

TAMAÑO DE PARTICULA DE LOS FORRAJES EN LA ALIMENTACION DE CONEJOS. BASES FISIOLÓGICAS Y RECOMENDACIONES

C. de Blas Beorlegui y P. García Rebollar
Dpto. de Producción Animal U.P. de Madrid

1.- INTRODUCCION

La fracción fibrosa de los forrajes tiene unas funciones digestivas que exceden de su simple valor energético o proteico. Las más importantes están relacionadas con efectos físicos sobre el tránsito digestivo y pueden ser alteradas por la molienda. Como consecuencia, en algunas especies animales, principalmente rumiantes y conejos, existen requerimientos mínimos de fibra, y en muchos casos de fibra larga, en la dieta.

El objetivo de este trabajo ha sido revisar el efecto de la molienda del forraje sobre la fisiología digestiva y sobre la productividad en conejos, y, en base a ello, presentar recomendaciones para la formulación de dietas prácticas.

2.- EFECTO DE LA MOLIENDA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICULAS DE FORRAJE.

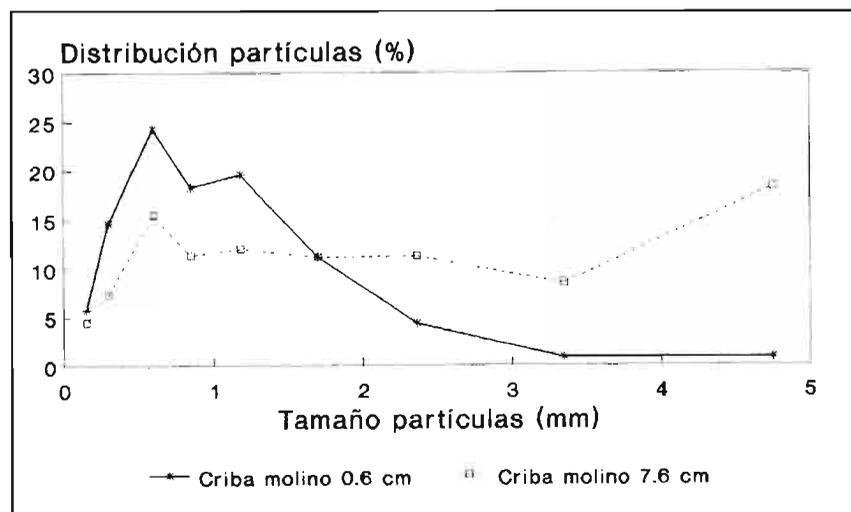
Tal como se muestra en la figura 1, la molienda de un forraje a través de un determinado diámetro de criba, no da lugar a partículas de un tamaño homogéneo, sino a una distribución de partículas de diferentes tamaños, cuyo valor medio se reduce al disminuir el diámetro de la criba. En estas distribuciones interesa determinar no sólo la longitud media de las partículas, sino que también tiene importancia conocer las proporciones que suponen las partículas más cortas o más largas.

Por otra parte, existe una interacción significativa del tamaño de criba con el tipo de forraje. Así, para un mismo tipo de molienda, las

leguminosas, y, en general los forrajes más lignificados, presentan una mayor resistencia a la rotura. Sin embargo, una vez molturados, tienden a romperse en partículas más finas que las moléculas más largas y flexibles de celulosa, presentes en mayores concentraciones en las gramíneas, por ejemplo (Van Soest, 1982).

El tamaño de las partículas de forraje afecta sobre todo al tránsito de los alimentos a través del tracto digestivo. No obstante, otras propiedades importantes desde un punto de vista alimenticio son también alteradas. Así por ejemplo, un menor tamaño está asociado con una mayor densidad de las partículas, con una menor capacidad de hidratación y poder tampón en las zonas fermentativas del aparato digestivo (Fig. 2).

Figura 1.- Efecto de la molienda del forraje sobre la distribución de partículas por tamaño (Grant y col., 1990)



3.- DIGESTION DE LA FIBRA EN CONEJOS

El conejo es la especie zootécnica no rumiante donde la fibra de la dieta tiene mayor importancia. El sistema digestivo del conejo, al igual que el de otros monogástricos herbívoros, está adaptado a una rápida velocidad de tránsito de los ingredientes fibrosos, de modo que aunque su grado de utilización digestiva no sea elevado, sí lo es su capacidad de ingestión (Santomá y col., 1989).

Por otra parte los conejos, al igual que los rumiantes, precisan un aporte mínimo de fibra en la dieta para asegurar una adecuada

Figura 2.- Efecto de la molienda del forraje sobre su densidad y capacidad de hidratación (Van Soest, 1992).

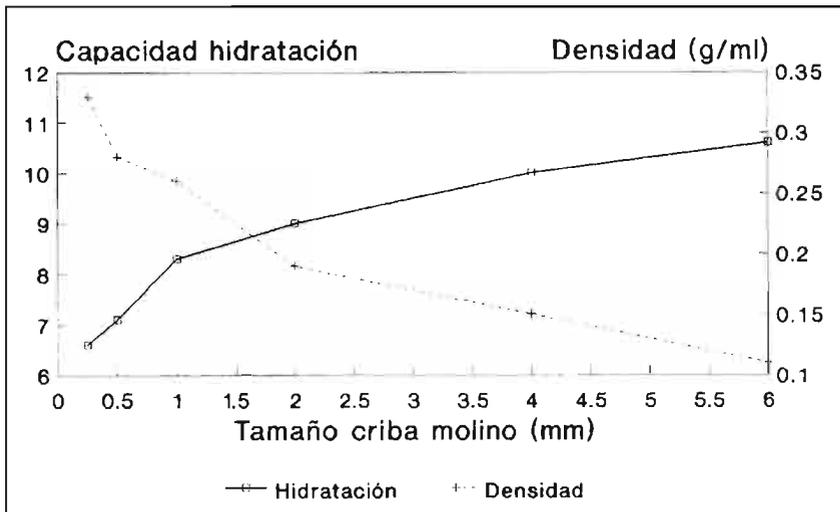


Figura 3.- Efecto del tipo y nivel de fibra de la dieta sobre el peso del contenido cecal.

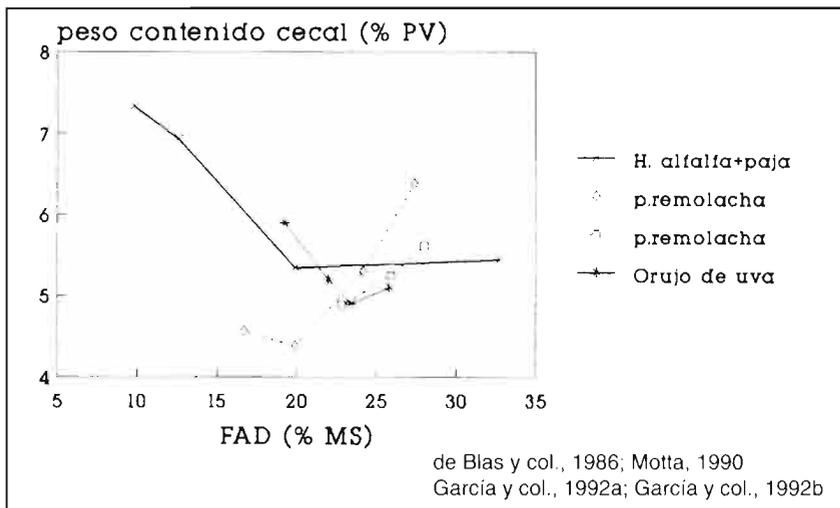
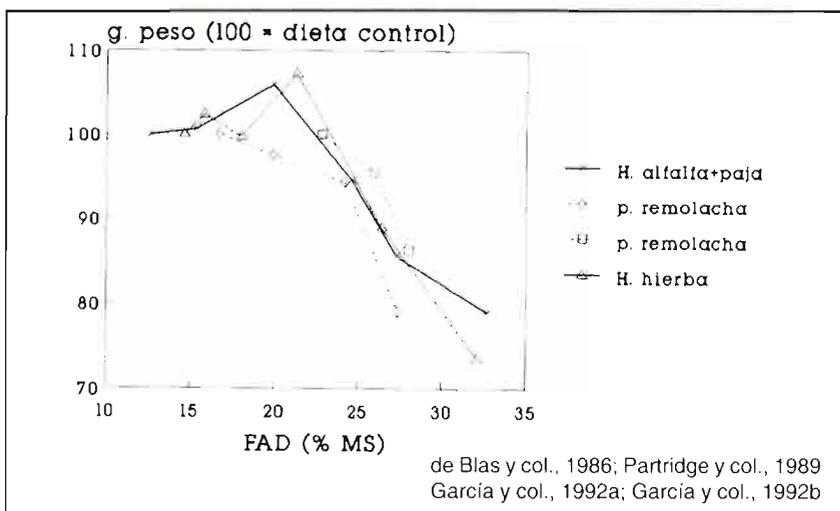


Figura 4.- Efecto del tipo y nivel de fibra sobre la ganancia de peso.



motilidad de la digesta en el tracto digestivo; así los niveles normales de FND en piensos comerciales de conejos (35-40 %) son incluso superiores a los de raciones de vacas de alta producción. Un suministro insuficiente de fibra implica -ver figuras 3 y 4- una acumulación de digesta en el ciego, una disminución de la velocidad de renovación del ciego, un descenso del consumo y de los rendimientos productivos, y un desequilibrio en la composición de la flora intestinal, con el consiguiente incremento de la incidencia de problemas digestivos (de Blas y col. 1986, Carabaño y col. 1988 y de Blas, 1992).

3.1.- El sistema fermentación cecal/coprofagia

El ciego de los conejos reúne condiciones adecuadas -elevado tamaño, pH estable, anaerobios, entrada regular de nutrientes- para ser asiento de una flora microbiana densa -del orden de 10^{10} bacterias por gramo- y estable. La salida de los productos finales de la fermentación se produce eficazmente en el propio ciego (AGV) o a través de la coprofagia (proteína microbiana, vitaminas hidrosolubles, minerales).

Sin embargo, la utilización de la fibra en conejos es inferior a la de otras especies no rumiantes (Santomá y col. 1989). Una primera limitación radica en el mecanismo de separación de partículas de digesta a nivel de la válvula ileocecal, por lo que las partículas gruesas de fibra continúan su progresión por el colon para dar lugar a las heces duras, mientras que sólo las partículas más finas, junto con la fracción más soluble de la fibra, entran en el ciego. De este modo los conejos excretan la fibra larga rápidamente sin intentar digerirla, consiguiendo a cambio mantener una elevada capacidad de ingestión.

Una segunda limitación para la digestión de la fibra en conejos es el bajo tiempo de permanencia de la fracción fermentable en el ciego, ya que el contenido de éste se vacía diariamente para dar lugar a la formación de las heces blandas. La



flora celulolítica del ciego, al igual que la del rúmen, requiere un tiempo para su adhesión a las partículas fibrosas antes de iniciar su acción degradativa. En consecuencia, los microorganismos sólo tienen oportunidad de degradar parcialmente los componentes más digestibles del residuo alimenticio que entra en el ciego -fibra soluble, sustancias de origen endógeno-. Así por ejemplo, un alimento fibroso rico en pectinas, como la pulpa de remolacha, se utiliza aceptablemente bien en conejos (CD energía = 60 %, García y col. 1993), pero un 30 % peor que en rumiantes. En el otro extremo, la utilización digestiva de la paja de cereales es muy baja (CD energía = 15 %, de Blas y col 1989), un tercio respecto de los rumiantes.

3.2.- Equilibrio fibra larga/fibra fermentable en la dieta

Por otra parte, existe un límite práctico para la inclusión de fibra

soluble en dietas de conejos. Una sustitución excesiva de fibra larga (heno de alfalfa) o de almidón (grano de cebada) por fibra fermentable (pulpa de remolacha o pulpa de cítricos), conduce hacia una acumulación de digesta en el ciego -hasta el doble de su peso habitual-, una disminución del turnover cecal, y un descenso del consumo de alimento y de la productividad (Motta, 1990; Fraga y col. 1991; García y col. 1972)

La fibra soluble no cumple pues la función de lastre de la fibra larga, y no debería computarse a efectos de cubrir las necesidades mínimas de fibra que aseguren un tránsito adecuado (Santomá y col. 1989). En este contexto, una molienda excesiva de los ingredientes fibrosos del alimento podría igualmente afectar a su valor lastre, ya que las partículas fibrosas más finas son introducidas en el ciego a través de movimientos antiperistálticos (Björnhag, 1972)-

Tabla 1.- Efecto del tamaño de partícula de la fracción fibrosa (FND) sobre su tiempo de permanencia total en el aparato digestivo (TMRT, h) y en el ciego (TMF, h). Guidenne, 1993

Tamaño de la partícula (mm)	TMRT	TMF
> 1,0	25,7 a	20,7 a
0,5 - 1,0	28,4 a	22,4 a
0,315-0,5	28,8 a	23,7 a
< 0,315	34,4 b	26,1 b

En relación con esto, los resultados de Fraga y col. (1991) muestran que la sustitución de heno de alfalfa por subproductos fibrosos sin estructura tridimensional de partículas -como la cascarilla de arroz- da lugar a un incremento de la acumulación de material cecal -desde un 5,5 hasta un 6,5 % del peso del animal-, lo que no ocurre cuando el subproducto sustituyente sí tiene esa estructura (caso, por ejemplo, del orujo de uva).

4.- EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTICULA DE LOS FORRAJES SOBRE LA DIGESTION Y LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS EN CONEJOS

Guidenne (1993) ha estudiado el tránsito digestivo de partículas fibrosas de diferente tamaño en conejos de 2,7 Kg de peso que recibían una alimentación restringida (110 g/día). Sus resultados -ver tabla 1- muestran que tanto el tiempo total de digestión como el de fermentación en el ciego aumentan significativamente cuando las partículas de fibra tienen un tamaño inferior a 0,3 mm, lo que confirma la eficacia de los mecanismos de segregación y retención selectiva de partículas finas en el ciego.

Un mayor tiempo de retención de partículas finas respecto a las más grandes (> 0,3 mm) ha sido también observado por Uden y Van Soest (1982) en conejas adultas. De estos trabajos, se deduce que en conejos, al igual que en rumiantes, existe un tamaño crítico de partícula, por debajo del cual se pondrían especialmente de manifiesto sus efectos sobre los procesos digestivos.

En los últimos años se han publicado varios trabajos sobre el efecto del tamaño de molienda -estimado por el diámetro de los orificios de la parrilla del molino- sobre la eficacia digestiva y productiva en conejos.

En el ensayo más clásico -Laplace y Lebas, 1977- se compararon dos tamaños de diámetro de parrilla (2,5 mm ó dos pases por 0,25 mm) que se correspondieron con un porcen-



taje de partículas de tamaño inferior a 0,25 mm de un 40 y casi un 100 %, respectivamente. La molienda más fina supuso un incremento del tiempo de retención total del aparato digestivo (+ 25 %) y de la digestibilidad de la materia seca (77,3 frente al 69,7 %), pero también problemas de diarrea y de pérdidas de peso en un 50 % de los animales experimentales.

Igualmente Morisse (1982) molliendo una, dos o tres veces a través de una parrilla de 4 mm, consiguió una variación del porcentaje de partículas finas (< 0,25 mm) entre tratamientos de un 30,8 a un 73,8 %. Un incremento del porcentaje de partículas finas supuso un descenso de la velocidad de crecimiento (6 % entre extremos, $p < 0,05$) y una tendencia -no significativa- hacia la disminución del pH y al aumento de la concentración total de AGV en el ciego; en cambio, no observó un efecto significativo sobre la densidad de la flora colibacilar en el intestino. Este autor realizó además un estudio sobre la variación en el porcentaje de partículas finas (< 0,5 mm) de seis piensos comerciales, encontrando un intervalo de variación entre 46,4 y 86,6 %.

Posteriormente, Ward y Owen (1984) y Lebas y Franck (1986) realizaron dos estudios comparando dos tamaños de molienda: 1 *versus* 6, y 2 *versus* 7 mm, respectivamen-

te, en los que no se proporciona información sobre la granulometría de los piensos resultantes. En ambos casos el tamaño de partícula tuvo poca influencia sobre los parámetros estudiados-ganancia de peso, consumo, digestibilidad de la materia seca o de la FND-.

El estudio más reciente ha sido realizado por Guidenne (1990, 1992) comparando dietas con un 76 % de alfalfa molida a 1 ó 3 mm. A pesar de esta diferencia, el porcentaje de partículas finas (< 0,3 mm) en las dietas experimentales sólo varió entre un 77 y un 81 %. Este autor no observó diferencias entre tratamientos en el consumo, ganancia de peso o

parámetros cecales -pH, concentración total y proporción molar de AGV, peso del contenido cecal-aunque hubo un ligero aumento del tiempo medio de retención en el conjunto del aparato digestivo (+ 1,8 h, $p < 0,05$), debido principalmente a un mayor tiempo de fermentación en el ciego. Al contrario que en el trabajo de Laplace y Lebas (1977) la digestibilidad de la fibra se redujo en la alfalfa más molida (43,5 *versus* 47,3 %, $p < 0,05$), lo que el autor lo relaciona con una menor renovación cecal y, por tanto, con un menor aporte de sustancias fermentables.

5.- RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

De los resultados anteriores se deduce que una proporción excesiva de partículas muy finas (< 0,3 mm) en las dietas de conejos da lugar a un descenso de los rendimientos productivos. En condiciones comerciales -diámetro de parrilla del molino entre 2,5 y 7 mm- no parece que se puedan plantear problemas de este tipo.

Sin embargo, debe tenerse también en cuenta que los ingredientes fibrosos suelen molerse dos veces -una antes de granularse y otra antes de la granulación del pienso-, por lo que los resultados experimentales obtenidos con una molienda única a través de una parrilla determinada





no son directamente extrapolables a las situaciones prácticas. Así por ejemplo, Rial -comunicación personal- ha obtenido granulometrías con proporciones de partículas finas (<0,5 mm) de un 40 % usando un diámetro de parrilla de 2,5 mm.

Por otra parte, una molienda excesivamente gruesa (> 4 mm) tiene efectos negativos importantes (Mateos y Rial, 1989), al reducir la digestibilidad de algunos ingredientes de la dieta -gránulos de cereales-, y al empeorar además la calidad del gránulo de pienso -mayor fragilidad-. Algunos autores, como Lang (1981) han sugerido utilizar dos tamaños de molienda, uno fino para cereales y concentrados, y otro más

grueso para los ingredientes fibrosos, pero existen muchas veces limitaciones para poder realizarlo en la práctica.

Puede pues concluirse que la información existente es todavía limitada para poder establecer recomendaciones prácticas consistentes. En particular, se considera necesario disponer de datos que relacionen directamente resultados productivos con la granulometría del pienso y, más concretamente, con su proporción de partículas muy finas. Mientras tanto, parece aconsejable utilizar parrillas con diámetro comprendido entre 2,5 y 4 mm, aunque realizando controles periódicos de la granulometría resultante cuando se use la molienda más fina.

BIBLIOGRAFIA

- Björnhag, G. (1972). *Swedish J. Agric. Res.* 2: 125.
- Carabaño, R., Fraga, M.J., Santomá, G. y de Blas, J.C. (1988) *J. Anim. Sci.* 66: 901.
- De Blas, J.C., Santomá, G., Carabaño, R., Fraga, M.J. (1986) *J. Anim. Sci.* 63: 1897.
- De Blas, J.C., Villamide, Carabaño, R. (1989) *J. Appl. Rabbit Res.* 12: 148.
- De Blas, J.C. (1992) *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 1329.
- Fraga, M.J., Pérez de Ayala, P. Carabaño, R y de Blas, J.C. (1991) *J. Anim. Sci.* 69: 1566.
- García, G., Galvez, J. y de Blas, J.C. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 1823.
- Guidenne, T. (1990) VI Journées de Recherches sur l'Alimentation et la Nutrition des herbivores. Paris.
- Guidenne, T. (1992) *Br. J. Nutr.* 67: 133.
- Guidenne, T. (1993) *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 42: 151.
- Grant, R.J., Collebrander, V.F. y Maertens, D.R. (1990) *J. Dairy Sci.* 73: 1823.
- Laplace, J.P. y Lebas, F. (1977). *Ann. Zootech.* 26: 413.
- Lang, J. (1981) *Nutr. Abs. and Rev.* 51: 197.
- Mateos, G.G. y Rial, E. (1989) Alimentación del conejo Mundiprensa, pp. 101.
- Morisse, J.P. (1982) *Revue Méd Vét.* 133: 635.
- Motta, W. (1990) Tesis Doctoral, U.P.M. Madrid.
- Partridge, G.G., Garthwaite, P.H. y Findlay, M (1989) *J. Agric. Sci.* 112: 171.
- Santomá, G., De Blas, J.C., Carabaño, R., Fraga, M.J. (1989) En *Recent advances in animal nutrition*. Butterworths, p: 109.
- Uden, P. y Van Soest, P.J. (1982) *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 7: 35.
- Van Soest, P.J. (1982) Nutritional ecology of the ruminant O & B Books, Inc.
- Ward, S. y Owen, E. (1984) Tercer Congreso Mundial de Cunicultura. Roma pp: 323

