

AMINOÁCIDOS DIGESTIBLES EN PIENSOS PARA AVICULTURA

V. Ravindran¹. 2014. PV ALBEITAR 37/2014.

1) Instituto de Veterinaria y Ciencias Animal y Biomédica, Universidad de Massey (Nueva Zelanda).

Traducido por Teresa García².

2) Albéitar. albeitar@grupoasis.com

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Producción avícola en general](#)

CONOCER LA DIGESTIBILIDAD DE LOS AMINOÁCIDOS DE LAS MATERIAS PRIMAS ES UN FACTOR CRÍTICO PARA FORMULAR DE FORMA PRECISA UN PIENSO Y PARA UN USO MÁS EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE LOS INGREDIENTES

Si se expresan los aminoácidos disponibles en los ingredientes de piensos en términos de aminoácidos digestibles, aunque no es lo ideal, resulta una cantidad superior al total de aminoácidos que en realidad están disponibles para la producción y el mantenimiento de los animales. En la actualidad hay una gran cantidad de valores publicados que incluyen varias recopilaciones (Sibbald, 1986; Green, 1987; Parsons, 1991; Rhone-Poulenc, 1995; NRC, 1994; Heartland Lysine, 1996; Ravindran *et al.*, 1998; Bryden *et al.*, 2009), de los coeficientes de digestibilidad de los aminoácidos para avicultura. Sin embargo, estas bases de datos utilizan una terminología para referirse a las estimaciones de digestibilidad de aminoácidos que crea gran confusión entre sus usuarios, ya que para cada alimento, en avicultura hay al menos cinco posibles valores para describir la digestibilidad de aminoácidos: aparente y verdadera; excreta e ileal; medida en machos intactos o a los que se les ha extraído el ciego (cecotomizados) o aves en crecimiento (*tabla 1*).

Referencia	Terminología	Tipo de ave	Método de alimentación	Toma de muestras	Medición de la producción endógena
Raharjo y Farrell (1984)	Digestibilidad ileal aparente	Gallos de 10 semanas	Alimentación asignada, 100 g	Contenido ileal	-
	Digestibilidad ileal aparente	Gallos adultos canulados en el ileo	Alimentación asignada, 100 g	Contenido ileal	-
Sibbald (1986)	Digestibilidad verdadera	Gallos adultos intactos	Alimentación de precisión, 25-40 g	Excreta	Ayuno
Green (1987)	Digestibilidad verdadera	Gallos adultos cecotomizados	Alimentación de precisión, 50 g	Excreta	Dieta libre de proteína
Parsons (1991)	Digestibilidad verdadera	Gallos adultos cecotomizados/intactos	Alimentación de precisión, 25-50 g	Excreta	Ayuno/dieta libre de proteína
Rhone-Poulenc (1993)	Digestibilidad verdadera	Gallos adultos cecotomizados	Alimentación de precisión, 50 g	Excreta	Dieta libre de proteína
Rhone-Poulenc (1995)	Digestibilidad ileal verdadera	Gallos adultos cecotomizados	Alimentación de precisión, 50 g	Excreta	Dieta libre de proteína
Angkanaporn <i>et al.</i> (1996)	Digestibilidad ileal verdadera	Gallos adultos cecotomizados	Alimentación de precisión, 30 g	Contenido ileal	Etiquetado homoarginina
Ravindran <i>et al.</i> (1998); Bryden <i>et al.</i> (2009)	Digestibilidad ileal aparente	Broilers de 5 semanas de edad	<i>Ad libitum</i>	Contenido ileal	-

La mayoría de los valores de digestibilidad de aminoácidos publicados en avicultura están basados en el análisis de la excreta, por su simplicidad y porque el ensayo puede llevarse a cabo en un gran número de animales sin tener que sacrificarlos. Sin embargo, las medidas de la digestibilidad basadas en la excreta están sujetas a efectos modificables y variables de la microflora cecal en la utilización de la proteína alimentaria y en la contribución de las proteínas microbianas a la excreción de aminoácidos en las heces. Aunque se conoce la presencia y la actividad de la microflora en el ciego de las aves, el impacto real de esta microflora en la digestibilidad de los aminoácidos no estaba documentado y hasta hace poco se pensaba que era insignificante. Ravindran *et al.* (1999) determinaron la influencia del punto en el que se mide la digestibilidad de los aminoácidos de diferentes tipos de ingredientes. En las *tablas 2 y 3* se presentan datos seleccionados de este estudio.

Aminoácido	Maíz	Trigo	Harina de soja	Harina de semilla de algodón
Thr	+6,7	-19,8**	+2,4*	+1,3
Val	-5,8**	-14,6*	-5,8*	-3,1†
Met	+1,4	-7,8*	-1,4	-6,3*
Ile	-8,2*	-13,5†	-4,9**	3,4**
Leu	-1,3	-10,9†	-1,1	-3,2*
Phe	-0,5†	-9,7†	+1,7	-1,9
His	-0,1	-17,5†	+0,1	-0,8
Lys	+1,1†	-17,5*	-0,6	-6,4**
Arg	-0,6	-7,6*	+1,6	-0,5
Media	-1,1	-13,1*	-1,0	-2,4†

p<0,10; *p<0,05; **p<0,01.

Tabla 3. Diferencias entre la digestibilidad de la excreta y la digestibilidad ileal de aminoácidos (%) en algunas harinas proteicas de origen animal para <i>broilers</i> . Diferencia = digestibilidad de la excreta – digestibilidad ileal.			
Aminoácido	Harina de carne	Harina de pescado	Harina de plumas
Thr	+11,8*	+7,3**	+24,5*
Val	+5,3†	-2,9	+14,0†
Met	+5,8†	-0,2	+12,0†
Ile	+5,6†	-4,1**	+11,1†
Leu	+5,5†	+0,8	+14,6*
Phe	-3,6†	+1,0	+8,1
His	-2,8	+4,5†	+8,1
Lys	+14,0*	+1,1	+19,2*
Arg	+5,6†	+2,1**	+15,8*
Media	+6,9	+1,1	+16,5*

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01.

Los valores de digestibilidad ileal de los aminoácidos en algunos ingredientes de los piensos fueron similares a los correspondientes valores en la excreta, pero significativamente mayores o menores en algunos otros. Las diferencias en la digestibilidad entre los distintos puntos en los que se mide fueron más importantes en los ingredientes poco digeridos. En general, estos datos han mostrado que la digestibilidad determinada en el íleon terminal es mejor que la determinada en la excreta.

¿CÓMO REALIZAR UN ENSAYO SOBRE DIGESTIBILIDAD?

A continuación se presenta un esquema de metodología desarrollada por nuestro laboratorio, después de unos estudios preliminares, para llevar a cabo ensayos de digestibilidad ileal.

DIETAS EXPERIMENTALES

La dieta experimental se formula con el ingrediente del pienso que se quiere probar como única fuente de aminoácidos en la dieta y se incluye un marcador alimentario. Se utilizan diferentes dietas experimentales para granos de cereales y harinas proteicas. Para los cereales, la dieta experimental contendrá por kilo: 918 g del cereal que se quería testar, 20 g de aceite vegetal y 42 g de suplementos minerales y vitamínicos (*tabla 4*).

Tabla 4. Ejemplos de la composición (% secado al aire) de dietas utilizadas en estudios sobre digestibilidad de aminoácidos ¹						
	Malz	Salvado de trigo	Harina de soja	Harina de colza	Harina de carne y huesos	Harina de plumas
Dextrosa ²	-	-	50,5	36,6	52,6	67,5
Ingrediente testado	91,8	91,8	41,6	55,5	38,4	20,6
Aceite de soja	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Solkafloc ³	-	-	-	-	4,0	4,0
Fosfato dicálcico	1,9	1,9	1,9	1,9	-	1,9
Caliza	1,3	1,3	1,0	1,0	-	1,0
Óxido de titanio ⁴	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Bicarbonato sódico	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Sal	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Premezcla vitaminas-minerales traza	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

¹ Estas formulaciones son ejemplos. El principio básico es que el ingrediente de prueba sirve como la única fuente de aminoácidos y suministrará 18-20 % proteínas de la dieta. Los niveles de inclusión de otros aditivos pueden ser flexibles.
² Mezcla de dextrosa/almidón de malz (1:1) también puede utilizarse.
³ Fuente de celulosa/fibra.
⁴ Marcador indigestible.

Para las harinas proteicas, las proporciones de dextrosa y de pienso testado se varían en cada dieta para obtener alrededor del 16-20 % de proteína bruta. Los suplementos de calcio y fósforo inorgánico se incluirán en las dietas experimentales que contengan harina proteica de origen vegetal, harina de sangre y harina de plumas; pero no es necesario incluirlos en las dietas que contengan harina de pescado, harina de carne y harina de huevo, ya que contienen altos niveles de calcio y fósforo. Se añade una fuente de fibra en las dietas experimentales formuladas con harinas proteicas de origen animal. El óxido crómico es el marcador alimentario más ampliamente utilizado, pero las cenizas ácido insolubles y el óxido de titanio son los preferidos. Las dietas experimentales se refuerzan con minerales traza y vitaminas, y la energía se añade en forma de carbohidratos altamente digestibles (almidón purificado, dextrosa) y aceite. Este método se conoce como método directo de la determinación de la digestibilidad.

Una variación de este método es “el método de las diferencias”, que implica la formulación de una dieta basal y una dieta experimental. La dieta basal contiene ingredientes básicos (típicamente una dieta de maíz y soja). La dieta experimental consiste en una mezcla (normalmente 50:50) de la dieta basal e ingredientes experimentales. La digestibilidad de los ingredientes experimentales se determina utilizando la diferencia en la digestibilidad entre las dos dietas y la contribución del nivel de cada aminoácido a las dietas. El método de las diferencias asume que no hay interacción entre la dieta basal y los ingredientes basales, pero se sabe que existe interacción entre los ingredientes, y por su simplicidad, se prefiere el método directo.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Al menos se deben realizar cuatro réplicas por ingrediente. El número de aves por réplica dependerá de la edad de los animales y de la cantidad de contenido digerido que se necesite recoger. Nosotros usamos aves de 21-28 días de edad, pero la edad de inicio puede variar. Las dietas experimentales se ofrecen ad libitum durante al menos tres días antes de la recogida del contenido ileal.

Las aves se deben sacrificar mediante métodos que aseguren el mínimo forcejeo para que no haya peristaltismo y se produzca la mezcla del contenido entre los distintos segmentos intestinales, ni desprendimiento de la mucosa. El método de elección para la eutanasia es la inyección intravenosa o intracardíaca (diluida) de una solución de pentobarbitona de sodio, aunque también se puede utilizar el dióxido de carbono si se dispone de personal capacitado. El sacrificio de las aves mediante dislocación cervical no se recomienda para la recogida del contenido ileal.

RECOGIDA DEL CONTENIDO INTESTINAL

Inmediatamente se descubre el intestino delgado y se recoge el contenido de la mitad inferior del íleo. El íleo se define como la porción del intestino delgado que se extiende desde el divertículo vitelino (antiguamente divertículo de Meckel) hasta un punto 40 mm proximal a la unión íleo-cecal. No se recomienda la recogida del contenido de toda la longitud del íleo, ya que la absorción de proteínas continúa en el íleo superior (Kluth et al., 2005).

La muestra recogida debe enjuagarse suavemente con agua destilada y se deben realizar pools con el contenido ileal de las aves de una misma jaula, que se congelarán inmediatamente para después liofilizarse.

Las muestras se muelen para pasar por un tamiz de 0,5 mm de diámetro y se almacenan en contenedores herméticos a -20 °C para la realización de los análisis químicos.

CÁLCULOS

En el método directo, la relación entre el aminoácido y el marcador en la dieta y en la digesta ileal se utiliza para calcular la digestibilidad ileal (DI).

$$DI = \frac{\left(\frac{\text{(aminoácido / marcador)}_{\text{contenido digerido}}}{\text{(aminoácido / marcador)}_{\text{ingrediente}}} \right)}{\left(\frac{\text{(aminoácido / marcador)}_{\text{contenido digerido}}}{\text{(aminoácido / marcador)}_{\text{ingrediente}}} \right)}$$

INGREDIENTE DE REFERENCIA

Cuando se han probado un número de ingredientes en el tiempo, se puede adquirir un ingrediente de referencia (generalmente harina de soja) que se almacenará en refrigeración (4 °C) y se incluirá en todas las pruebas para medir la variación de ensayo a ensayo.

DIGESTIBILIDAD ILEAL DE LOS AMINOÁCIDOS EN LOS INGREDIENTES DE PIENSOS PARA AVICULTURA

En los últimos 15 años se han determinado los coeficientes de digestibilidad ileal aparente de aminoácidos de más de 200 muestras que representan 31 ingredientes de pienso para aves en crecimiento utilizados en Australia y Nueva Zelanda (Ravindran *et al.*, 1998, 2002, 2005; Bryden *et al.*, 2009; Nalle, 2009). Los ingredientes testados fueron, entre otros, cereales (cebada, maíz, sorgo, triticale y trigo), subproductos de cereales (cascarilla de arroz y salvado de trigo), harinas de semillas oleaginosas (colza, algodón, soja y girasol), colza entera, harina de gluten de maíz, DDGS, leguminosas de grano (garbanzos, habas, bisaltos y altramuces) y fuentes de proteína animal (sangre, plumas, pescado, carne y harinas de carne y huesos).

El coeficiente de digestibilidad ileal medio de aminoácidos en el trigo y el maíz fue superior al del sorgo, el triticale y la cebada. Sin embargo, las variaciones observadas en las digestibilidades individuales de los aminoácidos entre las muestras de cereal tipo fueron mayores que las determinadas entre cereales. La treonina y la lisina

fueron los aminoácidos esenciales menos digestibles en los cereales de grano. Los aminoácidos esenciales más digestibles fueron la fenilalanina en el maíz y la leucina en el maíz y el sorgo. En el caso de subproductos de la molienda del trigo y la cascarilla de arroz, la treonina fue el aminoácido esencial menos digestible y la arginina el mejor digerido.

En las harinas de oleaginosas que se testaron, la digestibilidad de los aminoácidos más alta fue en las harinas de soja y girasol, la intermedia para la harina de colza y la más baja para la semilla de algodón. Se encontró que los coeficientes de digestibilidad ileal de aminoácidos en las leguminosas de grano y DDGS fueron generalmente similares a los de la harina de soja. La digestibilidad de arginina fue la más alta y la de treonina, la más baja de los aminoácidos esenciales en harinas de semillas oleaginosas y leguminosas de grano, excepto en la harina de semilla de algodón. La lisina fue el aminoácido menos digestible en la harina de semilla de algodón.

En las fuentes de proteína animal testadas, los coeficientes de digestibilidad de aminoácidos en la harina de sangre fueron altos, intermedios en la harina de pescado y bajos en la harina de carne, en la harina de carne y huesos y en la harina de plumas. La variación en los coeficientes de digestibilidad de aminoácidos determinados para las muestras de harina de sangre fue pequeña. Sin embargo, se observaron variaciones más amplias en las digestibilidades de aminoácidos para otras fuentes de proteína animal, y destacaron diferencias significativas de lote a lote. En particular, se determinaron variaciones marcadas para las muestras de harina de carne y harina de carne y huesos. La cistina fue el aminoácido menos digestible en las harinas de origen animal, con la excepción de la harina de sangre, en la que la isoleucina presentó la menor digestibilidad.

DIGESTIBILIDAD APARENTE Y VERDADERA DE LOS AMINOÁCIDOS

Cada vez se acepta más que la determinación de la digestibilidad de aminoácidos en avicultura debe basarse en el análisis del contenido ileal, pero una cuestión que se plantean a menudo los nutricionistas comerciales es qué sistema de la digestibilidad ileal de aminoácidos es el más apropiado para su uso en formulaciones de la dieta.

DIGESTIBILIDAD APARENTE

La digestibilidad aparente mide la digestibilidad de los aminoácidos tanto de la dieta como de origen endógeno. La crítica más importante en el uso de los valores de digestibilidad aparente es que están influidos por el nivel de consumo de alimento y las concentraciones alimentarias de proteína (Angkanaporn *et al.*, 1997). Cuanto menor es el consumo de proteína alimentaria, mayores proporciones de aminoácidos de fuentes endógenas estarán presentes en el contenido digerido en relación a la proteína de origen alimentario. Así, en las dietas testadas que contenían bajos niveles de proteína, la digestibilidad aparente de los aminoácidos calculada puede subestimar la digestibilidad real. Conforme aumenta el consumo de proteína alimentaria, la proporción de fuentes endógenas disminuye y la digestibilidad aparente de los aminoácidos se incrementa y se aproxima a la digestibilidad verdadera.

Por lo tanto, el debate entre los nutricionistas avícolas continúa, ya que es preciso corregir las pérdidas de aminoácidos endógenos en la digestibilidad de aminoácidos. Algunos piensan que como no existe un método fiable para medir las secreciones endógenas bajo una determinada situación alimentaria, es mejor utilizar un sistema basado en la digestibilidad aparente para la formulación de las dietas. La necesidad de corregir el gasto de aminoácidos endógenos también está dictada por la magnitud del consumo de proteínas alimentarias durante el ensayo, con respecto a las necesidades de aminoácidos del ave. Es evidente que los valores de digestibilidad aparentes no son válidos si se generan utilizando métodos que implican bajos niveles de consumo de alimento (como la técnica de la alimentación de precisión), ya que no será compatible con un balance proteico positivo. Por lo tanto, para obtener resultados significativos, los valores de digestibilidad aparente se deben determinar con aves que tienen libre acceso a las dietas de ensayo.

DIGESTIBILIDAD VERDADERA

Por otro lado, la digestibilidad verdadera incluye una corrección para las secreciones de aminoácidos endógenos, y se considera una característica fundamental del pienso que es relativamente constante a través de las variaciones en el consumo de proteína. Por lo tanto, el uso de datos de digestibilidad verdadera permite comparar ingredientes incluso cuando se testan bajo condiciones alimentarias variadas. Sin embargo, surge la duda en relación a la fiabilidad de los métodos tradicionales para la determinación de las pérdidas de aminoácidos endógenos bajo una serie de circunstancias alimentarias, lo que limita de forma importante la utilidad de las estimaciones de digestibilidad verdadera. Ahora se reconoce que las pérdidas de aminoácidos endógenos están influidas por el consumo de materia seca y por la composición inherente del ingrediente de la dieta (es decir, nivel de fibra, presencia de factores antinutricionales, etc.). Estas dos fracciones se conocen como pérdidas basales (o no específicas) y pérdidas de aminoácidos endógenos específicos, respectivamente.

La corrección de la digestibilidad aparente para las pérdidas endógenas puede introducir artefactos y ocultar diferencias importantes entre los ingredientes del pienso. Aunque, a menudo, la digestibilidad se considera una

característica de una dieta o de un ingrediente, en realidad es la propiedad del ingrediente en relación con el animal al que se le administra la dieta.

Se puede argumentar que si un ingrediente aumenta el flujo de aminoácidos endógenos en el intestino delgado, esto representa una pérdida para el animal y debe tenerse en cuenta en la formulación, así como la disminución de la digestibilidad de aminoácidos.

Esto sería una declaración válida si los valores de digestibilidad aparente de los ingredientes individuales fueran aditivos cuando se combinan. Algunos estudios han demostrado la capacidad de adición de los valores de digestibilidad aparente (Angkanaporn *et al.*, 1996), pero puede haber efectos asociativos cuando se utilizan altos niveles de ingredientes poco digestibles (tablas 5 y 6).

Tabla 5. Diferencias entre los coeficientes de digestibilidad aparente y estandarizado observados y predichos de los aminoácidos esenciales en la combinación de maíz + harina de soja.

Aminoácido	Digestibilidad aparente ¹	Digestibilidad estandarizada ¹
Arginina	-0,020	-0,016
Histidina	-0,027	-0,019
Isoleucina	-0,008	0,002
Leucina	-0,016	-0,010
Lisina	-0,013	-0,007
Metionina	-0,007	-0,012
Fenilalanina	0,003	0,015
Treonina	-0,012	0,007
Valina	-0,015	-0,004

¹ Diferencias no significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 6. Diferencias entre los coeficientes de digestibilidad aparente y estandarizado observados y predichos de los aminoácidos esenciales en el maíz, la harina de soja, la harina de colza + salvado de arroz.

Aminoácido	Digestibilidad aparente	Digestibilidad estandarizada
Arginina	-0,023*	-0,008
Histidina	-0,0023	-0,013
Isoleucina	-0,028*	-0,015
Leucina	-0,019	-0,010
Lisina	-0,021	-0,012
Metionina	-0,018	-0,011
Fenilalanina	-0,027*	-0,015
Treonina	-0,039*	-0,012
Valina	-0,024*	-0,014

* Diferencias significativas ($p < 0,05$).

Aparte de la cuestión de la capacidad de adición, existen otras dos cuestiones que pueden ser relevantes cuando se formulan las dietas a partir de datos de digestibilidad aparente. En primer lugar, para los piensos con bajo contenido en proteínas (por ejemplo los cereales, las leguminosas de grano), los valores de digestibilidad aparente se subestiman en piensos con alto contenido de proteínas, debido a la mayor proporción de aminoácidos endógenos en el contenido digerido o la excreta. En segundo lugar, la aplicabilidad del concepto de proteína ideal (Baker, 1994) en la formulación basada en las estimaciones de digestibilidad aparente puede cuestionarse. Debido a la forma en la que se determinan los ratios de proteína ideal, los patrones reflejan la digestibilidad ileal verdadera en lugar de digestibilidad ileal aparente (Baker, 1996).

PÉRDIDAS BASALES DE AMINOÁCIDOS ENDÓGENOS

Las pérdidas de aminoácidos endógenos en el íleo pueden dividirse en basales (o no específicas) y en específicas. Las pérdidas basales están relacionadas con el consumo de materia seca y son independientes de la materia prima o la composición de la dieta. Por el contrario, las pérdidas específicas están influidas por la composición de la materia prima (por ejemplo presencia de factores antinutricionales) que pueden estimular las secreciones endógenas (Lemme *et al.*, 2004).

Tradicionalmente, el flujo endógeno de aminoácidos en avicultura se ha determinado midiendo la excreción en aves en ayunas o en aves alimentadas con una dieta libre de proteínas. Sin embargo, estas técnicas no tienen en

cuenta que el ayuno o la ausencia de proteínas causan una reducción de las secreciones digestivas y alteran el metabolismo intestinal, lo que resulta en una subestimación de los flujos endógenos. Varios estudios han concluido que el método de la dieta libre de proteínas conduce a una considerable subestimación de flujo endógeno de aminoácidos en animales monogástricos (Ravindran *et al.*, 2004). Los datos de otros métodos clásicos de medida de las pérdidas endógenas (por ejemplo, la alimentación con proteínas altamente digestibles como la caseína, el gluten de trigo o el método de regresión) también se consideran como representativos de las pérdidas basales (Adedokun *et al.*, 2007; Golian *et al.*, 2008) que se producen con independencia del ingrediente del pienso o la composición de la dieta. En este caso, se asume que estas proteínas son 100 % digestibles y que, por lo tanto, los aminoácidos excretados representan las pérdidas basales.

VALORES DE DIGESTIBILIDAD ESTANDARIZADOS

Las limitaciones de los valores de digestibilidad ileal aparente expuestos se podrían superar mediante la estandarización de estas estimaciones a través de las correcciones para las pérdidas endógenas basales, como sugiere Boisen (1998) y Rademacher *et al.* (1999). La pérdida basal de aminoácidos endógenos se define como la mínima pérdida de aminoácidos endógenos. La pérdida basal es proporcional al consumo de materia seca y es independiente de la composición del ingrediente o de la dieta. La ventaja obvia de este sistema es que no es necesario determinar en el mismo experimento la digestibilidad aparente y las pérdidas endógenas basales, y los valores de digestibilidad ileal estandarizados se pueden calcular con los valores de digestibilidad aparente publicados en la bibliografía. Existen pocos datos disponibles de valores de digestibilidad ileal estandarizada de aminoácidos de los ingredientes para piensos para avicultura. Los valores de digestibilidad aparente publicados se han transformado a valores estandarizados utilizando los datos existentes en la bibliografía sobre la recuperación ileal de aminoácidos endógenos.

EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN EN BROILERS

Los valores de aminoácidos digestibles se utilizan cada vez más como base para formular los piensos en avicultura. Sin embargo, todavía existen muchas lagunas en la información necesaria para la utilización óptima de los valores de aminoácidos digestibles, por lo que las investigaciones futuras deberían tener en cuenta que:

Se necesita generar los datos de digestibilidad ileal utilizando *broilers*, si los valores son para ser utilizados en las formulaciones de alimentos para estos animales, ya que la mayoría de los valores de digestibilidad de aminoácidos para piensos en la bibliografía se han determinado con gallos adultos. Estos valores se aplican generalmente a todas las clases de aves de corral, con independencia de su edad. Aunque se sabe que la edad de los animales puede influir en la eficiencia de la digestión, la absorción y las secreciones endógenas, ningún estudio ha examinado si la aplicación de un solo valor (generados utilizando gallos adultos) para *broilers* es válida.

Las bases de datos de digestibilidad ileal de aminoácidos para la mayoría de ingredientes son limitadas y a menudo los datos disponibles se han obtenido en estudios en los que sólo se ha evaluado una muestra del ingrediente. Para realizar formulaciones de los piensos más precisas es necesario conocer la variabilidad por lo que es importante trabajar con un gran número de muestras de un ingrediente e incluirse la diferencia de las estimaciones en las bases de datos.

Se debe estudiar en ensayos bien planificados el efecto de la edad y el sexo de los *broilers* en las necesidades de aminoácidos digestibles (Huang *et al.*, 2005, 2006), ya que el uso de un único valor de digestibilidad para todas las fases de crecimiento de los *broilers* es incorrecto pues los valores determinados en aves de mayor edad no son aplicables a los pollos jóvenes.

Se debe adoptar poco a poco el sistema de aminoácidos digestibles y realizar más investigaciones al respecto, ya que los datos sobre las necesidades reales de aminoácidos digestibles para *broilers* de diferentes edades y sexo son limitados.

Como hay pocos datos disponibles sobre las pérdidas de aminoácidos endógenos en el íleo distal de los *broilers*, se requieren estimaciones fiables de las pérdidas basales de aminoácidos endógenos en el íleo para la transformación a valores de digestibilidad ileal estandarizados, lo que justifica investigaciones futuras.

Actualmente los laboratorios utilizan diferentes procedimientos de ensayo para medir la digestibilidad ileal de los aminoácidos en los piensos. Las diferencias metodológicas dificulta la comparación de los coeficientes de digestibilidad de diferentes fuentes, por lo que es urgente consensuar y unificar un protocolo para la determinación de la digestibilidad ileal de los aminoácidos de las materias primas para *broilers*.

Volver a: [Producción avícola en general](#)