



Nutrición de machos destinados a inseminación artificial

Artículo presentado en las II Jornadas Internacionais de Cunicultura - Octubre de 2002. Vila Real (Portugal)

Juan José Pascual Amorós. Unidad de Alimentación Animal. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46071 Valencia (España). jupascu@dca.upv.es



Introducción

Hasta hace sólo unos años, en prácticamente la totalidad de las granjas cunícolas europeas podíamos encontrar machos destinados a la monta natural. Estos animales se encontraban normalmente en la misma nave que las conejas, e incluso en jaulas intercaladas, para favorecer el manejo durante la monta. Aunque ya por entonces se tenía claro que las necesidades nutritivas de los machos (mantenimiento, crecimiento en su caso y poco más) eran claramente distintas a las de las conejas reproductoras (mantenimiento, lactación, gestación, ...), estos recibían el mismo pienso por cuestiones prácticas. Tan sólo en algunas ocasiones se practicaba una ligera restricción del alimento para evitar un excesivo engrasamiento de los animales, ya que éstos piensos suelen ser muy ricos en energía (grasas, cereales) y más pobres en fibra que los de cebo.

El gran desarrollo que ha sufrido la práctica de la Inseminación Artificial (IA) en cunicultura en la última década, ha permiti-

do la aparición de granjas específicas de machos destinados a la IA. Como consecuencia, a partir de ese momento empezaba a tener más sentido el desarrollo de piensos específicos para machos que tuviera en cuenta sus necesidades nutritivas y el objeto de su explotación (el semen).

La rápida expansión de la IA en el conejo se vio asociada a la mejora organizativa en el manejo de las explotaciones y al incremento en el tamaño de las mismas, aunque su principal ventaja residía en la difusión de material genético (Viudes de Castro y Vicente, 1997). Por ello, en los últimos años las líneas de los llamados "machos de carne" (seleccionados por velocidad de crecimiento) se destinan prácticamente en su totalidad a los núcleos de machos para IA. Estos animales presentan como principales características un crecimiento mayor al normal (54 gramos por día durante el período de cebo) y un mayor peso adulto, pero también una serie de

A la hora de desarrollar un pienso específico para machos seleccionados por velocidad de crecimiento destinados a IA deberemos de tener en cuenta los siguiente criterios:

- Cubrir de forma adecuada sus necesidades nutritivas.
- Evitar si es posible el sobrepeso.
- Aumentar la longevidad de los machos.
- Mejorar la cantidad y calidad del semen producido.

Pienso
específico
machos

peculiaridades reproductivas (inicio reproductivo tardío, menor deseo sexual, producción espermática baja,...) como consecuencia de la selección.

De esta forma, a la hora de desarrollar un pienso específico para machos seleccionados por velocidad de crecimiento destinados a IA deberemos de tener en cuenta los siguientes criterios:

- Cubrir de forma adecuada sus necesidades nutritivas (energía, proteína, vitaminas, ...), tanto durante su desarrollo, como a lo largo de su vida productiva.
- Evitar si es posible el sobrepeso, ya que una de las principales razones de eliminación de estos animales es por aparición del llamado "mal de patas".
- Aumentar la longevidad de los machos (mayor relación de vida productiva/ total).
- Y por último, pero no menos importante, mejorar la cantidad y calidad del semen producido, ya que con ello conseguiremos una mayor difusión de los mejores animales, así como un abaratamiento del precio de la dosis (más dosis por animal).

En el presente trabajo se pretende ahondar en el conocimiento de la nutrición de los machos destinados a la IA, revisando y analizando los trabajos existentes a este respecto en la bibliografía. Tal y como veremos a continuación son pocos los trabajos de investigación en cunicultura que tengan como objetivo la nutrición de los machos a consecuencia del reciente interés por estos. Sin embargo, si son abundantes los trabajos que se han desarrollado en otras especies con objetivos similares (toros, moruecos, verracos, ...), por lo que en alguna ocasión nos apoyaremos en sus resultados ante la falta de información.

Caracterización de los machos seleccionados por velocidad de crecimiento

La selección en las líneas de carne se hacen o deberían hacerse por mejora del índice de conversión (IC) ya que es el carácter más importante desde el punto de vista económico (Baselga y Blasco, 1989). Sin embargo, y debido a las dificultades de manejo de un esquema basado en el IC, la

La selección de machos de carne se realiza a través de la mejora de la velocidad de crecimiento ya que se trata de un carácter que presenta una buena correlación genética con el IC.

mayoría de los esquemas de selección en machos de carne se realizan a través de la mejora de la velocidad de crecimiento ya que se trata de un carácter que presenta una buena correlación genética con el IC.

Estos esquemas permiten una mejora de aproximadamente 0.6-0.8 g/d por generación seleccionada, que conlleva como principales consecuencias a una mejora del IC, pero también a un aumento del tamaño adulto. Esto puede ser un problema en un futuro ya que estos animales presentan una peor tasa reproductiva, una mayor predisposición a sufrir "mal de patas", así como un peor manejo en granja (jaulas más grandes, ...). Sin embargo, si el sector evoluciona hacia granjas específicas de machos esto puede ser un mal menor (Blasco, 1995).

Lo que si parece claro es que en los últimos años la velocidad de crecimiento y por tanto las necesidades nutritivas de los machos seleccionados por este criterio han cambiado de forma considerable, pasando de valores de crecimiento de 40-45 g/d a valores cercanos a los 50-55 g/d durante el período que va del destete a la fecha de sacrificio (28-63 días). En la **Figura 1** se muestra la

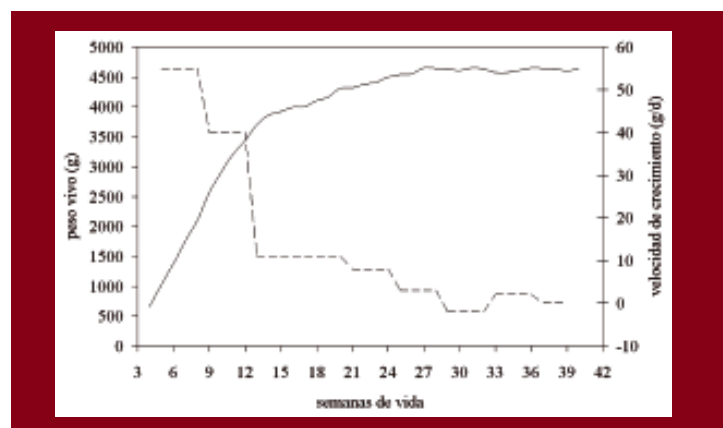


Figura 1. Curva de crecimiento de los machos R (UPV) seleccionados por alta velocidad de crecimiento y destinados a inseminación artificial (— evolución del peso vivo; ---- evolución de la velocidad de crecimiento). Durante el período de cebo los animales presentan un valor medio para la velocidad de crecimiento de 54 g/d, pasando posteriormente a valores de 40 g/d durante el mes posterior a la fecha de sacrificio comercial en España (63 días).



curva de crecimiento de los machos de producción de carne de la línea R de la Unidad de Mejora Animal de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), así como la evolución de la velocidad de crecimiento desde el nacimiento hasta la semana 40 de vida. Como se puede apreciar, durante el período de cebo los animales presentan un valor medio para la velocidad de crecimiento de 54 g/d, pasando posteriormente a valores de 40 g/d durante el mes posterior a la fecha de sacrificio comercial en España (63 días).

A partir de este momento, el crecimiento disminuye de forma considerable a valores entre 0-10 g/d, aunque las necesidades nutricionales de los animales siguen siendo importantes debido al gran peso que alcanzan; una media de 4.5 kg de peso vivo aunque es frecuente encontrarse con animales que superan los 6 kg.

Necesidades nutritivas de machos destinados a inseminación artificial

Parece claro a partir de los hechos mencionados, que las necesidades nutritivas de los

machos seleccionados por velocidad de crecimiento parecen ser distintas a la de los animales destinados a sacrificio, y que con certeza han cambiado de forma considerable en los últimos años como consecuencia de su mayor ganancia media diaria y peso adulto.

Por otra parte, debido a que el principal objetivo de estos animales es la producción de semen, ha de tenerse también en cuenta sus necesidades específicas durante la fase de producción de semen, así como los distintos nutrientes y/o metabolitos que puedan mejorar la producción o la calidad de éste.

Nutrición del macho destinado a IA durante el período de crecimiento

Como todos sabemos, es imposible construir un edificio sin personas que trabajen "energía" y sin ladrillos "proteína", por lo que para una adecuada producción animal los primero que deberemos asegurar será unos adecuados aportes energéticos y proteicos.

Los animales con alta velocidad de crecimiento que vayan a ser utilizados como machos reproductores, debería presentar probablemente una alimentación diferenciada ya desde el destete.

En la **Tabla 1** se muestra las necesidades de energía y proteína digestible (ED y PD) calculadas para 60 machos de la línea

Tabla 1. Necesidades nutricionales de machos seleccionados por alta velocidad de crecimiento y destinados a inseminación artificial.

	4-9 semana		9-13 semana		13-17 semana		17-38 semana	
Ganancia media diaria (g/d)	52		42		21		8	
Necesidades:								
Energía digestible (kJ/d)	1500		1700		1500		1485	
Proteína digestible (g/d)	20.9		20.4		14.5		12.0	
PD/ED (g PD/MJ ED)	13.9		12.0		9.7		8.6	
Ingestión:								
Pienso (g/d)	150		165		190		180	
Energía digestible (kJ/d) ¹	1575	1665	1733	1832	1995	2109	1890	1998
Proteína digestible (g/d) ²	16.1	19.4	17.7	21.3	20.3	24.5	19.3	23.2
Pienso recomendado:	10.5 MJ/kg y 135 g PD/kg				9.7-11 MJ/kg y 90-120 g PD/kg			

¹ Valores calculados para un pienso de cebo (10.5 MJ ED/kg) y de madres (11.1 MJ ED/kg).

² Valores calculados para un pienso de cebo (107 g PD/kg) y de madres (129 g PD/kg).

^{1,2} Recomendaciones de De Blas y Mateos (1998).

FABRICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL DE CONEJOS E INSTRUMENTAL VETERINARIO



Neveras de conservación de semen de 70 litros.



Neveras para transporte de semen y vacunas.



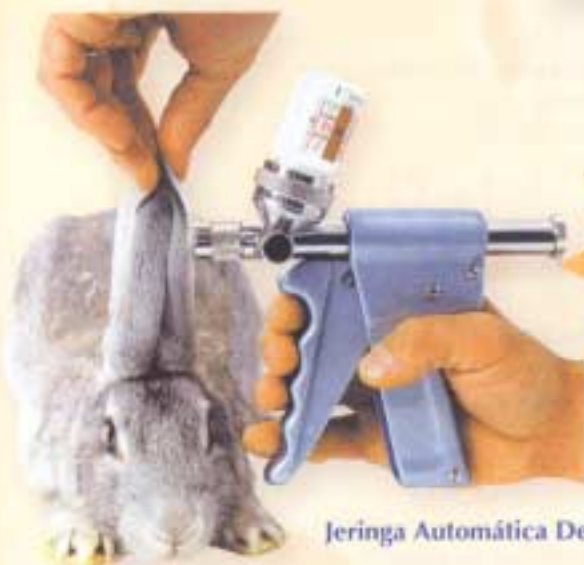
Baño María (Varios modelos y tamaños).



Microscopios (Varios modelos).



Vestuario desechable para entrada en granjas.



Jeringa Automática Dermojet.

REPARACIÓN DE JERINGAS DERMOJET, CON RECAMBIOS ORIGINALES.



Jeringa Dermojet.

Montaje de laboratorios de I.A. en conejos.

- Estufas de Esterilización.
- Cámaras de burquer.
- Hemocitómetros.
- Eosina.
- Termómetros.
- Diluyentes de semen.
- Cubre-objetos.
- Porta-objetos.
- Jeringas y agujas.



Cánulas curvadas.



Colector diluido.



Vagina artificial.



Cámara recolectora.



Colector de semen.



Polígono Industrial Torrefarrera - C/ Ponent, s/n.
Tel. 973 75 03 13 - Fax 973 75 17 72
25123 TORREFARRERA Lleida

e-mail: inserbo@inserbo.com
www.inserbo.com

R de la UPV a partir de su peso y velocidad de crecimiento (siguiendo las recomendaciones de Parigi Bini y Xiccato, 1998), así como la ingestión de energía y proteína digestible (en función del tipo de pienso utilizado) desde la 4ª a la 38ª semana de vida.

La utilización de un pienso concentrado durante el crecimiento supuso una mejora de la producción de semen (+70 ×106 espermatozoides por eyaculado), como consecuencia principalmente de un aumento en la concentración de espermatozoides.

Tal y como se puede observar, con la ingestión de pienso que muestran los machos durante el período de cebo (150 g/d) son capaces de cubrir sus necesidades energéticas con un pienso similar a los comerciales (10.5 MJ ED/kg y 107 g PD/kg), sin embargo está bastante lejos de cubrir sus necesidades proteicas para un adecuado crecimiento durante éste período (21% proteína, 15% grasa, 60% agua, 4% cenizas). Durante el siguiente mes (9-13 semanas), ocurre algo similar pero no tan pronunciado. Las necesidades energéticas y proteicas de los animales continúan siendo muy altas debido a que siguen manteniendo una importante velocidad de crecimiento y un elevado peso vivo (pasan de 2.4 a 3.6 kg de peso vivo), y aunque consiguen cubrir sus necesidades energéticas con la ingestión de pienso que muestran (165 g/d) siguen sin cubrir sus necesidades proteicas, a no ser que reciban ya a partir de este momento un pienso para conejas reproductoras (con 129 g PD/kg).

A razón de estos resultados parecería lógico pensar que los animales con alta velocidad de crecimiento que vayan a ser utiliza-

dos como machos reproductores, debería presentar probablemente una alimentación diferenciada ya desde el destete. Asegurar un crecimiento equilibrado durante este período puede probablemente estar relacionado con un buen desarrollo reproductivo en un futuro, por lo que sería aconsejable que los piensos entre el destete y 13ª semana de vida presentasen como mínimo 10.5 MJ ED/kg y unos 135 g PD/kg.

Otra situación distinta se presenta a partir de los 3 meses de vida donde la velocidad de crecimiento decae de forma considerable, y sólo la componente de mantenimiento parece ser la responsable de las necesidades de los animales. Bajo estas condiciones, los animales que muestran una ingestión elevada (180-190 g/d) son capaces de cubrir con creces las necesidades energéticas y proteicas, incluso en exceso lo que podría llevar a un sobre-engrasamiento de los animales. Así, a partir del 3er mes de vida los animales tendrían suficiente con un pienso de 9.7 MJ ED/kg y 90 g PD/kg, que cubriría sobradamente las necesidades, aunque en casos de condiciones de estrés térmico sería recomendable aumentar el contenido energético para tener margen de maniobra ante caídas de ingestión (11 MJ ED/kg y 120 g PD/kg). Por otra parte, aunque los animales comienzan a montar normalmente a los 5 meses y medio, las necesidades adicionales por la producción espermática y actividad física son prácticamente despreciables desde el punto de vista energético y proteico, no así desde las necesidades de algunos micro-nutrientes que comentaremos más adelante.

No existe ningún trabajo en la bibliografía acerca de cómo puede afectar el nivel nutricional del pienso durante el crecimiento de los machos de carne destinados a la so-

Tabla 2. Efecto del nivel energético del pienso sobre los parámetros de crecimiento de machos de carne para inseminación artificial (Pascual, datos sin publicar)

Período	9-13 semanas			13-17 semanas			17-38 semanas ¹		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Pienso									
Velocidad de crecimiento (g/d)	40.2	41.6	45.0	17.3	18.4	18.3	5.8	5.3	4.6
Ingestión:									
Pienso (g/d)	170	165	146	215	196	160	184	179	170
Energía digestible (kJ/d)	1693	1844	1800	2136	2196	1970	2065	2009	1907
Proteína digestible (g/d)	17.4	19.1	19.9	22.0	22.9	21.3	21.5	21.0	19.9

¹ A partir de la semana 20 reciben el mismo pienso comercial de madres.

Tabla 3. Efecto del pienso de crecimiento sobre la producción espermática de machos seleccionados por velocidad de crecimiento (Pascual, datos sin publicar)

	Pienso			s.e.	P
	L	M	H		
Parámetros de producción:					
Concentración (10 ⁶ espermatozoides/ml)	151 ^a	121 ^a	272 ^b	23	>0.001
Producción (10 ⁶ espermatozoides/eyaculado)	118 ^a	159 ^{ab}	208 ^b	22	>0.05
Parámetros de calidad:					
Normalidad acrosómica (%)	80.4	82.9	87.1	2.2	0.1501
Inmaduros (%)	17.3 ^b	19.4 ^b	12.5 ^a	1.5	>0.01
Anormales (%)	5.5 ^a	9.0 ^b	5.6 ^a	0.8	>0.01

^{a,b} medias con letras diferentes presentan diferencias significativas a $P < 0.05$.

bre la producción espermática. En un reciente trabajo desarrollado en la Unidad de Alimentación Animal de la UPV, se ha evaluado el efecto del nivel nutritivo del pienso (L, M y H, bajo, medio y alto, respectivamente) durante el crecimiento de los machos de la línea R, que a partir del comienzo de la monta recibieron todos el mismo pienso comercial. En **Tabla 2** se muestran los datos de crecimiento de los machos con los distintos piensos, donde sólo cabe destacar la ligera mayor velocidad de crecimiento (45 vs. 41 g/d) mostrada por los machos con el pienso H (con 12.3 MJ ED/kg y 133 g PD/kg) durante semanas posteriores a la fecha de sacrificio, sin que esto conllevara un mayor engrasamiento de los animales (variación de la grasa perirenal medida por ultrasonidos similar).

Sin embargo, el tipo de pienso recibido durante el crecimiento tuvo un sorprendente y claro efecto sobre la producción espermática de los machos (Tabla 3). La utilización de un pienso concentrado durante el crecimiento supuso una mejora de la producción de semen (+70 ×10⁶ espermatozoides por eyaculado), como consecuencia principalmente de un aumento en la concentración de espermatozoides

(+135 ×10⁶ espermatozoides por ml). Por otra parte, los parámetros de calidad controlados mostraron los mejores valores para los machos del grupo H, especialmente en lo que se refiere a porcentaje de espermatozoides inmaduros y anormales que fue significativamente menor.

La restricción de la alimentación una vez finalizado el crecimiento no parece ser tan buena idea ya que puede llevar a un menor desarrollo de los animales (3.9 y 4.3 kg de peso vivo a las 22 semanas para los animales con y sin restricción, respectivamente).

Luzy et al. (1996) no observó diferencias ni en el crecimiento ni en las características seminales de machos alimentados con dos piensos con diferente contenido en proteína bruta (14.5 vs. 19.7 % PB), aunque los piensos se suministraron a partir de las 15 semanas de vida en este caso, cuando las necesidades proteicas ya no son tan importantes.

Nutrición del machos destinado a IA durante el período de monta

La mayoría de los trabajos que se han realizado para intentar mejorar la producción y calidad espermática de los machos destinados a IA se han centrado en la evaluación de cuatro posibles acciones desde el punto de vista nutritivo:

- 1) La restricción de la alimentación.
- 2) El nivel energético del pienso.
- 3) El nivel proteico del pienso.
- 4) El nivel en distintos micronutrientes del pienso: vitaminas, minerales, ácidos grasos,...



Tabla 4. Efecto del nivel de restricción (un 25%) sobre las características del semen (Luzi et al., 1996)

	sp x 10 ⁶ / ml	sp x 10 ⁶ / eyac.	tiempo (sec.)	volumen (ml)	motilidad (puntos)
Restringido	482	452	21	0.96	3.45
Ad libitum	471	584	16	1.30	3.47

Todas las medias presentaron diferencias significativas a $P < 0.01$.

Restricción de la alimentación

Uno de los pocos trabajos sobre la restricción de la alimentación de machos destinados a IA es el realizado por Luzi et al. (1996). En este trabajo algunos machos recibieron tanto durante su crecimiento (15 a 22 semanas) como durante el período de monta controlado (22 a 46 semanas) una restricción del pienso correspondiente al 25% de lo que consumió otro grupo de animales alimentados ad libitum. Esto supuso que los animales restringidos recibirían una media de 160 g/día de pienso durante el crecimiento y unos 120 g/día durante la fase de monta. El efecto que tuvo la restricción sobre los principales parámetros seminales controlados se muestra en la **Tabla 4**.

Como se puede apreciar prácticamente tanto los parámetros de cantidad (volumen, concentración, producción) como de calidad (motilidad) se vieron negativamente afectados por la restricción de la alimentación, incluso la libido de los animales (tiempo para conseguir monta efectiva) pareció ser menor.

En un principio podríamos pensar que la restricción de la alimentación una vez finalizado el crecimiento de los animales podría ser una buena norma para evitar un excesivo engrasamiento de los machos. Sin embargo, no parece ser tan buena idea durante el período de crecimiento, ya que puede llevar a un menor desarrollo de los animales (3.9 y 4.3 kg de peso vivo a las 22 semanas para los animales con y sin restricción, respectivamente).

Una restricción del 25% de la alimentación durante el período de producción de semen, que lleve al animal a una ingestión de sólo 120 g/día (1600 kJ ED/día y 10 g PD/día), parece ser excesiva para cubrir sus necesidades, y por otra parte, la reducción del pienso administrado no sólo reduce la cantidad de energía recibida, sino que disminuye también el aporte de otros nutrientes (proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, ...), cuyo efecto desconocemos.

En aves, también se ha observado efectos similares de la restricción de pienso sobre la producción de semen. Cerolini et al. (1995) observaron como los gallos que eran alimentados ad libitum mostraban un menor volumen y producción seminal que aquellos donde se practicaba una restricción leve del pienso, pero los parámetros seminales mostraban un claro empeoramiento cuando la restricción era mayor.

Nivel energético del pienso

Una posible alternativa podría ser la disminución del nivel energético del pienso, que evitase un excesivo engrasamiento de los animales, sin reducir el contenido en el resto de nutrientes del pienso.

Sin embargo, en el único trabajo existente en la bibliografía, Papadomichelakis et al. (2000) observaron que los machos alimentados con piensos menos energéticos (10 MJ ED/kg) mostraban peores resultados para los parámetros seminales controlados (**Tabla 5**)

Tabla 5. Efecto del contenido energético del pienso sobre las características del semen (Papadomichelakis et al., 2000)

	sp x 10 ⁶ / ml	sp x 10 ⁶ / eyac.	tiempo (sec.)	volumen (ml)	motilidad (puntos)
10 MJED/Kg	513	358 ^a	17 ^b	0.74 ^a	4.20
12 MJED/Kg	539	506 ^b	14	0.93 ^b	4.32

^{a,b} Medias con letras diferentes presentaron diferencias significativas a $P < 0.01$.



GOMEZ Y CRESPO

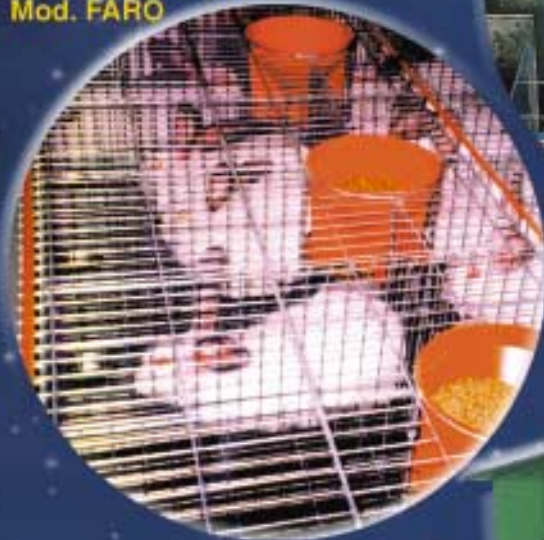
S.A.

FABRICA DE JAULAS Y ACCESORIOS PARA CUNICULTURA Y GANADERÍA

Detalle
Alimentación
Automática
con sinfín



Detalle
Jaula Reposición
Mod. FARO



MOD. SPRINT-24
Capacidad 24 Conejas



Distintos
Modelos de Naves
para Cunicultura

Mod. RODEIRO COMPACTO
Lactancia Automática y
Alimentación Automática Carro



Ctra. Castro de Beiro, 41
32001 OURENSE - ESPAÑA
Telfs.: 988 21 77 54/60 - Fax: 988 21 50 63
E-mail: gomycre@terra.es



que los alimentados con piensos más energéticos (12 MJ ED/kg).

Estos resultados, aunque sorprendentes, se comprenden mejor cuando se tiene en cuenta el hecho de que los animales fueron alojados bajo condiciones de alta temperatura (24-35°C), lo que llevó a los animales a mostrar un bajo consumo de pienso (una media de 120 g/día), que en muchas ocasiones fue inferior a los 100 g/día. Bajo dichas condiciones, un pienso de 10 MJ ED/kg (ingestión de 1000-1200 kJ ED/día) parece ser insuficiente para cubrir las necesidades energéticas de los machos (cerca de los 1500 kJ ED/día). De esta forma, se necesita más información de cómo puede afectar el nivel energético del pienso en condiciones normales de Tª.

De hecho, en gallos (Madrado et al., 1996; Bramwell et al., 1996) y en cerdos (Yent y Yu, 1985) no se observan diferencias significa-

tivas en la producción y calidad del semen cuando se reduce el nivel energético del pienso en condiciones de Tª adecuadas, pero si parecen mejorar los parámetros relacionados con el peso vivo y la libido de los machos.

Nivel proteico del pienso

Son frecuentes los trabajos de la bibliografía que relacionan los bajos niveles de proteína de los piensos con problemas en la actividad sexual y producción seminal de los machos, por ejemplo en cerdos (Yent y Yu, 1985) y aves (Cecil, 1982). Por lo tanto, el efecto del nivel proteico es otro de los factores frecuentemente evaluados en conejos (Luzi et al., 1996; Scapinello et al., 1997; Nizza et al., 2000; Papadomichelakis et al., 2000).

Piensos con 0.3 % de metionina+cistina cubren ya las necesidades de estos animales desde el punto de vista de la producción seminal.

En los trabajos de Luzi et al. (1996) y Papadomichelakis et al. (2000) se compararon la respuesta de machos alimentados con dos niveles de proteína (145 y 195 g PB/kg) a partir de la 15ª y 22ª semanas de vida respectivamente. En ambos casos, el nivel proteico del pienso no tuvo ningún efecto sobre la producción espermática de los machos. Sólo Nizza et al., (2000) con una dieta con un 13% PB observa una re-

Tabla 6. Nivel de micronutrientes en los piensos experimentales de la bibliografía (en MS).

		vit A (mg/kg)	vit E (mg/kg)	vit D3 (mg/kg)	vit C (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
El-Masry et al. (1994)	C	0.03	0.02	0.02			0.05
	E	0.03	40	0.02		0.7	0.05
	Zn	0.03	0.02	0.02			35
Castellini et al. (1999)	C	3.3	50	0.05			15
	EC	3.3	200	0.05	1g/l (agua)		15
Lavara et al. (2000)	C	2.5	20	0.016			49
	AED	11000	50	0.020			49
Moce et al. (2000)	C	4	30	0.2			49
	AE	104	130	0.2			49
	Zn	4	30	0.2			149

Sólo se ha considerado los micronutrientes adicionados, no los presentes en las materias primas.

ducción en la producción de espermatozoides y de motilidad de éstos respecto a dietas con un 15 y 17% PB, que llegó incluso a afectar a los índices de fertilidad.

Como mencionamos anteriormente, las necesidades proteicas de estos animales pueden ser elevadas en machos de alta velocidad de crecimiento durante las primeras fases del crecimiento (4-13 semanas), pero estas no son tan importantes a partir de este momento, por lo que pueden ser fácilmente cubiertas con piensos de 145 g PB/kg.

Por otra parte, Scapinello et al. (1997) estudió el efecto del incremento del nivel de metionina+cistina en 5 piensos (de 0.3 a 0.8 %), sin observar tampoco diferencias en ninguno de los parámetros seminales controlados, por lo que los autores concluyen que los piensos con 0.3 % de metionina+ cistina cubren ya las necesidades de estos animales desde el punto de vista de la producción seminal.

A esta misma conclusión se ha llegado en otras especies, donde una vez cubiertas las necesidades de proteína, el incremento en el nivel proteico no lleva a mejoras en la producción seminal (Cecil, 1982; Hocking y Bernard, 1997; Zang et al., 1999).

Variación del contenido en micronutrientes del pienso

Hay una gran cantidad de micronutrientes (vitaminas, minerales, ácidos grasos, ...) que están directamente relacionados con los mecanismos de la espermatogénesis (protección de epitelios germinales, antioxidantes, ...), y su mayor o menor presencia en el pienso podría en un principio afectar a la producción espermática o a la calidad del espermatozoide. A continuación detallaremos los resultados más relevantes sobre la utilización de algunos de ellos en conejos.

Vitaminas

Son varias las vitaminas relacionadas directa o indirectamente con la espermatogénesis (vitamina A, E, D3, C, principalmente), por lo que son frecuentes los trabajos donde se ha intentado mejorar la producción espermática a través de la inclusión de cantidades adicionales de dichas vitaminas.

La suplementación con cantidades adicionales de vitaminas no parece mejorar la calidad ni la producción de semen.

La **vitamina A** (retinol) presenta entre sus funciones la de proteger las mucosas, por lo que su deficiencia se ha relacionado en ratas con la degeneración del epitelio germinal y de los tubulos seminíferos, así como con el cese de la espermatogénesis (McDowell, 1989). La **vitamina E** (α-tocoferol) por su parte, fue conocida inicialmente como la vitamina de la antiesterilidad, pues las ratas que consumían dietas carentes de vitamina E no se reproducían.

En otras especies son varios los trabajos que han observado mejoras en la producción seminal y actividad sexual de los animales cuando fueron suplementadas con vitaminas A y/o E: en pavos (Surai e Ionov, 1992), o en moruecos (Al-Haboby

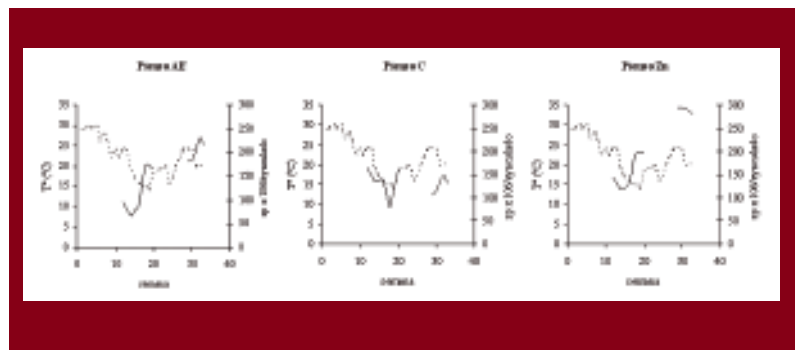


Figura 2. Efecto de la temperatura ambiental (-----) y el pienso sobre la producción de semen (---) de machos seleccionados por velocidad de crecimiento (Pascual, datos sin publicar).

et al., 1997). Así es normal que existan varios trabajos en conejos sobre el efecto de la suplementación del pienso de machos con estas vitaminas (El-Masry et al., 1994; Castellini et al., 1999; Lavara et al., 2000; Moce et al., 2000) tal y como se observa en la Tabla 6. En todos estos trabajos se llega a la conclusión de que la suplementación con estas vitaminas no parece mejorar ninguno de los parámetros reproductivos controlados en los conejos (índice de colecta, edad de inicio a la monta, producción y calidad del semen). Castellini et al. (1999) observa que la adición de vitamina E reduce alguno de

La deficiencia de selenio y cinc detiene el desarrollo testicular y causa atrofia de los epitelios seminíferos.

los parámetros (velocidad progresiva o lineal), pero que estas mejoraban cuando se adicionaba conjuntamente con vitamina C. Sin embargo, esta mejora en los parámetros de cinética no estuvo relacionada con mejoras en el índice de fertilidad.

Aunque El-Masry et al. (1994) encuentran una ligera mejora en la concentración del semen en machos alimentados con un suplemento de vitamina E (40 mg/kg MS) y Se (0.7 mg/kg MS), hemos de tener en cuenta el bajo nivel de vitaminas del pienso de referencia y las condiciones ambientales en las que se desarrolló la experiencia (37.5°C y 42% HR). A partir de estos resultados se podría así concluir que, siempre y cuando estén cubiertas las necesidades vitamínicas de los animales, la suplementación con cantidades adicionales de vitaminas no parece mejorar la calidad ni la producción de semen. Hemos de tener en cuenta que los piensos que se suelen utilizar con este tipo de animales (piensos de conejas reproductoras) suelen ser ya por sí ricos en dichas vitaminas (8400 UI de vit A, 20 UI de vit E y 670 UI de vit D3). En el caso de la vitamina C, sólo se recomienda su suplementación durante situaciones de estrés (enfermedades, altas temperaturas, ...).

Sin embargo, no existe información respecto al efecto que podría tener la suplementación de estas vitaminas sobre la mejora de la viabilidad del semen congelado, donde quizás puedan tener un efecto protector, por lo que se debería trabajar a este respecto en un futuro.

Minerales

A parte de la suplementación de **selenio**, normalmente vinculado al suministro de vi-

tamina E, el micromineral más estudiado desde el punto de vista de mejora de la espermatogénesis en conejos es el **cinc**. El **cinc** afecta directamente los órganos reproductivos de machos y hembras a través del eje pituitario-gonadal. En machos, el cinc controla la liberación de las gonadotropinas pituitarias, los andrógenos y la testosterona (Hidiroglou y Knipfel, 1984; Reeves y Ódeel, 1988) y su deficiencia detiene el desarrollo testicular y causa atrofia de los epitelios seminíferos.

El-Masry et al. (1994) evaluaron la suplementación de Zn en machos NZW (n=6) en condiciones de estrés térmico y respecto a una dieta con bajo contenido en Zn (0.05 ppm de Zn adicionado), observando como la adición de Zn al pienso se traducía en una clara mejora del volumen (0.9 vs. 1.3 ml) y de la concentración (131 vs. 252 ' 106 sp/ml) del semen, así como de la motilidad (41 vs. 62%) de este, no afectando al total de anomalías del semen (una media del 17%).



Más recientemente, Moce et al. (2000) estudiaron el efecto de la suplementación de Zn en machos adultos seleccionados por alta velocidad de crecimiento (n=10) durante el otoño (tras haber soportado posiblemente el estrés térmico del verano), pero en esta oca-

Tabla 7. Correlación entre el contenido en Zn del plasma seminal con los parámetros de calidad del semen.

	Anormales	Motilidad	VAPT	VSLT
Coefficiente de correlación (P-value)	-0.23 (0.10)	+0.37 (0.05)	+0.55 (0.001)	+0.52 (0.001)

VAPT: velocidad lineal total; VSLT: velocidad rectilínea total.

sión respecto a una dieta control que presentaban el nivel normal de Zn de las dietas comerciales (49 ppm de Zn adicionado). Los resultados también mostraron una mejora en la producción total de semen (133 vs. 163 sp/eyaculado), sin afectar a los parámetros de calidad seminal controlados (integridad acrosómica, anomalías y gota citoplasmática). Por otra parte, se observó un efecto a largo plazo de la adición de Zn al pienso, mostrándose diferencias más acusadas en la producción de semen durante la época del invierno (**Figura 2**).

En otra experiencia desarrollada en la Unidad de Alimentación Animal de la UPV, y utilizando estos mismos piensos desde la 9ª semana de vida, se observó que a partir de la 27ª semana de vida los animales alimentados con el pienso suplementado con Zn muestran un mayor valor para volumen de semen producido, aunque tampoco se detectan mejoras en los parámetros de calidad seminal. Sin embargo, se encontró una correlación positiva entre la presencia de Zn en el plasma seminal con algunos parámetros de calidad seminal (**Tabla 7**), lo que pone de manifiesto la importancia de la presencia del Zn para una adecuada espermatogénesis.

Guimaraes y Motta (2000) observan como el crecimiento de los conejos y la deposición de Zn en hígado aumenta hasta 150 mg de Zn por kg de pienso, por lo que los niveles de Zn que suelen aparecer en los piensos comerciales (unos 50 mg/kg) podrían no ser los adecuados, especialmente para machos destinados a IA.



Otros micronutrientes

Aunque no se han testado en conejos, existen en la bibliografía una infinidad de trabajos donde se ha evaluado con mayor o menor éxito la suplementación de diferentes micronutrientes en otras especies, tales como:

- a) El tipo y nivel de grasas: linoleico, linolénico, saturadas, w-3, w-6,...
- b) Otros micromineral: Selenio, Cobre, Calcio,...
- c) Aminoácidos, factores antinutritivos, toxinas,...

Es necesaria más investigación a este respecto para conocer su posible efecto en machos destinados a la producción de semen.

Agradecimientos

Al Dr. José Salvador Vicente del Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la UPV por su colaboración y apoyo en los trabajos desarrollados por la Unidad de Alimentación Animal de la UPV en la línea de nutrición de machos destinados a IA.



Instalaciones Cunicolas realizadas en todo el mundo con la tecnología más vanguardista



Ignacio Buform Santonja
Avenida Benldorm 40 - 03570 Villajoyosa (Alicante)
Tel. y Fax 96 589 01 97 - Móvil 609 65 78 93
nasio@lavilla.net - www.meneguin.it



Conclusiones

En la alimentación de los machos seleccionados por alta velocidad de crecimiento que se destinan a la inseminación artificial se debería de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 1) Estos animales deberían recibir una alimentación diferenciada a partir del destete, como consecuencia de sus mayores necesidades, pareciendo recomendable piensos ricos energía y proteína hasta las 13 semanas de vida.
- 2) La restricción del pienso no parecer ser una práctica recomendable en este tipo de animales, especialmente durante el crecimiento o bajo condiciones de estrés térmico.
- 3) Aunque las necesidades energéticas son fácilmente cubiertas durante el periodo de monta (9.7 ED/kg), debe de tenerse en cuenta las épocas de baja ingestión, por lo que sería más recomendable pienso con 10.5-11 MJ ED/kg.
- 4) Siempre y cuando se cubran las necesidades de proteína (145 g PB/kg), el aumento del contenido proteico del pienso no parece mejorar la producción de semen.
- 5) Los niveles de vitaminas que suelen tener los piensos de reproductoras parecen ser suficientes para los machos destinados a IA, no observándose mejoras en el semen al aumentar el suplemento de éstas.
- 6) Parecería recomendable suplementar los piensos de machos con una mayor cantidad de Zn (hasta 150 mg/kg), que si parece influir sobre los parámetros seminales.

Por último, hemos de recordar que son pocos los trabajos que se han centrado hasta hoy en la nutrición del macho destinado a la IA, por lo que es necesaria más investigación en esta línea de trabajo en un futuro.

Bibliografía

- Al-Haboby AH., Abdulkareem TA., Alkass JE. 1997. Plasma testosterone and semen quality of Awassi Rams as influenced by long term vitamin A shortage. *Agricultural Sciences*, Vol 24, 2.
- Baselga M. y Blasco A. 1989. Mejora genética del conejo de producción de carne. Mundi-Prensa. 110 pp.
- Blasco A. 1995. Estado actual de la Investigación en mejora genética animal del conejo de producción de carne. VII Jornada Técnica sobre Cunicultura. ExpoA- viga95. Barcelona.
- Bramwell RK., McDaniel CD., Burke WH., Wilson JL., Howarth B., 1996. Influence of male broiler breeder dietary energy intake on reproduction and progeny growth. *Poultry Science*, 75(6): 767-775.
- Castellini C., Lattaiolo P., Bernardini M. 1999. Effect of dietary supplementation with a-tocopheryl acetate and ascorbic acid on qualitative characteristics and fertilizing ability of rabbit semen. *World Rabbit Science*, 7: 217-220.
- Cecil H.C. 1982. Effects of frequency of semen collection on reproductive performance of male turkeys fed low protein diets during the breeding period, *Poultry Science* 61(9): 1866-1872.
- Cerolini S., Mantovani C., Bellagamba F., Mangiagalli M.G., Cavalchini L.G. y Reniero R. 1995. Effect of restricted and ad libitum feeding on semen production and fertility in broiler breeder males. *British Poultry Science*, 36:677-682.
- De Blas C. y Mateos G.G. 1998. Feed Formulation. En: *The Nutrition of the Rab*



GAMA DE PRODUCTOS

**Antibióticos
Aminoácidos
Vitaminas
Premezclas
Fungicidas
Desinfectantes
Insecticidas**



s.p. veterinaria, s.a.

Ctra. Reus-Vinyols Km. 4,1 • Telf. 977 850 170* • Fax 977 850 405 • Apartado de Correos 60 • 43330 Riudoms (Tarragona)

FERTILINE DOBLE ACCIÓN

2. Aumenta la inmunidad

2 en 1

1. Mejora la fertilidad



FERTILINE DOBLE ACCIÓN

1. Mejora la fertilidad

Mejora el estado corporal de las reproductoras, reduciendo las pérdidas de peso durante la lactación, que afectan directamente a la producción de leche y a la receptividad y ovulación de las madres, especialmente las primíparas. El aporte de un suplemento energético y con aminoácidos esenciales, beta-caroteno y vitamina E permite reducir estas pérdidas aumentando las tasas de palpaciones positivas y el peso de las camadas al destete.

2. Aumenta la inmunidad

El nivel inmune de las conejas puede verse comprometido por su estado físico o por situaciones de estrés (cambios de temperatura, parto, manejo, patologías, etc.) lo que repercute directamente en la mortalidad de las hembras y de los gazapos. FERTILINE es un aporte suplementario de vitaminas (vitamina E, K, complejo B) y minerales (selenio, zinc, hierro) que permiten mejorar su estado inmunitario y el de su camada.



Ctra. Madrid - Barcelona, Km 33,300
tel.: 91 877 60 90 fax: 91 880 58 00
28805 ALCALA DE HENARES (Madrid)
www.saprogal.com

bit. Ed: C. de Blas y J. Wiseman. CABI Publishing. pp. 241-254.

El-Masry K.A., Nasr A.S., Kamal T.H. 1994. Influences of season and dietary supplementation with selenium and vitamin E or Zinc on some blood constituents and semen quality of New Zealand White rabbit males. *World Rabbit Science*, 2 (3), 79-86.

Guimaraes C.S. y Motta F.W. 2000. Bioavailability of dietary zinc sources for fattening rabbits. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, vol C., 255-262.

Hidiroglou M. y Knipfel J.E. 1984. Zinc in mammalian sperm: a review. *J. Dairy Sci.*, 35: 1175-1183.

Hocking P.M., Bernard R. 1997. Effects of dietary crude protein content and food intake on the production of semen in two lines of broiler breeder males. *British Poultry Science*, 38: 199-202.

Lavara R., Moce E., Pascual J.J., Cervera C., Viudes de Castro M.P., Vicente J.S. 2000. Effects of environmental temperature and vitamin supplements on seminal parameters from a rabbit line selected by high growth rate. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, 4-7 July 2000, Valencia, Spain, 167-171.

Luzi F., Maertens L., Mijten P., Pizzi F., 1996. Effect of feeding level and dietary protein content on libido and semen characteristics of bucks. *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*, Valencia, Vol 2: 87-92.

Madrazo G., Sanz M., Reviers M. y Ferrer. N. 1996. Comportamiento de las aves reproductoras pesadas machos mantenidas en jaulas y alimentadas con dietas de diferente contenido energético. *Rev. Cubana de Cienc. Avícola.*, 20: 15-19.

McDowell L.R. 1989. *Vitamins in Animal Nutrition*. Ed. Academic Press, Inc. London.

Moce E., Aroca M., Lavara R., Pascual J.J. 2000. Effect of dietary zinc and vitamin supplementation on semen characteristics of high growth males during summer season. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Valencia. Vol. A.

Nizza A., Di Meo C. y Taranto S. 2000. Influence of dietary protein content on libido and semen characteristics bucks. *Proceedings*



of the 7th World Rabbit Science, Valencia. Vol A: 217-224.

Papadomichelakis G., Fegeros K., Xylouri-Frangiadakie E. y Papadopoulos G. 2000. Effects of dietary energy and protein content on libido and semen characteristics of bucks. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, Valencia, Vol C: 357-364.

Parigi Bini R. y Xiccato G. 1998. Energy Metabolism and Requirements. En: *The Nutrition of the Rabbit*. Ed: C. de Blas y J. Wiseman. CABI Publishing. pp. 103-132.

Reeves P.G. y Odeel B.L. 1988. Zinc deficiency in rats and angiotensin-converting enzyme activity: comparative effects on luna and testis. *Journal of Nutrition*, 118: 622-626.

Scapinello C., Vanini de Moraes G., Rodrigues de Souza M.L., Andreazzi M.A., Bianospino-Antunes E. 1997. Influência de diferentes níveis de metionina+cistina sobre a produção de sêmen de coelhos nova zelândia branco. *Revista UNIMAR*, 19(3):923-931.

Surai P. y Ionov I. 1992. Vitamin E in goose reproduction. *Proceedings of the 9th International Symposium on Waterfowl*, Pisa, Italy, 16-18 September 1992, 83-85.

Viudes de Castro M.P. y Vicente J.S. 1997. Incremento de la eficacia de utilización de los machos para inseminación artificial en explotaciones cunícolas. VII *Jornadas de Producción Animal*.

Yent H.T., Yu I.T. 1985. Influence of digestible energy and protein feeding on semen characteristics of breeding boars. *Proceedings of the 3rd AAAP Animal Science Congress*, Seoul, Korea, vol 2.

Zhang X., Berry W.D., McDaniel G.R., Roland D.A., Liu P., Calvert C., Wilhites R. 1999. Body weight and semen production of broiler breeder males as influenced by crude protein levels and feeding regimens during rearing. *Poultry Science*, 78: 190-196.