998). Sin embargo, numerosos estudios a medio-largo plazo (Maertens y de Groote, 1988; Fraga et al., 1989; Barreto y de Blas, 1993; Cervera et al., 1993; Pascual et al., 1996) han demostrado que la adición en el pienso de cantidades moderadas de grasa animal o vegetal (3-5%), mejora los rendimientos de las conejas reproductoras. Este efecto se debe a que la suplementación con grasa permite incrementar la concentración energética del pienso hasta 11-11,5 MJ ED/kg (Xiccato, 1996), sin tener que aumentar su contenido en almidón, lo que podría dar lugar a problemas digestivos (Blas y Gidenne, 1998). En estos casos, es necesario incrementar también el contenido en proteína de la ración, con el fin de mantener la relación ED/PD dentro de los límites recomendados (Santomá et al., 1989; Xiccato, 1996).

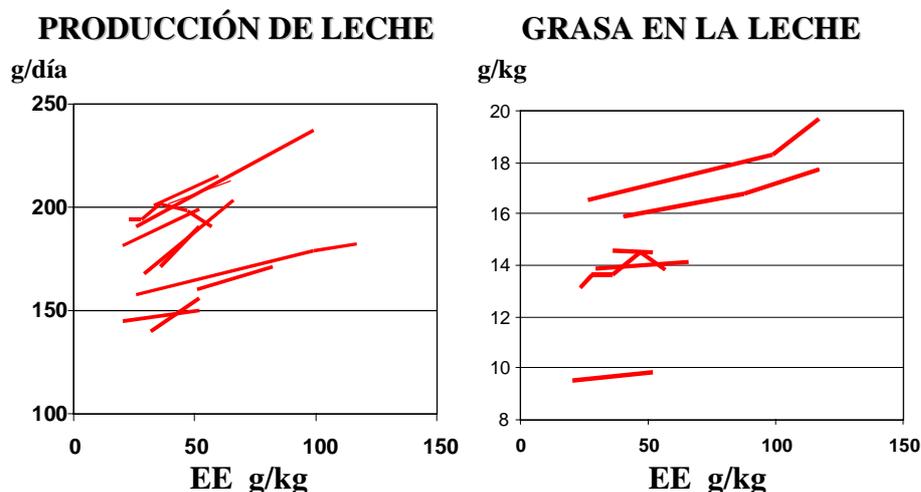
En general, bajo estas condiciones, el aumento de la concentración energética de los piensos enriquecidos con grasa no redujo proporcionalmente el consumo de materia seca de las hembras lactantes, sino que en numerosos estudios se mantuvo constante (Maertens y de Groote, 1988; Fraga et al., 1989; Cervera et al., 1993; Xiccato et al., 1995) e incluso aumentó (Barreto y de Blas, 1993), lo que podría estar asociado a una mayor palatabilidad del pienso con grasa añadida (Cheeke, 1987). Este hecho dio lugar a que en todos los experimentos se produjese un incremento del consumo de energía digestible de las conejas durante la lactación, que según la revisión de Fortun-Lamothe (1997), sería de 55 kcal de energía digestible por cada 1% de grasa añadida y día. Este efecto podría ser distinto en conejas primíparas y multíparas. Según la revisión de Fernández-Carmona et al. (2000_a) (figura 2), el consumo de energía digestible de las conejas primíparas aumenta linealmente con la adición de grasa, mientras que en las hembras multíparas la respuesta es menor para concentraciones de grasa en el pienso por encima de un 6%. Por lo tanto, el consumo voluntario de las conejas primíparas parece estar regulado principalmente por factores físicos, más que por la concentración energética de la ración. Por este motivo, y dado que en este caso es difícil cubrir las necesidades energéticas de estos animales, incluso con la adición de moderadas cantidades de grasa, podría ser interesante la utilización de niveles más altos de grasa en el pienso.

Figura 2.- Efecto del nivel de grasa sobre el consumo de ED (Fernández-Carmona et al., 2000).



El mayor consumo de energía digestible de las conejas que ingirieron los piensos enriquecidos con grasa dio lugar a que aumentase la producción de leche (entre un 5 y un 24%, según Fernández-Carmona et al. (2000_a); figura 3), sin encontrarse diferencias entre primíparas y multíparas (Maertens y de Groote, 1988; Fraga et al., 1989; Fortun y Lebas, 1994; Xiccato et al., 1995; Fortun-Lamothe y Lebas, 1996; Parigi-Bini et al., 1996; Pascual et al., 1999_a; Fernández-Carmona et al., 2001). El contenido en grasa de la leche (figura 3) no parece modificarse con la inclusión de moderadas cantidades de grasa en el pienso (Fraga et al., 1989; De Blas et al., 1995; Xiccato et al., 1995), si bien, Lebas et al. (1996) al añadir un 3% de aceite de girasol en la ración encontraron un ligero incremento (8%) de la concentración de la grasa de la leche. Sin embargo, la inclusión de cantidades más elevadas de grasa (> 8,8% de EE) sí que incrementó significativamente el contenido en grasa de la leche (0,27% por cada 1% de grasa añadida; Fernández-Carmona et al., 2000_a), especialmente al inicio de la lactación (Christ et al., 1996_a; Pascual et al., 1999_b). La composición en ácidos grasos de la grasa láctea depende del nivel y del tipo de grasa añadida. Con la inclusión de grasa se produce un descenso de los ácidos grasos de cadena media (C8-C15), que principalmente son de nueva síntesis, y un aumento de los ácidos grasos de cadena larga (C16-C22), procedentes de la incorporación a la leche de los ácidos grasos de origen alimentario (Fraga et al., 1989; Lebas et al., 1996; Christ et al., 1996_a; Pascual et al., 1999_b). Además, numerosos estudios indican que la proporción de ácidos grasos, sobre todo los de cadena larga, depende de la composición de la grasa ingerida. Así, la incorporación al pienso de aceite de soja o de girasol incrementó la proporción de C18:2 y C18:3 (Lebas et al., 1996; Pascual et al., 1999_b). Por otra parte, Fraga et al. (1989) y Christ et al. (1996_a) encontraron un mayor porcentaje de C18:1 en la grasa de la leche cuando incluyeron manteca de cerdo y aceite de colza, respectivamente.

Figura 3.- Efecto del nivel de grasa sobre la producción de leche y su concentración en grasa (Fernández-Carmona et al., 2000).

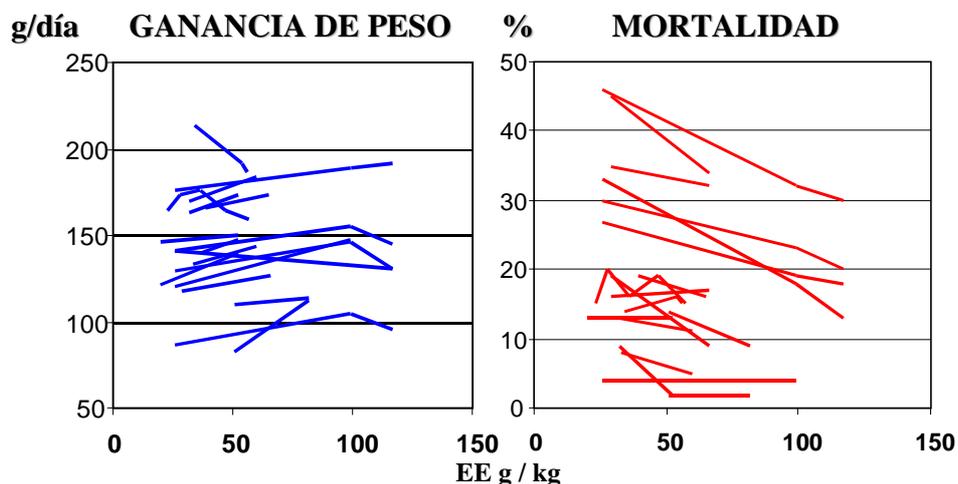


Como consecuencia del efecto positivo de la adición de grasa sobre la producción y la composición grasa de la leche, un número considerable de autores (Maertens y de Groote, 1988; Fraga et al., 1989; Fortun y Lebas, 1994; Fortun-Lamothe y Lebas, 1996; Parigi-Bini, 1996; Pacual et al., 1999_b; Fernández-Carmona et al., 2001) encontraron una mayor ganancia de peso de los gazapos durante la lactancia (figura 4). Según la revisión de Fortun-Lamothe (1997) el crecimiento de la camada durante la lactación aumenta un 2,1% por cada 1% de grasa añadida. Además de este efecto, también observaron una mayor supervivencia de los gazapos durante la lactación (figura 4). En este sentido, Fernández-Carmona et al. (2000_a), observaron que el descenso de la mortalidad de los animales que ingirieron piensos enriquecidos con grasa fue más elevado (10-30%) cuanto mayor fue la mortalidad de partida en los animales que consumieron el pienso control. Cuando ésta inicialmente ya era baja, la mortalidad sólo se redujo un entre un 2 y un 5%. Además Fraga et al. (1989), encontraron que este efecto fue más relevante (un 8% mayor) cuando el efecto de la suplementación con grasa sobre la supervivencia de gazapos se determinó con camadas de más de nueve gazapos. Por otra parte, D'Ambola et al. (1991), encontraron que los gazapos tenían mayores defensas contra enfermedades respiratorias cuando se añadió al pienso aceite de pescado o de girasol, ricos en ácidos grasos $\omega 3$ y $\omega 6$, respectivamente.

A pesar del efecto positivo que tiene la adición de grasa sobre el consumo de energía digestible de las conejas, que da lugar a una mayor producción de leche, y por lo tanto a unos mejores rendimientos de la camada durante la lactación, no parece en cambio, que ayude a reducir el déficit energético que se produce en las conejas, sobre todo cuando en los sistemas intensivos se solapan la gestación y la lactación (Lamb et al., 1984; Partridge et al., 1986; Parigi-Bini et al., 1992 y 1996; Fortun et al., 1994; Fortun-Lamothe y Bolet, 1995; Xiccato et al., 1995; Xiccato, 1996; Milisits et al., 1996; Fortun-Lamothe y Prunier, 1999). En este

sentido, Xiccato et al. (1995), sugirió que los piensos con mayor concentración energética podrían acentuar la movilización de reservas corporales en conejas primíparas, ya que estimularían la producción de leche, especialmente aquéllos que llevan grasa añadida.

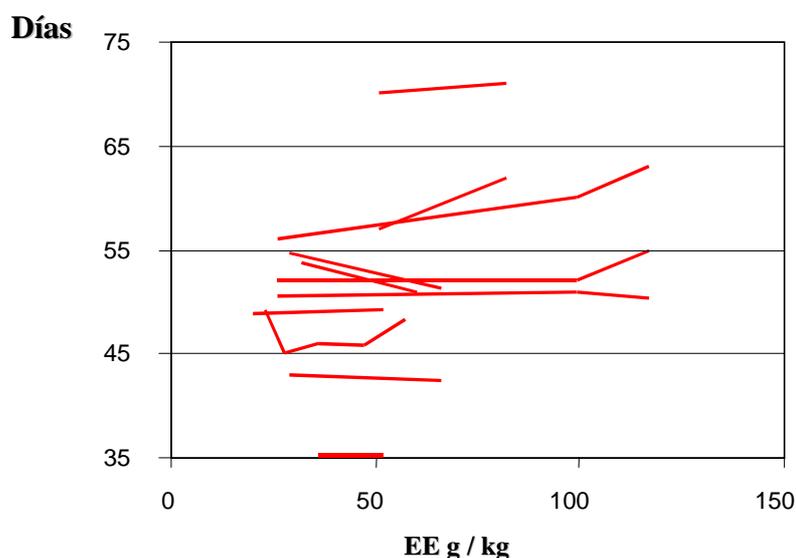
Figura 4.- Efecto del nivel de grasa sobre la ganancia de peso y mortalidad de los gazapos durante la lactación (Fernández-Carmona et al., 2000)



En varios trabajos se ha estudiado el efecto de la suplementación con grasa sobre la prolificidad de las conejas. En la mayoría de ellos (Maertens y de Groot, 1988; Fraga et al., 1989; Barreto y de Blas, 1993; Cervera et al., 1993; Fortun-Lamothe y Lebas, 1994; Fortun-Lamothe y Lebas, 1996) no se encontró efecto alguno de la adición de grasa sobre la prolificidad. En otros, por el contrario, los resultados son contradictorios. Así, mientras Barge y Masonero (1986) y Christ et al. (1996_b), observaron una mejora de la prolificidad con la adición de grasa, en los estudios de Viudes de Castro et al. (1991) y Parigi-Bini et al. (1996), se produjo un efecto negativo de la adición de grasa sobre este parámetro (-2,7 y -1,8 gazapos nacidos vivos, respectivamente).

En general, la incorporación de grasa al pienso parece que no produce una mejora en la fertilidad de las conejas reproductoras (figura 5). Sin embargo, Castellini y Battaglini (1991) encontraron una mayor fertilidad (9%) en las conejas que consumieron una dieta con un 2% de grasa frente a las que ingirieron un pienso que contenía un 0,5%, cuando siguieron un ritmo de reproducción intensivo (cubiertas al 2º día post-parto) durante un año, pero no encontraron repuesta cuando siguieron un ritmo semiintensivo (cubiertas a los 12-14 días post-parto). En un estudio de Maertens y de Groot (1988), también apareció un efecto positivo de la adición de grasa sobre la fertilidad (un 10% mayor) de las conejas criadas intensivamente (cubiertas el 1º día post-parto) durante un periodo de cinco meses. Sin embargo, esta diferencia fue menor (2-3%) después de nueve meses. Otros autores (Barreto y de Blas, 1993 y Christ et al., 1996_b) también observaron que la tasa de fertilidad mejoró un 7% con la inclusión de grasa añadida.

Figura 5.- Efecto del nivel de grasa sobre la duración del intervalo entre partos (Fernández-Carmona et al., 2000)



Cuando la adición de grasa se realiza en piensos isoenergéticos (De Blas et al., 1995), se produce un incremento del contenido en fibra y como consecuencia, un descenso del contenido en almidón de los mismos. En este trabajo no se observó que la suplementación con grasa aumentase el consumo de energía digestible y los rendimientos de las conejas en lactación. Esto pudo deberse, probablemente, a un déficit de almidón en el pienso que contenía un 3% de grasa añadida. Cuando en este tipo de piensos se incluyen niveles elevados de grasa y, por lo tanto de fibra, se puede producir un déficit nutricional de glucosa. La glucosa es necesaria para la síntesis de lactosa de la leche y para la supervivencia y el crecimiento fetal (Fortun et al., 1993). Si no están cubiertas las necesidades se puede provocar una caída en los rendimientos de las reproductoras y de los gazapos en lactación, además, de dar lugar a una mayor mortalidad embrionaria, sobre todo cuando se alcanza el pico de lactación que es cuando las necesidades son más elevadas. En este sentido, Castellini et al. (2000), observaron que al añadir un 5% de sacarosa al agua de bebida se incrementó la fertilidad de las conejas primíparas un 20%, con respecto a las que no ingirieron sacarosa. Por otro lado, Luzi et al. (2001), también observaron una tasa de fertilidad de las conejas un 10% superior cuando se trató el agua de bebida con un 2% de propilenglicol, un alcohol precursor de glucosa con alto contenido energético (21 MJ/kg), con respecto a las del lote control.

En numerosos estudios (Fortun-Lamothe y Lebas, 1994 y 1996; Xiccato et al., 1995; Pascual et al., 1999_a; Fernández-Carmona et al., 2001; Pascual et al., 2001) se ha incrementado la energía digestible del pienso mediante al incorporación de almidón. Los resultados obtenidos en estos trabajos se han comparado con los de otro pienso isoenergético al que se le había añadido grasa. En ellos, se puede observar que con la inclusión de almidón el consumo de energía digestible de las conejas lactantes se mantiene prácticamente constante, o bien aumenta ligeramente, pero en general este efecto no se traduce en una mayor

producción de leche como ocurre cuando se adiciona grasa en el pienso. Este hecho hace que cuando se incorpora almidón al pienso se obtengan unos mayores incrementos de peso y una mejor condición corporal de las conejas en lactación, lo que según estos autores reduciría la movilización de las reservas corporales de las reproductoras cuando sus necesidades son máximas.

Diferentes trabajos (Barreto y de Blas, 1993; Fernández-Carmona et al., 1996 y 2000_b) han estudiado el efecto de la adición de grasa en condiciones de estrés térmico (temperatura > 25° C), donde los rendimientos reproductivos disminuyen y la mortalidad de los gazapos lactantes aumenta significativamente (Cervera y Fernández-Carmona, 1998). En estas situaciones, la suplementación del pienso con grasa da lugar a efectos similares a los observados en conejas en condiciones de confort térmico, de forma que el incremento del consumo de energía digestible permite aliviar el efecto negativo del calor sobre el consumo de alimento.

3.- PROTEINA Y AMINOÁCIDOS ESENCIALES

El efecto del nivel de proteína de la dieta sobre los rendimientos reproductivos en conejas ha sido revisado por Santomá et al. (1989) y Xiccato (1996). Dado que la concentración energética de la dieta puede variar considerablemente en piensos de conejas reproductoras, los resultados están expresados sobre la relación óptima proteína digestible/energía digestible. Los resultados indican que en el caso de explotaciones que sigan ritmos reproductivos intensivos, se requiere una relación mínima de 10,5 g/MJ. Valores inferiores dan lugar a una disminución del peso de los gazapos, del peso de las conejas y del nivel de fertilidad. Sin embargo, para obtener valores máximos de producción de leche, supervivencia y crecimiento de los gazapos durante la lactancia, es necesario incrementar la relación hasta 12,5 g/MJ. Por otra parte, niveles superiores (14,3 g/MJ) conducen a una disminución del consumo y a una pérdida de la condición corporal (Barge et al., 1991).

Las necesidades mínimas de aminoácidos esenciales para conejas reproductoras han sido estudiadas por Taboada et al. (1994, 1996) y De Blas et al. (1998). Los resultados se expresan de nuevo en g de aminoácidos digestibles/MJ ED y se muestran en las figuras 6, 7 y 8. Como puede apreciarse, un déficit de aminoácidos esenciales en el rango estudiado tiene poco efecto sobre el peso de las conejas, pero implica un descenso significativo del consumo de pienso. De acuerdo con estos resultados, se requiere un mínimo de, respectivamente, 0,475; 0,38 y 0,42 g de lisina, azufrados totales y treonina/MJ ED para maximizar el consumo, y niveles algo superiores (0,5; 0,44 y 0,465, respectivamente) para maximizar el intervalo entre partos y la eficacia reproductiva, expresada por el número de gazapos destetados por jaula de coneja reproductora y año. Para obtener una máxima producción de leche y crecimiento de los gazapos se requiere un aporte adicional de lisina (hasta 0,57 g de lisina digestible/MJ ED).

Debe también hacerse notar que un suministro excesivo de treonina da lugar a un descenso del consumo y de los rendimientos productivos.

Figura 6.- Efecto del nivel de lisina digestible (g/MJ ED) sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras (Base 100 = dieta 1) (Taboada et al., 1994)

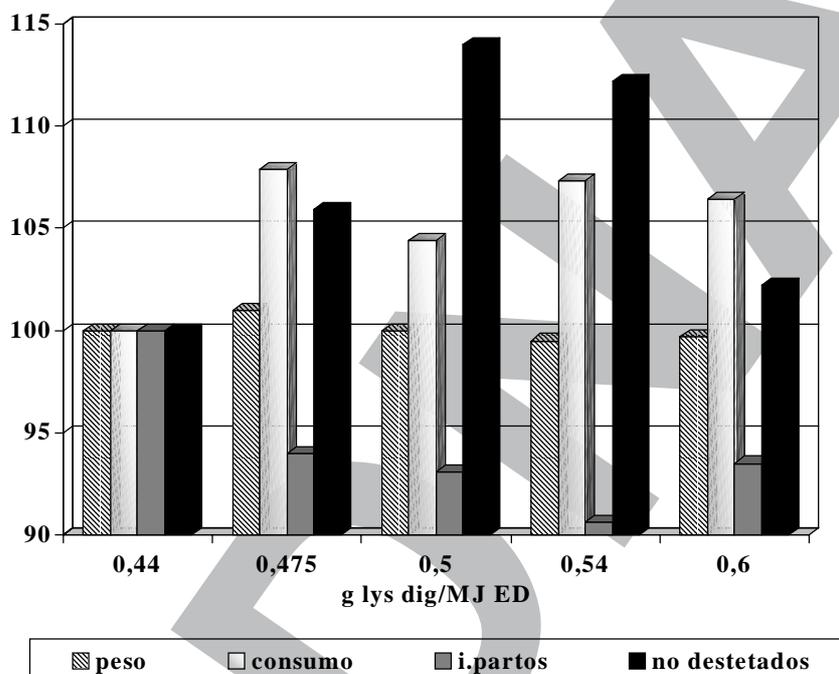


Figura 7.- Efecto del nivel de metionina+cistina digestible (g/MJ ED) sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras (Base 100 = dieta 1) (Taboada et al., 1996)

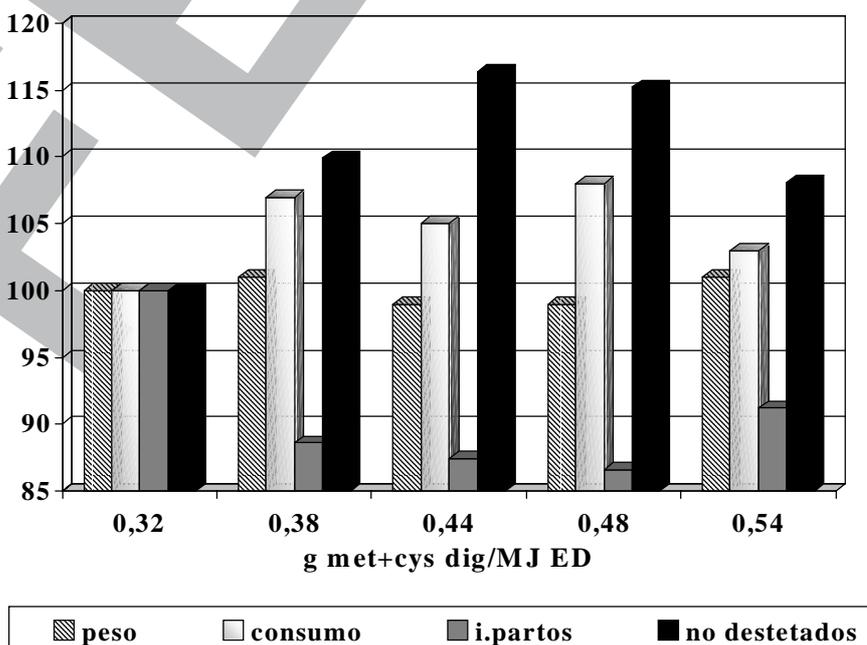
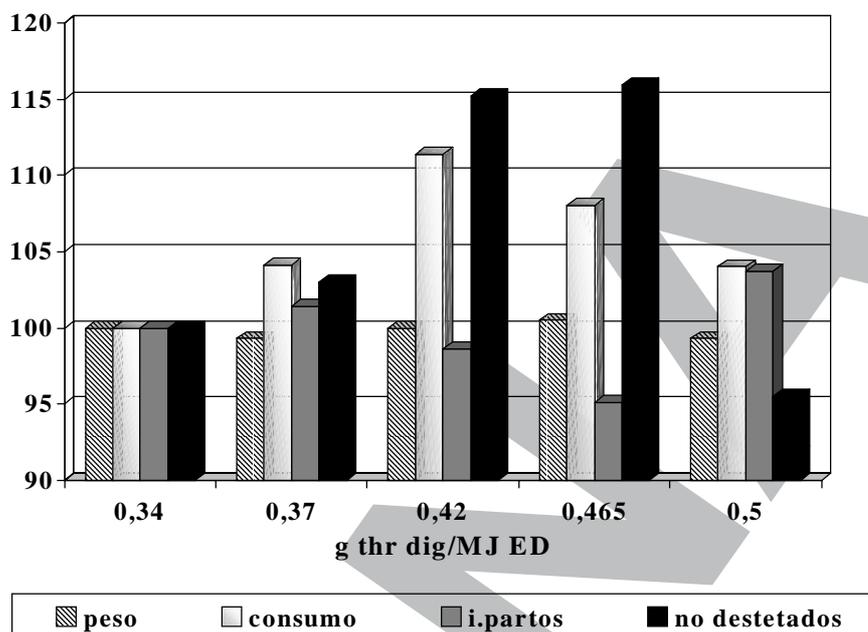


Figura 8.- Efecto del nivel de treonina digestible (g/MJ ED) sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras (Base 100 = dieta 1) (De Blas et al., 1998)

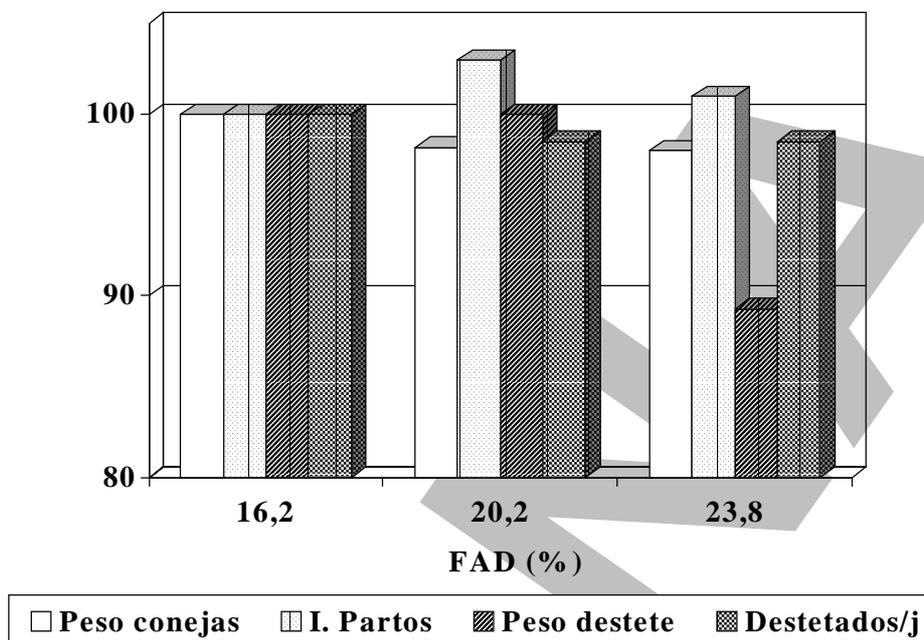


Por otra parte, de un trabajo reciente (Nizza et al., 2000) se deduce que las necesidades de lisina y metionina para asegurar una elevada concentración de espermatozoides, motilidad del eyaculado y fertilidad de los machos reproductores son relativamente bajas (0,64 y 0,58% de lisina y metionina brutas en un pienso con 9,5 MJ ED/kg).

4.- NIVEL Y TIPO DE FIBRA

Los conejos son capaces de consumir altas cantidades de pienso con un elevado contenido en fibra, debido a las particularidades de su sistema digestivo. Tres trabajos a largo plazo (> 1 año) han sido realizados con conejas reproductoras, comparando 7 dietas con un rango de contenido en fibra entre 16,2 y 21,6% FAD y sin grasa añadida (Méndez et al., 1986; Barreto y De Blas, 1993; Cervera et al., 1993). De los resultados de estos trabajos se deduce que las conejas son capaces de incrementar su consumo de pienso al incrementarse el nivel de fibra, pero que el consumo de energía disminuye cuando el contenido en fibra aumenta por encima de alrededor de un 20% FAD. Como consecuencia, el tipo de pienso tiene poco efecto, en este rango de comparación, sobre el peso de las conejas, el intervalo entre partos, o el número de gazapos destetados por jaula y año, pero niveles altos de fibra tienden a reducir la producción de leche y el peso de la camada al destete (ver figura 9)

Figura 9.- Efecto del nivel de fibra en el pienso sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras (Base 100 = dieta 1) (Barreto y De Blas et al., 1993).



El nivel de fibra de la ración no es suficiente para definir las necesidades de fibra del animal. Esto se debe a la diferencia entre las diferentes fuentes de fibra en su composición química (contenido en FND, grado de lignificación y contenido en fibra digestible; De Blas, 1992) y en sus características físicas (tamaño de partícula; García et al., 1999) (figuras 10 y 11). Estas variables afectan a la velocidad de tránsito y a la fermentación cecal (De Blas et al., 1999) y por lo tanto sería conveniente tenerlas en cuenta junto con el nivel de fibra.

Figura 10.- Composición química de la pared celular de distintos alimentos (FEDNA, 1999).

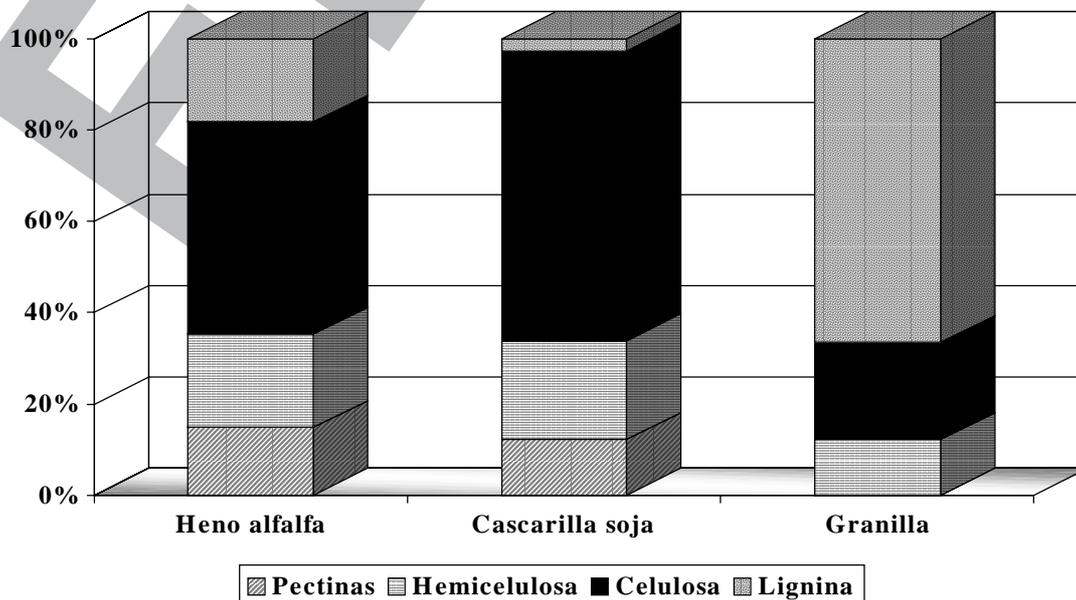
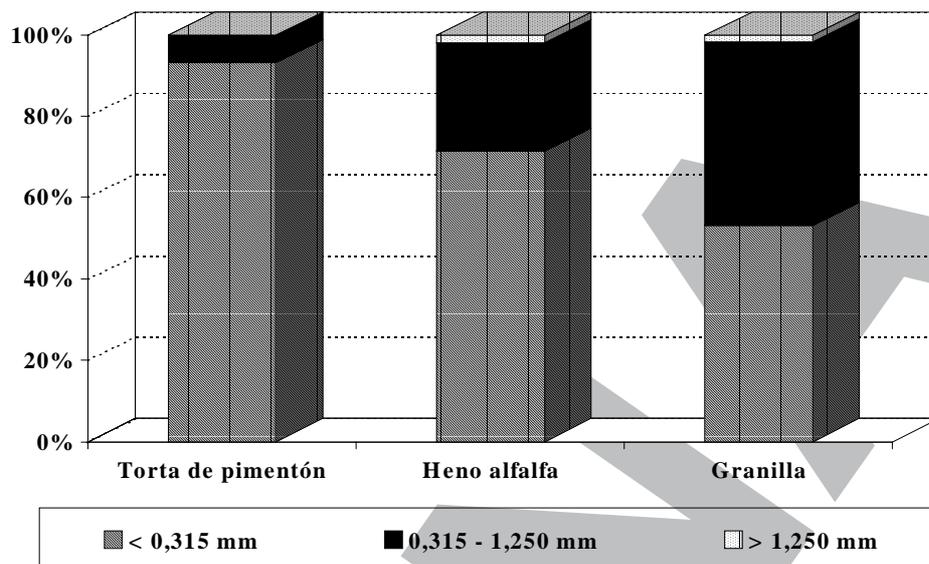


Figura 11.- Tamaño de partícula de distintos concentrados fibrosos (García, 1997 y García et al., 2000_b)

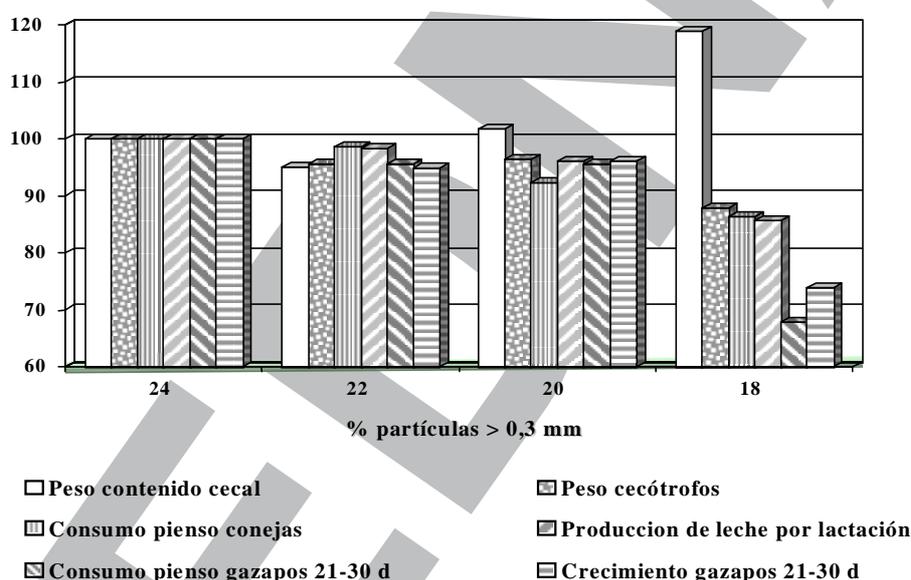


El heno de alfalfa reúne las condiciones óptimas para poder ser incluido como única fuente de fibra en el pienso de conejas reproductoras y de hecho, es el alimento fibroso más utilizado en España, suponiendo por término medio alrededor de un 25% de los piensos de estos animales. Este alimento, que es altamente palatable contiene una proporción significativa de partículas finas (< 0,315 mm), lo que favorece su entrada en el ciego, el desarrollo de la flora microbiana y una mayor acidez del contenido cecal. Además, tiene una proporción adecuada de partículas largas (> 0,315 mm) que evitan un excesivo tiempo de retención que puede reducir el consumo de alimento y que favorece la renovación cecal a través de los cecótrofos y, por tanto, el reciclaje de nitrógeno microbiano (García et al., 1999 y 2000_a). Hay situaciones donde el coste, las exigencias de control de calidad o la contaminación microbiana del heno de alfalfa, pueden hacer interesante su sustitución parcial o total por una mezcla de subproductos fibrosos que en conjunto tengan un valor nutritivo y un comportamiento digestivo similar. Sin embargo, en la práctica esta sustitución no es sencilla debido a que cuando se incluye el nivel de fibra como única restricción en la formulación de la fracción fibrosa de la ración, no se dispone de suficiente información como para incluir sin ningún riesgo estas materias primas en los piensos. Por lo tanto, sería recomendable utilizar además de variables que definan el nivel de fibra, otros parámetros (tamaño de partícula, grado de lignificación y solubilidad de la fibra) que nos ayuden a caracterizar la fracción fibrosa de estos alimentos y sus efectos sobre la digestión y los rendimientos de las conejas reproductoras.

De los resultados obtenidos en los trabajos de García et al. (1999 y 2000_a) se deduce que una de las características más importantes de la fibra para su utilización en conejos es su tamaño de partícula. En este sentido, los trabajos de Nicodemus et al. (1997_a y 1997_b) demuestran que un déficit de partículas largas (> 0,315 mm), independientemente de la

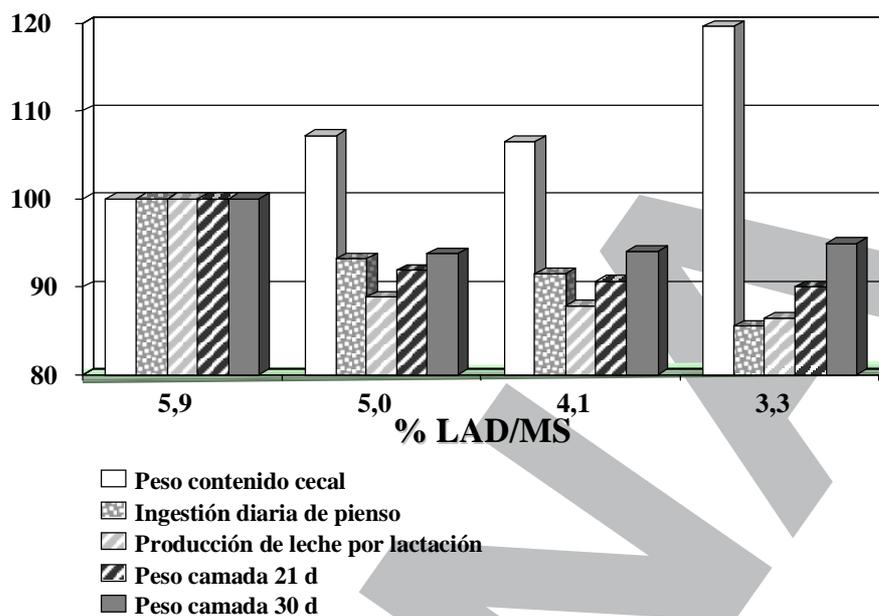
composición de la fibra, da lugar a una acumulación de la digesta en el ciego y una disminución del reciclado de cecótrofos, del consumo de alimento y de los rendimientos productivos de las conejas en lactación (ver figura 12). Como consecuencia, se recomienda una proporción mínima de un 20% de partículas largas (> 0,315 mm) en el pienso para maximizar el consumo y la producción total de leche de las conejas, así como el consumo y el crecimiento de los gazapos desde los 21 días hasta el destete. Estos parámetros fueron un 12, un 14, un 43 y un 31% menores, respectivamente, en los animales que consumieron el pienso con menor tamaño de partícula (proporción de partículas largas < 20%) que para la media de los otros tres.

Figura 12.- Efecto del tamaño de partícula de la fibra sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras. (Base 100 = dieta 1) (Nicodemus et al., 1997_a y 1997_b).



Otra variable que ayuda a caracterizar la fuente de fibra es su grado de lignificación (%LAD ó %LAD/FND). Al igual que en otras especies (Van Soest, 1994) un alto contenido en lignina dificulta la degradación de la fibra (Gidenne y Perez, 1994; García et al., 1999). Además, un incremento de la concentración de LAD en el pienso lugar a un menor tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo (Gidenne y Perez, 1994). Este resultado estaría de acuerdo con el observado por De Blas et al. (1999) sobre la influencia negativa que ejerce la lignina sobre el peso del contenido cecal, cuando se revisaron datos de cuarenta piensos experimentales, y que según un estudio de Nicodemus et al. (1999_a) aumentaría el consumo de alimento y la productividad de las conejas en lactación. Los resultados obtenidos en este trabajo (figura 13) indican que es necesario como mínimo un 5,9% de LAD/MS para maximizar el consumo de las conejas, la producción de leche y el peso de la camada a los 21 días. Estos parámetros fueron un 11, 14 y 10% mayores en los animales que consumieron el pienso con este nivel de LAD con respecto a la media de los otros tres. Sin embargo, el efecto sobre el peso de la camada al destete fue menor posiblemente debido a que no se encontraron diferencias sobre el consumo de pienso de los gazapos desde los 21 días al destete.

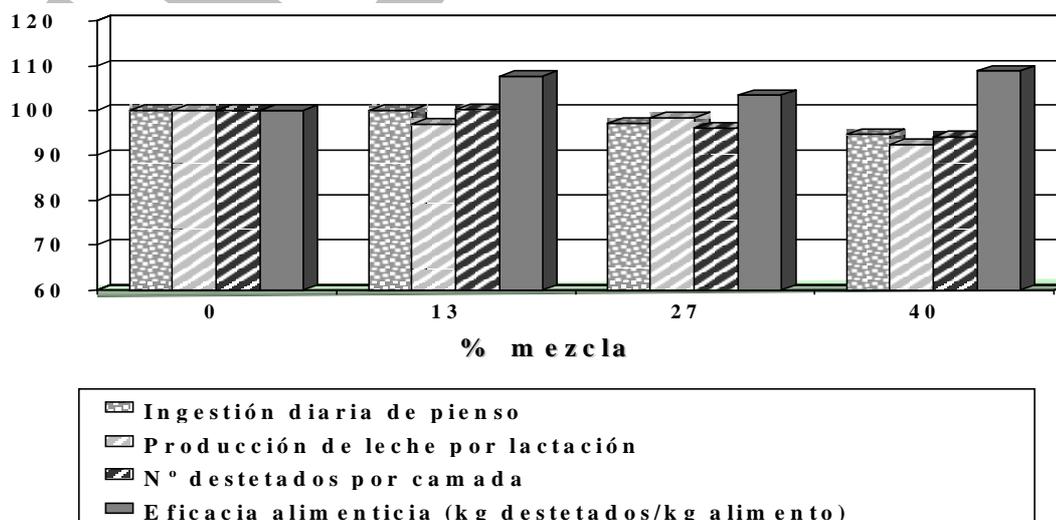
Figura 13.- Efecto del nivel de inclusión de LAD sobre los rendimientos productivos de conejas



reproductoras. (Base 100 = dieta 1) (Nicodemus et al., 1999_a).

Por otra parte, se ha comprobado que aportando las necesidades mínimas de LAD y de fibra larga (partículas > 0,315 mm), se pueden sustituir parcialmente las fuentes tradicionales de fibra por una mezcla (81:19) de cascarilla de soja y granilla desengrasada de uva, cuyas características físicas y nutritivas son similares a las del heno de alfalfa, sin que los parámetros productivos de las conejas en lactación varíen de forma significativa (Nicodemus et al., 1999_b) (ver figura 14).

Figura 14.- Efecto de la inclusión de una mezcla (81:19) de cascarilla de soja y granilla desengrasada de uva sobre los rendimientos productivos de conejas reproductoras (Base 100 = dieta 1) (Nicodemus et al., 1999_b).



5.- MINERALES

Las necesidades mínimas de minerales para conseguir una elevada tasa reproductiva en conejas han sido revisadas por Xiccato (1996) y Mateos y De Blas (1998). Los niveles recomendados de los minerales más relacionados con la reproducción se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1.- Niveles recomendados de minerales y vitaminas para conejas reproductoras (expresados sobre pienso, 90% ss).

	INRA, 89	Maertens, 96	Xiccato, 96	De Blas y Mateos, 98
Ca, %	1,1	1,2	1,3-1,35	1,2
P, %	0,8	0,55	0,6-0,65	0,6
Na, %	0,3	-	0,25	0,22
Cl, %	0,3	0,3	0,35	0,28
Zn, mg/kg	50	50	50	60
Se, mg/kg	-	0	0,15	0,05
Vit. A, mUI/kg	12	10	10	10
Vit. D, mUI/kg	0,9	1	1	0,9
Vit. E, UI/kg	50	50	50	50
Vit. K ₃ , mg/kg	2	2	2	2

Los niveles de calcio y fósforo así como la relación Ca:P pueden oscilar entre límites bastante amplios sin afectar los rendimientos productivos. Sólo niveles muy altos de Ca (> 1,5%) y de P (> 0,9%) pueden, respectivamente, aumentar la calcificación de los tejidos blandos (Kempthues, 1991) y reducir el consumo de pienso y la prolificidad (Lebas y Jonglar, 1984 y 1990). Por otra parte, algunas conejas altamente productivas pueden presentar síntomas de hipocalcemia al final de la gestación o principio de la lactación, que se corrigen por la inyección intravenosa de Ca (Barlet, 1980).

Por otra parte, el balance electrolítico afecta al rendimiento reproductivo. Además de influir en la resistencia al estrés térmico y a la incidencia de hipocalcemia, un exceso de Cl⁻ reduce el consumo, mientras que un exceso de Na⁺ y K⁺ puede aumentar los problemas en el parto. Sin embargo, los valores óptimos de relación Na⁺+K⁺/Cl⁻ han sido todavía poco estudiados en conejos.

El cinc es un componente de numerosas enzimas relacionadas con la síntesis de ácidos nucleicos, cuyas necesidades son más elevadas en reproductoras que en cebo o mantenimiento. La suplementación de dietas deficitarias en Zn conduce a una mayor tasa de

fecundación y prolificidad y a un aumento del volumen de semen, de la concentración de espermatozoides viables y de su mortalidad (El Masri et al., 1994).

Una deficiencia en selenio ha sido también asociada con un descenso de la fertilidad y de la respuesta inmunitaria, al ser un constituyente de la enzima glutatión peroxidasa que interviene en la detoxificación metabólica de peróxidos. Sin embargo, parece que en conejos la mayor parte de la enzima no utiliza Se como cofactor, por lo que las necesidades podrían ser inferiores a las de otras especies. Así, Struklec et al. (1994) observaron una mejora del crecimiento fetal y del peso al nacimiento de la camada cuando las conejas recibían un suplemento de 0,1 ppm de Se, pero no cuando el suplemento era de 0,3 ppm.

6.- VITAMINAS

Las necesidades de vitaminas para conejas reproductoras han sido estudiadas por Xiccato (1996), Mateos y De Blas (1998) y Lebas (2000). Los aportes recomendados por diferentes autores para las vitaminas más relacionadas con la reproducción se muestran en el cuadro 1.

La adición de vitamina A a la dieta es esencial para la reproducción y la respuesta inmunitaria, al intervenir en numerosos procesos metabólicos. Por otra parte, un exceso (> 90 mUI/kg) da lugar a síntomas similares a la deficiencia, con una disminución de la fertilidad y un aumento de la reabsorción de fetos y de la incidencia de abortos. También son característicos los problemas de hidrocefalia en gazapos recién nacidos. Las necesidades de vitamina A pueden cubrirse con β -caroteno, que se transforma en retinol en la mucosa digestiva. En este caso no se presentan problemas de toxicidad por exceso. Se ha señalado (Deeb et al., 1992) que el conejo puede defenderse de un exceso de β -caroteno reduciendo su eficacia de conversión en la vitamina. Por otra parte, se ha indicado (Castellini et al., 1992) que la adición de β -caroteno a dietas con un contenido suficiente en vitamina A da lugar a un incremento de la fertilidad y del peso de los gazapos al nacimiento, pero esta respuesta no ha sido observada en otros trabajos.

Un exceso de vitamina D (> 3,25 mUI/kg) es más frecuente en la práctica que una deficiencia (< 1 mUI/kg). Implica una mineralización de los tejidos blandos (vasos sanguíneos, adrenales, bazo, corazón) y ha sido relacionado con una disminución del consumo y un aumento de la mortalidad fetal (Kubota et al., 1982).

Un déficit de vitamina E ha sido asociado con baja fertilidad y con un aumento de la incidencia de abortos y de la mortalidad perinatal. Dada la tolerancia de los conejos a niveles altos de tocoferol en la dieta, algunos autores han propuesto el suministro de dosis por encima de las necesidades en situaciones que impliquen una mayor respuesta inmunitaria.

Niveles de vitamina K en la dieta por debajo de 2 ppm han sido relacionados con un incremento de la incidencia de abortos y una disminución de la velocidad de sedimentación de la sangre en gazapos (Lebas, 2000). La suplementación es especialmente recomendable en conejas gestantes en condiciones de coccidiosis subclínica o cuando son tratados frecuentemente con sulfamidas o antibióticos (Mateos y De Blas, 1998).

Las carencias en vitaminas hidrosolubles son muy raras en conejos, ya que las que forman parte del complejo B son sintetizadas por la microflora del ciego y reingeridas vía coprofagia. Igualmente la vitamina C es sintetizada en el hígado a partir de glucosa. No obstante, en condiciones de estrés térmico esta síntesis puede ser insuficiente y un suplemento de ácido ascórbico en la dieta puede mejorar la respuesta reproductiva (Ismail et al., 1992).

7.- REFERENCIAS

- BARGE, M. T. y MASONERO, G. (1986). *Zootec. Nutr. Anim.* 12: 367-378.
- BARLET, J. P. (1980). *Reprod. Nutr. Dev.* 35: 475-489.
- BARGE, M. T., MASONERO, G. y BERGOGLIO, G. (1991). *Proc. IX Congresso Nazionale A.S.P.A.* 1: 489-499.
- BARRETO, G. y DE BLAS, J. C. (1993). *World Rabbit Sci.* 1(2): 77-81.
- BLAS, E. y GIDENNE, T. (1998). *The Nutrition of the Rabbit. In: C. de Blas y J. Wiseman (Eds). Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, R. U.* 17-38.
- CASTELLINI, C. y BATTAGLINI, M. (1991). *Proc. IX Congresso Nazionale A.S.P.A.* 1: 477-488.
- CASTELLINI, C., LATTAOILI, P. y SETTA, B. (1992). *Conigliocoltura.* 29: 39-41.
- CASTELLINI, C., BRECCHIA, G., CANALI, C. y BOITI, C. (2000). *World Rabbit Sci.* 8: 161-166.
- CERVERA, C., FERNÁNDEZ-CARMONA, J., VIUDES, P. y BLAS, E. (1993). *Anim. Prod.* 56: 399-405.
- CERVERA, C. Y FERNÁNDEZ-CARMONA, J. (1998). *The Nutrition of the Rabbit. In: C. de Blas y J. Wiseman (Eds). Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, R. U.* 273-295.
- CHEEKE, P. R. (1987). *Academic Press, Orlando, Florida.*
- CHRIST, B., LANGE, K. y JEROCH, H. (1996_a). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Tolouse.* 1: 135-138.
- CHRIST, B., LANGE, K. y JEROCH, H. (1996_b). *World Rabbit Sci.* 4: 5.
- D'AMBOLA, J. B., AEBERHARDT, E., FRANG, N., GAFFAR, S., BARRET, C. T. Y SHERMAN, M. P. (1991). *J. Nutr.* 121 (8): 1262-1269.
- DE BLAS, C. (1992). *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 1329-1343.
- DE BLAS, J. C., TABOADA, E., MATEOS, G. G., NICODEMUS, N. y MÉNDEZ, J. (1995). *J. Anim. Sci.* 73: 1131-1137.
- DE BLAS, C. y MATEOS, G. G. (1998). *The Nutrition of the Rabbit. In: C. de Blas y J. Wiseman (Eds). Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, R. U.* 241-253.
- DE BLAS, J. C., TABOADA, E., NICODEMUS, N., CAMPOS, R., PIQUER, J. y MÉNDEZ, J. (1998). *Anim. Feed Sci. Tech.* 70: 151-160.
- DE BLAS, C., GARCÍA, J. y CARABAÑO, R. (1999). *Ann. Zootech.* 48: 3-13.

- DEEB, B. J., DIGIACOMO, R. y ANDERSON, R. J. (1992). *Proc. 5th World Rabbit Congress, Oregon*. 973-984.
- DÍAZ, P., GOSÁLVEZ, L. F. y RODRÍGUEZ, J. M. (1988). *J. Appl. Rabbit Research* 10 (3): 122-125.
- EL MASRI, K., NASR, A. y KAMAL, T. (1994). *World Rabbit Sci.* 2: 79-86.
- FEDNA. (1999). *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (Ed). Madrid.*
- FERNÁNDEZ-CARMONA, J., CERVERA, C. y BLAS, E. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse*. 1: 167-169.
- FERNÁNDEZ-CARMONA, J., PASCUAL, J. J. y CERVERA, C. (2000_a). *World Rabbit Sci.* 8: 29-59.
- FERNÁNDEZ-CARMONA, J., SANTIAGO, S., ALQUEDRA, I., CERVERA, C. y PASCUAL, J. J. (2000_b). *World Rabbit Sci.* 8: 203-208.
- FERNÁNDEZ-CARMONA, J., QUEVEDO, F., CERVERA, C. y PASCUAL, J. J. (2001). *Proc. XXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Aveiro*. 125-135.
- FORTUN, L., PRUNIER, A. y LEBAS, F. (1993). *J. Anim. Sci.* 71: 1882-1886.
- FORTUN, L. y LEBAS, F. (1994). *VI Journées de la Recherche Cunicole. La Rochelle*. 2: 285-292.
- FORTUN, L., PRUNIER, A., ETENNE, M. y LEBAS, F. (1994). *Reprod. Nutr. Dev.* 34: 201-211.
- FORTUN-LAMOTHE, L. y BOLET, G. (1995). *Prod. Anim.* 8: 49-56.
- FORTUN-LAMOTHE, L. y LEBAS, F. (1996). *Animal Sci.* 62: 615-620.
- FORTUN-LAMOTHE, L. (1997). *World Rabbit Sci.* 5(1): 33-38.
- FORTUN-LAMOTHE, L. y PRUNIER, A. (1999). *Anim. Reprod. Sci.* 55: 289-298.
- FRAGA, M. J., LORENTE, M., CARABAÑO, R. M. y DE BLAS, J. C. (1989). *Anim. Prod.* 48: 459-466.
- GARCÍA, J. (1997). *Efecto de la fuente de fibra sobre la digestión del conejo. Tesis Doctotal. UPM.*
- GARCÍA, J., CARABAÑO, R. y DE BLAS, C. (1999). *J. Anim. Sci.* 77: 898-905.
- GARCÍA, J., CARABAÑO, R., PÉREZ-ALBA, L. y DE BLAS, C. (2000_a). *J. Anim. Sci.* 78: 638-646.
- GARCÍA, J., NICODEMUS, N., PÉREZ-ALBA, L., CARABAÑO, R. y DE BLAS, C. (2000_b). *World Rabbit Sci.* 8: 225-231.
- GIDENNE, T. Y PEREZ, J. M. (1994). *Ann. Zootech.* 43: 313-322.
- INRA. (1989). *L'alimentation des animaux monogastriques. 2^a Ed. INRA. París.*
- ISMAIL, A., SHALASH, S., KOTBY, E. y CHEEKE, P. R. (1992). *J. Applied Rab. Res.* 15: 1291-1300.
- KAMPHUES, J. (1991). *J. Nut.* 121: 595-596.
- KUBOTA, M., OHNO, J., SHIINA, Y. y SUDA, T. (1982). *Endocrinology.* 110: 1950-1956.
- LAMB, I. C., PARTRIDGE, G. G., FULLER, M. F., ALLAN, S. J. y PENNIE, K. (1984). *Proc. 3rd World Rabbit Congress, Rome*. 1: 438-443.
- LEBAS, F y JOUGLAR, J. Y. (1984). *Proc. 3rd World Rabbit Congress, Rome*. 1: 461-466.
- LEBAS, F y JOUGLAR, J. Y. (1990). *En 5^{èmes} Journées Cunicole. INRA, París.*
- LEBAS, F., LAMBOLEY, B. y FORTUN-LAMOTHE, L. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse*. 1: 223-226.
- LEBAS, F. (2000). *World Rabbit Sci.* 8: 185-192.
- LUZI, F., BARBIERI, S., LAZZARONI, C., CAVANI, C., ZECCHINI, M. y CRIMELLA, C. (2001). *World Rabbit Sci.* 9(1): 15-18.
- MAERTENS, L., y DE GROOTE, G. (1988). *Proc. 4th World Rabbit Congress, Budapest*. 3: 42-52.
- MAERTENS, L. (1992). *Cuniculture.* 23: 33-35.

- MATEOS, G. G. y DE BLAS, C. (1998). *The Nutrition of the Rabbit*. In: C. de Blas y J. Wiseman (Eds). *Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford, R. U.* 145-175.
- MÉNDEZ, J., DE BLAS, J. C. y FRAGA, M. J. (1986). *J. Anim. Sci.* 62: 1624-1634.
- MILISITS, G., ROMVARY, R., DALLE ZOTTE, A., XICCATO, G. y SZENDRÖ, Z. S. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse.* 3: 207-212.
- NICODEMUS, N., GARCÍA, J., CARABAÑO, R., MÉNDEZ, J. y DE BLAS, C. (1997_a). *ITEA.* 18: 181-183.
- NICODEMUS, N., GARCÍA, J., CARABAÑO, R., MÉNDEZ, J. y DE BLAS, C. (1997_b). *ITEA.* 18: 184-186.
- NICODEMUS, N., CARABAÑO, R., GARCÍA, J., MÉNDEZ, J. y DE BLAS, C. (1999_a). *Anim. Feed Sci. Tech.* 80: 43-54.
- NICODEMUS, N., GARCÍA, J., CARABAÑO, R., y DE BLAS, C. (1999_b). *ITEA.* 20: 472-474.
- NIZZA, A., DIMERO, C. y TARANTO, S. (2000). *World Rabbit Sci.* 8(4): 181-184.
- PARIGI-BINI, R., XICCATO, G., CINETTO, M. y DALLE ZOTTE, A. (1992). *Anim. Prod.* 55: 153-162.
- PARIGI-BINI, R., XICCATO, G., DALLE ZOTTE, A., CARAZZOLO, A., CASTELLINI, C. y STRADAIOLGY, G. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse.* 1: 153-258.
- PARTRIDGE, G. G., ALLAN, S. J., FINDLAY, M y CORRIGAL, W. (1984). *Anim. Prod.* 39: 465-472.
- PARTRIDGE, G. G., DANIELS, Y. y FORDYCE, R. A. (1986). *J. Agric. Sci. Camb.* 107: 697-708.
- PASCUAL, J. J., CERVERA, C., BLAS, E. y FERNÁNDEZ-CARMONA, J. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse.* 1: 259-262.
- PASCUAL, J. J., TOLOSA, C., CERVERA, C., BLAS, E. y FERNÁNDEZ-CARMONA, J. (1999_a). *Anim. Feed Sci. Tech.* 81: 105-117.
- PASCUAL, J. J., CERVERA, C., BLAS, E. y FERNÁNDEZ-CARMONA, J. (1999_b). *Anim. Sci.* 68: 151-162.
- PASCUAL, J. J., QUEVEDO, F., FERNÁNDEZ-CARMON, J. y CERVERA, C. (2001). *Proc. XXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU. Aveiro.* 136-144.
- SANTOMÁ, G., DE BLAS, C., CARABAÑO, R y FRAGA, M. J. (1989). *Recent Advances in Animal Nutrition*. In: Haresingn, W. y Cole, D. J. A. (Eds). *Butterworths, London.* 109-138.
- STRUKLEC, M., DERMELJ, M., STIBILJ, V. y RAJH, I. (1994). *Krmiva.* 36: 117-123.
- TABOADA, E., MÉNDEZ, J., MATEOS, G. G. y DE BLAS, J.C. (1994). *Livest. Prod. Sci.* 40: 329-337.
- TABOADA, E., MÉNDEZ, J. y DE BLAS, J. C. (1996). *Reprod. Nutr. Dev.* 36: 191-203.
- THOMAS, M., VAN VLIET, T. J. y VANDER POEL, A. F. B. (1998). *Anim. Feed Sci. Tech.* 70: 59-78.
- VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Edn.* Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. 476.
- VIUDES DE CASTRO, P., SANTACREU, M. A. y VICENTE, V. (1991). *Reprod. Nutr. Dev.* 31: 529-534.
- XICCATO, G., PARIGI-BINI, R., DALLE ZOTTE, A., CARAZOLLO, A. y COSSU, M. E. (1995). *Anim. Sci.* 61: 387-398.
- XICCATO, G. (1996). *Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse.* 1: 29-47.