

# Aplicando la digestibilidad ileal estándar de aminoácidos en pollos

Date: 2007-01-02

Maria Laura Locatelli y Andreas Lemme, Degussa Corp, EUA.

Se trata de una técnica que nos acerca más a la realidad que la "digestibilidad fecal verdadera" comúnmente usada, pues implica un comportamiento ingestivo normal.

Las materias primas utilizadas en las dietas de aves varían ampliamente en su contenido de aminoácidos (AA) digestibles. Cuando las dietas son formuladas en base al contenido de AA totales, a medida que se aumenta la inclusión de los ingredientes con menor digestibilidad de AA, se perjudica el desempeño de las aves. Para evitar esto, comúnmente se utilizan costosos márgenes de seguridad en los ingredientes críticos. Sin embargo se podría hacer un uso más eficiente, económica y ecológicamente, de los ingredientes si formulamos las dietas en base al contenido de AA digestibles de los mismos.

Digestibilidad se define como la fracción de un nutriente ingerido que es absorbido por el animal, o sea, que no es excretado. Para el caso de los pollos de engorde, la mayoría de los datos disponibles de los ingredientes corresponden a "digestibilidad fecal verdadera", y han sido determinados usando la técnica de Sibbald (1979) que compara el contenido de AA en la excreta con respecto al del alimento, utilizando gallos adultos forzados a consumir una cantidad dada del ingrediente bajo estudio luego de un período de ayuno. Los puntos débiles de este método surgen claramente: aves adultas, ingestión forzada, sólo el ingrediente dado en lugar de una dieta completa, ayuno antes y después de la ingestión, todo lo cual afecta la fisiología digestiva y funcionamiento normal del intestino. Además esta técnica ignora la degradación y síntesis microbiana de AA que ocurre en el intestino grueso, y las excreciones urinarias, afectando el perfil y la cantidad individual de AA en la excreta, y finalmente, el valor de digestibilidad calculado. Pero lo más grave es que usaremos valores de digestibilidad de AA en dietas para pollitos de pocos días de edad, que fueron generados en gallos adultos.

## Un método alternativo: la digestibilidad ileal

En 1999, Ravindran y Bryden presentaron un método alternativo que supera las limitaciones arriba mencionadas: determinación de la digestibilidad ileal de AA, en la cual pollos en crecimiento reciben ad libitum una dieta experimental incluyendo el ingrediente bajo estudio como la única fuente de AA. Luego las aves son sacrificadas y se recolecta la digesta de la última porción del intestino delgado (ileon terminal) para determinar su contenido de AA. De esta forma, se evitan los errores por el aporte de AA de la orina o de la fermentación del intestino grueso.

En resumen, se trata de una técnica que nos acerca más a la realidad, pues implica un comportamiento ingestivo normal y la dieta experimental estimula normalmente el proceso digestivo. No obstante, es importante notar que no todos los AA de la digesta intestinal vendrán de la dieta, sino que habrá una porción de AA de origen endógeno. La contribución relativa de esta fracción endógena al total de AA determinado en la digesta, y por lo tanto, el error en la determinación del valor de digestibilidad ileal aparente, disminuye a medida que aumenta el consumo de AA. Por lo tanto la fracción o pérdida ileal endógena de AA afectará mayormente a los valores de digestibilidad ileal aparente de los ingredientes bajos en proteína (y en AA) como el caso de los cereales, y en mucho menor extensión, a las harinas proteicas como la soja o canola. En consecuencia, es necesario corregir los valores de digestibilidad ileal aparente de los AA por las pérdidas basales endógenas de AA, resultando un valor de digestibilidad ileal estandarizado (DISt):

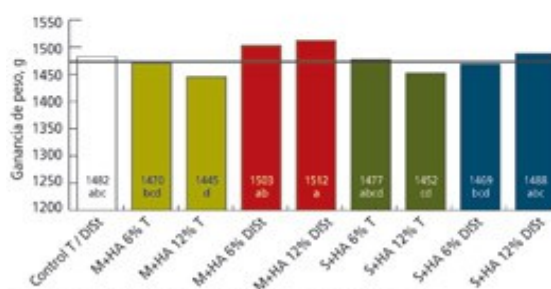
Coeficiente DISt (%)= Coeficiente digestibilidad ileal aparente (%) + ((pérdidas AA basal endógeno, en g/kg MS ingerida)/(contenido de AA del ingrediente, en g/kg MS) x 100).

Tabla 3: Diseño experimental de la prueba 1 (Brasil), con pollos alimentados con dietas formuladas en AA totales o DISt

Tratamientos	Grano base	Dietas formuladas en	Inclusión de H. algodón (%)
1	Maiz	AA total / DISt <sup>1</sup>	-
2	Maiz	AA total*	6
3	Maiz	AA total*	12
4	Maiz	DISt *	6
5	Maiz	DISt *	12
6	Sorgo	AA total*	6
7	Sorgo	AA total*	12
8	Sorgo	DISt *	6
9	Sorgo	DISt *	12

<sup>1</sup> DISt = aminoácidos ileal digestibles estandarizados

\* Los niveles de Lys, Met + Cys y Thr total o DISt se mantuvieron idénticos a la dieta control (T 1).



Letras distintas entre los tratamientos señalan diferencias significativas (p < 0.05).

Figura 1: Ganancia de peso de pollos machos Ross 308 (15-35 d) alimentados con dietas basadas en maíz (M) o sorgo (S), conteniendo 6% o 12% de harina de algodón (HA), y formuladas en AA totales (T) o ileal digestibles estandarizados (DISt).

La estimación de las pérdidas basales endógenas de AA se obtuvo como promedio de cinco experimentos usando caseína hidrolizada enzimáticamente (Lemme et al. 2004).

**Tabla 1. Valores de digestibilidad ileal estandarizada de proteína cruda y aminoácidos de materias primas para pollos (adaptada de Lemme et al., 2005)**

	Observado %*	CP, %	Lys, %	Met, %	Cys, %	M+C, %	Thr, %	Trp, %	Arg, %	Ile, %	Leu, %	Val, %	His, %	Phe, %
<b>Cereales</b>														
Maíz	6	90	92	94	87	90	85	81	93	95	94	92	95	94
Sorgo	5	86	90	89	79	84	83	87	88	90	88	87	84	89
Salvado de arroz	3	68	76	71	65	68	66	50	78	66	66	68	80	65
Trigo	11	88	86	91	90	91	87	86	85	94	90	90	90	90
Salvado de trigo	3	78	80	83	74	78	73	79	80	82	80	77	80	78
<b>Fuentes proteicas vegetales</b>														
Gluten de maíz	1	86	76	88	78	83	79	66	86	86	91	85	86	88
Harina de algodón	4	78	65	72	74	73	68	80	88	71	73	74	81	81
Porotos	8/1	76	85	73	65	68	78	66	87	77	76	72	82	77
Harina de canola	68	76	80	84	77	80	73	80	87	79	82	79	85	83
Harina de soya	37	90	90	91	82	86	85	89	93	89	89	88	92	89
Harina de girasol	3	84	87	92	80	87	82	87	93	89	88	87	88	90
<b>Sub-productos animales</b>														
Harina de plumas	1	57	57	61	49	51	53	46	68	73	66	67	60	68
Harina de pescado	4	80	86	86	71	82	80	78	82	85	85	83	78	82
Harina de carne y huesos	30	65	69	72	49	62	62	55	77	69	71	70	71	70

\*Número de determinaciones de digestibilidad en los cuales están basados los coeficientes.

**Tabla 2. Niveles de aminoácidos DISt recomendados para pollos machos basados en un contenido de lisina dietaria óptimo y concepto de proteína ideal**

Fase	Inicio I		Inicio II		Crecimiento		Final I		Final II	
Periodo, días	1-12**		13-22		23-35		36-48		>49	
Proteína ileal digestible, % de la dieta*	21.0		19.0		18.0		17.0		16.0	
	% de la dieta	Lys = 100	% de la dieta	Lys = 100	% de la dieta	Lys = 100	% de la dieta	Lys = 100	% de la dieta	Lys = 100
Lisina DISt	1.27		1.09		1.00		0.95		0.89	
Metionina DISt	0.57	45	0.48	44	0.44	44	0.41	43	0.38	43
Met+Cys DISt	0.92	72	0.81	74	0.76	76	0.74	77	0.70	79
Treonina DISt	0.80	63	0.70	64	0.65	65	0.63	66	0.60	67
Triptófano DISt	0.20	16	0.18	16	0.16	16	0.16	17	0.15	17
Arginina DISt	1.30	103	1.13	104	1.05	105	1.01	106	0.96	108
Valina DISt	1.00	79	0.87	80	0.80	80	0.77	81	0.73	81
Isoleucina DISt	0.86	68	0.75	69	0.71	71	0.68	72	0.65	73
Leucina DISt	1.36	107	1.16	107	1.07	107	1.02	107	0.96	107

DISt—digestible ileal estandarizado. \* Si todos los aminoácidos esenciales son considerados como un valor mínimo en la programación lineal, el contenido de proteína digestible ileal estará cerca o por encima del valor dado en la tabla. Pero, estos valores deben ser tomados como una orientación. Los niveles proteicos son aproximadamente 2 puntos porcentuales más altos, según el ingrediente usado. \*\* Igual a un consumo acumulado de alimento de 350-400g/ave.

En los últimos años Degussa AG y la Universidad de Sydney, en Australia han colaborado en varios experimentos usando esta nueva técnica. En el 2004 se publicó una tabla con valores de AA ileal digestibles estandarizados, o sea corregidos por las pérdidas de AA endógenos, para varios ingredientes (tabla 1). Por otro lado, se confirmó que los AA cristalinos (DL-metionina, L-lisina, L-treonina y L-triptófano) tienen coeficientes de DISt del 100 %. Finalmente para aplicar este nuevo sistema de digestibilidad de AA en la formulación diaria de raciones, se debe contar con los niveles recomendados de AA DISt para las distintas etapas de crecimiento de los pollos de engorde. En la tabla 2, se resumen los niveles de AA DISt sugeridos para pollos machos basados en un contenido de lisina dietaria óptimo y en el concepto de proteína ideal.

¿Cómo funcionan estos valores en la formulación?

1- Aplicando AA DISt en raciones brasileñas

El primer estudio de validación incluyó ingredientes típicos de dietas prácticas de la industria latinoamericana y se realizó en la Universidad Federal de Vicosa, Brasil. El objetivo de este estudio fue evaluar si al formular las dietas aplicando estos nuevos valores (DISt, tabla 1) de digestibilidad de AA en los ingredientes se mejoraba la predicción del desempeño productivo de los pollos en comparación a las dietas formuladas en AA totales. Se asignaron 1584 pollos machos Ross 308 a 9 tratamientos, con 8 repeticiones de 22 aves por jaula de piso. Durante la etapa inicial (1-14 d), todas las aves recibieron una dieta comercial común, y luego durante el crecimiento (15-35 d), recibieron las dietas experimentales y agua de bebida ad libitum. El diseño de las dietas contempló tres factores: 1) dietas formuladas en base a AA totales o en AA ileal digestible estandarizados (DISt); 2) maíz amarillo o sorgo como cereal base y, 3) dos niveles de adición de harina de algodón (HA).

## Una producción de pollos asegurada!

Como puede verse en la figura 1 la ganancia de peso (GP) disminuyó en los tratamientos formulados en AA totales en comparación con la dieta control (T1) maíz-pasta de soya. Dicho efecto negativo sobre el desempeño se acentuó al incluir el nivel más alto de HA (ingrediente menos digestible), mientras que al formular las dietas basadas en AA DISt se logró mantener la misma GP que en T1. El mismo patrón de respuesta se confirmó para la conversión alimenticia.

Este estudio demuestra que el uso de los coeficientes de DISt, además de permitir la inclusión de ingredientes alternativos, económicamente atractivos, permite asegurar una producción de pollos uniforme.

## 2- Aplicando AA Dist en raciones norteamericanas

Veamos ahora la aplicación de los valores de AA DISt en típicas dietas americanas maíz-soya. En este segundo estudio, realizado en el centro de investigación de Aviagen, Alabama, se evaluaron los efectos de formular dietas con niveles moderados (M) o altos (A) de AA DISt, manteniendo las relaciones de proteína ideal, sobre el crecimiento y la carcasa de pollos mixtos Ross 708. Se distribuyeron 2592 aves entre seis tratamientos (12 replicas y 18 aves/jaula), según la combinación de dietas (M o A) que recibieran durante las 5 etapas de crecimiento (ver tabla 4). Las dietas M para cada fase, correspondieron a los niveles promedios de AA DISt usados actualmente en la industria americana; mientras que en las dietas A, dichos niveles se aumentaron en un 10%. La lisina DISt de dietas M y A fue: 1.28 y 1.38% de 1-5d; 1.24 y 1.36% de 6-14d; 1.15 y 1.23% de 15-35d; 1.06 y 1.13% de 36-45d; y 1.01 y 1.09% de 46 a 55d.

### Dietas altas en AA DISt aseguran un rendimiento óptimo...

El efecto de la mayor densidad de AA de las dietas experimentales sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia comenzó a notarse desde los 14 días de edad, pero a los 35 días de edad resultó más evidente (figura 2). Los pollos alimentados con la dieta A consecutivamente durante las 3 primeras fases del crecimiento (tratamientos 4, 5 y 6) tuvieron una ganancia de peso significativamente mayor y una menor conversión alimenticia en comparación a los que recibieron dietas M (1, 2 y 3). Además, el análisis de carcasa, reveló que los pollos que recibieron dietas de densidad alta en AA de 1 a 35 días, presentaron un mayor peso de carcasa (1.167 kg), menor grasa abdominal (1.61%) y mayor tejido de pechuga (19.46%), en comparación a los pollos alimentados con dietas de densidad moderada (1.093 kg; 1.92% y 18.97%, en promedio para T1, T2 y T3 para peso de carcasa, grasa abdominal y tejido de pechuga).

### ...y son económicamente ventajosas para la integración de pollos!

Como era lógico esperar, a medida que se aumentó la densidad de AA de las dietas también se incrementó el costo de las mismas; sin embargo, el análisis del impacto económico (tabla 5) muestra que el costo-beneficio en las dietas A suministradas en parte o durante todo el período de 1 a 35 días de edad, arrojó un mayor retorno de capital por sobre el costo de alimentación por ave, de hasta 12 centavos más (\$1.31 vs. 1.19) en comparación con la dieta típica de densidad moderada (M).

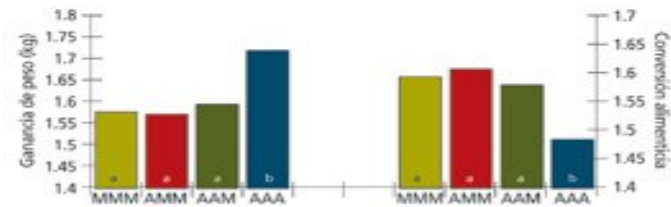
Durante el período de 35 a 55 días, los pollos que recibieron las dietas A todo el tiempo (T6) continuaron mostrando una mejor conversión alimenticia respecto al resto (1.79 vs. 1.84 para T6 y el promedio de los tratamientos restantes, respectivamente), aunque ya no se vieron diferencias en ganancia de peso o composición de la carcasa. El costo del alimento continuó creciendo linealmente hasta el tratamiento T6, alimentando las aves siempre con dietas A, aunque el aumento del retorno de capital por sobre el costo de alimentación por ave estimado para todo el ciclo (1-55 d) fue menos marcado (\$1.28 vs. 1.23, para T6 y T1 respectivamente), en relación al período anterior de 1-35 días (\$0.05 vs. \$0.12 de dólares). Aunque si proyectamos estas cifras de ahorro dentro de la empresa integradora de pollos, vemos que asumiendo una producción de 5 ciclos de 10.000 pollos cada uno por año, estas ventajas se traducirían en \$2500 y \$6000 dólares de ahorro al año, respectivamente.

En conclusión, este segundo estudio, aplicando los valores de AA DISt, demuestra claramente que los pollos Ross 708 son muy sensibles a los niveles de AA de las dietas; logrando expresar su máximo potencial de crecimiento y desarrollo de carcasa si reciben dietas de alta densidad de AA digestibles

Tabla 4: Diseño experimental aplicado para estudiar los beneficios de dietas de alta densidad de aminoácidos en pollos (Kidd et al., 2005)

Treatment	Preinicio 1 a 5 d	Inicio 6 a 14 d	Crecimiento 15 a 35 d	Final 36 a 45 d	Retiro 46 to 55 d
1	M	M	M	M	M
2	A	M	M	M	M
3	A	A	M	M	M
4	A	A	A	M	M
5	A	A	A	A	M
6	A	A	A	A	A

M = niveles de aminoácidos moderados; A = niveles de aminoácidos altos



Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Figura 2: Ganancia de peso (izquierda) y conversión alimenticia (derecha) de pollos alimentados con dietas de densidad moderada [M] o alta [A] de aminoácidos (1-35 d).

hasta, por lo menos, el día 35 de edad. A la vez, desde un punto de vista económico, al integrador de pollos le conviene alimentar a sus pollos con dietas de alta densidad de AA digestibles pues logra el mayor retorno de dinero por ave durante ese período. Más adelante, si bien los beneficios en ganancia de peso o carcasa son mínimos, todavía los pollos alimentados con dietas de alta densidad de AA digestibles mantienen una mejor conversión alimenticia y el mejor retorno de capital por ave. La elección final del programa de dietas más apropiado dependerá del manejo empresarial de cada integración; pero en la actualidad, el potencial genético de las aves y la información nutricional disponibles nos ofrecen una amplia gama de oportunidades para continuar mejorando la rentabilidad de la integración de pollos.

En muchas regiones de Latinoamérica, la posibilidad de incluir ingredientes de producción local en las raciones de pollos de engorde es una alternativa económicamente muy atractiva puesto que reduce el costo final del alimento. Si bien aún es necesario profundizar el conocimiento acerca de la digestibilidad de los aminoácidos de dichas materias primas alternativas, el uso de nuevas tecnologías disponibles como la digestibilidad ileal estandarizada (DISt) en pollos ofrece múltiples ventajas frente a las demás. Finalmente, los primeros estudios de validación de los valores recomendados de AA DISt en dietas prácticas de pollos confirman los beneficios de este nuevo concepto en la formulación diaria.