

Nutrición

DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE Y VERDADERA DE AMINOÁCIDOS DE HARINAS DE GIRASOL, PRODUCTOS DE SOJA Y GUISANTE EN CONEJOS

True and apparent amino acids digestibility of sunflower meals, soybean products and peas in rabbits

A. Llorente¹, A.I. García², N. Nicodemus¹, M.J. Villamide¹, R. Carabaño¹

¹ Dpto. Producción Animal, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, U.P.M. 28040 Madrid

² Nutreco Poultry and Rabbit Research Centre, Casarrubios del Monte, 45950 Toledo

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar la digestibilidad ileal corregida por pérdidas endógenas de proteína y sus aminoácidos de harinas de girasol, productos de soja (harina 47 y haba tostada) y guisante en conejos. Para ello, se utilizaron 30 conejas de raza Neocelandés x Californiano, canuladas en íleon terminal con una cánula simple en T de vidrio. Se formularon 5 dietas experimentales, con un 35% de harinas de girasol y de guisante y con un 30% de productos de soja, y una dieta basal con caseína, para la determinación de pérdidas endógenas a nivel fecal e ileal. Se obtuvo un flujo endógeno de proteína de 3,2 g/d a nivel ileal y de 2,2 g/d a nivel fecal. Las pérdidas endógenas ileales presentaron una composición en aminoácidos rica en ácido glutámico (12,5%) y en aminoácidos esenciales como treonina, valina y leucina (5,5%, 5,1% y 4,3%, respectivamente). El valor de digestibilidad de la proteína obtenido con el método de DIA fue 9,9 puntos inferior al obtenido con DIV, mientras que la DFA de las harinas de girasol y el guisante fue sólo 4,1 puntos inferior a la DIV, en parte, debido a las menores pérdidas endógenas calculadas a nivel fecal respecto a nivel ileal. Los resultados de DIV mostraron a la lisina como un aminoácido más digestible que la metionina en todos los alimentos valorados (97,0% vs. 93,6%, respectivamente), excepto en la harina de girasol 38 (93,6% vs. 94,2%). La treonina, a pesar de ser el aminoácido limitante cuantitativamente más importante en el flujo endógeno ileal, siguió siendo el de menor DIV. Por el contrario, en DFA la metionina mostró de media mayor digestibilidad que la lisina. Como conclusión, la corrección de la digestibilidad por las pérdidas endógenas provoca cambios en los valores relativos de digestibilidad de la proteína y aminoácidos entre alimentos.

ABSTRACT

The aim of this work is to determine the protein and amino acids ileal digestibility, corrected by endogenous losses, of sunflower seed meals, soybean meal, full-fat soybean and peas for rabbits. Thirty New Zealand White x Californian doe rabbits fitted with a T-cannula at terminal ileum were used. Five diets were formulated with 35% of sunflower meals and peas and 30% of soybean products, and a casein-basal diet for determination of endogenous losses. The endogenous protein losses at

ileal level were 3.2 g/d and at faecal level, 2.2 g/d. The ileal endogenous protein showed a high content in glutamic acid (12.5%) and essential amino acids as threonine, valine and leucine (5.5%, 5.1% and 4.3%, respectively). The apparent ileal digestibility (AID) was 9.9 points lower as average than the true ileal digestibility (TID). The apparent faecal digestibility (AFD) of sunflower meals and peas was 4.1 points lower than TID, due to their lower endogenous losses respect to the ileal level. Lysine TID was higher than methionine one for all protein concentrates (97.0% vs. 93.6%, respectively), except for sunflower seed meal 38 (93.6 vs 94.2%). Threonine TID was the lowest, although it was the most important limiting amino acid in the ileal endogenous flow. On the contrary, methionine AFD was higher than lysine AFD. In conclusion the endogenous losses correction produces changes in the digestibility relative values of feeds.

■ INTRODUCCIÓN

La elección de un método de valoración que estime con la mayor exactitud posible la digestibilidad real de la proteína y de los aminoácidos de los alimentos se ha convertido en uno de los puntos más importantes en la valoración nitrogenada de los alimentos, ya que un mejor ajuste de los nutrientes a las necesidades del animal supone una disminución de las patologías asociadas a excesos de proteína y una reducción de la excreción de nitrógeno al medio (Maertens y Luzi, 1996).

Aunque la digestibilidad fecal aparente (DFA) de la proteína ha sido el método más utilizado, se han propuesto balances de proteína y aminoácidos a nivel ileal, por ser el íleon el último segmento del tracto digestivo en el que los aminoácidos pueden ser absorbidos y por ser la digestibilidad de cada aminoácido distinta en cada caso y distinta a su vez de la de la proteína. Sin embargo, una parte importante del flujo ileal de proteína y aminoácidos es de origen endógeno (88%, García et al., 2004) y su consideración da lugar a nuevos métodos de valoración nitrogenada, tales como la digestibilidad ileal verdadera (DIV) y la digestibilidad ileal estandarizada (DIS). En el trabajo de García et al. (2004) se observa como el valor relativo de digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos limitantes entre los distintos alimentos valorados cambia en función del método utilizado en su determinación.

El objetivo de este trabajo es determinar la digestibilidad ileal corregida por pérdidas endógenas de la proteína y los aminoácidos de productos de soja, harinas de girasol y guisante, por ser algunas de las materias primas utilizadas habitualmente como principales fuentes de proteína y aminoácidos limitantes en dietas de conejos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1: Determinación de pérdidas endógenas

Se formuló una ración basal para la determinación de las pérdidas endógenas de proteína y aminoácidos a nivel ileal y fecal, cuya composición en materias primas y química se encuentra descrita en Llorente et al., (2005). Se optó por una dieta basada en la inclusión de proteína altamente digestible (caseína), para evitar los problemas de baja ingestión y trastornos fisiológicos que conlleva la utilización de dietas libres de nitrógeno (García et al., 2004).

La dieta basal se suministró ad libitum a un total de 11 conejas de raza Neocelandés x Californiano, con un peso medio de 4556 g (± 385 g), canuladas en íleon terminal con una cánula T de vidrio. Tras un período de adaptación al pienso basal de 10 días, se realizó el control individual del consumo y la excreción de heces durante 3 días consecutivos para la determinación de la digestibilidad fecal.

Las muestras de contenido ileal se recogieron entre las 7 y las 10 de la tarde durante dos días consecutivos, con el fin de evitar el efecto de la cecotrofia sobre el flujo ileal, ya que el contenido en proteína bruta del flujo ileal en estas horas del día es similar al obtenido en animales que no realizan cecotrofia (Merino y Carabaño, 2003). Las recogidas ileales de ambos días se mezclaron para obtener una muestra representativa de cada animal.

Se analizó el contenido en MS y PB (combustión, Dumas) de las muestras de contenido ileal y heces, según los procedimientos descritos por la AOAC (2000). La determinación de los aminoácidos del íleon y de las heces se realizó mediante el análisis sobre un pool de muestras utilizando un equipo Beckman System 6300HPA amino acid analyser (Fullerton, CA, USA). En los aminoácidos azufrados, se realizó una oxidación perórmica de la muestra previa a la hidrólisis ácida. Se determinó el contenido de las muestras de íleon y heces en PB ligada a FND, según Licitra et al. (1996), y de sus aminoácidos. La concentración de marcador indigestible (yterbio) del íleon y el pienso se analizó en un espectrofotómetro de absorción atómica.

El flujo fecal e ileal endógeno de proteína se calculó restando al flujo total de proteína la PB-FND de las muestras de heces y contenido ileal, respectivamente, asumiendo un coeficiente de digestibilidad de la caseína del 100%. Mediante el análisis de regresión (procedimiento REG del paquete estadístico SAS (1990)), se obtuvieron las ecuaciones para la estimación de las pérdidas endógenas a nivel ileal y fecal. El flujo fecal e ileal endógeno de los aminoácidos, se determinó de la misma manera, pero aplicando un perfil constante de aminoácidos a la proteína endógena, obteniéndose una ecuación de regresión específica para cada aminoácido.

Experimento 2: Valoración de materias primas

Se valoraron dos harinas de girasol de distinto contenido en proteína (harina de girasol 28 y 38), dos productos de soja (harina 47 y haba tostada) y guisante, cuya composición química expresada en porcentaje sobre MS se muestra en la Tabla 1.

| % M ^S | HARINA GIRASOL 28 | HARINA GIRASOL 38 | HARINA SOJA 47 | HABA SOJA TOSTADA | GUISANTE |
|------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------|
| FND | 45,80 | 37,59 | 24,61 | 20,15 | 19,94 |
| FAD | 36,77 | 29,22 | 14,44 | 13,49 | 10,25 |
| LAD | 12,5 | 9,40 | 1,52 | 2,84 | 0,39 |
| PB | 30,62 | 41,65 | 54,01 | 44,23 | 28,29 |
| Cistina | 0,49 | 0,56 | 0,65 | 0,53 | 0,44 |
| Metionina | 0,63 | 0,80 | 0,55 | 0,46 | 0,24 |
| Treonina | 1,26 | 1,59 | 2,02 | 1,70 | 0,94 |
| Valina | 1,99 | 2,49 | 2,84 | 2,47 | 1,43 |
| Isoleucina | 1,59 | 1,92 | 2,59 | 2,23 | 1,21 |
| Leucina | 2,20 | 2,75 | 3,94 | 3,36 | 1,88 |
| Fenil alanina | 1,56 | 1,98 | 2,66 | 2,28 | 1,25 |
| Histidina | 0,88 | 1,08 | 1,36 | 1,14 | 0,66 |
| Lisina | 1,29 | 1,56 | 3,20 | 2,65 | 1,74 |
| Arginina | 2,92 | 3,87 | 4,12 | 3,54 | 2,64 |
| Ácido | 3,40 | 4,19 | 6,39 | 5,44 | 3,18 |
| Aspártico | 1,26 | 1,72 | 2,53 | 2,08 | 1,11 |
| Seroína | 5,73 | 8,18 | 9,09 | 7,62 | 4,37 |
| Prolina | 1,43 | 1,81 | 2,48 | 2,02 | 1,16 |
| Glicina | 2,12 | 2,58 | 2,26 | 1,93 | 1,21 |
| Alanina | 1,60 | 1,96 | 2,34 | 1,99 | 1,17 |
| Tirosina | 0,90 | 1,22 | 2,02 | 1,74 | 0,91 |

Tabla 1. Composición química de los alimentos valorados (% sobre MS).

Se formularon 5 piensos experimentales en los que se intentó mantener constante el contenido de proteína bruta y el nivel y tipo de fibra respecto a la ración basal, para que las pérdidas endógenas fuesen de la misma magnitud en todas las dietas. Su composición en materias primas y química se encuentra detallada en Llorente et al., (2005). El porcentaje de inclusión del alimento a valorar en cada pienso fue el máximo posible (35% para las harinas de girasol y guisante y 30% para los productos de soja), con el fin de minimizar el error en la determinación de los coeficientes de digestibilidad de su proteína y de los aminoácidos que la componen.

El procedimiento experimental seguido fue el mismo que anteriormente se detalló en el experimento 1, utilizando 9 conejas en la valoración de la harina de soja y 10, en el resto de alimentos. La determinación de la digestibilidad de la PB de los alimentos se realizó mediante la diferencia entre el flujo ileal total de proteína y el flujo correspondiente a la suma de la PB-FND (procedente de la paja y cascarilla de girasol) más la PB de origen endógeno (estimada mediante las ecuaciones de regresión obtenidas en el experimento 1). En el caso de los balances aparentes, la proteína endógena considerada fue sólo la correspondiente a la parte de la dieta que no era el alimento valorado. Los coeficientes de digestibilidad de los aminoácidos se calcularon de igual modo que en el caso de la proteína, aplicando un perfil constante de aminoácidos a la proteína.

■ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1: Determinación de pérdidas endógenas

El flujo endógeno de proteína, calculado a partir de los animales que ingirieron la dieta basal, se relacionó con el consumo de MS ingerida mediante análisis de regresión, obteniéndose las siguientes ecuaciones para la estimación de las pérdidas endógenas ileales y fecales, respectivamente:

$$\text{PB endógena íleon (g/d)} = 0,0373 (\pm 0,0061) * \text{MS ingerida (g/d)} - 0,3066$$

$$R^2 = 0,8067 ; \text{RSD} = 0,4284$$

$$\text{PB endógena heces (g/d)} = 0,0305 (\pm 0,0057) * \text{MS ingerida (g/d)} - 0,7194$$

$$R^2 = 0,7641 ; \text{RSD} = 0,3976$$

Se obtuvo un flujo endógeno de PB, para un consumo medio de MS de 94 ($\pm 6,7$) g/d, de 3,2 g/d de media a nivel ileal y 2,2 g/d de media a nivel fecal. Por tanto, la corrección por pérdidas endógenas tendrá mayor importancia en digestibilidad ileal que fecal

García, et al. (2004) obtienen un flujo ileal endógeno de proteína de 4,7 g/d de media, teniendo en cuenta que el consumo medio de MS (125,8 g/d) incluye la ingestión de pienso y heces cecótrofes, y de composición en aminoácidos similar a la obtenida en el presente trabajo (Tabla 2).

Tabla 2. Composición en aminoácidos del flujo endógeno ileal y fecal (% sobre PB). (% aa/PB)

| (% aa/PB) | Flujo endógeno ileal | Flujo endógeno fecal | (% aa/PB) | Flujo endógeno ileal | Flujo endógeno fecal |
|---------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Cistina | 2,7 | 3,0 | Arginina | 3,6 | 4,3 |
| Metionina | 0,7 | 0,9 | Ácido aspártico | 7,2 | 7,0 |
| Treonina | 5,6 | 5,2 | Serina | 5,8 | 4,4 |
| Valina | 5,1 | 4,7 | Ácido glutámico | 12,5 | 9,2 |
| Isoleucina | 3,8 | 3,2 | Prolina | 4,7 | 3,3 |
| Leucina | 4,3 | 4,7 | Glicina | 8,0 | 4,1 |
| Fenil Alanina | 4,1 | 4,0 | Alanina | 3,4 | 3,7 |
| Histidina | 1,3 | 1,2 | Tirosina | 3,5 | 3,4 |
| Lisina | 3,6 | 3,5 | | | |

Experimento 2: Valoración de materias primas

La digestibilidad de los aminoácidos difiere de la de la proteína, independientemente del método de valoración elegido, como se observa en la Tabla 3, donde se presentan los datos relativos a los tres aminoácidos más limitantes.

Tabla 3. Digestibilidad fecal aparente y digestibilidad ileal aparente y verdadera de la proteína y los principales aminoácidos limitantes (%).

| % M ^s | HARINA GIRASOL 28 | | HARINA GIRASOL 38 | | HARINA SOJA 47 | | HARINA SOJA TOSTADA | | GUISANTE | |
|------------------|-------------------|------|-------------------|------|----------------|------|---------------------|------|----------|------|
| DFA | SE | | SE | | SE | | SE | | SE | |
| PB | 82,28 | 1,78 | 84,13 | 1,65 | 95,21 | 1,28 | 90,65 | 2,16 | 81,24 | 2,32 |
| Lisina | 85,53 | 1,38 | 84,38 | 1,50 | 95,53 | 0,81 | 93,81 | 1,22 | 88,16 | 1,29 |
| Metionina | 92,26 | 0,81 | 92,43 | 0,83 | 97,85 | 1,15 | 95,11 | 1,83 | 85,59 | 2,37 |
| Treonina | 78,47 | 2,06 | 79,32 | 2,06 | 90,83 | 1,75 | 86,85 | 2,64 | 71,34 | 3,20 |
| DIA | SE | | SE | | SE | | SE | | SE | |
| PB | 76,11 | 2,38 | 80,04 | 1,13 | 86,74 | 1,04 | 82,30 | 0,90 | 76,07 | 1,21 |
| Lisina | 88,56 | 1,69 | 85,31 | 1,00 | 92,47 | 0,60 | 90,30 | 0,50 | 90,10 | 0,59 |
| Metionina | 90,46 | 0,89 | 91,69 | 0,44 | 91,23 | 0,68 | 88,59 | 0,57 | 84,58 | 0,87 |
| Treonina | 74,14 | 3,10 | 76,25 | 1,54 | 81,40 | 1,41 | 76,13 | 1,18 | 63,34 | 1,77 |
| DIV | SE | | SE | | SE | | SE | | SE | |
| PB | 88,29 | 2,38 | 89,00 | 1,13 | 93,64 | 1,04 | 93,73 | 0,90 | 89,25 | 1,21 |
| Lisina | 98,65 | 1,69 | 93,65 | 1,00 | 96,54 | 0,60 | 95,20 | 0,50 | 91,59 | 0,59 |
| Metionina | 93,63 | 0,89 | 94,20 | 0,44 | 94,88 | 0,68 | 92,97 | 0,57 | 92,85 | 0,87 |
| Treonina | 90,38 | 3,10 | 88,81 | 1,54 | 91,35 | 1,41 | 87,92 | 1,18 | 84,60 | 1,77 |

Digestibilidad de la proteína.

Los datos de DFA de la proteína para ambas harinas de girasol se situaron dentro del rango de variación presentado por Villamide et al., (1991) (de un 73% a un 90%). En los productos de soja se obtuvieron resultados de DFA de la proteína superiores a los encontrados en la bibliografía, posiblemente debido a la anómala excreción de heces cecótrofes por parte de las conejas que consumieron las dietas de los productos de soja. El guisante presentó una DFA de la proteína ligeramente inferior a los datos obtenidos en tablas (81,2% vs. 85% Villamide et al., (1998) y 83%, INRA (2002)).

La DIA de la proteína de la harina de girasol 38 fue similar a la obtenida por García et al. (2005) para una harina de girasol 36 (80,0% vs. 80,7%), mientras que la DIV resultó ligeramente superior a la de estos autores (89,0% vs. 86,1%), si bien estas diferencias pueden ser debidas a las distintas correcciones aplicadas al flujo ileal. No existen datos en la bibliografía de digestibilidad ileal de la proteína de productos de soja y guisante en conejos, pero los datos de DIS obtenidos en cerdos (90% y 74% para la harina y el haba de soja, respectivamente, y 80% para el guisante, INRA (2002)) muestran también diferencias importantes entre la digestibilidad de la proteína de la harina frente a la del haba de soja y el guisante, ya que la digestibilidad de la proteína de ambos alimentos se ve afectada por la presencia de factores antinutritivos y, en el caso del haba de soja tostada, la presencia de estos compuestos varía en función de la eficacia del tratamiento térmico aplicado. El valor de digestibilidad de la proteína obtenido con el método de DIA fue 9,9 puntos de media inferior al obtenido con DIV. La diferencia entre DIV y DIA fue mayor en los alimentos con menor contenido en PB (13,2 puntos en el guisante vs. 6,9 en la harina de soja), debido a que la corrección

por la proteína endógena tiene más importancia cuantitativa cuanto menor es el contenido en proteína de las materias primas valoradas. En el caso de la DFA de las harinas de girasol y el guisante, el valor de digestibilidad fue sólo 4,1 puntos de media inferior al de DIV, en parte, por las menores pérdidas endógenas calculadas a nivel fecal respecto a nivel ileal.

A efectos prácticos en la formulación de piensos, también es importante el valor relativo entre alimentos. Tomando como referencia la harina de soja 47 asignando a la digestibilidad de su proteína un valor 100, el valor relativo de la digestibilidad de la proteína entre los distintos alimentos valorados cambió en función del método de valoración elegido. Así, en DFA el valor relativo fue de 95, 87 y 85 para el haba de soja, las harinas de girasol y el guisante, respectivamente, mientras que en DIV, el valor relativo del guisante fue de 95 puntos, superior al de las harinas de girasol (94 puntos de media) e inferior al del haba de soja (97 puntos).

Digestibilidad de los aminoácidos.

Los resultados de DFA de lisina, metionina y treonina correspondientes a la harina de girasol 38 muestran la misma tendencia que los obtenidos por García et al. (2004) en la valoración de una harina de girasol 36 (84%, 92% y 79% vs. 80%, 92% y 77%, respectivamente, para lisina, metionina y treonina).

Las tablas de valoración del INRA (2002) asignan valores de DIS a las harinas de girasol en cerdos para lisina, metionina y treonina (81%, 92% y 82%, respectivamente), inferiores a los de DIV obtenidos en este trabajo en conejos. Estas diferencias revelan un peor aprovechamiento de estos tres aminoácidos limitantes de las harinas de girasol en la especie porcina. Los resultados de García et al. (2004) coinciden con los de este trabajo y muestran coeficientes de DIV para la lisina (90%), metionina (97%) y treonina (85%) de la harina de girasol valorada superiores a los de DIS de cerdos del INRA (2002). Los valores asignados por el INRA (2002) de DIS en cerdos relativos a la lisina, metionina y treonina son 2,6, 14,7 y 7,9 puntos de media inferiores a los de DIV obtenidos en este trabajo para la harina y el haba de soja y guisante, respectivamente. Al igual que en el caso de la proteína, la digestibilidad de los aminoácidos del haba de soja tostada y el guisante depende de la menor o mayor presencia de factores antinutritivos.

La corrección por pérdidas endógenas a nivel ileal afectó en mayor medida a la digestibilidad de aquellos aminoácidos que fueron mayoritarios en el flujo ileal endógeno y/o minoritarios en el contenido total de aminoácidos de la materia prima. Así, en la treonina las diferencias entre DIV y DIA fueron superiores a las encontradas en la lisina y la metionina (14 vs. 7 y 4 puntos de media, respectivamente), ya que la treonina representó un 5,6% del flujo ileal endógeno de proteína, mientras que la lisina y metionina supusieron el 3,6% y el 0,7%, respectivamente. Por otro lado, las diferencias entre la DIA y la DIS en cerdos son menores a las encontradas entre DIA y DIV en conejos debido a la menor importancia cuantitativa de las pérdidas endógenas aplicadas al cálculo de la DIS en porcino (Jansman et al., 2002).

Todos los alimentos presentaron DFA de la lisina y la metionina superior a la de la PB e inferior en el caso de la treonina. La DFA de la metionina fue 7,4 puntos de media mayor que la de la lisina en las harinas de girasol y 1,8 puntos de media en los productos de soja, mientras que en el guisante, resultó al contrario (88,2% en la lisina vs. 85,6% en la metionina). Sin embargo, los resultados de DIV mostraron a la lisina como un aminoácido más digestible que la metionina en todos los alimentos valorados (97,0% vs. 93,6%, respectivamente), excepto en la harina de girasol 38 (93,6% vs. 94,2%). La treonina, a pesar de ser uno de los aminoácidos cuantitativamente más importantes en el flujo endógeno ileal, siguió siendo el aminoácido con menor DIV, aunque en el caso de la harina de girasol 38 y 28 se situó en valores de digestibilidad muy próximos a los correspondientes a la PB o incluso superiores.

Tomando siempre como referencia los valores de digestibilidad de la harina de soja 47, en DFA de la lisina, el haba de soja y el guisante presentaron mayor valor relativo que las harinas de girasol (98 y 92 vs. 89 puntos, respectivamente), mientras que en DIV, los valores relativos de la harina de girasol 28 y el guisante fueron superiores incluso al valor de referencia. Los valores relativos de la DFA de la metionina fueron de 97, 94 y 87 puntos, respectivamente para el haba de soja, las harinas de girasol y el guisante y de 96, 87 y 79 puntos, en la treonina. Sin embargo, para estos dos aminoácidos, el valor relativo del haba de soja tostada resultó inferior al de las harinas de girasol al expresar los resultados en DIV (98 vs. 99, en la metionina y 96 vs. 98, en la treonina).

■ CONCLUSIONES

La utilización de balances aparentes a nivel ileal y fecal condujo a valores de digestibilidad de la proteína y sus aminoácidos inferiores a los obtenidos con el método de digestibilidad corregida por pérdidas endógenas (9 y 4 puntos de media, en DIA y DFA, respectivamente), debido a la importancia de la fracción proteica de origen endógeno en los flujos de proteína. La corrección por pérdidas endógenas tuvo mayor efecto en la digestibilidad de los alimentos con un contenido medio-bajo de compuestos nitrogenados, en aquellos en los que la fracción proteica está parcialmente ligada a la fibra y en la de los aminoácidos mayoritarios en el flujo ileal endógeno. Todo esto condujo a cambios en el valores relativos de digestibilidad de la proteína y aminoácidos entre alimentos.

La digestibilidad de cada aminoácido fue distinta para cada uno de ellos y distinta a su vez de la de la proteína, independientemente del método de valoración utilizado. Aminoácidos como la cistina, treonina, glicina y tirosina siempre presentaron valores de digestibilidad inferiores a los de la proteína (22, 4, 4 y 5 puntos de media, respectivamente). Sin embargo, metionina, valina, isoleucina, leucina, histidina, lisina, arginina, aspártico y glutámico, mostraron siempre mayor digestibilidad que la proteína, entre 3 y 7 puntos de media superior. Al corregir la digestibilidad ileal de los aminoácidos por pérdidas endógenas, ésta tendió a aproximarse al valor de digestibilidad ileal de la proteína.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2000. *Official Methods of Analysis*, 17th edition. AOAC, Gaithersburg, MD.
- GARCÍA A.I. 2004. *Rabbit feeding System: Assesment of different digestible units of nitrogen and amino acids in feedstuffs for rabbits (Sistema de alimentación para conejos: definición de las unidades de valoración nitrogenada)*. Tesis Doctoral. UPM.
- GARCIA A.I., DE BLAS J.C., CARABAÑO R. 2004. Effect of type of diet (casein-based or protein-free diet, and caecotrophy on ileal endogenous nitrogen and amino acid flow in rabbits. *Animal Science* 79: 231-240.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. 2002. *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage*. INRA. Paris.
- JANSMAN A.J.M., SMINK W., VAN LEEUWEN P., RADEMACHER M. 2002. Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98: 49-60.
- LICITRA G., HERNÁNDEZ T.M., VAN SOEST P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation at ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology* 57: 347-358.
- LLORENTE A., GARCÍA A.I., NICODEMUS N., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R. 2005. Utilización de una nueva metodología para la determinación de la digestibilidad ileal aparente y real en la valoración nitrogenada de harina de girasol en conejos. *ITEA* (2005), Vol. Extra 26 (II): 497-499.
- LLORENTE A., GARCÍA A.I., NICODEMUS N., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R. 2005. Valoración nitrogenada de productos de soja y harinas de girasol en conejos. *Actas XXX Symposium de Cunicultura*. Vol. I: 123-128.
- MERINO J.M., CARABAÑO R. 2003. Efecto de la cecotrofia sobre la composición química de la digesta y sobre la digestibilidad ileal. *ITEA*, Vol. Extra 24 (II): 657-659.
- MAERTENS L., LUZI F. 1996. Effect of dietary protein dilution on the performance and N-excretion of growing rabbits. *Proceeding 6th World Rabbit Congress*, Toulouse. Vol. I: 237-342.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. 1990. *User's guide*, version 6, fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- VILLAMIDE M.J., FRAGA M.J., DE BLAS C. 1991 Effect of type of basal diet and rate of inclusion on the evaluation of protein concentrates with rabbits. *Anim. Prod.* 52: 215-224.
- VILLAMIDE M.J., MAERTENS L., DE BLAS C., PEREZ J.M. 1998. Feed evaluation. In: *The nutrition of the rabbit*, Ed. De Blas, C. and Wiseman, J., pp. 89-101. Commonwealth Agricultural Bureaux, Wallingford. London.