

MetAMINO® ATLAS

2ª EDICIÓN

PORQUE SE TRATA DE

RESULTADOS



19 ENSAYOS DE VALOR NUTRICIONAL

2 MILLONES DE AVES

RECOMENDACIONES DE AMINOÁCIDOS

METAANÁLISIS

Resumen ejecutivo

Estimado lector:

Bienvenido a la 2da edición del MetAMINO® Atlas.

Evonik recomienda una bioeficacia del 65% para el ácido libre de hidroxianálogo de metionina y su sal de calcio (MHA-FA/Ca) en relación con la DL-metionina (DL-Met).

En las siguientes páginas encontrará el resumen más completo de estudios que desafían y validan la bioeficacia relativa (BE) del 65% bajo diversas condiciones en muchos países alrededor del mundo en los últimos dos años.

El ATLAS 2024 incluye:

- 19 ensayos realizados en 12 países de 4 continentes con
- > 2.000.000 pollos de engorde, ponedoras, cerdos y especies acuícolas.

Si bien se logró el mismo rendimiento en todos los ensayos en que se reemplazaron 100 unidades de MHA-FA/Ca por 65 unidades de MetAMINO®, hubo ahorros significativos cuando se usó DL-metionina.

Diversas especies

La mayoría de los ensayos se realizaron con pollos de engorde. Los experimentos con cerdos, ponedoras y tilapia también concluyeron que 100 unidades de MHA-FA/Ca pueden sustituirse por 65 unidades de DL-metionina sin comprometer el desempeño.

En este contexto, las investigaciones sobre fuentes de metionina en la nutrición de pavos se recopilaron y analizaron en una extensa revisión. Por lo tanto, el concepto de bioeficacia del 65% también se recomienda para los pavos (artículo nº 3).

Diferentes tamaños de granjas

Los ensayos se realizaron en instalaciones de granja experimental y en condiciones comerciales. Los ensayos más grandes se llevaron a cabo con 838.000 y 379.300 patos en China (ensayos nº 16, 18), 408.500 pollos de engorde

en Alemania (ensayo nº 8), 217.000 pollos de engorde en Brasil (ensayo nº 1), 212.000 pollos de engorde en China (ensayo nº 17) y 120.000 gallinas ponedoras en China (ensayo nº 19).

Diversas condiciones de ensayo

Los ensayos se realizaron no sólo en condiciones de dietas comerciales, sino también en diferentes perfiles nutricionales. Varios ensayos (ensayos nº 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14) validaron la aplicabilidad de una bioeficacia relativa del 65% para el MHA-FA, tanto a una especificación adecuada de Met+Cys y en niveles subóptimos de Met+Cys.

En caso de un suministro subóptimo de Met+Cys, la prueba de desafío 100:65 tiene mayor sensibilidad y, por lo tanto, proporciona una confirmación aún más sólida. Además, los niveles de proteína bruta se redujeron con la misma intención (ensayos nº 5, 10). Un meta-análisis reciente también confirmó que la bioeficacia relativa recomendada del 65% para los productos MHA es aplicable en cualquier situación nutricional (artículo nº 25).

Varios productos

La bioeficacia recomendada del 65% en relación con DL-metionina se aplica tanto para MHA-FA líquido como para MHA-Ca. Como el MHA-FA líquido se utiliza más que el MHA-Ca en polvo, la gran mayoría de los ensayos se

realizaron con MHA-FA líquido. Sin embargo, la recomendación también fue validada para MHA-Ca (ensayos nº 2, 5, 6, 7). Además, un ensayo confirmó que la L-metionina tiene la misma bioeficacia que la DL-metionina (ensayo nº 2).

Todos estos resultados sugieren de forma indiscutible que el concepto de bioeficacia del 65% es de aplicación universal. Es aplicable a todos los productos MHA, en todas las especies de monogástricos y de acuicultura, en cualquier perfil nutricional, bajo cualquier condición climática y de producción y ¡en cualquier momento!



Propiedades acidificantes, antioxidantes y otras propiedades fisiológicas del MHA-FA

Si bien los trabajos presentados en esta compilación y en otras publicaciones son el resultado neto de la respuesta en crecimiento, aún existe discusión si los productos de MHA podrían tener algún valor agregado sobre los procesos digestivos y fisiológicos. El contexto que da lugar al interés por los productos de MHA en particular, se resume en una revisión (artículo no. 5). El ensayo no. 14 demuestra que las aves no se benefician cuando se suplementa con MHA-FA en lugar de DL-metionina, ni en lo que respecta a las propiedades acidificantes para reemplazar los aditivos

de ácidos orgánicos para reducir los costos de la dieta, ni mayores beneficios antioxidantes significativos (microbios) o ventajas para la salud intestinal. La investigación que se presenta en el artículo n° 13 relata una mejor absorción de la DL-metionina en comparación con el MHA-FA. Otro artículo (artículo n° 19) proporciona evidencia de que la transformación de MHA en L-metionina libera H_2O_2 , que es una especie reactiva de oxígeno (ROS) que causa estrés oxidativo en los animales.

Novedades en la 2ª edición del MetAMINO® Atlas

Además de la sección que presenta todos los ensayos recientes de alimentación animal, el MetAMINO® ATLAS también contiene algunas novedades como la

NUEVA Sección 2: Videos sobre los pros y los contras de la suplementación con MHA-FA/Ca frente a la DLM

NUEVA Sección 3: Recomendaciones de aminoácidos para pollos de engorde, ponedoras, patos, pavos, cerdos y especies acuícolas.

Finalmente, en la sección 4 se enumeran varios resúmenes y los artículos científicos más relevantes acerca del valor nutricional de la DL-Met en comparación con diferentes fuentes. Esto incluye temas como **"DL-metionina: La primera fuente de metionina"** y otras ventajas de MetAMINO®: forma en polvo fácil de manipular, dosificación precisa, buena fluidez, almacenamiento conveniente y alta calidad. Esta sección se cierra con artículos sobre aspectos de sostenibilidad de MetAMINO®.

Meta-análisis

Una evaluación amplia que incluye 76 tratamientos pareados, proporciona evidencias claras de que no sólo se puede sustituir MHA-FA por DL-Met en una proporción de 100:65 sin riesgo para el desempeño animal, sino también que esta conclusión es válida para cualquier nivel de Met+Cys de la dieta.

Si desea saber cuánto puede ahorrar al cambiar el MHA-FA líquido por la DL-Met, descargue la nueva aplicación MetAMINO® Calculator (página 58) o póngase en contacto con su representante de Evonik.

Confíe en la ciencia. Confíe en 65



Dr. Dirk Höhler

Director de la Línea de Productos
Nutrición Esencial



Nils Niedner

Director de Producto MetAMINO®



La sostenibilidad es muy importante para nosotros, por eso existen 2 versiones del MetAMINO® Atlas.

-  Número limitado de copias impresas, disponibles previa solicitud a su representante local de Evonik.
-  Versión digital e interactiva completa con contenido adicional al que podrá acceder con un clic. Descargue la versión en línea en **metamino.com** o digitalizando el código de barras a continuación.



Contenido

Resumen Ejecutivo	2
--------------------------------	----------

Sección 1

Ensayos	6
Puntos destacados	8
PROXYMet™	9
Visión General	7
América Latina	11
América del Norte	17
Europa	25
Medio Oriente y África	39
Asia-Pacífico	49
Aplicación MetAMINO® Calculator	58

Sección 2

Videos	60
Visión General	61

Sección 3

Recomendaciones de aminoácidos	76
Visión General	77

Sección 4

Artículos y Resúmenes	84
Visión General	85

PORQUE SE TRATA DE

ENSAYOS

Sección 1

Ensayos





Visión General

Ensayos de desempeño que comparan el valor nutricional de MetAMINO® (DL-metionina) o PROXYMet™ con MHA-FA/Ca

AMÉRICA LATINA

- 1 Brasil: 217.000 pollos de engorde Cobb 500 de sexo mixto
- 2 Brasil: 1.334 ponedoras Hy-line W-80 (35 semanas de edad)

AMÉRICA DEL NORTE

- 3 México: 420 ponedoras ligeras Bovans (37 semanas de edad)
- 4 EUA: pollos de engorde machos: 1.350 Ross 708 y 1.350 Cobb 500
- 5 EUA: PROXYMet™; 3.072 pollos de engorde Ross 708 machos

EUROPA

- 6 Portugal: 1.400 juveniles machos de tilapia del Nilo; 22,5 g
- 7 España: cerdos
- 8 Alemania: 408.500 pollos de engorde Ross 308 de un día en 10 galpones de 1.800 m²
- 9 Finlandia: 720 pollitos Ross 308 machos
- 10 Finlandia: 1.440 pollitos Ross 308 machos
- 11 Hungría: 576 pollos de engorde Ross 308 machos

MEDIO ORIENTE/ÁFRICA

- 12 Turquía: 792 pollitos de un día Ross 308 machos
- 13 Jordania: 2.500 pollitos de un día Ross 308
- 14 Irán: 1.300 pollitos de un día Arbor Acres Plus machos
- 15 Irán: 6.000 pollitos de un día Ross 308

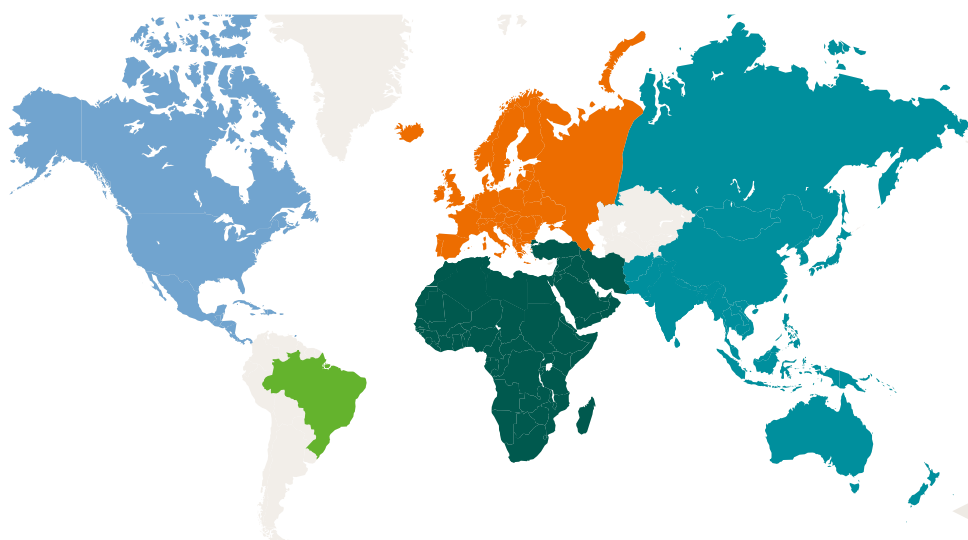
ASIA-PACÍFICO

- 16 China: PROXYMet™; 838.000 patos Cherry Valley
- 17 China: PROXYMet™, 212.000 pollos de engorde Ross 308
- 18 China: PROXYMet™; 379.300 patos Cherry Valley
- 19 China: PROXYMet™, 120.000 ponedoras pesadas Hy-Line

Puntos destacados

La metionina y la cisteína suelen ser los primeros aminoácidos limitantes del desempeño en la alimentación para pollos de engorde y el tercer limitante en las dietas de cerdos. Generalmente, la DL-metionina (99% de pureza), un aminoácido, o el ácido libre de hidroxianálogo de metionina (88% de pureza), un ácido orgánico, se suplementan para satisfacer estos requerimientos.

Las diferencias químicas entre estos dos compuestos influyen en su valor nutricional, expresado como biodisponibilidad relativa (BDR). Esto se ha confirmado en publicaciones científicas anteriores como igual o cercano al 65% para el MHA-FA en relación con la DL-Met en base producto a producto (Lemme et al. 2020; MetAMINO® ATLAS 2022; Li y col. 2023) y validado nuevamente en 19 nuevos ensayos en el MetAMINO® Atlas 2024.



Brasil, México, EUA, Portugal, España, Alemania, Finlandia, Hungría, Turquía, Jordania, Irán e China

Se evaluó el desempeño de
2,000,000
aves

Se realizó en
4
continentes

12
países

19
ensayos de
desempeño

12 pollos de engorde

3 ponedoras

2 patos

1 cerdos

1 acuicultura

- Todos los estudios fueron satisfactorios y proporcionaron pruebas adicionales de que 65 unidades de MetAMINO® (DL-metionina) consiguen el mismo desempeño que 100 unidades de ácido libre de hidroxianálogo de metionina líquido o su sal de calcio.
- En la práctica, esto significa que los productores de alimentos balanceados y animales de producción pueden reducir significativamente el consumo de metionina al cambiar los productos de hidroxianálogo de metionina por MetAMINO® (DL-metionina) y, en consecuencia, aplicar el concepto de bioeficacia relativa del 65%.
- Para conocer el ahorro específico obtenido en los 19 ensayos, consulte el cálculo económico de cada ensayo individual
- Para calcular rápidamente cuánto puede ahorrar, descargue la aplicación MetAMINO® Calculator App (página 58)

PROXYMet™

Un pequeño ensayo, pero un gran salto para ahorrar metionina

LA IMPORTANCIA DE MEDIR LA BIODISPONIBILIDAD RELATIVA DE LAS FUENTES DE METIONINA

Antecedentes

La metionina y la cisteína suelen ser los primeros aminoácidos limitantes del desempeño en los alimentos para pollos de engorde y, el tercer aminoácido limitante en las dietas para cerdos. Generalmente, para satisfacer esos requerimientos se suplementa DL-metionina (99% de pureza), un aminoácido o el ácido libre de hidroxianálogo de metionina.

Para que los clientes comprueben fácilmente la BDR del 65%, Evonik desarrolló PROXYMet™ (Gráfico 1), una mezcla de ~ 65 % de DL-metionina y ~ 35 % de vehículo (carbonato de calcio sin ningún valor nutricional), para reemplazar el MHA-FA/ Ca en base a producto, uno a uno, mientras todo el resto sigue igual: la misma composición del alimento, las mismas especificaciones de la dieta, el mismo procedimiento de alimentación.

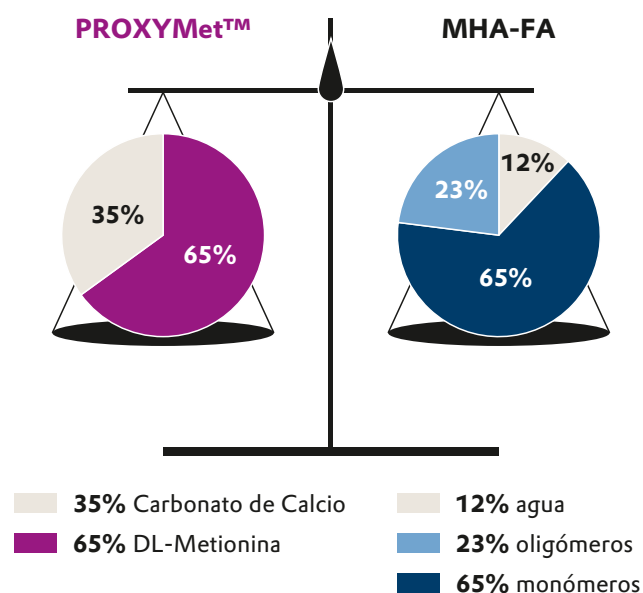
Comience su ensayo

Empezar es tan fácil como contar hasta tres: póngase en contacto con su representante local de Evonik para obtener soporte para la implementación, realice una evaluación gratuita y compruebe el ahorro con PROXYMet™.

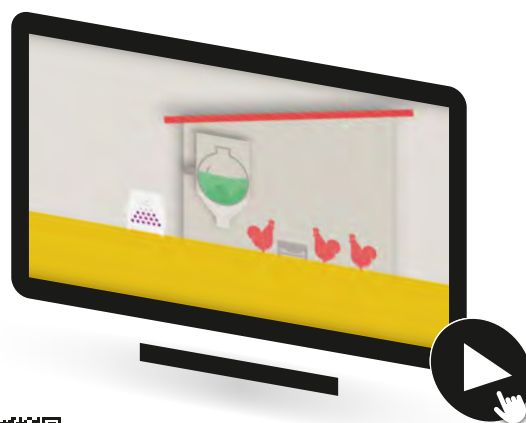
Etapas

Etapas 1 Configuraremos una prueba en su explotación comercial en condiciones reales con PROXYMet™. Aplicación: sustituir MHA-FA o MHA-Ca 1:1 por PROXYMet™.

Etapas Después de completar el ciclo de producción, se comparará el desempeño de los animales de ambos tratamientos. No se esperan diferencias.



Gracias a su bioeficacia del 100%, se puede disminuir el consumo de metionina, reducir los costos de alimentación y beneficiarse de las ventajas adicionales con el uso de MetAMINO®, que incluyen: alta y consistente calidad del producto, dosificación precisa, mezcla homogénea, márgenes de seguridad más reducidos, fácil manipulación y almacenamiento.







América Latina (Brasil)

- 1 Brasil: 217 mil pollos de engorde Cobb 500 de sexo mixto
- 2 Brasil: 1.334 ponedoras Hy-Line W-80 (35 semanas de edad)

Validación comercial de gran escala de la sustitución del hidroxianálogo de la DL-metionina (MHA-FA) por DL-metionina (DLM) en una proporción de 100:65 en pollos de engorde producidos en condiciones brasileñas

Ensayo realizado en una integración comercial en Brasil

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

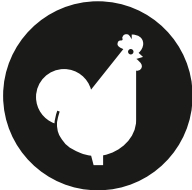
17

18

19



Lugar:
Brasil



Líderes del equipo:
P. Tomazini, P. Castelo,
V. D. Naranjo, A. Lemme,
J. Dorigam

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	217.000 pollos de engorde Cobb 500 de sexo mixto
Dietas	1) MHA-FA : Dietas comerciales del cliente con MHA-FA (BE del cliente del 82%) 2) DLM : Similar a la Dieta 1, pero con DLM a 65 partes de los niveles de MHA-FA (sustitución de 100:65)
Diseño	MHA-FA : 5 galpones de túnel (n = 128.000 pollos) DLM : 4 galpones de túnel (n = 89.000 pollos) Las condiciones de crianza fueron similares entre los galpones, pero la capacidad varió de 21.000 a 29.000 pollos por galpón. La densidad de aves por galpón varió entre 10 y 12 pollos/m²
Alimentación	Programa comercial de alimentación en 4 fases Inicio 24% PB / 3.020 kcal/kg (1 a 7 días) Crecimiento 1 21% PB / 3.100 kcal/kg (8 a 21 días) Crecimiento 2 18% PB / 3.130 kcal/kg (22 a 30 días) Terminación 18% PB / 3.150 kcal/kg (31 a 45 días)
Parámetros	Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia
Duración	1 – 45 días de edad
Lugar	Galpones comerciales en Brasil

TABLA 2: Desempeño de pollos de engorde de sexo mixto criados en condiciones comerciales de 1 a 45 días de edad

Parámetros	MHA-FA*	DLM	P
Ganancia media diaria (g/d)	60,99	61,38	0,35
CA (kg alimento/kg ganancia)	1,78	1,76	0,68
CA ajustada 2,9 kg	1,83	1,83	0,52
Mortalidad (%)	4,96	5,14	0,36
IPE	325	331	0,33

GRÁFICO 1: Beneficios económicos de la sustitución de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-Met

- Producción mensual de alimento para pollos = 23.000 t
- Demanda mensual de MHA-FA = 70 t
- Demanda anual de MHA-FA = 840 t

Calculadora del Valor de MetAMINO®

Switch from MHA-FA to MetAMINO®

MHA-FA

MetAMINO®

MHA-FA demand in metric tons	840	
MetAMINO® ratio* to replace MHA-FA		65%
Equivalent MetAMINO® demand in metric tons		546
Price in \$/€ per kg	1.75	2.20
Price ratio		80%
Cost in \$/€	1,470,000	1,201,200
saving with MetAMINO in \$/€		268,800

*Evonik warrants that no significant statistical difference in animal performance, measured as feed conversion ratio (FCR) occurs when 100 parts MHA-FA are replaced with 65 parts MetAMINO® in the animal diet. The position of the "MetAMINO®" ratio to replace MHA-FA" is proven by numerous scientific publications and performance trials under research as well as commercial conditions.

12



Diseño

Se realizó un ensayo comercial de gran escala con pollos de engorde para determinar el efecto de sustituir 100 partes de MHA-FA con 65 partes de DLM sobre el desempeño de pollos de engorde de sexo mixto, de 1 a 45 días de edad, criados en condiciones de producción brasileñas.

En total, 217.000 pollitos de un día Cobb 500 de sexo mixto se alojaron en 9 galpones de túnel con capacidad de 21.000 a 29.000 pollos por galpón y se los sometió a las mismas prácticas de manejo aplicadas por la integración.

La densidad de alojamiento en los galpones varió entre 10 y 12 pollos de engorde/m². Los pollos fueron alimentados con el programa de alimentación comercial de 4 fases del integrador.

Cada fase de alimentación comprendió 2 tratamientos dietéticos incluyendo 1) MHA-FA: dieta control con MHA-FA formulada con BDR del integrador de 82% y 2) DLM: similar a la dieta 1 pero con DLM a 65 partes de los niveles de MHA-FA.

Los niveles de inclusión de MHA-FA fueron: 0,44; 0,34; 0,27 y 0,27% y para DLM de 0,29; 0,22; 0,18 y 0,18% en cada fase de alimentación, respectivamente. La dieta MHA-FA se ofreció en 5 galpones (total 128.000 pollos) y la dieta DLM en 4 galpones (89.000 pollos).

Objetivo

Validar la aplicación comercial de la biodisponibilidad relativa (BDR) del 65% de MHA-FA frente a DLM, o en otras palabras, la proporción de reemplazo de 100:65 para el desempeño de pollos de engorde en condiciones comerciales brasileñas.

Resultados

La mortalidad total varió del 4 al 6% con un promedio del 5,0% para MHA-FA y 5,1% para DLM.

En general, los pollos alimentados con las dietas MHA-FA y dietas DLM tuvieron una GMD (60,99 vs. 61,38 g/d), conversión alimenticia (1,78 vs. 1,76 g/g) y conversión ajustada para 2,9 kg de peso vivo (1,83 vs. 1,83 g/g) similares.

De igual forma, el factor de eficiencia de producción no fue afectado por los tratamientos, con promedios de 325 para MHA-FA y 331 para DLM.

El ahorro total con el uso de DLM fue de \$ 268.800 (GRÁFICO 1).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este gran ensayo comercial muestran que la sustitución de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DLM no afectó el desempeño de los pollos de engorde. Sin embargo, generó ahorros significativos en las condiciones de producción brasileñas.

El suministro más preciso y económico de Met+Cys requiere: 1) una especificación ideal de Met+Cys, 2) una evaluación precisa del contenido de AA en las materias primas y 3) una evaluación adecuada del valor nutricional de las fuentes suplementarias de Met.

COMENTARIOS

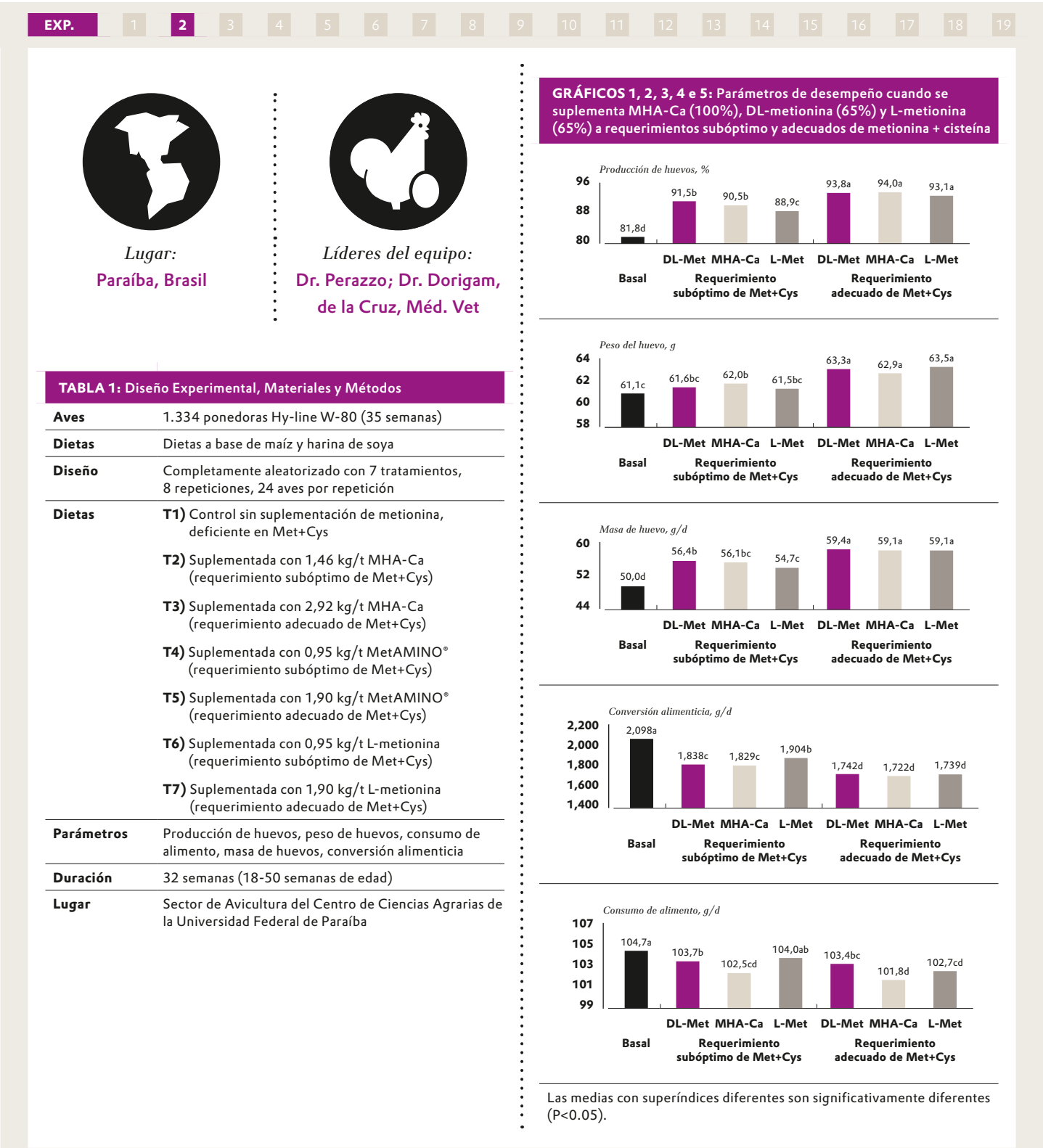
“Con este ensayo práctico, el cliente confirmó la BDR del 65% de MHA-FA en sus condiciones de producción, lo que le permitió cumplir con precisión sus especificaciones de Met+Cys y maximizar el desempeño animal y la rentabilidad.”



Patricia Tomazini,
Gerente de Servicios
Técnicos de Evonik Brasil

Comparación del efecto de DL-metionina, hidroxianálogo de la DL-metionina (MHA-Ca) y L-metionina en una proporción cuantitativa de 65:100 sobre el desempeño de ponedoras ligeras en jaulas convencionales

Ensayo realizado por Evonik y el Sector Avícola del Centro de Ciencias Agrarias de la Universidad Federal de Paraíba, Estado de Paraíba





Diseño

El experimento fue diseñado (Tabla 1) en cooperación con el Sector Avícola del Centro de Ciencias Agrícolas de la Universidad Federal de Paraíba, Brasil.

Objetivo

El objetivo del estudio era determinar que la sustitución de MHA-Ca por MetAMINO® o L-metionina en una proporción de 100:65 funciona en diferentes niveles de Met+Cys y de la intercambiabilidad de L-metionina con MetAMINO® en una proporción de 100:100 en diferentes niveles de suplementación.

Resultados

Dietas deficientes en Met+Cys afectaron negativamente el desempeño de las ponedoras en comparación con las dietas suplementadas. Además, los niveles subóptimos de Met+Cys resultaron en un menor desempeño en com-

paración con las aves alimentadas con niveles adecuados de Met+Cys.

No hubo diferencias significativas en los parámetros de producción (Gráficos 1-5) entre los tratamientos MHA-Ca, MetAMINO® y L-metionina a niveles adecuados de Met+Cys cuando se utilizó la proporción 100:65. Además, a niveles subóptimos, no hubo diferencias entre MHA-Ca y MetAMINO® en la proporción 100:65, pero la L-Met resultó en una conversión alimenticia y una producción de huevos significativamente menor.

En general, la sustitución de MetAMINO® o L-metionina por MHA-Ca en una proporción cuantitativa de 65:100 (MetAMINO® o L-metionina: MHA-Ca) no perjudicó a ninguno de los parámetros de desempeño de las ponedoras cuando se suministró a niveles adecuados de Met+Cys y, por lo tanto, confirma los resultados de ensayos previos en la región con ponedoras en producción (de la Cruz, 2018; Santiago, 2017). Además, la L-Met se comportó ligeramente peor a niveles subóptimos de Met+Cys.

CONCLUSIÓN

La sustitución de MHA-Ca por MetAMINO® o L-metionina en una proporción de 100:65 a niveles adecuados de Met+Cys no comprometió ningún parámetro de desempeño de las ponedoras.

La intercambiabilidad de MetAMINO® con L-metionina en una proporción de 100:100 a niveles adecuados de Met+Cys no influyó en los parámetros de desempeño de las ponedoras.

La sustitución de MHA-Ca por MetAMINO® en una proporción de 100:65 a niveles subóptimos de Met+Cys dio lugar a un desempeño similar, pero la L-Met dio lugar a un desempeño ligeramente menor.

COMENTARIOS

“Los resultados del ensayo muestran que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina o L-metionina, así como la sustitución de DL-metionina por L-metionina en una proporción de 1:1, promueven parámetros de desempeño similares en ponedoras.”



Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa,
Profesor de la Universidad Federal de Paraíba



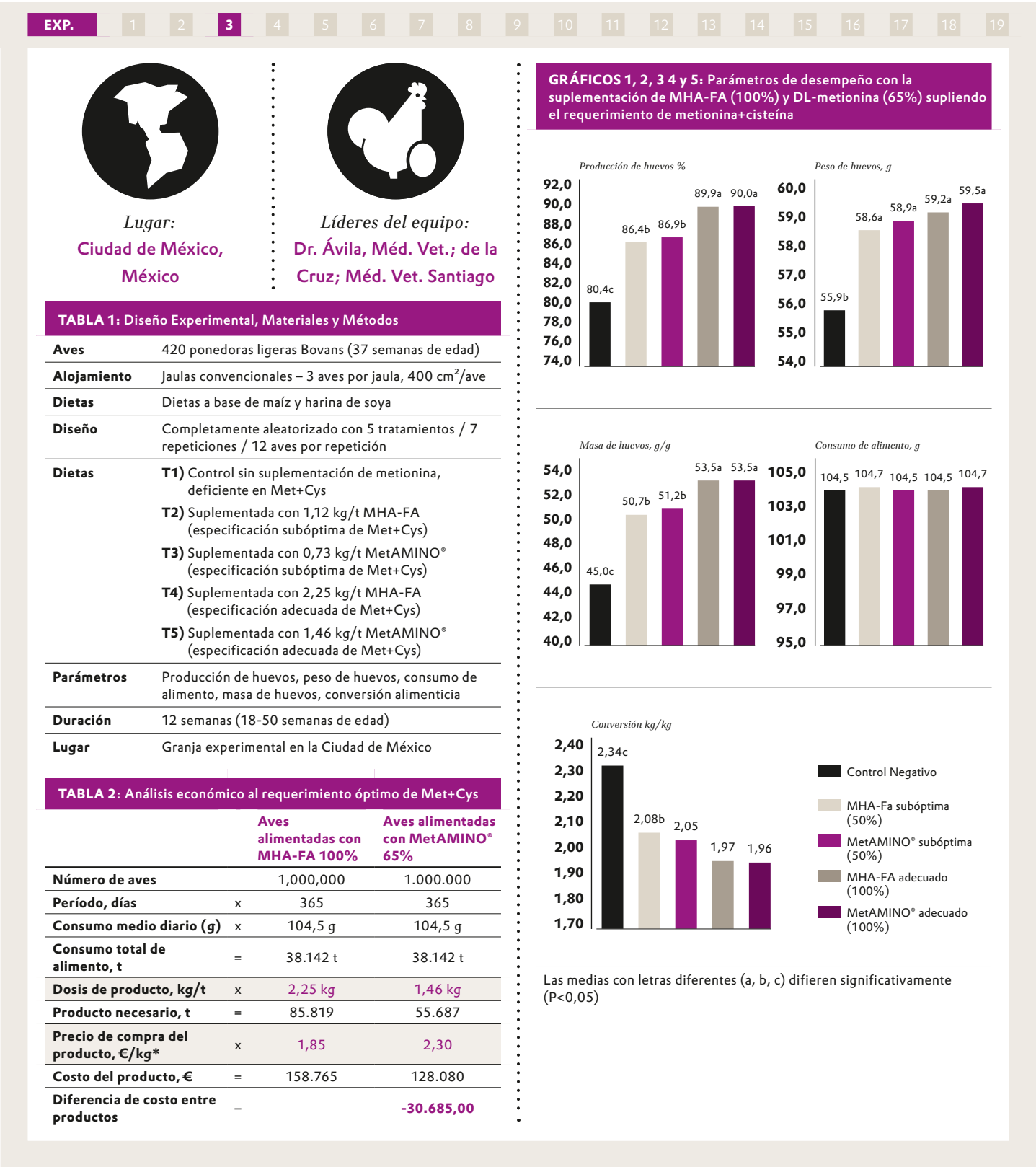


América del Norte

- 3 México: 420 ponedoras ligeras Bovans (37 semanas de edad)
- 4 EUA: 1.350 pollos de engorde Ross 708 machos y 1.350 Cobb 500
- 5 EUA: PROXYMet™; 3.072 pollos Ross 708 machos

Comparación entre DL-metionina e hidroxianálogo de la DL-metionina (MHA-FA) en una relación cuantitativa de 65:100 sobre el desempeño de ponedoras ligeras en jaulas convencionales

Ensayo realizado por Evonik y la Universidad Autónoma de México





Diseño

El ensayo se diseñó (Tabla 1) en cooperación con el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México).

Objetivo

El objetivo del estudio fue determinar la intercambiabilidad de MHA-FA por MetAMINO® en una proporción de 100:65 en diferentes niveles de suplementación.

Resultados

Las dietas deficientes en Met+Cys afectaron negativamente el desempeño de las ponedoras. La suplementación con metionina es esencial para optimizar el desempeño de las ponedoras.

No hubo diferencias significativas en el rendimiento productivo (Gráficos 1-5) entre los tratamientos MHA-FA y MetAMINO® en una proporción cuantitativa de 100:65.

El estudio reveló importantes ahorros y una mayor rentabilidad con el tratamiento con MetAMINO® (Tabla 1). En este escenario económico, MHA-FA tiene que ser ofrecido a un precio inferior a 1,49 €/kg para ser competitivo.

En general, la sustitución de MHA-FA por MetAMINO® en una proporción cuantitativa de 100:65 (MHA-FA: MetAMINO®) no tuvo efectos negativos sobre ninguno de los parámetros de desempeño ni en los criterios de calidad del huevo (no mostrados) en ponedoras y, por lo tanto, confirma los resultados de ensayos anteriores con ponedoras en producción en la región.

CONCLUSIÓN

La sustitución de MHA-FA por MetAMINO® en una proporción de 100:65 no comprometió los parámetros de desempeño ni la calidad de huevos de las ponedoras.

La sustitución de MHA-FA por MetAMINO® en una proporción de 100:65 redujo el costo de producción del alimento gracias al ahorro económico.

COMENTARIOS

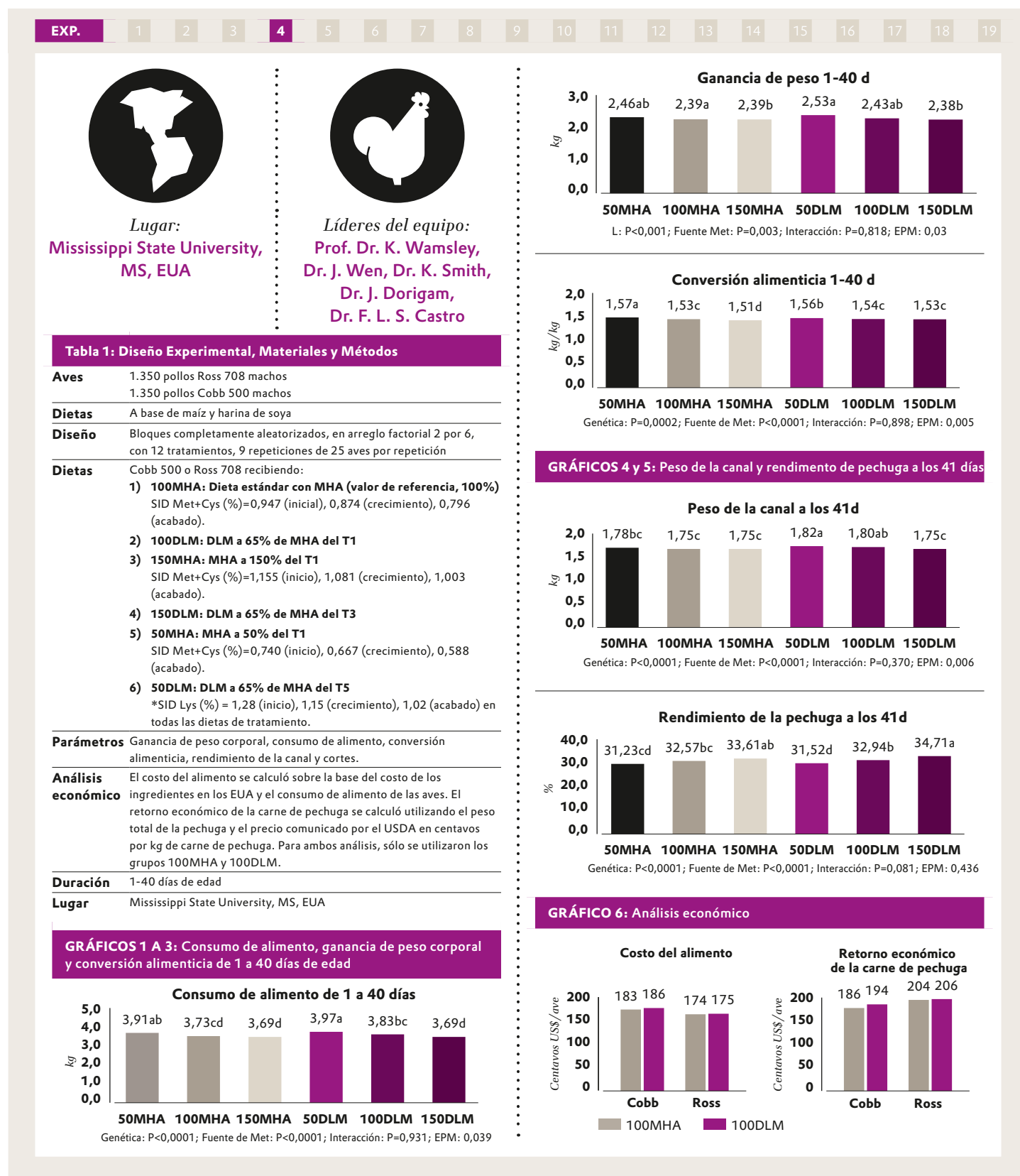
"No cabe duda de que las fuentes de metionina en una proporción de 100:65 (producto de MHA a DL-metionina) son intercambiables y, en particular, aportan importantes ventajas económicas."



Méd. Vet. Carlos de la Cruz,
Evonik Operations GmbH,
Nutrition & Care

Evaluación de las necesidades ideales de aminoácidos azufrados totales para pollos de engorde de crecimiento rápido y alto rendimiento utilizando diferentes fuentes de metionina.

Mississippi State University, Mississippi, EUA, en colaboración con una integración comercial





Diseño

El ensayo se diseñó (Tabla 1) para comparar el uso de 65 partes de DL-metionina en sustitución a 100 partes de MHA líquido a diferentes niveles de inclusión de MHA en dos genéticas comerciales de pollos de engorde.

Objetivo

Validar que 65 partes de DL-Met pueden sustituir a 100 partes de MHA, manteniendo el desempeño zootécnico y el rendimiento de la canal, independientemente del nivel de inclusión de MHA en la dieta y de la genética.

Resultados

De 1 a 40 días, no hubo interacción entre las fuentes de Met y genética para ningún parámetro de desempeño. Por lo tanto, la atención se centró en las diferencias entre las fuentes de Met.

El CR de 1-40 días (Gráfico 1) fue similar entre DL-Met y MHA para la dieta estándar (definida como el 100%) y la dieta con el 150% de MHA de la dieta estándar. Sin embargo, cuando se incluyó DL-Met al 50% del MHA de la dieta estándar, las aves consumieron 6 g más de alimento. Esta respuesta pudo deberse a una deficiencia marginal de Met+Cys cuando se utilizó este nivel tan bajo.

La GP fue similar entre DL-Met y MHA, independientemente del nivel de MHA incluido en la dieta (Gráfico 2).

Curiosamente, debido al mayor consumo de alimento, las aves alimentadas con 50DL-Met tuvieron estadísticamente mayor GP que las alimentadas con 100MHA, 100DLM, 150MHA y 150DLM y ganaron 7 g más que las alimentadas con 50MHA (diferencia numérica).

La conversión alimenticia (Gráfico 3) fue similar entre MHA y DL-Met en la dieta estándar, pero mejor para MHA cuando se utilizó un nivel más alto de MHA (150% del estándar) y mejor para DL-Met cuando se utilizó un nivel más bajo de MHA (50% del estándar).

El peso de la canal a los 41 días (Gráfico 4) fue superior en las aves alimentadas con DL-Met al 100DLM frente a 100MHA y 50DLM frente a 50MHA, pero similar para ambas fuentes cuando se utilizó el 150% de MHA de la dieta estándar.

El rendimiento de pechuga a los 41 días (Gráfico 5) fue estadísticamente similar entre las fuentes a todos los niveles de MHA utilizados (100, 150 y 50%). Sin embargo, las aves alimentadas con DL-Met tuvieron, en promedio, un rendimiento de pechuga un 0,6% superior al de las alimentadas con MHA.

En promedio, el costo del alimento con 100DLM (centavos/ave) fue 2 centavos superior al de 100MHA, debido al mayor consumo de alimento de 100DLM frente a 100MHA. Sin embargo, el retorno económico de la carne de pechuga (centavos/ave) fue, en promedio, 5 centavos superior para 100DLM frente a 100MHA (Gráfico 6).

CONCLUSIÓN

65 partes de MetAMINO® pueden sustituir con éxito a 100 partes de MHA, independientemente del nivel de MHA en la dieta o genética, manteniendo un desempeño similar.

El desempeño de los pollos modernos depende de los niveles de SID Met+Cys, ya que niveles bajos provocan un aumento compensatorio del consumo de alimento, sin un aumento del rendimiento de carne de pechuga.

El retorno económico de carne de pechuga (cent/ave) fue, en promedio, 5 centavos superior para DL-Met que para MHA. No se recomienda reducir el nivel de MHA un 50% por debajo del nivel de inclusión estándar porque puede causar una deficiencia marginal de Met+Cys.

COMENTARIOS

“La sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina favoreció un desempeño similar y un mejor retorno económico en condiciones de producción comercial de pollos de engorde en EUA.”



James Wen, Ph.D.,
Gerente Senior de
Servicios Técnicos y
Gerente de Cuentas

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

Lugar:
Penn State University,
Pensilvania, EUA

Líderes del equipo:
Prof. Dr. John Boney,
Dr. F. L. S. Castro,
Dr. J. Wen, D. Boontarue

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	3.072 pollos Ross 708 machos
Dietas	A base de maíz y harina de soya
Diseño	Bloques completamente aleatorizados en un arreglo factorial 2 por 3, con 6 tratamientos, 16 repeticiones de 32 aves por repetición
Dietas	- Proteína bruta estándar (PBP) sin suplementación de Met (CN), con MHA-Ca o con PROXYMet™ - Bajo contenido de proteína bruta (-2% da BPB; BPB) sin suplementación de Met (CN), con MHA-Ca o PROXYMet™
Parámetros	Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal, puntuación de pododermatitis, humedad de la cama
Duración	1 a 42 días de edad
Lugar	Penn State University, Pensilvania, EUA

GRÁFICOS 1 E 2: Ganancia de peso (GP, kg) y conversión alimenticia (CA) de 1 a 42 d

Ganancia de peso (GP) de 1 a 42 d

Diet	PBP (kg)	BPB (kg)
CN	1,65 ^c	1,34 ^d
MHA-Ca	2,57 ^a	2,40 ^b
PROXYMet™	2,59 ^a	2,42 ^b

Contenido de PB: P<0.001
Fuente de Met: P<0.001
Interacción: P<0.001
EPM: 0.016

Conversión alimenticia (CA) de 1-42 d

Diet	SCP (g/g)	LCP (g/g)
CN	1,93 ^a	1,83 ^b
MHA-Ca	1,68 ^c	1,63 ^d
PROXYMet™	1,68 ^c	1,62 ^d

Contenido de PB: P<0.001
Fuente de Met: P<0.001
Interacción: P<0.001
EPM: 0.015

GRÁFICOS 3 E 4: Peso de la canal refrigerada (kg) y rendimiento de pechuga (%) a los 42 días

Peso de la canal refrigerada a los 42 d

Diet	PBP (kg)	BPB (kg)
CN	1,70 ^a	1,08 ^c
MHA-Ca	1,87 ^b	1,54 ^b
PROXYMet™	1,91 ^a	1,91 ^a

Contenido de PB: P<0,01; Fuente de Met: P<0,01; Interacción: P=0,120; EPM: 0,212

Rendimiento de la canal a los 42 d

Diet	PBP (%)	BPB (%)
CN	24,30 ^d	23,12 ^e
MHA-Ca	29,13 ^c	31,17 ^a
PROXYMet™	29,97 ^b	31,59 ^a

Contenido de PB: P=0,001; Fuente de Met: P<0,001; Interacción: P<0,001; EPM: 0,282

TABLA 2: Contramuslo (%), muslo (%) y ala (%) a los 42 días

Efecto principal	Tratamiento	Contramuslo (%)	Muslo (%)	Ala (%)
Contenido de proteína bruta	PBP	16,83 a	15,58 a	12,08
	BPB	16,15 b	14,96 b	12,50
	P	<0,001	<0,001	0,386
Fuente de metionina	CN	17,53 a	16,77 a	12,99
	MHA-Ca	16,09 b	14,68 b	11,64
	PROXYMet™	15,86 b	14,36 b	12,25
	P	<0,001	<0,001	0,084



VER SECCIÓN 2, VIDEO núm. 2



VER SECCIÓN 2, VIDEO núm. 4



VER SECCIÓN 4, ARTÍCULO núm. 8



VER SECCIÓN 4, ARTÍCULO núm. 16

Diseño

El ensayo se diseñó (Tabla 1) para permitir una comparación directa de 100 partes de MHA-Ca con 65 partes de DL-Met (PROXYMet™, 650 g de MetAMINO® + 350 g de caliza) suplementadas a una dieta basal deficiente en Met+Cys con diferentes contenidos de proteína bruta.

Objetivo

Validar que 65 partes de DL-Met pueden sustituir a 100 partes de MHA en dietas con contenido estándar y reducido de proteína bruta, manteniendo el desempeño zootécnico y el rendimiento de la canal.

Resultados

El uso de 65 partes de DL-Met promovió una ganancia de peso y una conversión alimenticia similares al de 100 partes de MHA-Ca (gráficos 1 y 2), independientemente del contenido de proteína bruta de la dieta. La dieta sin suplementación de Met obtuvo los peores resultados de desempeño.

En general, el uso de 65 partes de DL-Met dio como resultado un peso de la canal refrigerada significativamente superior al de MHA-Ca y al de la dieta deficiente en Met+Cys (1,91 kg frente a 1,87 y 1,08 kg, para PROXYMet™, MHA-Ca y CN, respectivamente; Gráfico 3).

El rendimiento de la pechuga fue significativamente mayor en las aves alimentadas con dietas PBP con PROXYMet™ que con MHA-Ca y CN (31,6% frente a 31,2 y 23,1% para PROXYMet™, MHA-Ca y CN, respectivamente; Gráfico 4). Sin embargo, en las aves que recibieron BPB no se observaron diferencias entre PROXYMet™ y MHA-Ca.

Tanto PROXYMet™ como MHA-Ca promovieron rendimientos similares de contramuslo, muslo y ala (Tabla 2).

La reducción de la proteína bruta en un 2% en todas las fases redujo el rendimiento y el peso de la canal/piezas (Gráficos 1 a 4). Sin embargo, la dieta baja en proteína bruta redujo significativamente el contenido de humedad de la cama y la puntuación de pododermatitis (datos no mostrados). La reducción de proteína bruta en este estudio fue muy severa y pueden haberse producido desequilibrios y deficiencias de aminoácidos.

CONCLUSIÓN

65 partes de MetAMINO® (PROXYMet™) pueden sustituir con éxito a 100 partes de MHA-Ca, independientemente del nivel de proteína bruta de la dieta, manteniendo un desempeño similar.

El uso de PROXYMet™ resultó en un mayor peso de la canal refrigerada y un mayor rendimiento de pechuga en dietas con un contenido estándar de proteína bruta, en comparación con MHA-Ca y la dieta deficiente en Met+Cys.

Al reducir los niveles de proteína bruta, es importante tener en cuenta la fase de alimentación y el balance entre aminoácidos esenciales y no esenciales para evitar afectar el desempeño.

COMENTARIOS

“Los resultados del ensayo muestran claramente que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina favorece el desempeño zootécnico y el rendimiento de la canal.”



Dr. John Boney,
Profesor Asistente de
Ciencia Avícola
Pennsylvania State University

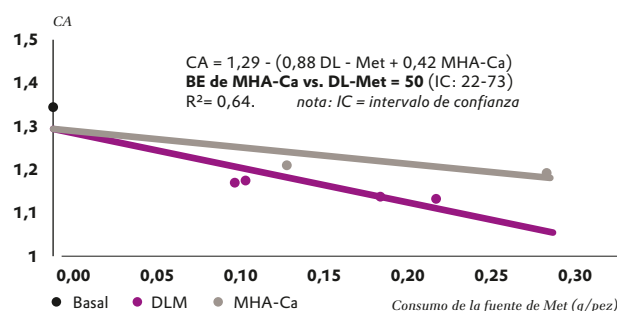




Europa

- 6** Portugal: 1.400 juveniles machos de tilapia del Nilo; 22,5 g
- 7** España: cerdos
- 8** Alemania: 408.500 pollos Ross 308 de un día en 10 naves de 1.800 m²
- 9** Finlandia: 720 pollitos machos Ross 308
- 10** Finlandia: 1.440 pollitos machos Ross 308
- 11** Hungría: 576 pollos de engorde Ross 308 machos

EXP.





Diseño

El ensayo se diseñó (Tabla 1) para permitir una comparación directa de 100 partes de MHA-Ca con 65 partes de DL-Met (suministrado como MetAMINO® que contiene 99% de DL-Met o PROXYMet™ que contiene 65% de MetAMINO® y 35% de piedra caliza) suplementado en una dieta basal deficiente en Met.

Objetivo

El objetivo de este estudio era validar la eficiencia biológica media del 65% de MHA-Ca frente a DL-Met, en términos de producto, basándose en el desempeño de la tilapia del Nilo.

Resultados

La dieta basal deficiente en Met dio lugar a un rendimiento significativamente menor (peso corporal, ganancia de peso y conversión), menor retención de proteína y menor capacidad antioxidante en comparación con las dietas suplementadas con Met.

La suplementación de la dieta basal con diferentes fuentes de Met (DL-Met; MHA-Ca) mejoró significativamente el rendimiento de los peces, la retención de proteínas y la capacidad antioxidante (Tabla 2).

Entre las fuentes, el grupo alimentado con DL-Met (MetAMINO®; PROXYMet™) mostró un mejor desempeño y una mayor retención de nutrientes que los que recibieron MHA-Ca, a pesar de estar suplementados con sólo 65 partes frente a 100 partes de MHA-Ca.

El análisis de regresión del consumo de producto en relación con el peso corporal y la conversión alimenticia confirmó que la eficiencia biológica de MHA-Ca es mucho menor que la de DL-Met. **Se determinó que la eficiencia biológica de MHA-Ca frente a DL-Met era del 54% para el peso corporal final (Gráfico 1) y del 50% para la conversión alimenticia (Gráfico 2).** Dado que el intervalo de confianza de estos valores superaba el 65%, no difieren significativamente de la eficiencia biológica prevista del 65%.

CONCLUSIÓN

Con base en los resultados y de acuerdo con el NRC (2011), mantenemos la eficiencia biológica recomendada de 65% para MHA-Ca en relación con DL-Met, en base producto a producto, para la tilapia del Nilo.

Esto significa que 65 partes de MetAMINO® (o 100 partes de PROXYMet™ que contiene 65% de MetAMINO®) pueden sustituir con éxito a 100 partes de MHA-Ca en la alimentación de tilapias.

Este enfoque puede mejorar la rentabilidad global al reducir significativamente los costos de alimentación en la producción de tilapia.

COMENTARIOS

“Los resultados del ensayo muestran claramente que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina favorece un desempeño similar o incluso mejor de los peces.”



Dr. Karthik Masagounder,
Director de Investigación
en Acuicultura,
Evonik Operations GmbH,
Alemania

Biodisponibilidad de MHA-Ca en comparación con MetAMINO® para favorecer el desempeño de cerdos en destete

Ensayo colaborativo entre Evonik y Animal Data Analytics, S.L, Segovia, España

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Lugar:
Segovia, España

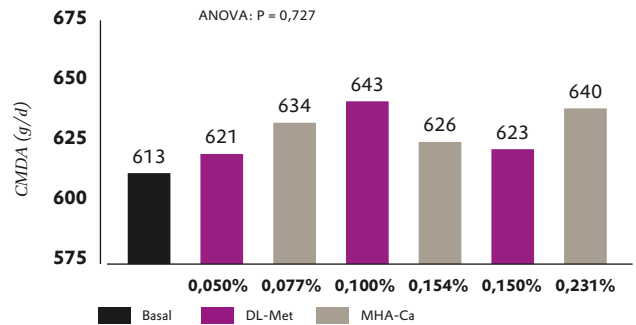


Líderes del equipo:
Dr. Morales,
Dr. B. Jayaraman,
Dr. J. Htoo

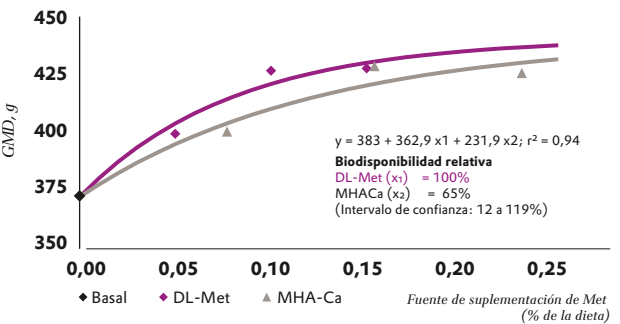
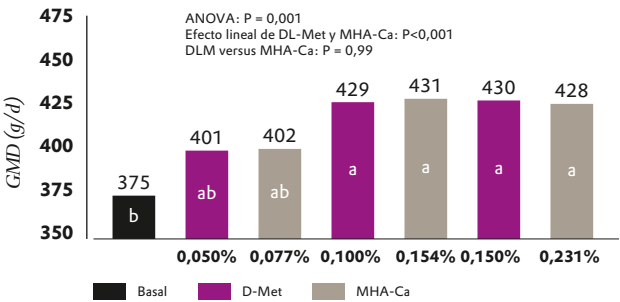
TABLA 1: Animales y Tratamientos Dietéticos

Animales	504 lechones destetados (DNA x Pietrain; peso inicial de 11,0 kg; 42 días de edad)
Dietas	- Dieta basal deficiente en Met (0,22% SID Met) suplementada con 3 niveles crecientes de DL-Met o MHA-Ca en una proporción de DL-Met para MHA-Ca de 65:100, en base producto a producto para crear 7 dietas - Forma de harina
Diseño	6 lechones (3 machos enteros y 3 hembras) por corral y 12 repeticiones (corral) /tratamiento - Las dietas y el agua se ofrecieron ad libitum
Parámetros	- GMD, CMDR y CA - Proteína plasmática, albúmina y glucosa
Duración	21 días
Lugar	Granja comercial de investigación, Ctra Aguilafuente-Zarzuela del Pinar, Aguilafuente, España.

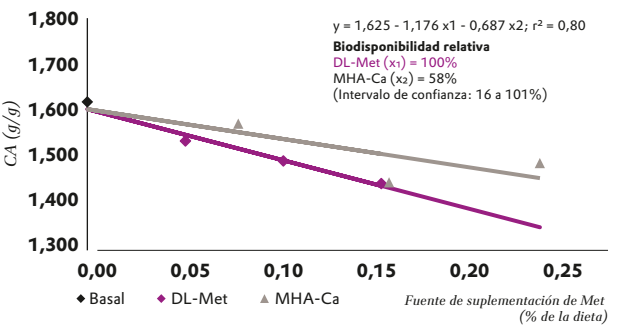
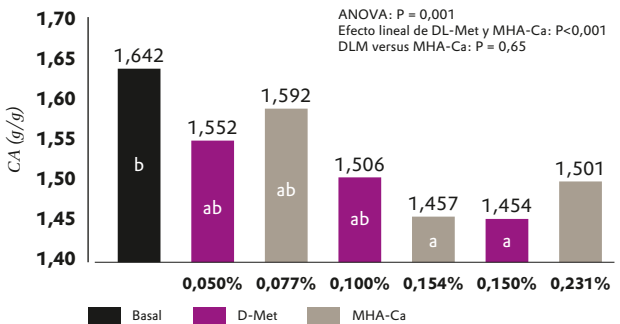
GRÁFICO 1: El consumo medio diario de alimento (CMDA) no fue afectado por los tratamientos dietéticos



GRÁFICOS 2A y 2B: Biodisponibilidad de MHA-Ca en relación con DL-Met con base en la GMD (g/d)



GRÁFICOS 3A y 3B: Biodisponibilidad de MHA-Ca en relación con DL-Met en función a la CA (g/g)





Diseño

El ensayo fue diseñado por Evonik (Tabla 1) y se llevó a cabo en un centro de investigación porcina comercial de Aguilafuente (España).

Objetivo

El objetivo era determinar la biodisponibilidad relativa del MHA-Ca en comparación con la DL-metionina para el desempeño de lechones de 11 a 20 kg.

Resultados

El peso corporal final (día 21) y la GMD general (75, 401, 429, 430, 402, 431 y 428 g/d para las dietas 1 a 7) aumentaron linealmente ($P < 0,01$) con niveles crecientes de suplementación con DL-Met o MHA-Ca (Gráfico 2a).

La CA general (1,64, 1,55, 1,51, 1,45, 1,59, 1,46 y 1,50 para las dietas 1 a 7) mejoró linealmente ($P < 0,001$) con la suplementación con DL-Met o MHA-Ca (Gráfico 3a).

El consumo medio diario de alimento y los niveles plasmáticos de proteína total, albúmina y glucosa en el día 21 no se vieron afectados ($P > 0,05$) por los tratamientos dietéticos.

Las respuestas de desempeño (GMD, CMDA y CA) no fueron diferentes ($P > 0,05$) cuando se suplementó Met a la dieta deficiente en Met en una proporción de DL-Met a MHA-Ca de 65:100 en base producto.

Basándose en la GMD y la conversión alimenticia como respuesta al nivel de suplementación con Met, se estimaron biodisponibilidades del 65% (regresión exponencial) y del 58% (regresión lineal), respectivamente, para MHA-Ca en relación con la DL-Met (en base producto) en cerdos de 11 a 20 kg.

CONCLUSIÓN

El desempeño de los lechones no fue diferente cuando la dieta deficiente en Met se suplementó con una proporción de DL-Met para MHA-Ca de 65:100 en base producto a producto.

El análisis de regresión estimó biodisponibilidades del 65% y el 58%, basadas en la GMD y la CA respectivamente, para el MHA-Ca en relación con la DL-Met sobre una base producto para lechones de 11 a 20 kg.

Estos resultados confirman que la biodisponibilidad media del MHA-Ca es de aproximadamente el 65% de la DL-Met (sobre la base producto), lo que debería utilizarse al formular alimentos porcinos de costo mínimo para maximizar el beneficio sobre el costo del alimento.

COMENTARIOS

“Los resultados del ensayo mostraron que 100 partes de MHA-Ca pueden sustituirse por 65 partes de DL-Met sin afectar al desempeño de los cerdos.”



Dr. Joaquin Morales,
Jefe del Departamento de
Transformación Digital e
Innovación de Animal Data
Analytics, S.L., Segovia,
Españaem

Ensayo de desempeño a gran escala en una granja comercial en Alemania

Un ensayo conjunto de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Osnabrueck, una granja comercial, un fabricante de alimento y Evonik

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

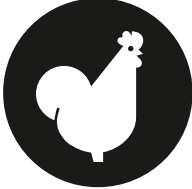
17

18

19



Local:
Alemania,
Baja Sajonia



Líderes del equipo:
Prof. Dr. Westen-
darp, Kilian Fenske,
Dr. Andreas Lemme

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	408.500 pollos de un día Ross 308 en 10 galpones de 1.800 m²
Dietas	A base de trigo (parcialmente sin moler), maíz, harina de soya y harina de colza; peletizadas Se produjeron 110 lotes en total ► los análisis de cada lote de alimento confirmaron los niveles de nutrientes esperados y, por lo tanto, la fabricación precisa
Diseño	2 tratamientos x 5 galpones 1) Alimento estándar con MHA-FA 2) Alimento experimental con DL-Met al 65%
Alimentación 3 fases	Inicial: 0-10 d, Crecimiento 1: 11-19 d, Crecimiento 2: 20-25 d, Terminación: 26-42 días el día 29 (16% del peso vivo total) día 34 (15%) días 41/42 (69%)
Parámetros	Peso corporal ► registro por báscula de tolva Peso final ► notificado por el matadero Ganancia diaria; Conversión alimenticia ► volúmenes de alimento por fabricante (menos las sobras al final del ensayo) Balance de nitrógeno ► Análisis de N en el alimento; 30N/kg de peso corporal
Lugar	Granja comercial en Baja Sajonia, Alemania

TABLA 1: Peso medio final (kg/ave)
GRÁFICO 1: Curvas de crecimiento (g/ave)

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Total
MHA-FA líquido	1,601	2,003	2,874	2,434
CV	2,8%	3,4%	4,5%	4,1%
MetAMINO®	1,596	1,998	2,869	2,421
CV	4,4%	3,9%	4,2%	4,1%
P	0,88	0,89	0,92	0,76

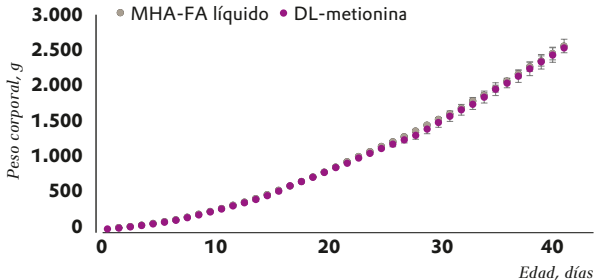


TABLA 2: Ganancia media diaria (g/d/ave)

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	General
MHA-FA	53,84	57,75	68,10	63,99
CV	2,9%	3,4%	3,4%	3,3%
MetAMINO®	53,65	57,58	68,00	63,79
CV	4,5%	3,9%	3,3%	3,6%
P	0,88	0,89	0,92	0,85

TABLA 3: Media general de consumo de alimento (kg/ave), conversión alimenticia (kg/kg) y mortalidad (%)

	Consumo	CA	Mortalidad
MHA-FA	3,631	1,503	2,44
CV	4,8%	0,8%	25,8%
MetAMINO®	3,598	1,498	2,82
CV	2,5%	1,9%	26,8%
P	0,62	0,77	0,47

TABLA 4: Media de consumo de N, retención de N*, excreción de N (todos en kg/nave) y utilización de N (retención/consumo)

	Consumo N	Retención N	Excreción N	Utilización N
MHA-FA	4541	2834	1707	62,4
CV	3,8%	3,5%	4,5%	0,8%
MetAMINO®	4525	2814	1711	62,2
CV	2,8%	4,7%	1,9%	2,1%
P	0,82	0,73	0,91	0,73

* Partiendo de 30g N/kg PC



Objetivo

El objetivo de este estudio era evaluar la recomendación de Evonik de que el 65% de MHA-FA líquido es tan eficaz como MetAMINO® y proporcionar pruebas de que esta recomendación puede aplicarse en condiciones de producción comercial de pollos de engorde sin comprometer el desempeño.

Resultados

Los niveles de nutrientes y aminoácidos analizados en 110 muestras de alimento correspondieron casi con exactitud a los niveles esperados. Esto también se aplicó al MHA-FA líquido suplementario y al MetAMINO®, confirmando que los niveles de MetAMINO® eran 65% tan altos como los de MHA-FA líquido.

El peso final de los pollos obtenido con el tratamiento MetAMINO® fue idéntico al del tratamiento MHA-FA. Esto ocurrió en promedio (2 x ~200.000 pollos) y en cada fecha de sacrificio (Tabla 1). Además, no hubo diferencia estadística en los registros de báscula de plataforma en ninguno de los 42 días (Gráfico 1). En consecuencia, la ganancia diaria no fue distinta (Tabla 2). La conversión alimen-

ticia no difirió entre tratamientos (Tabla 3) y fue de 1,50 kg/kg de media. El importante crecimiento de los pollos y su excelente conversión alimenticia, en conjunto con niveles bien balanceados y razonables de proteína en la dieta, resultaron en una alta utilización de N del 62%, que tampoco difirió entre tratamientos (Tabla 4).

Los análisis de aminoácidos de los alimentos suministrados en las diferentes fases de alimentación sugirieron una inclusión media de MHA-FA líquido de 2,95 kg/t. La suplementación respectiva de MetAMINO® al 65% de sustitución fue de 1,92 kg/t. Suponiendo un precio de compra de MetAMINO® de 2,50 €/kg y una relación de precios del 80% para MHA-FA, el precio fue de 2,00 €/kg. Por lo tanto, el costo de la suplementación con MetAMINO® sería de 4,80 €/t o 1,10 €/t menos que el de la suplementación con MHA-FA (5,90 €/t). En este ensayo, se suministraron casi exactamente 1.455 toneladas de alimento completo a las 10 naves, lo que indica un ahorro en los costos de alimento de 1.600 €/ciclo y muy superior a 10.000 €/año al sustituir la MHA-FA líquido por MetAMINO® en una proporción del 65%.

CONCLUSIÓN

Este ensayo confirma que el MHA-FA líquido puede sustituirse por MetAMINO® en una proporción de peso de 100:65, sin que ello comprometa el desempeño de los pollos de engorde ni la utilización de nutrientes.

Por lo tanto, este estudio valida la recomendación de Evonik de una bioeficacia relativa del 65% para el MHA-FA líquido.

La valoración económica indica que para una granja de 400.000 pollos, cabe esperar un ahorro anual de > 10.000 € en los costos de alimentación.

COMENTARIOS

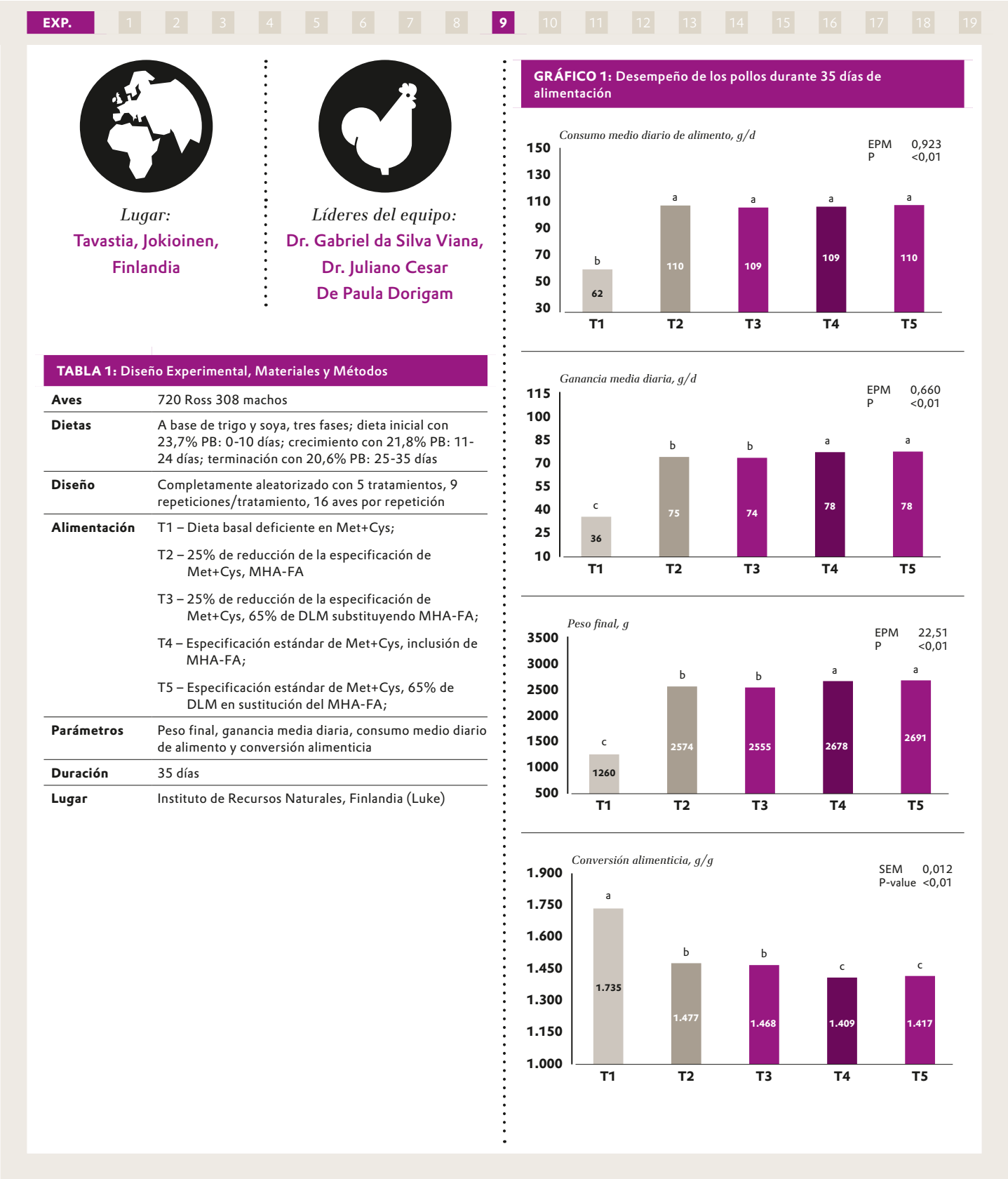
“El ensayo demostró claramente que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina favorece el mismo desempeño de los pollos de engorde en las condiciones alemanas de producción a gran escala, lo que permite un ahorro financiero significativo.”



Dr. Kilian Fenske,
Universidad de Ciencias
Aplicadas Osnabrueck

La suplementación con DL-metionina al 65% de MHA-FA favorece un desempeño similar en pollos de engorde

Ensayo realizado por Evonik en el Natural Resources Institute, Finlandia (Luke)





Diseño

El ensayo se diseñó (Tabla 1) para permitir una comparación directa entre 100 partes de MHA-FA (88%) y 65 partes de DL-Met (99%), suplementadas a una dieta basal deficiente en Met+Cys para alcanzar el 75% o el 100% de las necesidades de Met+Cys.

Objetivo

El objetivo de este estudio era demostrar que cada 1 kg de MHA-FA en el alimento de pollos de engorde puede sustituirse por 650 g de DL-metionina, sin ningún impacto negativo en el desempeño de las aves e independientemente del nivel dietético de Met+Cys.

Resultados

Ambas fuentes de Met evaluadas dieron como resultado un peso corporal, una ganancia media diaria y una conversión alimenticia similares en las aves alimentadas con el 75 o el 100 % de las recomendaciones de Met+Cys (Gráfico 1). Independientemente de la fuente de metionina evaluada, las aves alimentadas al 100% de las recomendaciones obtuvieron mejores resultados que las alimentadas al 75% de Met+Cys, lo que confirma que los niveles subóptimos de Met+Cys limitan el rendimiento. Por lo tanto, la reducción marginal de Met+Cys en la dieta puede aumentar la sensibilidad de la prueba 65:100. La deficiencia de Met+Cys redujo el consumo medio diario de alimento (Gráfico 1), pero no se observaron diferencias entre los grupos 75 y 100% Met+Cys ni entre las fuentes de Met evaluadas ($P > 0,05$). Según el NRC (1994), si una dieta es deficiente en cualquier nutriente, la ingesta diaria de alimento puede disminuir en función de la gravedad de la deficiencia, pero una deficiencia marginal de aminoácidos puede dar lugar a un pequeño aumento del consumo de alimento.

CONCLUSIÓN

1 kg de productos MHA puede sustituirse por 650 g de DLM, alcanzando el mismo nivel de desempeño a niveles estándar y reducido de Met+Cys.

COMENTARIOS

“Los resultados demostraron de forma clara que ambas fuentes de Met son adecuadas para la alimentación de pollos de engorde y que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina no compromete el desempeño de los pollos.”



Dr. Gabriel da Silva Viana,
Científico Sénior de Producción
Porcina y Avícola, Sistemas de
Producción, Instituto de Recursos
Naturales, Finlandia, Luke



Diseño

El experimento se diseñó (Tabla 1) para permitir una comparación entre 100 partes de MHA-FA y 65 partes de DL-Met (650 g de MetAMINO®) suplementadas a una dieta basal deficiente en Met+Cys para alcanzar el 75% o el 100% de los requerimientos de Met+Cys en alimentos con niveles estándar o reducido de proteína.

Objetivo

El objetivo de este estudio era comprobar si 1 kg de MHA-FA en la alimentación de pollos de engorde podía sustituirse por 650 g de DL-Metionina y proporcionar el mismo desempeño, independientemente del nivel de proteína dietética y/o de Met+Cys.

Resultados

La suplementación con Met mejoró el desempeño de los pollos de engorde en comparación con las dietas basales, lo que corrobora que la Met es esencial para el crecimiento (Gráfico 1). La GMD mejoró en las aves alimentadas con dietas con proteína estándar cuando los niveles de Met+Cys se incrementaron del 75 al 100 % de las recomendaciones ($P < 0,05$).

No ocurrió lo mismo en las aves alimentadas con dietas con niveles reducidos de proteína ($P >$

0,05). Este efecto podría deberse a los ingredientes del alimento. Las arvejas sólo se incluyeron en los alimentos con proteína estándar.

Dado que esta leguminosa contiene taninos e inhibidores de la proteasa, es posible que estos factores antinutricionales afectaran a la digestión de los nutrientes, lo que puede haber afectado al desempeño de las aves alimentadas con un 75% de Met+Cys en mayor medida que las alimentadas con un 100%. Las aves alimentadas con dietas suplementadas con un 100% de Met+Cys tuvieron una mejor conversión alimenticia que las alimentadas con un 75% de Met+Cys a niveles estándar y reducido de proteína.

No hubo diferencias en la GMD ni en la CA de las aves alimentadas con niveles estándar y reducido de proteína que contenía un 100% de Met+Cys ($P < 0,05$). Ambas fuentes de Met analizadas promovieron un rendimiento similar, independientemente de los niveles dietéticos de Met+Cys o proteína. La incidencia de lesiones fue mayor en las aves alimentadas con proteína estándar en comparación con las alimentadas con bajos niveles de proteína, especialmente en los tratamientos deficientes en Met+Cys (Gráfico 2).

Esto era de esperar, porque los contenidos más altos de proteína en la dieta aumentan la producción de ácido úrico y amoníaco en la cama, que se vio agravado por la deficiencia de Met, un aminoácido esencial para la síntesis de queratina.

CONCLUSIÓN

650 g de DLM pueden sustituir a 1 kg de productos MHA y promover el mismo desempeño en los pollos, independientemente de los niveles de Met+Cys y proteína en la dieta.

La reducción del contenido de proteína de la dieta en un 1,5%, si se mantiene la proporción de proteína ideal, no compromete los parámetros de rendimiento y reduce la incidencia de pododermatitis.

COMENTARIOS

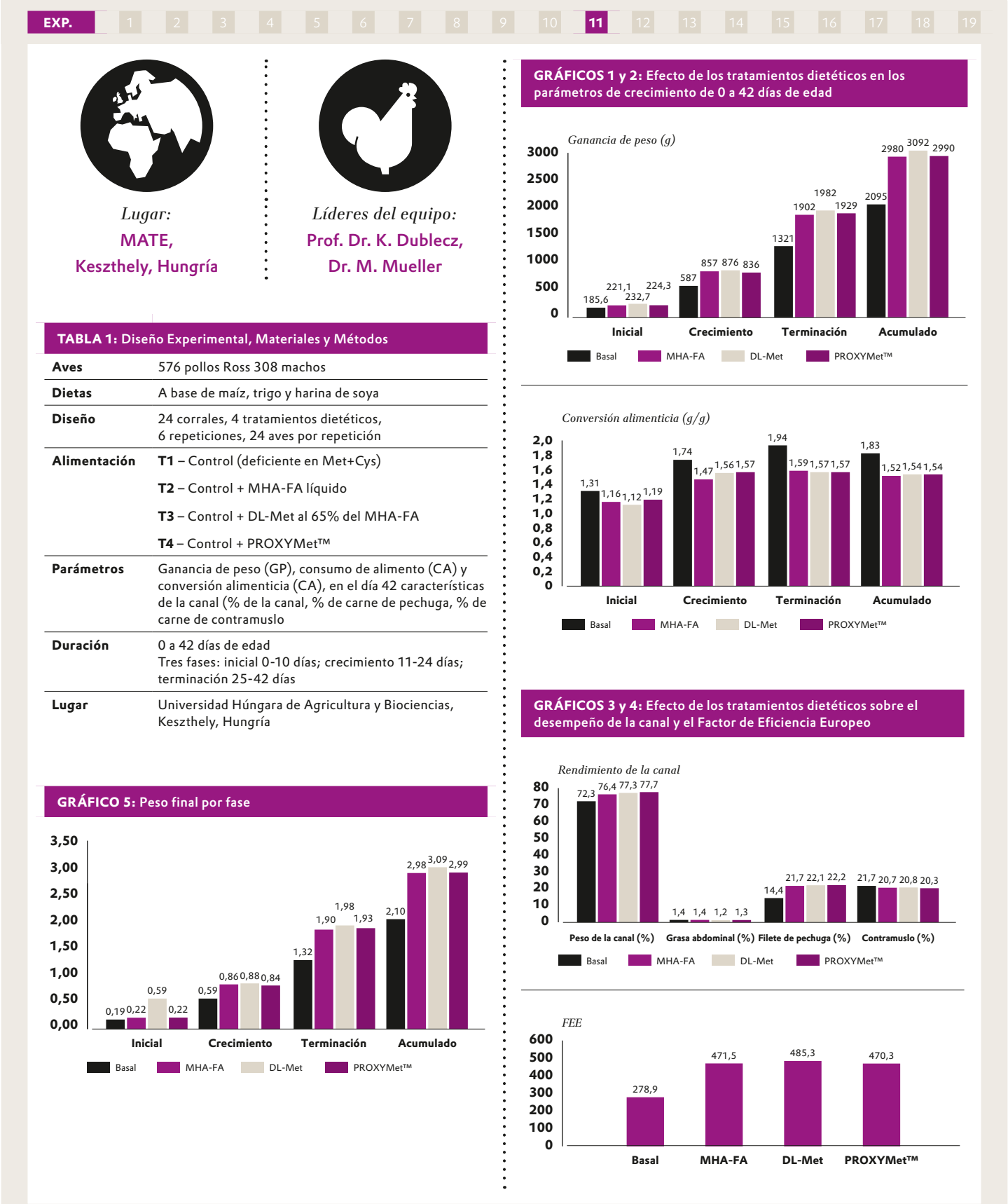
“Los resultados del ensayo muestran que la sustitución de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promueve un desempeño similar en los pollos de engorde, independientemente de los niveles de Met+Cys y proteína en la dieta.”



Dra. Leticia Soares,
Científica de Cerdos y Aves,
Instituto de Recursos Naturales,
Finlandia

PROXYMet™ favoreció el mismo desempeño de pollos Ross 308 que el MHA-FA

Ensayo realizado en la Universidad Húngara de Agricultura y Biociencias (MATE), Hungría, 2021





Diseño

El experimento se diseñó (Tabla 1) para comparar la respuesta de las aves a la inclusión de MetAMINO®, PROXYMet™ (DL-metionina diluida al 65% con 35% de almidón) y MHA-FA en una dieta basal deficiente en metionina.

Objetivo

El objetivo del estudio era demostrar el valor nutricional del MHA-FA en comparación con PROXYMet™ y DL-metionina pura en dietas prácticas para pollos de engorde en Hungría, teniendo en cuenta el desempeño y los parámetros de la canal. El objetivo era demostrar que cada 1 kg de MHA-FA en alimentos para pollos de engorde podía sustituirse por sólo 650 g de DL-metionina, sin ningún impacto negativo en el desempeño de las aves.

Resultados

La deficiencia dietética en Met+Cys empeora significativamente el desempeño. El peso final y la ganancia de peso acumulada de las aves que recibieron dietas con Met+Cys reducida fueron alrededor de un 30% inferiores. La deficiencia de Met+Cys disminuyó el consumo de alimento en un 17% y la proporción relativa de filete de pechuga en un 35%. El peso relativo del muslo y la grasa abdominal no se vieron afectados por la deficiencia de Met+Cys.

Al comparar la suplementación de MHA-FA, PROXYMet™ y DL-Metionina, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos dietéticos. Sin embargo, los resultados de las dietas suplementadas con DL-metionina

tendieron a ser mejores. A pesar de que el peso corporal en el tratamiento con DL-Met haya sido sólo numéricamente mayor que el con MHA-FA, la diferencia de +112 g podría explicar esta tendencia. Sin embargo, habría que seguir investigando este aspecto.

El peso corporal y la ganancia de peso de T1 fueron significativamente inferiores a los resultados de los otros tres tratamientos y no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3 y T4. Esto ocurrió en todas las fases y durante todo el periodo.

Debido a la mayor ganancia de peso, la CA también fue mejor con las dietas suplementadas con Met, sin diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3 y T4.

Los rendimientos de la canal y del filete de pechuga fueron superiores con las dietas suplementadas con Met. La producción de contramuslos sólo se vio ligeramente influida por los tratamientos y no hubo diferencias en la producción de grasa abdominal.

Todas las dietas suplementadas con Met dieron lugar a una mayor FEE, pero sin diferencias significativas. Sin embargo, la carencia de Met redujo el factor de eficiencia en torno al 200.

La suplementación de una dieta control deficiente en metionina con 100 partes de ácido libre hidroxianálogo de la metionina (MHA-FA), PROXYMet™ o 65 partes de DL-Metionina aumentó significativamente el consumo de alimento y la ganancia de peso y mejoró la conversión alimenticia de los pollos de engorde de 0 a 41 días de edad. La sustitución de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-metionina resultó en un rendimiento zootécnico y una calidad de la canal similares.

CONCLUSIÓN

Este estudio confirmó una vez más la importancia de la suplementación con metionina en dietas deficientes en Met+Cys para pollos de engorde comerciales.

La utilización de estos productos, con su correcto valor nutritivo, es un criterio decisivo desde el punto de vista nutricional y financiero.

650 g de DL-Metionina o 1 kg de PROXYMet™, pueden sustituir a 1 kg de MHA-FA, proporcionando el mismo desempeño de las aves.

COMENTARIOS

“Para mí, el resultado más sorprendente de este estudio fue la sensibilidad de las aves a la suplementación con MET y el grado de limitación del crecimiento cuando no se suministraba Met adicional, y que 65 partes de DL-metionina pueden sustituir a 100 partes de MHA-FA sin que haya diferencia en el rendimiento de las aves.”



Prof. Dr. Károly Dublec,
Profesor de la Universidad
Húngara de Agricultura y
Biociencias





Medio Oriente y África

12 Turquía: 792 pollitos de un día Ross 308 machos

13 Jordania: 2.500 pollitos de un día Ross 308

14 Irán: 1.300 pollitos de un día Arbor Acres Plus machos

15 Irán: 6.000 pollitos de un día Ross 308

La eficacia del hidroxianálogo de la metionina (MHA-FA) en comparación con la DL-metionina (DLM) en el rendimiento, características de la canal y expresión de GHR e IGF-I en pollos de engorde

Departamento de Zootecnia, Facultad de Agricultura, Universidad de Ankara, Ankara, Turquía

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

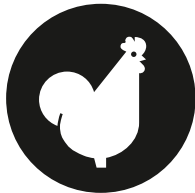
17

18

19



Lugar:
Centro de Investigación,
Universidad de Ankara,
Ankara, Turquía

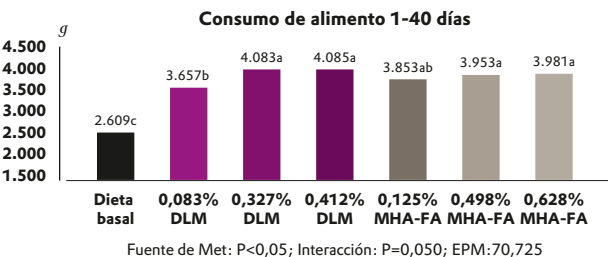


Líderes del equipo:
Prof. Dr. N. Ceylan,
Dr. M. Müller, MSc. O. Kiyak

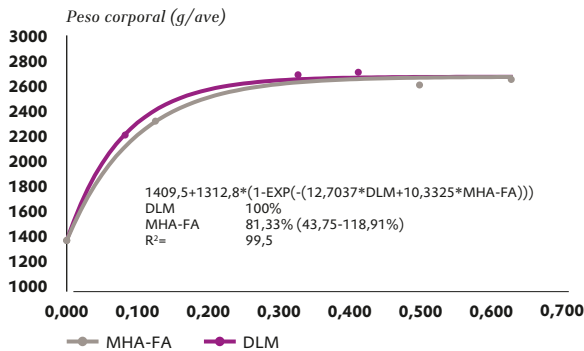
TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	792 pollitos de un día Ross 308 machos
Dietas	A base de maíz y harina de soja
Diseño	Dos fuentes de metionina DL-metionina (DLM) e hidroxianálogo de la metionina líquido (MHA-FA) y tres niveles de suplementación (25%, 100% y 125%; niveles de adición relativos a la cantidad de Met adicional necesaria para satisfacer los requerimientos de SID Met+Cys) con una dieta basal común en un diseño en bloques completamente aleatorizados.
Alimentación	1) Control Negativo (Dieta comercial común, a base de maíz y soja sin metionina) 2) 0,083% DLM (25% de la suplementación necesaria de metionina) 3) 0,327% DLM (100% de la suplementación necesaria de metionina) 4) 0,412% DLM (125% de la suplementación necesaria de metionina) 5) 0,125% MHA-FA (25% de la suplementación necesaria de metionina) 6) 0,498% MHA-FA (100% de la suplementación necesaria de metionina) 7) 0,628% MHA-FA (125% de la suplementación necesaria de metionina)
Parámetros	Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal y de cortes y expresión génica en el hígado
Duración	1 a 40 días de edad
Lugar	Departamento de Zootecnia, Facultad de Agricultura, Universidad de Ankara, Ankara, Turquía

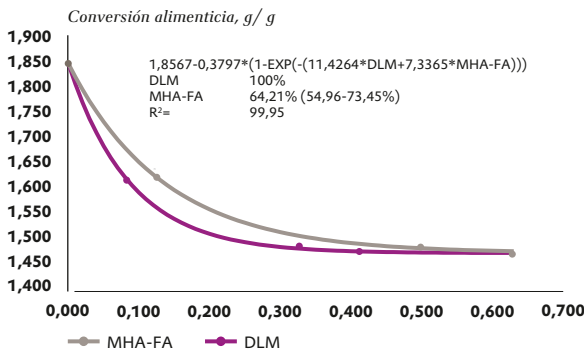
GRÁFICO 1: Consumo de alimento 1-40 días de edad



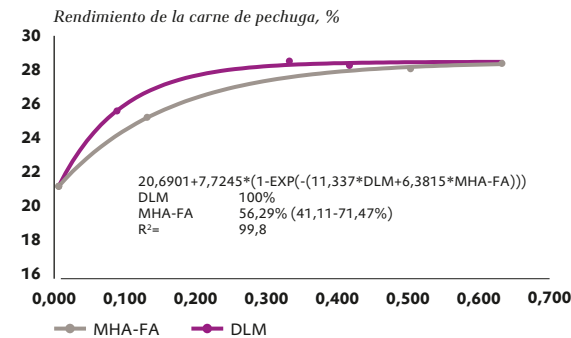
GRÁFICOS 3 a 5: Biodisponibilidad relativa de MHA-FA en comparación con DL-Met en función del peso final, la conversión alimenticia y el rendimiento de carne de pechuga a los 40 días



Biodisponibilidad relativa de MHA-FA en comparación con DL-Met en función del peso final como criterio de respuesta de pollos de engorde a los 40 días. Los valores entre paréntesis indican intervalos de confianza del 95%.



Biodisponibilidad relativa de MHA-FA en comparación a DL-Met en función de la CA como criterio de respuesta de pollos de engorde de 0-40 días. Los valores entre paréntesis indican intervalos de confianza del 95%.



Biodisponibilidad relativa de MHA-FA comparada con DL-Met basada en el rendimiento de carne de pechuga como criterio de respuesta de pollos de engorde. Los valores entre paréntesis indican intervalos de confianza del 95%.



Diseño

Se pesaron las aves de un día y se asignaron aleatoriamente a 7 tratamientos con 7 repeticiones (excepto la dieta basal común, con 6 repeticiones) en una disposición factorial $2 \times 3 + 1$, dos fuentes de Met (DL-Met y OH-Met) y tres niveles de suplementación (25%, 100% y 125%; niveles de adición relativos a la cantidad de Met adicional necesaria para satisfacer los requerimientos de Met+Cys SID) y una dieta basal común en un diseño de bloques completamente aleatorizados.

Objetivo

Investigar la bioeficacia de los ácidos libres de DL-metionina y del hidroxianálogo de la metionina en dietas para pollos de engorde a base de maíz y harina de soya, teniendo en cuenta el desempeño zootécnico y el rendimiento de la canal.

Resultados

En el Gráfico 1 se muestran los efectos de los niveles y fuentes de Met suplementaria sobre consumo de alimento. Hubo una interacción entre el nivel y la fuente de Met suplementaria sobre el consumo de alimento en la fase de terminación y el período total ($P < 0,05$).

En el periodo inicial y de crecimiento, el aumento de la suplementación con Met incrementó gradualmente el consumo de alimento ($P < 0,05$) y no se observó ningún efecto significativo de la fuente de Met ($P > 0,05$).

La adición de Met a la dieta basal mejoró el consumo de alimento, el peso corporal y la conversión alimenticia en todas las fases del ciclo ($P < 0,05$).

La biodisponibilidad relativa (BDR) de el MHA-FA en comparación con la DL-Met fue del 79,8% para PC (Gráfico 3), del 62,8% para CA (Gráfico 4) y del 55,3% para el rendimiento de carne de pechuga (Gráfico 5), en base al producto.

Los valores de BDR de MHA-FA para CA y rendimiento de carne de pechuga fueron significativamente inferiores a los de DL-Met ($P < 0,05$), mientras que la diferencia en CP no fue significativa ($P > 0,05$).

La conversión alimenticia fue similar entre el MHA-FA y la DL-Met en la dieta estándar, pero mejor para el MHA-FA cuando se utilizó en la dieta con el nivel más alto de Met (150% del estándar) y mejor para la DL-Met cuando se utilizó en la dieta con el nivel más bajo de Met (50% del estándar).

En el gráfico 2 se muestran las expresiones relativas de ARNm de GHR e IGF-I en el hígado. Hubo una interacción significativa entre el nivel y la fuente de Met suplementaria para la expresión de GHR ($P < 0,05$), pero ninguno de los factores estudiados tuvo efecto sobre la expresión de IGF-I ($P > 0,05$).

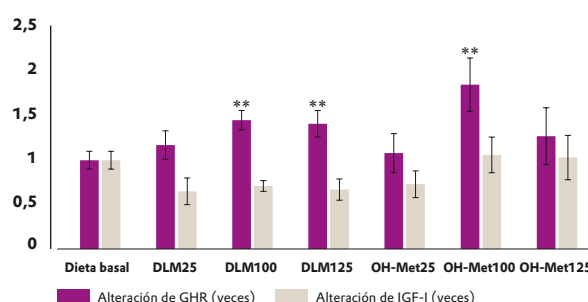


GRÁFICO 2. Expresión relativa (veces) del ARNm de GHR e IGF-I hepáticos. Alteraciones en la expresión génica de GHR e IGF-I hepática se normalizaron para genes de referencia de β -actina y expresadas en relación con el grupo de dieta basal como a diferencia media en veces ($2^{-\Delta\Delta CT}$). Los valores son las medias de 7 repeticiones biológicas y 3 repeticiones técnicas. ** $P < 0,01$ Las medias difirieron del grupo de dieta basal.

CONCLUSIÓN

En este estudio, la suplementación con Met a una dieta a base de maíz y harina de soya mejoró el rendimiento y la producción de canales y cortes, sin diferencias significativas en las características de la carne de pechuga. La DL-Met y el MHA-FA mejoraron de forma similar el rendimiento de la canal y los cortes, así como las características de la carne de pechuga cuando el MHA-FA se añadió a un nivel 1,5 veces superior debido a una presunta bioeficacia del 65% en comparación con la DL-Met, en producto. En general, los resultados de este estudio demuestran que una cantidad aproximadamente 1,5 veces superior de MHA-FA puede sustituir a la DL-Met en dietas para pollos de engorde a base de maíz y harina de soya sin comprometer el rendimiento de la canal y de los cortes ni las características de la carne de pechuga.

COMENTARIOS

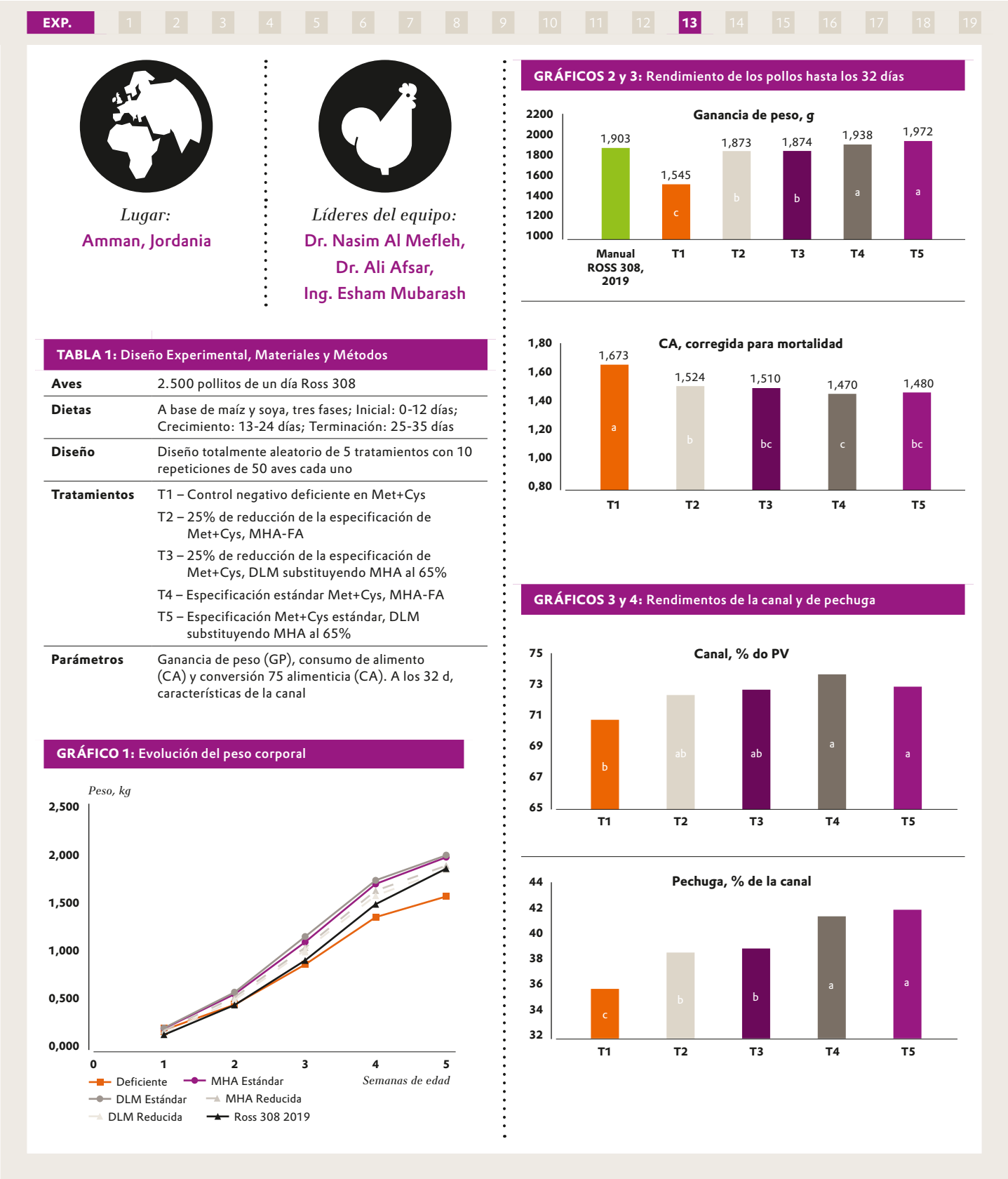
"Aunque no hubo diferencias en el rendimiento y en la calidad de la canal de los pollos de engorde entre las fuentes de Met, la bioeficacia del MHA-FA líquido fue del 79,80% (PC), 62,80% (CA) y 55,30% (rendimiento de carne de pechuga) en relación con la DL-Met pura en base tal cual."



Prof. Dr. Necmettin Ceylan,
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Agricultura,
Universidad de Ancara, Ancara,
Turquía

Se confirma la bioeficacia del MHA-FA en comparación con la DL metionina al 65%; Ensayo en Jordania

Ensayo realizado por Evonik en el Centro Experimental Al-Estesharia, Jordania





Diseño

El experimento fue diseñado por Evonik (Tabla 1) y llevado a cabo en el Centro de Investigación Avícola y de Alimentos Al-Estesharia, Ammán, Jordania.

Objetivo

El objetivo de este estudio era demostrar que 1 kg de MHA-FA en el alimento para pollos de engorde podía sustituirse por sólo 650 g de DL-metionina, sin ningún impacto adverso en el rendimiento de las aves, y que ambas dietas suplementadas producirían un mejor rendimiento de las aves que una dieta deficiente.

Resultados

Las dietas deficientes en Met+Cys comprometen el desempeño zootécnico de los pollos de engorde y el rendimiento de la canal.

La reducción de la especificación de aminoácidos en un 25% tuvo un impacto menor sobre la ganancia de peso y la conversión alimenticia, pero redujo significativamente el rendimiento de carne de pechuga. Incluso con estos niveles reducidos de aminoácidos, la sustitución de 100 partes de MHA-Ca por 65 partes de DLM proporcionó un rendimiento equivalente.

La sustitución de 65 partes de DLM por MHA dio lugar a un desempeño zootécnico y un rendimiento en canal similares en todos los tratamientos, lo que confirma los resultados de estudios anteriores de Rostagno & Barbosa (1995), Hoehler et al. (2005), Sangali (2012), Bertechini et al. (2016) y Sakomura et al. (2016).

El cálculo económico mostró una reducción de alrededor del 0,5% en el costo del alimento por ave, equivalente a aproximadamente US\$ 7.000 por cada millón de aves procesadas (en el lugar y el momento del ensayo).

CONCLUSIÓN

Un kg de productos de MHA puede sustituirse por 650 g de DLM para obtener el mismo rendimiento con niveles de aminoácidos SID estándar y reducido.

Este enfoque aumenta la rentabilidad global al reducir los costos del alimento y mantener los ingresos obtenidos del lote procesado.

En la situación descrita, esto equivale a US\$ 7.000 por cada millón de aves procesadas.

COMENTARIOS

"Este ensayo confirmo nuestra convicción acerca de la superioridad de MetAMINO® sobre otras fuentes de metionina."



Ing. Ehsan Musharbash,
CEO del Centro Al-Estesharia

Efectos de la fuente y de los niveles de metionina en la dieta sobre la salud intestinal y marcadores oxidativos de pollos de engorde

Estudio realizado en el Instituto de Investigación en Zootecnia de Irán (ASRI), Irán

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

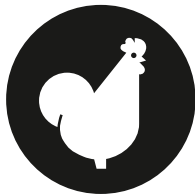
17

18

19



Lugar:
Karaj, Irán



Líderes del equipo:
Dr. Naser Mousavi (ASRI)
Ali Afsar

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	1.300 pollitos de un día Arbor Acres Plus machos (49,6 ± 0,63)
Alimentación	Dietas a base de maíz y soya, tres fases; inicial: 0-10 d; crecimiento: 11-24 d; terminación: 25-42 d
Diseño	Totalmente aleatorizado, 9 tratamientos con 6 repeticiones de 25 aves cada uno 4 (tratamientos 5 y 8 con 5 repeticiones)
Tratamientos	T1 – Control negativo deficiente en Met+Cys (media 34,5% por debajo de la recomendación) T2-T3-T4-T5 suplementados con 0,04, 0,08, 0,16 y 0,24% de DL-Met, respectivamente T6-T7-T8-T9 suplementados con 0,04, 0,08, 0,16 y 0,24% de MHA-FA líquido, respectivamente
Parámetros	pH del proventrículo, molleja, duodeno, yeyuno e íleon, tres aves/box Análisis microbiano – contenido cecal de tres aves/corral (agrupado) Concentraciones hepáticas (de las aves/caja) de GPX, SOD, GSH y GSSH, glutatión total Para evaluar el efecto conservante de alimentos de las fuentes de Met (crecimiento de hongos y recuento de bacterias totales en el alimento) 1 muestra/corral, almacenada en temperatura ambiente por 6 semanas y enviada al laboratorio para análisis
Duración	1-42 días de edad
Lugar	Instituto de Investigación en Zootecnia de Irán (ASRI), Irán

GRÁFICO 1: Efecto de diferentes fuentes de Met en el pH de diferentes segmentos del TGI Día 42

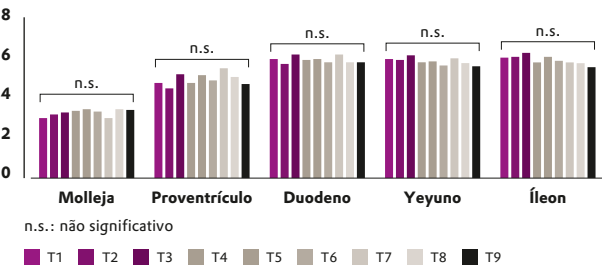


GRÁFICO 2: Efecto de diferentes fuentes de Met en el recuento bacteriano cecal (log10 UFC/g) de pollos de engorde a los 42 días

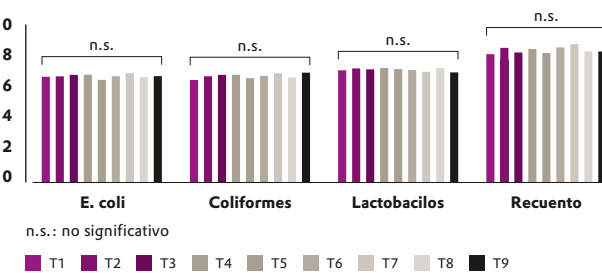


GRÁFICO 3: Efecto de diferentes fuentes de Met en biomarcadores oxidativos/hígado d 42

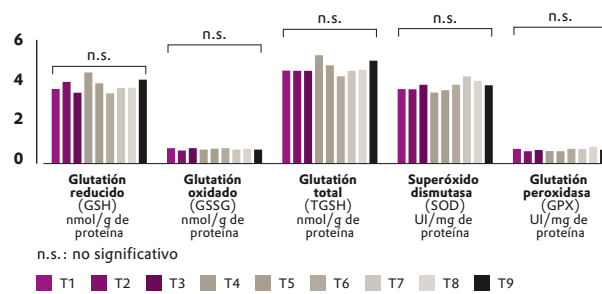
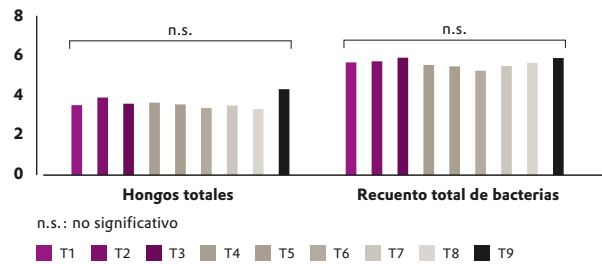


GRÁFICO 4: Efecto de diferentes fuentes de Met en el recuento total de bacterias y hongos en el alimento (log10 UFC/g)





Diseño

Se investigó la eficacia funcional de fuentes de metionina como ácido orgánico y sus propiedades antioxidantes en pollos machos Arbor Acres.

Las aves fueron alimentadas con una dieta a base de maíz y harina de soja en tres fases, de 0 a 42 días de edad.

El estudio incluyó nueve tratamientos, consistentes en un control negativo y cuatro niveles crecientes de MHA-FA líquido o suplementación con DL-metionina (Tabla 1).

Se analizaron el pH en el TGI y las concentraciones de diversas moléculas indicativas del estado oxidativo (Tabla 1) en el hígado, así como el crecimiento fúngico y el recuento bacteriano en los alimentos experimentales.

Objetivo

Se dispone de poca información sobre el efecto de las fuentes de metionina en la salud intestinal y el estado antioxidante. El presente ensayo se llevó a cabo para abordar dos áreas de interés:

Obtener más información sobre los efectos que el MHA-FA y la DL-Met pueden tener sobre la salud intestinal y el estado antioxidante de los pollos de engorde.

Investigar las propiedades de los ácidos orgánicos en la MHA-FA y verificar las posibles vías de acción de los ácidos orgánicos en los alimentos para animales, como 1) protección frente al deterioro microbiano durante el almacenamiento, 2) generación de un ambiente desfavorable para los patógenos intestinales y 3) reducción del pH intestinal, con el consiguiente aumento de la actividad enzimática para ayudar a la digestión.

Resultados

No se encontraron diferencias significativas entre las fuentes y los niveles de metionina en relación con el estado oxidativo, la población microbiana cecal, el pH de los segmentos del TGI y los recuentos bacterianos y fúngicos en el alimento.

CONCLUSIÓN

Nuestros datos indican que el sistema de defensa antioxidante de las aves sanas no se beneficia cuando se suplementa MHA-FA en lugar de DLM.

Además, no hay mejoras significativas en los recuentos de bacterias y pH intestinales ni en los recuentos totales de bacterias y hongos en el alimento cuando se suplementa MHA-FA en lugar de DL-Met.

COMENTARIOS

“Llevamos a cabo una serie de ensayos en la universidad y en granjas de Irán. Los resultados de todas las investigaciones confirmaron una BDR del 65% del MHA-FA líquido en comparación con la DL-Met (datos no mostrados). Nuestros datos no confirman ninguna de las propiedades de ácido orgánico que se atribuyen al MHA-FA líquido.”



Ali Afsar,
Gerente Técnico de Cuentas,
Evonik Irán AG

La comparación de DL Metionina y MHA-FA en una granja comercial confirma el 65% de bioeficacia

Ensayo realizado en la Granja Saba Morgh Noavaran, 2022

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

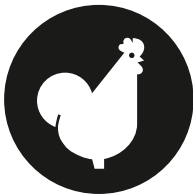
17

18

19



Lugar:
Zanjan, Irán



Líderes del equipo:
Dr. Alireza Rostamkhani
Ali Afsar

TABLA 1: Diseño Experimental, Materials y Métodos

Aves	6.000 pollitos de un día Ross 308
Dietas	A base de maíz y harina de soya Inicial (0-10 triturada), Crecimiento (11-24, pellet 3 mm) y Terminación (25-sacrificio, pellets 4 mm)
Diseño	Granja única, dividida longitudinalmente, sistemas separados de comederos y bebederos
Tratamientos	Dietas estándar basadas en la práctica común del cliente; Dieta 1: MHA-FA líquido Dieta 2 MHA-FA líquido substituido por DL-Met usando 65% BDR
Parámetros	Consumo de alimento, ganancia de peso, peso corporal, fecha y peso de la mortalidad, ganancia media diaria (GMD g/a/d), consumo medio diario de alimento (CMDR g/a/d), conversión alimenticia (CA) y factor de eficiencia europeo
Duración	49 días
Lugar	Zanjan, Irán

GRÁFICO 2: Ahorro con DL-Metionina vs. MHA-FA

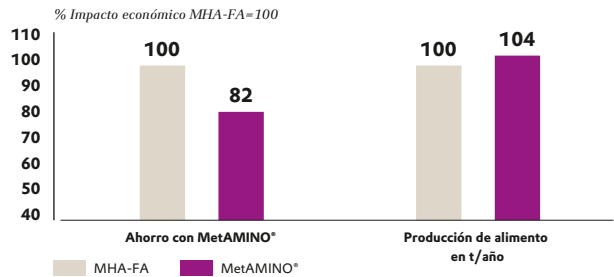


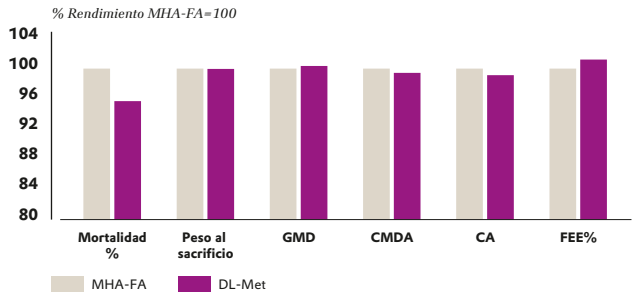
IMAGEN 1: Nave dividida en dos partes iguales (MHA-FA izquierdo - DL-Met derecho, día 36)



IMAGEN 2: Alimento distribuido a cada parte por tolvas diferentes



GRÁFICO 1: Rendimiento comparado con el MHA-FA



Factor de eficiencia europeo, FEE = (viabilidad (%) x peso vivo (kg)) / (edad (días) x CA) x 100



Diseño

El experimento se llevó a cabo en un aviario de ambiente controlado dividido en dos partes iguales, con un total de 6.000 (3.000 en cada una) pollitos Ross 308 de un día de edad (40 g).

Se utilizaron dietas similares a base de maíz y soya suplementadas con MHA-FA líquido o DL-Met. La suplementación con DL-Met se definió como el 65% de la suplementación con MHA-FA líquido en todas las fases: Inicio (MHA-FA 0,368%; DL-Met 0,239%), Crecimiento (MHA-FA 0,313; DL-Met 0,203%) y Terminación o acabado (MHA-FA 0,237; DL-Met 0,154%).

Los alimentos se distribuyeron a cada parte del aviario a través de sistemas separados.

El consumo de alimento se midió al final de cada fase (suministro – restos).

Se registraron diariamente la fecha y el peso de las mortalidades.

El peso corporal y la ganancia de peso se registraron al final de cada fase y después de la recogida del lote al final del ensayo (día 49).

Al final del ensayo se calcularon la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio de alimento (CMDA), la conversión alimenticia (CA) y el factor europeo de eficiencia.

Objetivos

El principal objetivo del experimento era validar que, a niveles de granjas comerciales, cada kg de MHA-FA líquido podía sustituirse por 0,65 kg de DL-Met y obtener el mismo rendimiento.

Resultados

La sustitución de 100 partes de MHA-FA líquido por 65 partes de DL-Met en el alimento para pollos dio como resultado el mismo rendimiento.

Se observaron algunas mejoras numéricas en CA y FEE.

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente ensayo confirmaron estudios anteriores según los cuales 1 kg de MHA-FA puede sustituirse por 650 g de MetAMINO® para alcanzar el mismo nivel de rendimiento.

Se pueden esperar mejoras económicas significativas y ahorros en los costos de los alimentos para animales al cambiar la fuente de metionina y aumentar la capacidad de producción de la planta de alimentos para animales.

COMENTARIOS

“Los resultados de este experimento indican que podemos sustituir 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-Met y obtener el mismo rendimiento.”



Dr. Alireza Rostamkhani,
Gerente de I&D
Saba Morgh Noavaran





Asia-Pacífico

- 16** China: PROXYMet™; 838.000 patos Cherry Valley
- 17** China: PROXYMet™; 212.000 pollos de engorde Ross 308
- 18** China: PROXYMet™; 379.300 patos de Cherry Valley
- 19** China: PROXYMet™; 120.000 ponedoras semipesadas Hy-line

Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre el rendimiento de patos de engorde

Prueba comercial realizada por el cliente en la provincia de Henan, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

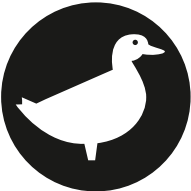
17

18

19



Lugar:
Henan, China



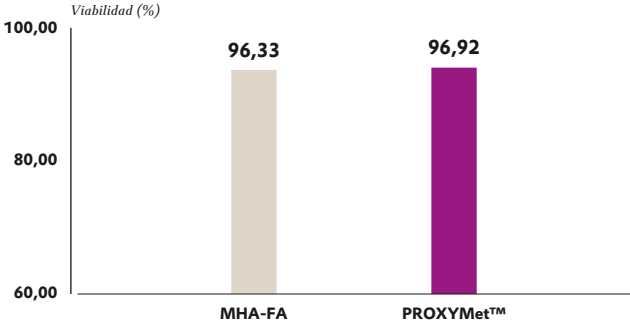
Líderes del equipo:
Mr. Daniel Gao
Dr. Brian Wang

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	838.000 patos Cherry Valley
Dietas	Alimento inicial comercial para patos (1-14d) y crecimiento (15-39d)
Diseño	Se utilizaron 83 naves, divididas en dos tratamientos: Tratamiento MHA-FA: Alimento con inclusión de MHA-FA (2,5kg/t en inicial, 2,2kg/t en crecimiento); Tratamiento PROXYMet™: Alimento con inclusión de PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza) en los mismos niveles
Alimentación	49 naves recibieron alimento con MHA-FA y 34 naves recibieron alimento con PROXYMet™
Parámetros	Viabilidad, peso final, conversión
Duración	38-39 días
Lugar	Granjas comerciales en Henan

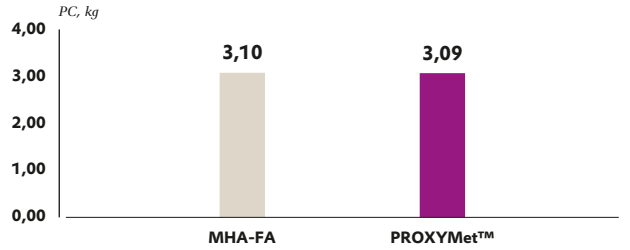


GRÁFICO 1: Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre la viabilidad de los patos



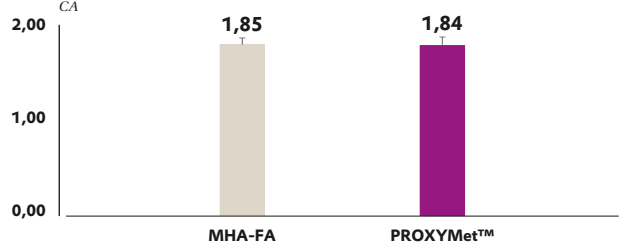
Treatment	Viabilidad (%)
MHA-FA	96,33
PROXYMet™	96,92

GRÁFICO 2: Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre el peso corporal de los patos



Treatment	PC, kg
MHA-FA	3,10
PROXYMet™	3,09

GRÁFICO 3: Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre la conversión alimenticia en patos



Treatment	CA
MHA-FA	1,85
PROXYMet™	1,84



Diseño

En total, en este ensayo comercial se evaluaron 83 naves de patos Cherry Valley (un total de 838.000 patos). Los patos del grupo de control (tratamiento con MHA-FA) fueron alimentado con inclusión de MHA-FA (tratamiento con MHA-FA) y aquellos en el grupo de tratamiento (tratamiento con PROXYMet™) fueron alimentados con inclusión de PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65 % con piedra caliza). Los niveles de inclusión de MHA-FA y PROXYMet™ en las dietas fueron idénticos (2,5 kg/t en la dieta inicial, 2,2 kg/t en la dieta de crecimiento).

La dieta MHA-FA se suministró a 49 naves y la dieta PROXYMet™ a 34 naves. Los niveles nutricionales de la dieta basal fueron idénticos. La única diferencia fue la fuente de metionina (MHA-FA o PROXYMet™). Se aplicó un programa de alimentación en dos fases: inicial (1-14d) y crecimiento (15-39d).

Objetivo

El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de sustituir MHA-FA con el mismo nivel de PROXYMet™ (65% DL-Metionina) sobre el rendimiento de los patos en condiciones comerciales.

Resultados

- Los patos de los tratamientos MHA-FA y PROXYMet™ tuvieron una viabilidad similar (96,33% vs. 96,92%).
- Los patos de los tratamientos MHA-FA o PROXYMet™ tuvieron pesos finales similares (3,10 vs. 3,09 kg).
- Los patos de los tratamientos MHA-FA o PROXYMet™ tuvieron CA similar (1,85 vs. 1,84).
- No se observaron diferencias en el rendimiento de los patos entre los tratamientos. Sin embargo, la sustitución de MHA-FA con partes iguales de PROXYMet™ en el alimento para patos puede reducir el costo de la suplementación de la fuente de Met en el alimento.

TABLA 2: Ahorro de costos con diferentes fuentes de metionina por tonelada de alimento

	Precio, RMB/kg	Dosis, kg/t	Costo de Met, RMB/t	Reducción de costos
MHA-FA	13,6	2,35	32,0	
PROXYMet™	11,05	2,35	26,0	6,0 RMB/t de alimento

CONCLUSIÓN

PROXYMet™ (65 % de DL-metionina) puede sustituir cantidades iguales de MHA-FA en el alimento sin causar diferencias en los parámetros de rendimiento, según este ensayo comercial a gran escala.

Este ensayo comercial confirmó que el valor nutricional del MHA-FA es del 65% en relación con la DLM.

COMENTARIOS

“PROXYMet™ (65% DL-metionina) puede sustituir partes iguales de MHA-FA, lo que significa que el valor nutricional del MHA-FA es del 65% en relación con la DLM y ahorra costos cuando se usa DLM en lugar de MHA-FA.”



Daniel Gao,
Gerente de Ventas
de Evonik China

Un ensayo de desempeño en una granja comercial confirmó que 65 partes de DL-metionina pueden sustituir 100 partes de MHA-FA en dietas para pollos de engorde

Ensayo realizado en la provincia de Shandong, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

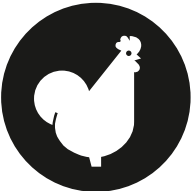
17

18

19



Lugar:
Shandong, China



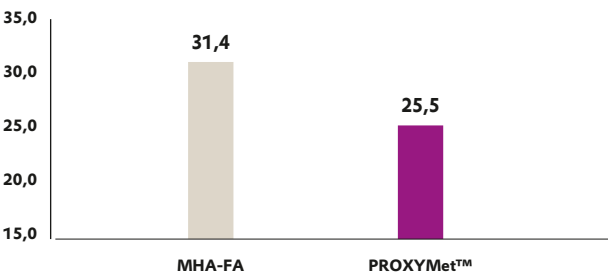
Líderes del equipo:
Dr. Mandy Yan, Joe Wang

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	212.000 pollos ROSS 308
Dietas	Dietas comerciales a base de trigo, arroz y harina de soya suministradas en 4 fases (1-10, 11-20, 21-30, 31-40 d)
Diseño	Grupo de Control, MHA-FA, con 4 repeticiones; Grupo experimental, PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza), con 4 repeticiones
Alimentación	Los pollos fueron alimentados en un sistema de jaulas bajo las condiciones comerciales del cliente.
Parámetros	Peso final (kg), consumo de alimento (kg), conversión alimenticia, viabilidad (%), FEE
Duración	40 días
Lugar	Shandong

GRÁFICO 1: Ahorros con DL-Metionina vs. MHA-FA

Costo de la fuente de metionina/t de alimento



Fuente de metionina	Costo (RMB/t)
MHA-FA	31,4
PROXYMet™	25,5

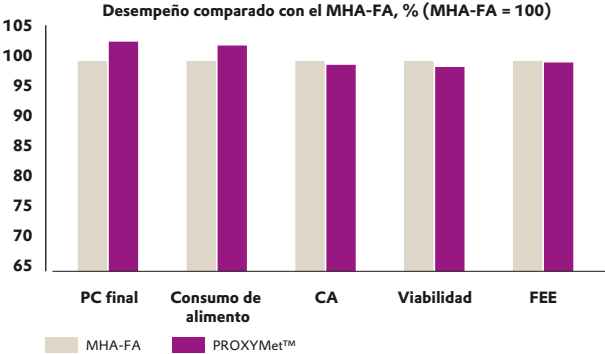
Precio del MHA-FA en RMB 13,60/kg vs.
a RMB 17,00/kg x 65% = RMB 11,05/kg PROXYMet™

Precio del MHA-FA a RMB 13,60/kg vs. DLM a RMB 17,00/kg x 65% =
RMB 11,05/kg PROXYMet™



GRÁFICO 2: Desempeño en comparación con el MHA-FA

Desempeño comparado con el MHA-FA, % (MHA-FA = 100)



Métrica	MHA-FA (%)	PROXYMet™ (%)
PC final	100	102
Consumo de alimento	100	102
CA	100	98
Viabilidad	100	98
FEE	100	98

■ MHA-FA ■ PROXYMet™

52



Diseño

En total, se criaron 212.000 pollos ROSS 308 en una granja en 8 naves. Los pollos de 4 naves recibieron dietas con MHA-FA como grupo de control, y los de las otras 4 naves recibieron dietas con PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza), como grupo de prueba. El número de pollos en cada nave varió entre 28.000 y 25.000, dependiendo del tamaño de la nave. Todos los pollos de engorde se criaron en base a prácticas de manejo estándar del cliente en condiciones comerciales.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de sustituir 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-metionina sobre el desempeño de los pollos de engorde en las condiciones comerciales del cliente.

Resultados

No hubo diferencias en el peso final, consumo de alimento, conversión alimenticia, viabilidad y FEE (factor de eficacia europeo) entre las aves que recibieron PROXYMet™ o MHA-FA (Gráfico 2).

Se pueden ahorrar alrededor de 6 RMB/t de alimento para pollos cuando se utiliza PROXYMet™ en lugar de MHA-FA (Gráfico 1 y Tabla 2).

TABLA 2: Ahorro de costos con diferentes fuentes de metionina por tonelada de alimento

	Precio, RMB/kg	Dosis, kg/t	Costo de Met, RMB/t	Reducción de costos
MHA-FA	13,6	2,31	31,4	
PROXYMet™	11,05	2,31	25,5	5,9 RMB/t de alimento

CONCLUSIÓN

1 kg de MHA-FA se puede sustituir directamente por el mismo peso del producto PROXYMet™ sin comprometer el desempeño de los pollos de engorde ROSS 308.

Los resultados del ensayo a gran escala indican que un cliente puede usar 650 g de MetAMINO® para sustituir 1 kg de MHA-FA en alimentos para pollos de engorde para lograr ahorrar costos en condiciones comerciales.

Este ensayo comercial confirma que el valor nutricional del MHA-FA es del 65%, según lo recomendado por Evonik.

COMENTARIOS

“Al cliente lo convencieron los resultados y empezó a utilizar DLM en lugar de MHA-FA.”



Dra. Mandy Yan,
Gerente Técnica,
Evonik China

Comparación entre PROXYMet™ y MHA-FA en patos de engorde

Ensayo realizado en la provincia de Shandong, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Lugar:
Shandong, China

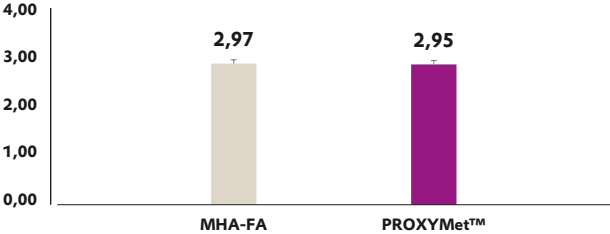


Líderes del equipo:
Dr. Lorin Zhang

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

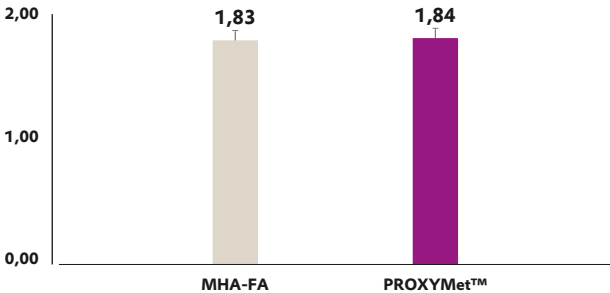
Aves	379.300 patos Cherry Valley
Dietas	Alimentos comerciales a base de maíz y una mezcla de harinas para fases inicial, crecimiento y acabado.
Diseño	Las aves del grupo de control recibieron MHA-FA y las del grupo de tratamiento recibieron PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza)
Alimentación	10 clientes utilizaron alimento formulado con MHA-FA y 13 clientes utilizaron alimento formulado con PROXYMet™. Las dietas eran idénticas, excepto por la fuente de metionina.
Parámetros	Peso final (kg), consumo de alimento (kg), conversión alimenticia, viabilidad (%)
Duración	39 días
Lugar	Shandong

GRÁFICO 1: Peso corporal (kg)



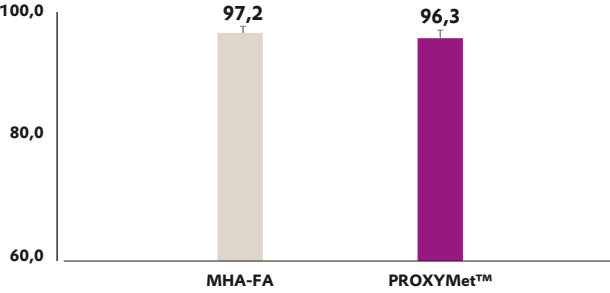
Grupo	Peso corporal (kg)
MHA-FA	2,97
PROXYMet™	2,95

GRÁFICO 2: Conversión alimenticia



Grupo	Conversión alimenticia
MHA-FA	1,83
PROXYMet™	1,84

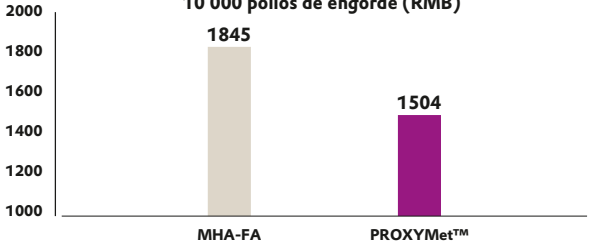
GRÁFICO 3: Viabilidad



Grupo	Viabilidad (%)
MHA-FA	97,2
PROXYMet™	96,3

GRÁFICO 4: Ahorros con DL-Metionina vs. MHA-FA

Costo de la fuente de metionina/
10 000 pollos de engorde (RMB)



Grupo	Costo (RMB)
MHA-FA	1845
PROXYMet™	1504

- Precio del MHA-FA de RMB 13,60/kg vs. DLM de RMB 17,00/kg x 65 % = RMB 11,05/kg PROXYMet™
- Costo = Consumo de alimento x dosis de MHA o PROXYMet™ x Precio x 10.000 patos
- Consumo medio total de alimento por pato en el grupo MHA y en el grupo PROXYMet™, 5,43 vs. 5,45 kg



Diseño

En total, se utilizaron 379.300 patos en este ensayo comercial. Los patos del grupo control recibieron dietas formuladas con MHA-FA y los del grupo tratamiento recibieron dietas formuladas con PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65 % con piedra caliza). El grupo control incluyó a 10 clientes con 168.000 patos y el grupo tratamiento incluyó a 13 clientes con 211.300 patos.

La dosis de MHA-FA y PROXYMet™ fue idéntica en las dietas respectivas.

Objetivo

Validar que PROXYMet™ puede sustituir al MHA-FA en alimentos comerciales para patos de engorde sin comprometer el rendimiento zootécnico.

Proporcionar evidencias a los clientes para que cambien de MHA-FA a DL-metionina.

Resultados

Los patos de los grupos MHA-FA y PROXYMet™ tuvieron pesos finales similares (2,97 vs. 2,95 kg; Gráfico 1).

No hubo diferencias en el consumo de alimento, la conversión alimenticia (Gráfico 2) y la viabilidad (Gráfico 3) entre los dos grupos durante todo el período.

Se puede ahorrar 341 RMB al criar 10.000 patos utilizando PROXYMet™ en lugar de MHA-FA (Gráfico 4 y Tabla 2).

TABLA 2: Ahorro de costos con diferentes fuentes de metionina por 10.000 patos

	Precio, RMB/kg	Dosis, kg/t	Consumo medio de alimento total, kg/pato	Consumo calculado de Met, kg/10.000 patos	Costo de Met, RMB/10.000 patos	Ahorro de costos/10.000 patos
MHA-FA	13,6	2,5	5,43	135,65	1845	
PROXYMet™	11,05	2,5	5,45	136,13	1504	341 RMB

1) Precios: MHA-FA a RMB 13,60/kg vs. DLM a RMB 17,00/kg x 65% = RMB 11,05/kg PROXYMet™

2) Costo = Consumo de alimento x Dosis de MHA o PROXYMet™ x Precio x 10.000 patos,

3) Consumo medio total de alimento por pato en el grupo MHA y en el grupo PROXYMet™: 5,43 vs. 5,45 kg

CONCLUSIÓN

1 kg de MHA-FA se puede sustituir directamente por el mismo peso de PROXYMet™, sin comprometer el desempeño de los patos de engorde.

Los resultados de este ensayo a gran escala indican que las plantas de alimento pueden utilizar 650 g de MetAMINO® para sustituir 1 kg de MHA-FA en el alimento para patos en condiciones comerciales.

Este ensayo comercial confirmó que el valor nutricional del MHA-FA es del 65% en relación con la DL-metionina.

COMENTARIOS

“El cliente quedó muy satisfecho con los resultados de la prueba y cambió de MHA-FA a DLM.”



Dr. Lorin Zhang,
Gerente Sénior de Ventas
de Evonik China

Efecto de PROXYMet™ al mismo nivel que MHA-FA sobre el desempeño de ponedoras

Ensayo realizado por el cliente en la provincia de Jiangsu, 2022

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Lugar:
Jiangsu, China



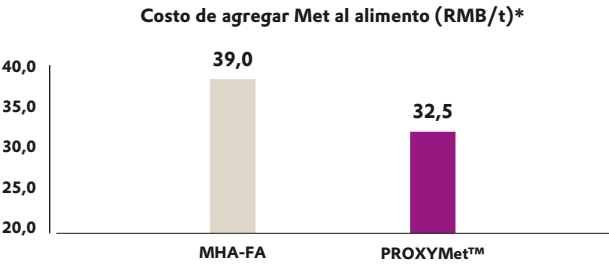
Líderes del equipo:
Sra. Sara Yang
Dr. Brian Wang

TABLA 1: Diseño Experimental, Materiales y Métodos

Aves	120,000 ponedoras semipesadas Hy-Line
Dietas	Alimentos comerciales para ponedoras a base de maíz y harina de soya.
Diseño	Gallinas ponedoras de 60 semanas fueron sometidas a dos tratamientos: MHA-FA: una nave recibió alimento suplementado con MHA-FA (2,5 kg/t); PROXYMet™: la otra nave recibió alimento con PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza) al mismo nivel de MHA-FA
Alimentación	Las ponedoras se alimentaron en un sistema de jaulas apiladas en condiciones de producción comercial.
Parámetros	Tasa de postura, masa de huevos, conversión alimenticia
Duración	60-70 semanas
Lugar	Granja comercial en Jiangsu

GRÁFICO 1: Ahorro de costos con MHA-FA vs. PROXYMet™

Costo de agregar Met al alimento (RMB/t)*

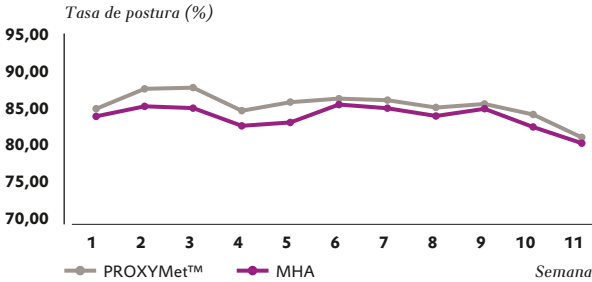


Treatment	Cost (RMB/t)
MHA-FA	39,0
PROXYMet™	32,5

*El precio de la fuente de Met fue el precio medio en 2021.
(DLM 20, MHA-FA 15,6 RMB/kg)

GRÁFICO 2: Efecto de PROXYMet™ al mismo nivel que MxHA-FA sobre la tasa de postura

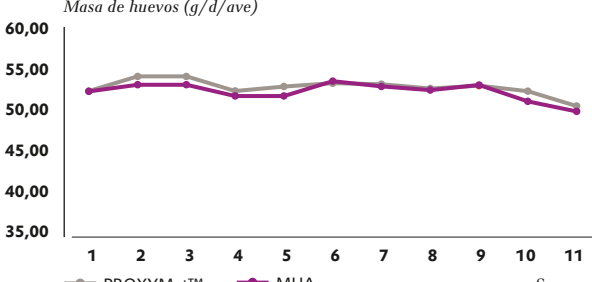
Tasa de postura (%)



Semana	PROXYMet™ (%)	MHA (%)
1	85,0	84,0
2	87,0	85,0
3	87,0	85,0
4	85,0	83,0
5	86,0	83,0
6	87,0	85,0
7	86,0	85,0
8	85,0	84,0
9	86,0	85,0
10	85,0	83,0
11	81,0	80,0

GRÁFICO 3: Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre la masa de huevos de ponedoras

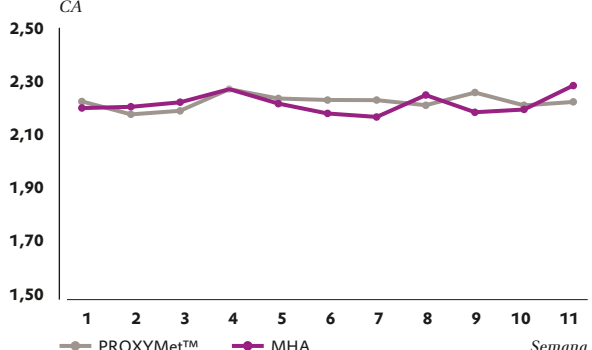
Masa de huevos (g/d/ave)



Semana	PROXYMet™ (g/d/ave)	MHA (g/d/ave)
1	52,0	52,0
2	54,0	53,0
3	54,0	53,0
4	52,0	51,0
5	53,0	51,0
6	54,0	53,0
7	53,0	53,0
8	52,0	52,0
9	53,0	53,0
10	52,0	51,0
11	50,0	50,0

GRÁFICO 4: Efecto de PROXYMet™ y MHA-FA sobre la CA de ponedoras

CA



Semana	PROXYMet™	MHA
1	2,20	2,20
2	2,15	2,20
3	2,18	2,22
4	2,25	2,25
5	2,22	2,20
6	2,22	2,18
7	2,22	2,15
8	2,20	2,22
9	2,25	2,18
10	2,20	2,18
11	2,20	2,28

56



Diseño

En este ensayo comercial se utilizaron dos naves con un total de 120,000 ponedoras semipesadas Hy-Line. Las ponedoras de una nave recibieron una dieta con MHA-FA (2,5 kg/t) y las de la otra nave recibieron un alimento con el mismo nivel de PROXYMet™ (MetAMINO® diluido al 65% con piedra caliza). La dieta basal comercial para ponedoras a base de maíz y harina de soya era idéntica, excepto por la fuente de metionina. Las ponedoras se alojaron en un sistema de jaulas apiladas en condiciones de producción comercial. La duración del ensayo fue de 60 a 70 semanas. Los parámetros de desempeño evaluados fueron: tasa de postura, masa de huevos y conversión alimenticia.

Objetivo

El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de sustituir partes iguales de MHA-FA por PROXYMet™ (65% DL-Metionina) sobre el desempeño de ponedoras en condiciones comerciales.

Resultados

Las ponedoras de 60 a 70 semanas que recibieron alimento con PROXYMet™ no mostraron diferencias en la tasa de postura, la masa de huevos o la conversión alimenticia en comparación con aquellas que recibieron alimento con la misma cantidad de MHA-FA.

Sustituir MHA-FA con partes iguales de PROXYMet™ en el alimento para ponedoras puede ahorrar alrededor de 6,5 RMB/t en el costo de la suplementación con Met (32,5 frente a 39,0 RMB/t).

TABLA 2: Ahorro de costos con diferentes fuentes de metionina por tonelada de alimento

	Precio, RMB/kg	Dosis, kg/t	Costo de Met, RMB/t	Reducción de costos
MHA-FA	15,6	2,5	39,0	
PROXYMet™	13,0	2,5	32,5	6,5 RMB/MT feed

CONCLUSIÓN

La sustitución de MHA-FA por cantidades iguales de PROXYMet™ en el alimento de las ponedoras no afectó a los parámetros de desempeño en este ensayo comercial a gran escala.

Este ensayo comercial confirmó que el valor nutricional del MHA-FA es del 65% en relación con la DLM.

El uso de PROXYMet™ para sustituir la misma cantidad de MHA-FA en el alimento para ponedoras puede reducir el costo de la suplementación con Met.

COMENTARIOS

“El cliente aceptó que el valor nutricional del MHA-FA es del 65% en relación con la DLM según este ensayo. Sustituir partes iguales de MHA-FA por PROXYMet™ (65% DL-metionina) puede reducir los costos del alimento.”



Dr. Brian Wang,
Gerente de Servicios Técnicos
Evonik China

MetAMINO Calculator App

¿Quiere calcular cuánto puede ahorrar con MetAMINO®?

Disponemos de tres calculadoras diferentes que puede utilizar según sus necesidades.



DESCARGAR LA APLICACIÓN

GRATIS AQUÍ:



Página de
MetAMINO®
Calculator,
chino

metamino.com



Menú - Inicio - Configuración

MetAMINO®

Confíe en la ciencia. Confíe en 65.

¿Quiere calcular el ahorro con MetAMINO®?

CALCULAR AHORA



Calculadora de valor MetAMINO®

La **Calculadora de Valor MetAMINO®** se puede utilizar para mejorar el costo-beneficio al comprar



Calculadora de valor nutricional

La **Calculadora de Valor Nutricional** evalúa la relación Met+Cys:Lys según la fuente y el nivel de metionina suplementada en la dieta



Calculadora de valor de una Planta de Alimentos

La **Calculadora de valor de la planta** de alimentos optimiza el rendimiento del lote de alimento calculando el tiempo de mezcla cuando se utiliza MHA-FA líquido o DL-metionina en polvo.

MetAMINO®

Página principal

Calculadoras

Onboarding

Contacto

Sitios Relacionados

Referencias

Legal

Configuración

Configuración

Idioma Español ▾

Divisa Euro ▾

Sistema de unidades Sistema métrico ▾

Sistema de medidas

Sistema métrico

Sistema imperial

Idioma

Chino | Inglés | Francés | Alemán | Portugués | Español

Moneda

Peso argentino, dólar australiano, real brasileño, dólar canadiense, yuan chino, rupia india, yen japonés, peso mexicano, libra esterlina, rublo ruso, rand sudafricano, won surcoreano, franco suizo, lira turca, baht tailandés, dong vietnamita

PORQUE SE TRATA DE

EXPERIENCIA

Sección 2

Videos





Visión General

- 1 "¡BAM! Disponibilidad biológica de metionina y sus análogos"
- 2 "Beneficios más allá del crecimiento: cómo los niveles y fuentes de metionina mejoran la salud de las aves", en cooperación con Feed Strategy (ver sección 1, experimento núm. 5)
- 3 "PROXYMet™: una mezcla de 65% de DL-metionina y 35% carbonato cálcico para sustituir el MHA-FA/Ca uno a uno"
- 4 "Efectos de fuentes suplementarias de metionina y proteína bruta en el rendimiento de pollos de engorde Ross 708 machos", en cooperación con el Departamento de Zootecnia, Universidad Estatal de Pensilvania, University Park, PA 16802, EUA (ver sección 1, experimento núm.5)
- 5 "Las estrategias sostenibles de alimentación con bajo contenido de proteína favorecen una mayor sostenibilidad y disminuyen la contaminación por nitrógeno"
- 6 "Importancia de la metionina como aditivo alimentario y su relevancia económica", en cooperación con WATT POULTRY (ver sección 1, ensayo núm. 8)
- 7 "Evaluación de fuentes de metionina sobre el rendimiento y las características de la canal de pollos de engorde con diferentes niveles de aminoácidos azufrados en la dieta, en condiciones del norte de Europa y Oriente Medio" (ver sección 1, experimentos núms. 9 y 13)
- 8 "La suplementación de DL-metionina al 65% del nivel de MHA-FA promueve un rendimiento similar en pollos de engorde" (ver sección 1, experimento núm. 13)
- 9 "Sea preciso con la 'bioeficacia precisa' en la nutrición porcina"
- 10 "Metionina: un nutriente funcional para una Revolución Azul más verde"
- 11 ¿Qué importancia tiene la homogeneidad de la mezcla y la precisión de la dosificación?
- 12 Cómo Mepron® puede beneficiar a su granja
- 13 Producción rentable de leche con las soluciones de Evonik
- 14 inoSust®
- 15 Pódcast de sostenibilidad

1. "¡BAM!

Disponibilidad biológica de metionina y sus análogos"

En este video, el Dr. Andreas Lemme

- explica por qué es importante considerar la eficacia biológica de la metionina y sus análogos
- explica que los métodos clásicos como los ensayos de digestibilidad, no son suficientes para responder a la cuestión de la disponibilidad biológica de los hidroxianálogos de la metionina.
- explica cómo se determina la biodisponibilidad biológica relativa.
- proporciona información sobre la validación del método de determinación de la biodisponibilidad relativa
- sugiere cómo todos pueden probar y validar la recomendación de Evonik de una biodisponibilidad del 65 % para los hidroxianálogos de la metionina en relación con MetAMINO®.





2. Beneficios más allá del crecimiento: Cómo los niveles y las fuentes de metionina mejoran la salud de las aves

Nuestro Director de Servicios Técnicos para la región de las Américas, @Victor Naranjo, fue entrevistado por Feed Strategy sobre “Los beneficios más allá del crecimiento: cómo los niveles y las fuentes de metionina mejoran la salud de las aves”.

En la entrevista habla de las diferencias entre la DL-Met y el MHA y cuál de los dos tiene mejor función antioxidante. También destaca los otros beneficios de la DL-Met:

- Biodisponibilidad
- Propiedades de manejo
- Mejor emplume
- Desempeño de salud
- Además de algunas de nuestras investigaciones en curso sobre este tema.



SECCIÓN 1. ENSAYO núm. 5

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

3. PROXYMet™: una mezcla de 65 % de DL-metionina y 35 % de carbonato de calcio para sustituir el MHA-FA/Ca uno a uno

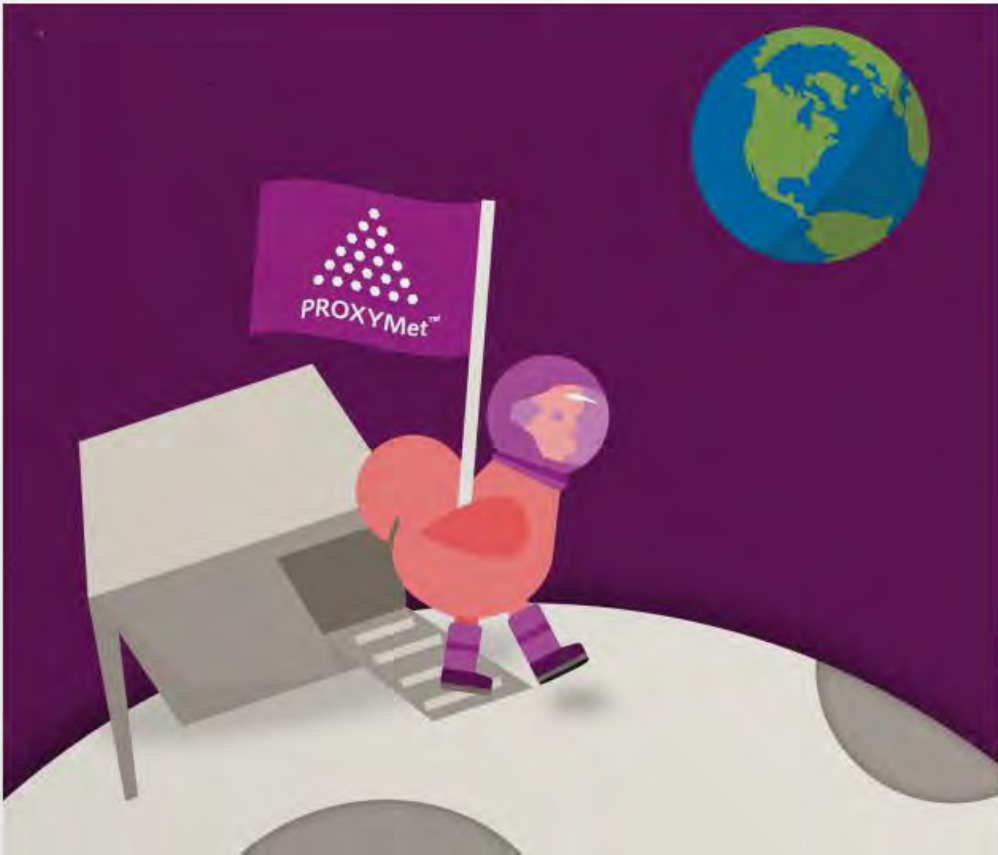
**One small trial.
One giant leap for
your methionine
savings.**

Seeing is believing.

We know that. Which is why we've engineered PROXYMet™, a product designed to confirm the superior nutritional value of MetAMINO® versus methionine hydroxy analog.

In addition to published studies and trials: With PROXYMet™ you can easily verify the facts yourself in your own facility. To set up a free trial contact your local Evonik representative today!

www.proxymet.com





Scan the QR code to watch the PROXYMet video



EVONIK
POWER TO CREATE

Ir
a sitio



SECCIÓN 1, PROXYMET™



4. Efectos de las fuentes suplementarias de metionina y proteína bruta en el rendimiento de pollos de engorde Ross 708 machos



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 5



SECCIÓN 4, ARTÍCULO núm. 8

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

5. “Las estrategias sostenibles de alimentación con bajo contenido de proteína favorecen una mayor sostenibilidad y disminuyen la contaminación por nitrógeno”

La implementación de alimentos con niveles reducidos de proteína y aminoácidos balanceados puede mitigar el impacto negativo de la producción animal en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno, contribuyendo al mantenimiento de los procesos naturales de la Tierra. Según una regla práctica en el sector de alimentos, una reducción del 1% del nivel de proteínas en el alimento, manteniendo el equilibrio del perfil de aminoácidos, reduce un 10% la excreción de nitrógeno y, por lo tanto, su impacto medioambiental negativo. Estas estrategias promueven la producción animal sostenible y garantizan un espacio operativo seguro y estable para las generaciones futuras.



VER SECCIÓN 4, ARTÍCULO núm. 27



6. Importancia de la metionina como aditivo alimentario y su relevancia económica.

Este seminario web trae dos contribuciones sobre la importancia de la metionina como aditivo alimentario. La metionina es un aminoácido esencial y limitante en la mayoría de las dietas prácticas para aves, lo que hace necesario equilibrar el perfil de aminoácidos de la dieta con la suplementación de metionina. Cuando se considera la reducción de proteína y la precisión nutricional en la formulación, su importancia es aún mayor. Por último, la rentabilidad es fundamental cuando los precios de las materias primas para alimentos balanceados son altos. La aplicación correcta de metionina suplementaria puede ayudar a reducir costos y al mismo tiempo garantizar un rendimiento animal ideal.



SECCIÓN 1. ENSAYO núm. 8



SECCIÓN 4. ARTÍCULOS Y RESÚMENES núm. 4



SECCIÓN 4. ARTÍCULOS Y RESÚMENES núm. 6

7. Evaluación de fuentes de metionina sobre el rendimiento y las características de la canal de pollos de engorde con diferentes niveles de aminoácidos azufrados en la dieta en condiciones del norte de Europa y Oriente Medio



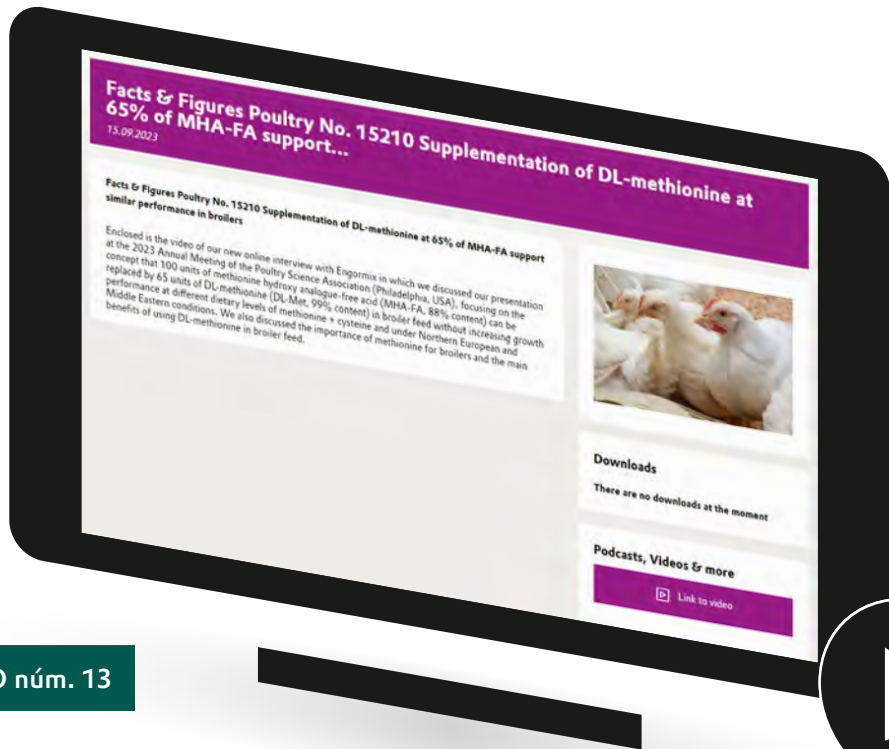
SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 9



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 13



8. La suplementación de DL-Metionina al 65% del nivel de MHA-FA promueve un rendimiento similar en pollos de engorde



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 13



Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

9. Sea preciso con la “bioeficacia precisa” en la nutrición porcina





10. Metionina: un nutriente funcional para una Revolución Azul más verde”



11. ¿Qué importancia tiene la homogeneidad de la mezcla y la precisión de la dosificación?





12. Cómo Mepron® puede beneficiar a su granja



13. Producción rentable de leche con las soluciones de Evonik



14. inoSust®

La oferta de servicios de Evonik que ayuda a los clientes a calcular y reducir la huella ambiental de la producción de alimentos y de proteína de origen animal.



VER SECCIÓN 4, ARTÍCULO núm. 27



15. Pódcast de Sostenibilidad

Escuche ideas y análisis de líderes de opinión sobre la sostenibilidad de la nutrición y la producción animal. La tarea de alimentar a una población mundial cada vez mayor, manteniendo al mismo tiempo un medio ambiente sano, es fundamental porque es una cuestión de vida.

¿CÓMO ALIMENTAR DE FORMA SALUDABLE A UNA POBLACIÓN EN CRECIMIENTO SIN DAÑAR EL PLANETA?

Este es un problema urgente al que deben enfrentarse los sectores de producción y nutrición animal y trataremos de encontrar respuestas en nuestro podcast.

Cada mes, las principales voces y líderes de opinión del sector nos contarán sus ideas innovadoras sobre los retos y soluciones para hacer más sostenible la nutrición y la producción.

Porque la tarea de alimentar de forma sostenible a las generaciones futuras es una cuestión que nos afecta a todos. Es un reto global que necesita soluciones globales. Hagamos esto basándonos en la ciencia.

¿Desea saber más? Entonces, ¡siga con nosotros!



PORQUE SE TRATA DE

HECHOS

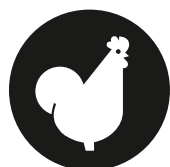
Sección 3

Recomendaciones de aminoácidos





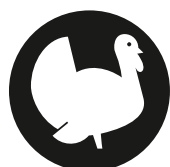
Visión General



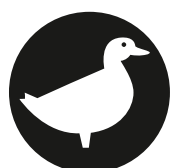
1 Pollos de engorde



2 Ponedoras



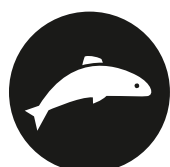
3 Pavos



4 Patos



5 Cerdos



6 Acuicultura

1. Pollos de engorde

Recomendaciones para pollos de engorde

Aminoácidos y más



Pollos machos

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileaes Estandarizados (% de la dieta)

Tyr	Energía metabolizable		Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe + Tyr
	(MJ/kg)	(kcal/kg)											
1 – 12*	12,70	3030	1,27	0,50	0,92	0,80	0,20	1,30	0,86	1,36	1,00	0,42	1,47
13 – 22	12,90	3080	1,09	0,44	0,81	0,70	0,18	1,13	0,75	1,17	0,87	0,36	1,26
23 – 35	13,00	3100	1,00	0,42	0,76	0,65	0,16	1,05	0,71	1,07	0,80	0,33	1,16
36 – 48	13,20	3150	0,95	0,40	0,74	0,63	0,16	1,01	0,68	1,02	0,77	0,31	1,10
> 49	13,40	3200	0,89	0,39	0,70	0,60	0,15	0,96	0,65	0,96	0,73	0,29	1,04

Pollos hembras

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileaes Estandarizados (% de la dieta)

Tyr	E. Metabolizable		Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe + Tyr
	(MJ/kg)	(kcal/kg)											
1 – 12*	12,70	3030	1,25	0,50	0,91	0,79	0,20	1,28	0,85	1,34	0,99	0,41	1,45
13 – 22	12,90	3080	1,04	0,42	0,77	0,67	0,17	1,08	0,72	1,11	0,83	0,34	1,21
23 – 35	13,00	3100	0,93	0,39	0,70	0,61	0,15	0,98	0,66	1,00	0,75	0,31	1,08
36 – 48	13,20	3150	0,83	0,35	0,64	0,55	0,14	0,88	0,59	0,88	0,67	0,27	0,96
> 49	13,40	3200	0,73	0,31	0,57	0,49	0,12	0,78	0,53	0,78	0,59	0,24	0,84

* Equivale a un consumo de alimento de aproximadamente 350-400 g/ave.

La información y todas las recomendaciones, técnicas o de otro tipo, se basan en el conocimiento y la experiencia actuales de Evonik. Sin embargo, Evonik no asume ninguna responsabilidad por dicha información o recomendaciones, incluso en la medida en que dicha información o recomendaciones puedan estar relacionadas con derechos de propiedad intelectual de terceros. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios a la información o el asesoramiento en cualquier momento sin aviso previo o posterior. EVONIK RENUNCIA A TODAS LAS DECLARACIONES Y GARANTÍAS, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, Y NO TENDRÁ NINGUNA RESPONSABILIDAD POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO O DE SU IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NO SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES, INDIRECTOS O INCIDENTALES (INCLUYENDO PÉRDIDA DE BENEFICIOS) DE NINGÚN TIPO. Es responsabilidad exclusiva del cliente organizar la inspección y comprobación de todos los productos por parte de expertos calificados. La referencia a nombres comerciales utilizados por otras empresas no constituye una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares.

Evonik Nutrition & Care GmbH | Animal Nutrition Business Line
animal-nutrition@evonik.com | www.evonik.com/animal-nutrition

03/2016

Evonik. Power to create.

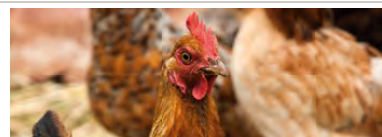




2. Ponedoras

Recomendaciones para Ponedoras

Aminoácidos y más



Ponedoras

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (ingesta diaria de aminoácidos/mg)

	Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe + Tyr
Consumo de aminoácidos (mg/d)	831	415	756	582	174	864	665	997	731	249	997

Ponedoras

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (% de la dieta)

Energía metabolizable			Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe + Tyr
Consumo (g/d)	(MJ/kg)	(kcal/kg)											
80	11,82	2820	1,04	0,52	0,95	0,73	0,22	1,08	0,83	1,25	0,91	0,31	1,25
85	11,82	2820	0,98	0,49	0,89	0,68	0,21	1,02	0,78	1,17	0,86	0,29	1,17
90	11,82	2820	0,92	0,46	0,84	0,65	0,19	0,96	0,74	1,11	0,81	0,28	1,11
95	11,82	2820	0,87	0,44	0,80	0,61	0,18	0,91	0,70	1,05	0,77	0,26	1,05
100	11,82	2820	0,83	0,42	0,76	0,58	0,17	0,86	0,66	1,00	0,73	0,25	1,00
105	11,82	2820	0,79	0,40	0,72	0,55	0,17	0,82	0,63	0,95	0,70	0,24	0,95
110	11,82	2820	0,76	0,38	0,69	0,53	0,16	0,79	0,60	0,91	0,66	0,23	0,91
115	11,82	2820	0,72	0,36	0,66	0,51	0,15	0,75	0,58	0,87	0,64	0,22	0,87
120	11,82	2820	0,69	0,35	0,63	0,48	0,15	0,72	0,55	0,83	0,61	0,21	0,83

La información y todas las recomendaciones técnicas o de otro tipo se basan en el conocimiento y la experiencia actuales de Evonik. Sin embargo, Evonik no asume ninguna responsabilidad por dicha información o recomendaciones, incluso en la medida en que dicha información o recomendaciones puedan estar relacionadas con derechos de propiedad intelectual de terceros. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios a la información o el asesoramiento en cualquier momento sin aviso previo o posterior. EVONIK RENUNCIA A TODAS LAS DECLARACIONES Y GARANTÍAS, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, Y NO TENDRÁ NINGUNA RESPONSABILIDAD POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO O DE SU IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NO SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES, INDIRECTOS O INCIDENTALES (INCLUYENDO PÉRDIDA DE BENEFICIOS) DE NINGÚN TIPO. Es responsabilidad exclusiva del cliente organizar la inspección y comprobación de todos los productos por parte de expertos calificados. La referencia a nombres comerciales utilizados por otras empresas no constituye una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares.

Evonik Nutrition & Care GmbH | Animal Nutrition Business Line
animal-nutrition@evonik.com | www.evonik.com/animal-nutrition

03/2016

Evonik. Power to create.



Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

3. Pavos

Recomendaciones para Pavos

Aminoácidos y más



Pavos pesados

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (% de la dieta)

Sexo	Semanas	E. Metabolizable		Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His
		(MJ/kg)	(kcal/kg)										
Machos	1-2	11,50	2740	1,55	0,58	0,98	0,87	0,25	1,63	0,95	1,70	1,05	0,54
Hembras	1-2												
Machos	3-5	11,70	2790	1,41	0,53	0,90	0,79	0,23	1,48	0,86	1,55	0,95	0,49
Hembras	3-5												
Machos	6-9	12,10	2890	1,31	0,50	0,84	0,74	0,21	1,37	0,80	1,44	0,88	0,46
Hembras	6-9												
Machos	10-13	12,50	2980	1,14	0,44	0,74	0,65	0,19	1,20	0,70	1,25	0,77	0,40
Hembras	10-13												
Machos	14-17	12,80	3050	1,01	0,40	0,67	0,58	0,17	1,06	0,62	1,11	0,68	0,35
Hembras	14-15												
Machos	18-22	13,20	3150	0,91	0,36	0,61	0,53	0,15	0,96	0,56	1,00	0,61	0,32
Hembras	16-20												

Pavos semipesados

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (% de la dieta)

Sexo	Semanas	E. Metabolizable		Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His
		(MJ/kg)	(kcal/kg)										
Machos	1-2	11,50	2740	1,63	0,61	1,03	0,91	0,27	1,72	1,00	1,79	1,10	0,57
Hembras	1-2												
Machos	3-5	11,70	2790	1,49	0,56	0,95	0,83	0,24	1,56	0,91	1,63	1,00	0,52
Hembras	3-5												
Machos	6-9	12,10	2890	1,31	0,50	0,84	0,74	0,21	1,37	0,80	1,44	0,88	0,46
Hembras	6-9												
Machos	10-13	12,50	2980	1,14	0,44	0,74	0,65	0,19	1,20	0,70	1,25	0,77	0,40
Hembras	10-13												
Machos	14-17	12,80	3050	1,01	0,40	0,67	0,58	0,17	1,06	0,62	1,11	0,68	0,35
Hembras	14-15												

La información y todas las recomendaciones técnicas o de otro tipo se basan en el conocimiento y la experiencia actuales de Evonik. Sin embargo, Evonik no asume ninguna responsabilidad por dicha información o recomendaciones, incluso en la medida en que dicha información o recomendaciones puedan estar relacionadas con derechos de propiedad intelectual de terceros. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios a la información o el asesoramiento en cualquier momento sin aviso previo o posterior. EVONIK RENUNCIA A TODAS LAS DECLARACIONES Y GARANTÍAS, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, Y NO TENDRÁ NINGUNA RESPONSABILIDAD POR LA COMERCIABILIDAD DEL PRODUCTO O DE SU IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NO SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES, INDIRECTOS O INCIDENTALES (INCLUYENDO PÉRDIDA DE BENEFICIOS) DE NINGÚN TIPO. Es responsabilidad exclusiva del cliente organizar la inspección y comprobación de todos los productos por parte de expertos calificados. La referencia a nombres comerciales utilizados por otras empresas no constituye una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares.

Evonik Nutrition & Care GmbH | Animal Nutrition Business Line
animal-nutrition@evonik.com | www.evonik.com/animal-nutrition

03/2016

Evonik. Power to create.





4. Patos

Recomendaciones para Patos Pekín

Aminoácidos y más



Patos

Recommendations for Total Amino Acids (% of diet)

Días	Energía metabolizable		Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp	Arg	His	Val
	(MJ/kg)	(kcal/kg)								
1-21	12,20	2940	1,16	0,42	0,76	0,84	0,21	0,94	0,42	0,77
22-49	12,60	3000	0,90	0,42	0,77	0,66	0,20	0,76	0,32	0,59

La información y todas las recomendaciones técnicas o de otro tipo se basan en el conocimiento y la experiencia actuales de Evonik. Sin embargo, Evonik no asume ninguna responsabilidad por dicha información o recomendaciones, incluso en la medida en que dicha información o recomendaciones puedan estar relacionadas con derechos de propiedad intelectual de terceros. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios a la información o el asesoramiento en cualquier momento sin aviso previo o posterior. EVONIK RENUNCIA A TODAS LAS DECLARACIONES Y GARANTÍAS, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, Y NO TENDRÁ NINGUNA RESPONSABILIDAD POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO O DE SU IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NO SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES, INDIRECTOS O INCIDENTALES (INCLUYENDO PÉRDIDA DE BENEFICIOS) DE NINGÚN TIPO. Es responsabilidad exclusiva del cliente organizar la inspección y comprobación de todos los productos por parte de expertos calificados. La referencia a nombres comerciales utilizados por otras empresas no constituye una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares.

Evonik Nutrition & Care GmbH | Animal Nutrition Business Line
animal-nutrition@evonik.com | www.evonik.com/animal-nutrition

03/2016

Evonik. Power to create.



5. Cerdos

Recomendaciones para Cerdos

Aminoácidos y más



Cerdos en Crecimiento

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (% de la dieta)*

Peso corporal (kg)	Energía neta**		Lys	Met	Met+Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe+ Tyr	Lys	Lys
	(MJ/kg)	(Mcal/kg)												(g/MJ NE)	(g/Mcal NE)
< 10	10,7	2,56	1,42	0,47	0,85	0,89	0,31	0,60	0,78	1,42	0,97	0,45	1,35	1,33	5,55
10-20	10,4	2,49	1,32	0,43	0,79	0,83	0,29	0,55	0,72	1,32	0,89	0,42	1,25	1,26	5,29
20-40	10,2	2,44	1,08	0,37	0,67	0,70	0,22	0,43	0,60	1,08	0,74	0,35	1,03	1,06	4,44
40-60	10,2	2,44	0,94	0,32	0,58	0,61	0,19	0,38	0,52	0,94	0,64	0,30	0,89	0,92	3,86
60-80	10,0	2,39	0,84	0,29	0,53	0,56	0,17	0,30	0,46	0,84	0,57	0,27	0,80	0,84	3,50
80-100	10,0	2,39	0,75	0,27	0,49	0,53	0,14	0,24	0,41	0,75	0,51	0,24	0,71	0,75	3,15
100-120	10,0	2,39	0,65	0,23	0,42	0,45	0,12	0,21	0,36	0,65	0,44	0,21	0,61	0,65	2,70

Reproductoras Porcinas

Recomendaciones de Aminoácidos Digestibles Ileales Estandarizados (% de la dieta)

	Energía neta**		Lys	Met	Met+Cys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val	His	Phe+ Tyr	Lys	Lys
	(MJ/kg)	(Mcal/kg)												(g/MJ NE)	(g/Mcal NE)
Gestación	8,9	2,13	0,59	0,21	0,39	0,41	0,13	0,53	0,35	0,57	0,40	0,21	0,59	0,66	2,80
Lactancia	9,8	2,34	0,85	0,28	0,51	0,58	0,19	0,48	0,50	0,97	0,72	0,34	0,96	0,87	3,60

* Alto potencial de crecimiento magro (>875 g de GDP o >140 g de deposición de proteína corporal/día de 20 a 120 kg)

** Para conversión a EN: EM x 0,74
ED x 0,71

La información y todas las recomendaciones técnicas o de otro tipo se basan en el conocimiento y la experiencia actuales de Evonik. Sin embargo, Evonik no asume ninguna responsabilidad por dicha información o recomendaciones, incluso en la medida en que dicha información o recomendaciones puedan estar relacionadas con derechos de propiedad intelectual de terceros. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios a la información o el asesoramiento en cualquier momento sin aviso previo o posterior. EVONIK RENUNCIA A TODAS LAS DECLARACIONES Y GARANTÍAS, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, Y NO TENDRÁ NINGUNA RESPONSABILIDAD POR LA COMERCIABILIDAD DEL PRODUCTO O DE SU IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NO SERÁ RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES, INDIRECTOS O INCIDENTALES (INCLUYENDO PÉRDIDA DE BENEFICIOS) DE NINGÚN TIPO. Es responsabilidad exclusiva del cliente organizar la inspección y comprobación de todos los productos por parte de expertos calificados. La referencia a nombres comerciales utilizados por otras empresas no constituye una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares.

Evonik Nutrition & Care GmbH | Animal Nutrition Business Line
animal-nutrition@evonik.com | www.evonik.com/animal-nutrition

03/2016

Evonik. Power to create.





6. Acuicultura

Recomendaciones de Aminoácidos para Peces y Camarones



Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

PORQUE SE TRATA DE

APRENDIZAJE

Sección 4

Artículos y resúmenes





Visión General

- 1 Evonik, AMINOSys® – A la medida de sus necesidades, 2023
- 2 Lemme et al., DL-Met: a superior methionine source for broiler production, 2023, International Poultry Production 31 (1), 7-9.
- 3 Dorigam et al., Methionine sources in turkeys – an update, 2023, AMINONews® / Proceedings of the 15th Turkey Science and Production Conference, 63-70.
- 4 Lemme, DL-methionine proves more beneficial for broilers, 2022, Poultry World No7, 38-40.
- 5 Lemme, MHA: All arguments speak for a bioefficacy of 65%, 2023, AMINONews®, 2023, pp 7.
- 6 Lemme et al., Utilization of methionine sources for growth and Met+Cys deposition in broilers, 2020, animals 10, 2240 (pp 16).
- 7 Perri et al., Practical assessment of methionine supplementation regimen for 2 commercial broiler strains on 41 d performance and processing, 2021, Poultry Science 100 (E-Suppl 1), #124.
- 8 Boontarue et al., Effects of methionine supplement sources and crude protein on Ross 708 male broiler performance, 2023, Poultry Science 102 (E-Suppl 1), #128.
- 9 Masagounder and Dias, Validating biological efficacy of methionine sources in Nile tilapia, 2023, Book of Abstracts Aquaculture Europe 23, 872-873.
- 10 Remole et al., Effects of supplemental methionine sources in finishing pig diets on carcass characteristics, cutting yields, and meat quality, 2022, Journal of Animal Science 100 (Suppl 2), 133-134.
- 11 Morales et al., Effect of DL-methionine supplementation above requirement on performance, intestinal morphology, antioxidant activity, and gene expression, and serum concentration of amino acids in heat stressed pigs, 2023, Journal of Animal Science 101, skac 379.
- 12 Castro et al., DL-methionine: The first methionine source, 2023, white paper, pp 4.
- 13 Pinel et al., Are the main methionine sources equivalent? A focus on DL-Methionine and DL-Methionine Hydroxy Analog reveals differences on rainbow trout hepatic cell lines functions, 2022, International Journal of Molecular Sciences 23, 2935 (pp 18).
- 14 De la Cruz et al., DL-methionine can replace methionine-hydroxy analog products in a ratio of 65:100 in laying hen feed, 2018, Engormix.
- 15 Li et al., Evaluation of methionine sources on performance and carcass traits of broilers at different dietary sulfur amino acid levels under northern European and middle Eastern conditions, 2023, Engormix.
- 16 Li et al., Evaluation of methionine sources on performance and carcass traits of broilers at different dietary sulfur amino acid levels under northern European and middle Eastern conditions, 2023, Poultry Science 102 (E-Suppl 1), #187.
- 17 Yenice et al., An investigation of the assumed efficacy of methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine by measuring growth performance, carcass traits, and GHR and IGF-I expression in broilers, 2023, Italian Journal of Animal Science 22, 1083-1094.
- 18 Schermuly et al., Dietary methionine source alters the lipi-dome in the small intestinal epithelium of pigs, 2022, Scientific Reports 12, 4863 (pp 14).
- 19 Stange et al., Methionine sources differently affect production of reactive oxygen species, mitochondrial bioenergetics, and growth of murine and quail myoblasts in vitro, 2023, Current Issues in Molecular Biology 45, 2661-2680.
- 20 Lemme and Piepho, Issues with a meta-analysis assessing the efficacy of different sources of methionine supplementation, 2022, Poultry Science 101, 102115 (pp 3).
- 21 Lemme et al., Reply to: "Absorption of methionine sources in animals—is there more to know?" — Yes, there is more to know!, 2023, Animal Nutrition 14, 67-69.
- 22 Lemme and Piepho, Noninferiority of the hydroxy analog of methionine compared to DL-methionine not confirmed in a broiler trial, 2023, Poultry Science 102, 102644 (pp 3).
- 23 Lemme and Afsar, Data for meta-analysis need standardization – A response to "Assessing the nutritional equivalency of DL-methionine and L-methionine in broiler chickens: A meta-analytical study", 2023, Poultry Science 102, 103351 (pp 1).
- 24 Jayaraman et al., Bioavailability of calcium salt of hydroxy analogue of methionine relative to DL-methionine to support growth performance of 11 to 20 kg pigs, 2024, Midwest Animal Science Meeting.
- 25 Dorigam et al., Meta-Analysis: Importance of measuring relative bioavailability in methionine sources, AMINONews® / FeedMagazine 7-8, 35-40.
- 26 Sustainability – MetAMINO® Carbon Footprint
- 27 Sustainability – Handprint of low crude protein concepts powered by MetAMINO®

1. AMINOSys® – A la medida de sus necesidades, 2023

SERVICIOS DE TECNOLOGÍA DE FÁBRICA DE ALIMENTOS @ EVONIK ANIMAL NUTRITION



Maneje microingredientes con facilidad y precisión

Proporciones minúsculas tienen efectos gigantescos. Ya sean medicamentos, vitaminas, enzimas o aminoácidos, los microingredientes pueden marcar la diferencia en su dieta. Por lo tanto, la dosificación y manipulación de los microingredientes son fundamentales para una producción rentable de alimentos.

Los principales expertos mundiales en nutrición animal de Evonik han desarrollado soluciones de manipulación (**AMINOSys® DOSING SYSTEMS**) y servicios para llevar la producción de alimentos al siguiente nivel de eficiencia. Según los requisitos de dosificación y manipulación de su producto, ya sea en pequeñas proporciones o a granel, puede contar con nuestros expertos locales en tecnología de alimentos para obtener el apoyo que necesita para optimizar sus procesos.

La adición de un gran número de microingredientes diferentes directamente a la mezcla del alimento permite ajustar las formulaciones de mínimo costo que optimizan el rendimiento de los animales en función de las necesidades de cada especie y grupo de edad. No es de extrañar que el número de microingredientes siga aumentando al ritmo de los avances científicos en nutrición animal. La manipulación manual de microingredientes en bolsas requiere mucho trabajo. La dosificación puede convertirse en un cuello de botella y en una importante fuente de costos para su proceso.

Evonik Animal Nutrition tiene la solución, con una cartera de dosificación y manipulación que incluye soluciones y servicios para la entrega de productos a granel, big-bags y sacos para aumentar la productividad de las plantas de alimentos y mejorar la calidad de los alimentos.



LOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN AMINOSys® AYUDAN A NUESTROS CLIENTES A GESTIONAR SUS PROCESOS DE DOSIFICACIÓN

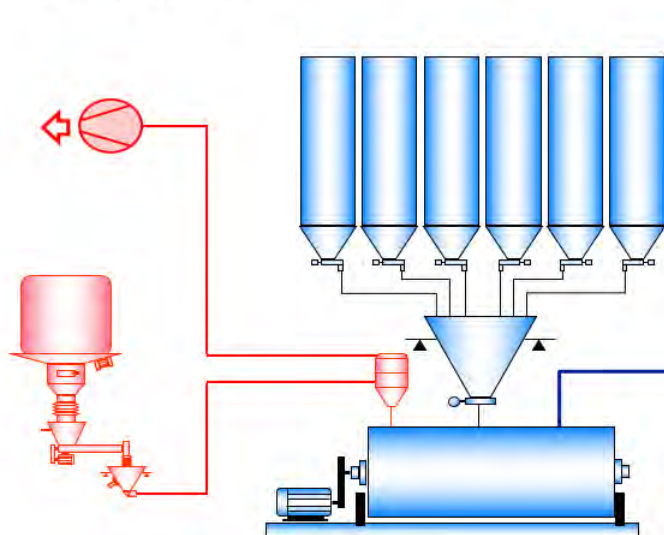
El sistema de dosificación **Evonik AMINOSys®** ofrece varios beneficios a nuestros clientes, tales como:

- dosificación precisa y confiable de los aminoácidos que entran en la mezcladora (± 50 g por lote)
- almacenamiento, dosificación y transporte de hasta seis microingredientes
- proceso de dosificación totalmente automatizado (integrado en el sistema de control del proceso de la planta de alimentos).
- relaciones desde hace más de 30 años con clientes en seis continentes.
- En la actualidad, hay más de 700 sistemas instalados, en funcionamiento y conectados con una producción de alimento de aproximadamente 65 millones de toneladas al año.

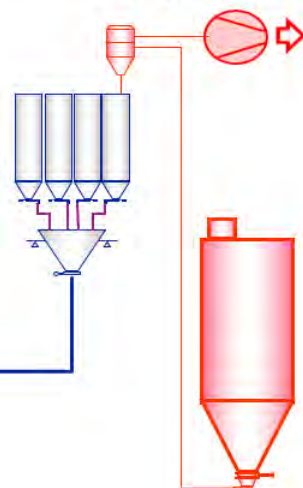
AMINOSys® SE ADAPTA A SUS NECESIDADES

- Evonik AMINOSys® es la solución para sistemas puros de dosificación y transporte

Dosing System



Conveying System



- Evonik AMINOSys® tiene soluciones para todo tipo de envases

Full Bulk	Small Silo	Big Bag	25kg Bag
			

- Evonik AMINOSys® es una solución flexible y completa



- Evonik AMINOSys® se ajusta a cada tamaño de lote

Dosing range of 1 – 150 kg			Dosing range of 0.1 – 10 kg		
Full Bulk	Big Bag	25kg Bag	Loss-In-Weight (25kg Bag)	1 Product (25kg Bag)	4 Product (25kg Bag)
					

BENEFICIOS – descripción general

- Evonik, su “ventanilla única”, con experiencia probada (más de 30 años) y excelencia en la manipulación de aminoácidos
- Estudios de la planta y consultoría para evaluación de procesos.
- Soluciones de manipulación de múltiples aminoácidos
- Soluciones precisas, flexibles y fáciles de integrar
- Servicios adaptados a sus necesidades
- Tecnología diseñada y fabricada en Alemania.
- Servicio postventa especializado y confiable en todo el mundo



Sencillo, eficiente y adaptado a sus necesidades

Independientemente del tamaño y tipo de su planta de alimentos o explotación de producción animal integrada, los servicios de tecnología de alimentos de Evonik aumentan su eficiencia y rentabilidad. Hable con su contacto local de Evonik para obtener más información sobre cómo puede beneficiarse de nuestras soluciones técnicas. Hablemos de lo que nuestras herramientas, servicios y conocimientos personalizados pueden hacer para llevar su negocio al siguiente nivel y diferenciarlo de sus competidores.

AMINOSys@evonik.com o a través de nuestro sitio web o micrositio

2. DL-Met: una fuente excepcional de metionina para la producción de pollos

DL-Met: a superior methionine source for broiler production

Ir al documento

International Poultry Production

Volume 31 Number 1 (2023)

Practical information for progressive poultry professionals

DL-MET

A superior Methionine source for broilers

MYCOTOXINS

How they threaten bird health and performance

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES

A look at how they can benefit performance

LAYING SYSTEMS

We look at options from around the world

BIOSECURITY

How modern day practices relate to the plague village

INFECTIOUS BRONCHITIS

Key points for effective disease control

	body weight (kg/animal)	Feed consumption (kg/consumption)	Feed per gain (kg/kg)	Mortality (%)
	Total	Total	Total	Total
Control with MHA-FA				
Mean value	2.434	3.631	1.503	2.44
CV *	4.1%	4.8%	0.8%	25.8%
Experiment with DL-Met				
Mean value	2.421	3.598	1.498	2.82
CV *	4.1%	2.5%	1.9%	26.8%
p-value ^b	0.76	0.62	0.77	0.47

* CV = coefficient of variation
^b = p-value probability of error according to Student's t-test

Table 2. Average final weight feed consumption, feed conversion ratio, and mortality, according to slaughterhouse reports.

As seen in Table 1, the two feed variants had no influence on broiler performance at any stage.

Similarly, the final average performance data (Table 2) showed no differences for feed intake, feed conversion or mortality (p>0.05); mortality shows a relatively high variation coefficient for both variants, but overall losses varied between 19 to 41% over the 10 houses.

Furthermore, daily monitoring of feed and water consumption showed no significant differences between the feed variants, thus validating the recommendation of a 65% biological efficacy of the MHA-FA over DL-Met (Fig. 3).

The study also confirmed excellent footpad health – a strong indicator of not only good animal health and welfare but also a high utilisation of feed protein or relatively low N excretion.

With high nitrogen excretion comes increased water excretion via urine, which often results in poorer bedding quality and thus footpad health.

The results indicated an average nitrogen excretion of 4kg/animal for both trial groups, resulting in a

nitrogen utilisation of 62% of dietary protein (nitrogen) for deposition as body protein.

Conclusion

In summary, there were no performance differences in broilers under large-scale commercial conditions when replacing MHA-FA with DL-Met in a ratio of 100:65, underlining that this concept works especially under practical conditions.

It can also be concluded that overestimating the nutritional value of MHA-FA (a biological efficacy of more than 65% compared to DL-Met) can result in an inadequate supply of Met-Cys to broilers and, in turn, worsening performance.

As well as ensuring a consistent and high performance, this concept can also yield cost savings in feed production.

According to our analyses, an average MHA-FA supplementation of 2.98kg/t was realized. Following the tested recommendation, this can be replaced by 192kg/t of DL-Met without affecting broiler productivity.

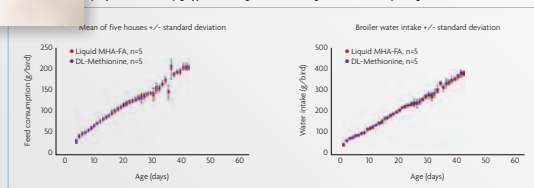
The commercial price ratio of methionine sources is often 80% or higher. With a DL-Met price of €2.50/kg, the MHA-FA price should be classified as €2.00/kg. To calculate the costs of the average supplementation from this, MHA-FA costs €350/t feed (2.98kg/t * €2.00/kg) and DL-Met costs €480/t (192kg/t * €2.50/kg), which equals a saving of €130/t feed when using DL-Met.

This corresponds to an almost 19% reduction in supplementation cost – a significant saving for producers looking to reduce operating costs and maximise farm profitability.

DL-Met is a superior choice as a methionine source than MHA-FA, given its greater nutritional value, higher bioefficacy and absorbability.

Demand for methionine is increasing across the globe, because of rising demand for meat consumption caused by improved living standards and a growing population. By adding DL-Met to animal feeds, producers can reduce raw protein content and lower the environmental impact of production, whilst ensuring good animal health and welfare.

Feed consumption (g/bird) and water intake (right) per bird averaged over the feeding variants with corresponding standard deviations.



International Poultry Production • Volume 31 Number 1

9



AMINONews®

Dr. Juliano Cesar de Paula Dorigam¹, Dr. Andreas Lemme¹ y Holly Malins¹

¹Evonik Operations GmbH, Hanau, Alemania

FUENTES DE METIONINA PARA PAVOS – ACTUALIZACIÓN*

INFORMACIÓN CLAVE

- Se llevó a cabo una recopilación de información científica a partir de 15 conjuntos de datos disponibles de estudios realizados desde 1981, que dio como resultado un valor medio de eficacia relativa (RBV) del 76% (ganancia de peso) y del 68% (conversión alimenticia) para el MHA-FA líquido en comparación con la DL-Met en pavos.
- Aunque la recopilación indica valores ligeramente superiores, se recomienda un RBV del 65% en base a peso para el MHA-FA líquido en la nutrición de pavos. La recomendación fue validada en varios ensayos de alimentación que suplementaron DL-Met y MHA-FA líquido en una proporción de 65:100, sin cambios significativos en el desempeño.
- En niveles marginales de Met+Cys en la dieta, que representan condiciones de prueba más sensibles, el MHA-FA líquido pueden sustituirse con DL-Met en las dietas de pavos sin comprometer el desempeño. Además, la DL-Met proporcionó beneficios adicionales, como un mayor rendimiento de carne de pechuga, una mejor capacidad antioxidante del hígado y almohadillas plantares más saludables.

**Presentado en la 15ª Conferencia de Ciencia y Producción de Pavos, Chester, Reino Unido, 22 y 24 de marzo de 2023*

INTRODUCCIÓN

Las dietas comerciales para aves se suplementan habitualmente con metionina o sus precursores para cumplir con precisión las especificaciones de aminoácidos azufrados (SAA). La metionina (Met) es un aminoácido esencial para las aves y sirve como componente básico para la síntesis de proteínas y también es un precursor de la cisteína (Cys), así como un importante donante de metilo (Selle *et al.*, 2020). En general, los productos de Met suplementaria disponibles en el mercado son DL-metionina cristalina (DL-Met, 99 % de contenido) o ácido DL-2-hidroxi-4-(metiltio)butanoico líquido (hidroxianálogo de metionina ácido libre, MHA-FA; contenido 88%) (Willke, 2014). Ambos productos proporcionan actividad de Met a las aves, pero químicamente, el MHA-FA no es un aminoácido debido a la sustitución del grupo amino característico por un grupo hidroxilo (Yang *et al.*, 2020). Además de las diferencias químicas, los estudios indican una absorción más lenta y menos eficiente del MHA-FA líquido debido a diferencias en los sistemas de transporte de la membrana del borde en cepillo intestinal y al potencial catabolismo de las bacterias entéricas (Maenz y Engele-Schaan 1996, Drew *et al.*, 2003). Por lo tanto, conocer el valor nutricional indicado por el valor de bioeficacia relativa (RBV) del MHA-FA líquido en comparación con la DL-Met es una condición previa importante para la compra rentable, la formulación de alimentos y la producción animal óptima (Sauer *et al.*, 2008).

SE RECOMIENDA UNA BIOEFICACIA RELATIVA DEL 65% PARA EL MHA-FA LÍQUIDO EN PAVOS

Una evaluación adecuada de las posibles diferencias en la bioeficacia de los dos productos depende en gran medida de un diseño adecuado del ensayo. En estos experimentos, los tratamientos incluyen una dieta basal deficiente en Met+Cys y un conjunto de dietas con niveles crecientes de Met+Cys. El efecto del aumento de la suplementación creciente de Met en los criterios de desempeño describe una relación dosis-respuesta no lineal, que sigue la ley de incrementos decrecientes. La primera unidad de Met suplementaria tiene un efecto relativamente potente, es decir, mejora significativamente el desempeño. Este efecto disminuye progresivamente con cada cantidad adicional de Met suplementaria. Finalmente, se alcanza un nivel óptimo de suministro, más allá del cual no hay ninguna mejora adicional en el desempeño. Esta curva se puede describir con precisión utilizando una ecuación de regresión exponencial (Rodehutsord y Pack, 1999). Cuanto mayor sea el número de puntos de datos que describan la primera sección no lineal de la curva de respuesta, más sólida será la conclusión. La metodología de regresión exponencial simultánea propuesta por Littell *et al.* (1997), supone que ambas fuentes nutricionales probadas alcanzan la misma asíntota de las curvas de respuesta. Aunque el diseño experimental para determinar la RBV ha sido tema de discusión y Gonzales-Esquerre *et al.* han propuesto diferentes asíntotas. (2007), el metaanálisis realizado por Sauer *et al.* (2008), que incluyó 46 experimentos de dosis-respuesta con pollos de engorde, así como un ensayo más reciente con pollos de engorde (Lemme *et al.*, 2020), demuestran que las asíntotas del MHA-FA líquido y la DL-Met son idénticas.

Tabla 1: Bioeficacia relativa del MHA-FA líquido sobre la DL-Met (%) en pavos de 15 conjuntos de datos disponibles¹

Autor	Institución	Publicación	Bioeficacia relativa	
			Ganancia de peso	Conversión alimenticia
Schmidt	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Tesis de Maestría, 1981	75	63
Schmidt	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Tesis de Maestría, 1981	64	67
Blair	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Tesis de Maestría, 1983	80	72
Blair	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Tesis de Maestría, 1983	105	84
Noll <i>et al.</i>	Univ. Minnesota, EUA	Tesis de Maestría, 1983	98	84
Noll <i>et al.</i>	Univ. Minnesota, EUA	Poultry Science 63:2458-2470, 1984	76	48
Noll <i>et al.</i>	Univ. Minnesota, EUA	Poultry Science 63:2458-2470, 1984	89	81
Harms	Univ. Florida, EUA	Carolina Nutr. Conference, 1987	63	64
Potter <i>et al.</i>	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Informe de investigación, 1987	59	80
Potter <i>et al.</i>	Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA	Informe de investigación, 1987	56	55
Hoehler <i>et al.</i>	Michigan State Univ., EUA	Journal of Appl. Poult. Res 14:296-305, 2005	66	44
Hoehler <i>et al.</i>	Akey Inc., Lewisburg, EUA	Journal of Appl. Poult. Res 14:296-305, 2005	68	56
Gonzales-Esquerre <i>et al.</i>	Grupo Techn. Agroindustrial, Mex	Poultry Science 86:517-527, 2007	81	66
Gonzales-Esquerre <i>et al.</i>	Grupo Techn. Agroindustrial, Mex	Poultry Science 86:517-527, 2007	87	95
Batonon-Alavo <i>et al.</i>	Missouri Contract Poultry Research, EUA	26th World's Poultry Congress, ID:2191, 2022	76	66
Media			76	68
n			15	15

¹ tabla actualizada de Lemme *et al.* (2012)



La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), que evalúa los expedientes para el registro de productos en la Unión Europea, publicó una opinión científica sobre el MHA-FA líquido y su sal cálcica en 2018 (Rychen *et al.*, 2018). Esta opinión concluye una RBV más baja para los productos MHA para no rumiantes y peces, y sugiere una RBV del 75% para productos de MHA comparados con DL-Met en base equimolar, lo que equivale al 66% en base producto. Esto está en línea con un metanálisis reciente realizado por Lemme *et al.* (2020) que concluyó que el RBV del MHA-FA fue del 62%. A diferencia de los pollos de engorde, hay menos datos científicos disponibles sobre dosis-respuesta en pavos. Aunque algunos estudios se publicaron en la década de 1980, Hoehler *et al.* (2005), Gonzales-Esquerria *et al.* (2007) y Batonon-Alavo *et al.* (2022) realizaron ensayos para determinar el RBV del MHA-FA en relación con la DL-Met en pavos utilizando, más recientemente, el enfoque de dosis-respuesta simultánea (Tabla 1). Si solo se consideraran estos estudios, el RBV promedio del MHA-FA líquido sería del 75% y del 66% para ganancia de peso y conversión alimenticia, respectivamente. Por lo tanto, ligeramente inferior al promedio general. De hecho, especialmente el RBV para la conversión alimenticia estaría en línea con la conclusión de la EFSA (2018), que indica un VBR del 66 % para los monogástricos por producto. Por lo tanto, al igual que las recomendaciones para pollos de engorde, ponedoras, cerdos y especies acuícolas (Lemme *et al.*, 2012; Htoo y Rademacher, 2012; Lemme, 2010), se recomienda un RBV del 65% para MHA-FA líquido en relación con la DL-Met en la nutrición de pavos.

El siguiente ejemplo demuestra el diseño experimental y el modelo matemático apropiados que deben usarse para el análisis y la interpretación correctos de los datos. En una prueba de alimentación de pavos hembras Hybrid Converter de 7 a 50 días, se compararon los efectos de la DL-Met (99% de pureza), la DL-Met diluida (65%) producida mezclando DL-Met (99%) con glucosa, y del MHA-FA líquido (88%) sobre el desempeño (Hoehler *et al.*, 2005). Las dietas de maíz y soya se complementaron con niveles crecientes de los productos (0,07; 0,14; 0,21, 0,28%). En este ensayo, se supuso a priori, que un RBV del 65 % era para la DL-Met diluida (65 %) con respecto a la DL-Met (99 % de pureza). Por lo tanto, estos tratamientos pueden considerarse como un estándar interno para verificar la validez del análisis de regresión simultánea sugerido y validado por Lemme *et al.* (2020). En 3 de los 4 niveles de inclusión dentro de la parte lineal de la curva, la respuesta de ganancia de peso de los pavos a niveles crecientes de DL-Met, DL-Met diluida (65%) y MHA-FA líquido describió una tendencia no lineal. Por lo tanto, los datos fueron adecuados para la regresión exponencial simultánea, según el procedimiento propuesto por Littell *et al.* (1997) (Figura 1). El RBV determinado para la DL-Met diluida (65%) confirmó las expectativas, aunque fue ligeramente inferior al 65% esperado debido a la variación biológica de los datos. El RBV de la DL-Met diluida (65%) y del MHA-FA líquido fue significativamente inferior al 88%.

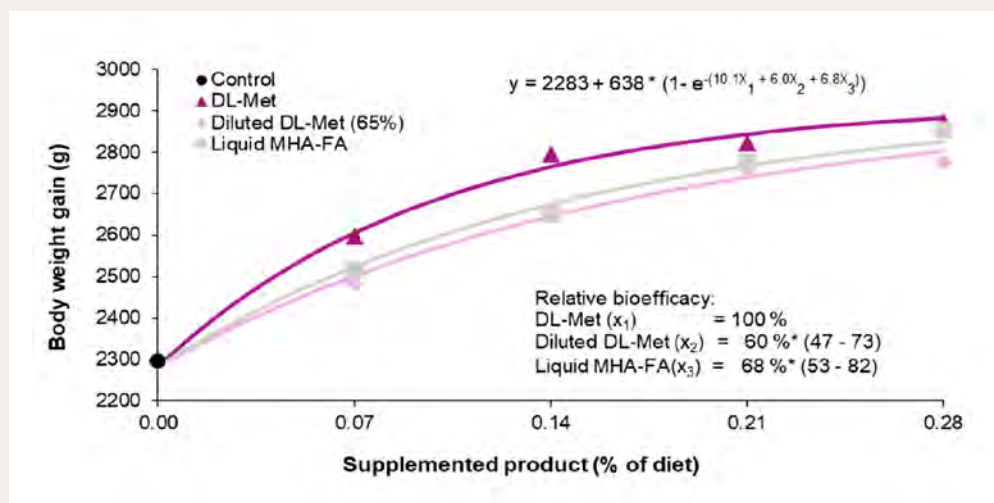


Figura 1: Ganancia de peso de pavos híbridos hembras de 7 a 50 días de edad alimentados con niveles crecientes de DL-Met, DL-Met diluida (65%) o Met hidroxianálogo líquido (MHA-FA; 88%). Los valores entre paréntesis indican el intervalo de confianza del 95%.

*Significativamente inferior al 88% (P < 0,05).

Una publicación reciente de Batonon-Alavo *et al.* (2022) propuso una ecuación de regresión segmentada de pendiente única y de dos pendientes para determinar los requerimientos de Met+Cys de pavos de 0 a 28 días de edad utilizando DL-Met líquida o MHA-FA. Los autores concluyeron que los requerimientos no son diferentes entre las fuentes Met. Aunque los datos confirman que ambos productos pueden usarse para satisfacer los requerimientos de Met+Cys de los pavos, la suplementación necesaria para lograr la máxima respuesta difiere entre las fuentes. Los datos de Batonon-Alavo *et al.* (2022) se analizaron nuevamente mediante regresión exponencial simultánea. Los niveles de suplementación de DL-Met se calcularon como la diferencia entre el contenido de AAS en las dietas suplementadas y en la dieta basal (0,700% de Met+Cys). Para el MHA-FA líquido se asumieron niveles de inclusión equimolares, de acuerdo con los sugeridos por los autores (88%). Los resultados de la reevaluación se presentan en la Figura 2.

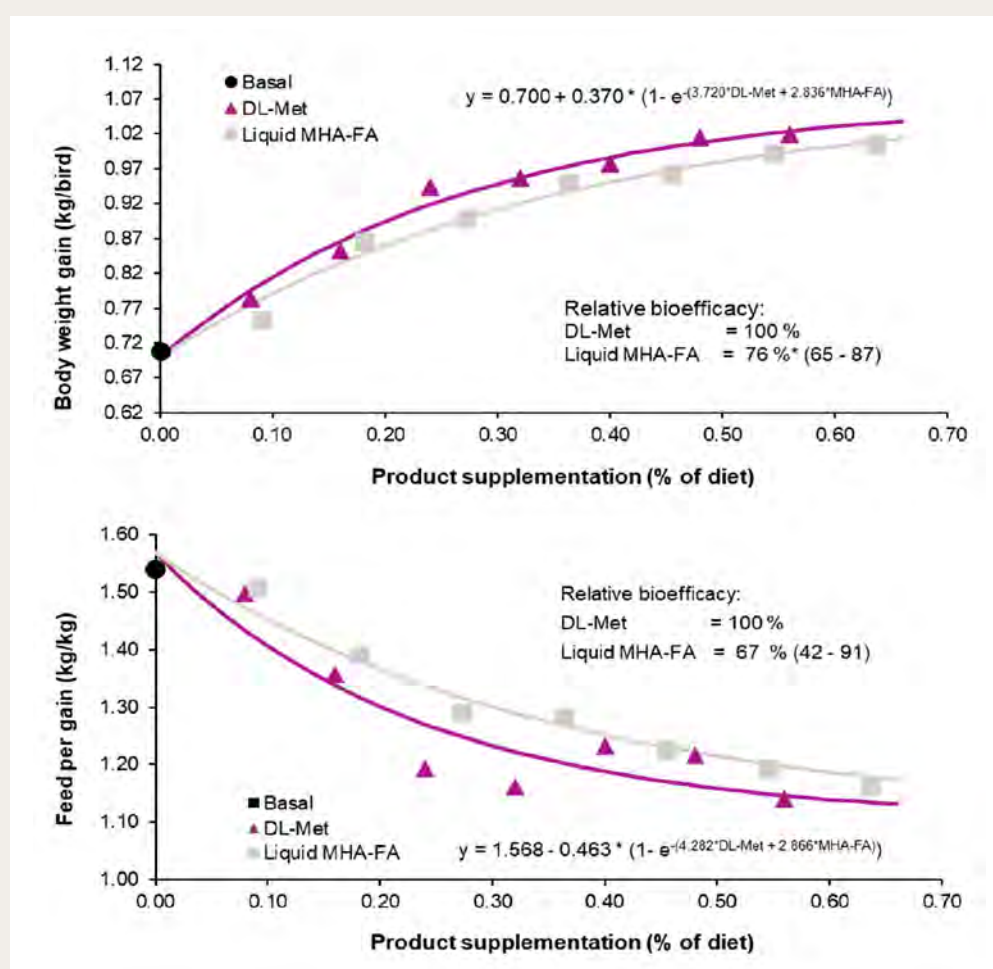


Figura 2: Reevaluación de los datos reportados por Batonon-Alavo *et al.* (2022) usando una regresión exponencial simultánea para la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia de pavos Hybrid Converter de 0 a 28 días de edad alimentados con dosis crecientes de DL-Met (99%) o MHA-FA (88%). Los valores entre paréntesis indican el intervalo de confianza del 95%.

*Significativamente inferior al 88% ($P < 0,05$).



VALIDACIÓN DE LA RECOMENDACIÓN SOBRE BIOEFICACIA RELATIVA

El RBV recomendado del 65 % para el MHA-FA líquido en comparación con la DL-Met (en base a producto) ha sido probado y validado en ensayos de alimentación. Se evaluaron pavos B.U.T. Big 6 machos de un día de edad en una prueba de alimentación de 21 días. Los tratamientos dietéticos incluyeron una dieta basal deficiente en Met+Cys y seis dietas con tres niveles crecientes de MHA-FA líquido (0,154; 0,308 y 0,462%) o DL-Met (0,100; 0,200 y 0,300%; Hoehler *et al.*, 2005). La relación entre ambos productos en cada uno de los tres niveles de inclusión correspondientes fue del 65%, suponiendo que 100 unidades de MHA-FA líquido pueden reemplazarse por 65 unidades de DL-Met sin comprometer el rendimiento. El resumen de los resultados se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2: Efecto de los niveles crecientes de DL-Met y de hidroxianálogo de la Met líquido (MHA-FA; 88%) sobre la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia de pavos B.U.T. Big 6 machos de 1 a 21 días de edad, ensayo 2 (Hoehler *et al.*, 2005)

Tratamiento	Fuente de Met	Adición de fuente de Met (% del producto)	Ganancia de peso ± DE	Conversión ± DE
1	Basal	---	481 ± 33c	1,547 ± 0,052a
2	DL-Met	0,100	520 ± 21bc	1,490 ± 0,057ab
3	DL-Met	0,200	550 ± 32ab	1,458 ± 0,033b
4	DL-Met	0,300	567 ± 29a	1,462 ± 0,075ab
5	MHA-FA líquido	0,154	525 ± 31abc	1,496 ± 0,071ab
6	MHA-FA líquido	0,308	550 ± 12ab	1,476 ± 0,034ab
7	MHA-FA líquido	0,462	564 ± 21ab	1,409 ± 0,035ab

^{a-c} Medias sin superíndice común en la misma columna indican diferencias significativas (P < 0,05)

Por consiguiente, el rendimiento en los tratamientos correspondientes (2 vs. 5, 3 vs. 6 y 4 vs. 7) no fue diferente, confirmando y validando la recomendación.

Lemme y Meyer (2009) llevaron a cabo un experimento con pavos B.U.T. Big 6 machos en un programa de alimentación de 6 fases. También en este estudio se suministró DL-Met o MHA-FA en una proporción de 65:100 para cubrir el 100% de los requerimientos de Met+Cys o el 50% de los requerimientos, complementando la mitad de la dosis de ambos productos. Niveles dietéticos de Met + Cys (100% vs. 50%) dieron como resultado diferencias significativas en el peso corporal final, lo que indica que la mitad de la dosis de suplementación con Met + Cys limitó el desempeño (Tabla 3), llevando a que la prueba 65:100 fuera más sensible a la dosis más baja.

Tabla 3: Desempeño y rendimiento en canal de pavos B.U.T Big 6 machos alimentados con niveles bajos y adecuados de Met+Cys y suplementados con DL-metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de la metionina ácido libre líquido (MHA-FA) en una proporción de 65:100 a las 21 semanas de edad (Lemme y Meyer, 2009)

Nivel Met + Cys Fuente de Met Tratamiento	Normal ¹		Mitad (50%)		Estadística		
	DL-Met	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	P (nivel)	P (fuente)	P N x F
Peso final (kg)	21,42	21,68	20,86	20,94	0,01	0,430	0,679
CA (g/g)	2,613	2,635	2,598	2,618	0,13	0,054	0,925
Mortalidad (%)	7,13	9,74	7,3	8,12	0,61	0,264	0,568
Rendimiento de la canal (% PV)	71,56	72,27	69,05	69,5	0,022	0,424	0,915
Carne de pechuga (% PC)	42,85	42,56	41,2	42,43	0,334	0,381	0,184

PV = peso vivo, PC = peso de la canal, CA = conversión alimenticia.

¹ Los niveles de Met+Cys fueron 10,8; 9,9; 9,0; 8,0; 7,3 y 6,7 g/kg de alimento para las fases 1 a 6.

La suplementación con productos en una proporción de 65 (DL-Met) a 100 (MHA-FA) promovió peso corporal, mortalidad y características de canal similares. Sin embargo, la tendencia hacia una mejor conversión alimenticia podría indicar un RBV más bajo que el observado en la revisión de la literatura (Tabla 1).

Agostini *et al.* (2017) realizaron un estudio con un diseño similar con pavos B.U.T Big 6. Los cuatro tratamientos dietéticos comprendieron dos productos (DL-Met, MHA-FA líquido) y dos niveles dietéticos de Met+Cys. Los niveles reducidos de Met+Cys digestibles fueron aproximadamente un 87% de los niveles ideales, determinados como 9,9; 9,0; 8,5; 7,4; 6,6 y 5,8 g/kg de alimento para las fases 1 a 6. La cantidad de DL-Met agregada en ambos niveles de Met de la dieta fue el 65 % de la cantidad de MHA-FA agregado (sobre la base producto). Nuevamente, la ganancia de peso de los pavos alimentados con dietas reducidas en Met+Cys fue significativamente menor, lo que confirma que los niveles subóptimos de Met+Cys limitaron el desempeño, aunque no se observó ninguna diferencia en la conversión alimenticia (Tabla 4). En los tratamientos correspondientes, no se observaron diferencias en el peso corporal ni en la conversión alimenticia. Por otro lado, especialmente con la dieta reducida en Met+Cys, el rendimiento de carne de pechuga fue mayor con la DL-Met que con el MHA-FA líquido.

Tabla 4: Desempeño y rendimiento en canal de pavos B.U.T Big 6 machos alimentados con niveles bajos y adecuados de Met+Cys y suplementados con DL-metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de metionina ácido libre líquido (MHA-FA) en una proporción de 65:100 a las 21 semanas de edad (Agostini *et al.*, 2017)

Nivel Met+Cys Fuente de Met Tratamiento	Normal ¹		Bajo		Estadística		
	DL-Met	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	P (nivel)	P (fuente)	P N x F
Peso corporal (kg)	20,025	19,956	19,259	19,609	0,03	0,55	0,37
Consumo de alimento (kg)	53,136	52,853	51,675	52,499	0,12	0,63	0,33
CA (g/g)	2,665	2,659	2,658	2,69	0,63	0,68	0,52
Mortalidad (%)	5,9	8,9	7,1	8,5	0,84	0,26	0,67
Rendimiento de canal (% PV)	77,8	75	77,2	78,1	0,51	0,69	0,40
Carne de pechuga (% PC)	37,2	37,1	36,5	35,7	<0,001	0,02	0,12
Puntuación de cama (sem8)	5,6	5,8	5,1	5,1	0,19	0,72	0,83

PV = peso vivo, BW = peso de la canal, CA = conversión alimenticia.

Los niveles de Met+Cys fueron 9,9; 9,0; 8,5; 7,4; 6,6 y 5,8 g/kg de alimento para las fases 1 a 6.

Más recientemente, Lingens *et al.* (2021) evaluaron los efectos de la DL-Met y el MHA-FA líquido en dietas con un contenido de proteína adecuado y reducido sobre los parámetros de desempeño, la salud de las almohadillas plantares y del hígado, y el estrés oxidativo. En total, 63 pavos hembras de un día de edad (B.U.T Big 6) fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos, alimentados con dietas que diferían en la fuente de metionina (DL-Met (65%) vs. MHA-FA líquido (100%) y proteína bruta (15% vs. 18%) durante 35 días. Los resultados no mostraron interacción entre el nivel de proteína bruta de la dieta y la fuente de Met. La reducción sustancial de proteína afectó significativamente la ingesta de agua, el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, pero mejoró la salud de las almohadillas plantares. Hubo una tendencia hacia un mayor peso final y ganancia de peso con la DL-Met debido a un consumo de alimento significativamente mayor. Sin embargo, la conversión alimenticia no fue influenciada por los productos en ninguno de los niveles de proteína de la dieta. La DL-Met promovió un aumento significativo en la capacidad antioxidante hepática comparada con el MHA-FA líquido. Aunque reducir la proteína fue perjudicial para el desempeño, el estudio demostró que el MHA-FA puede sustituirse por la DL-Met en una proporción de peso de 100:65, sin comprometer el desempeño y tiene el beneficio adicional de que la DL-Met mejora la capacidad antioxidante del hígado.



Tabla 5: Desempeño de pavos hembra alimentados con dietas experimentales con diferentes contenidos de proteína en la dieta y que utilizaron DL-metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de metionina ácido libre líquido (MHA-FA) de los 63 a los 98 días (Lingens *et al.*, 2021).

Nivel de Proteína bruta (PB) Fuente de Met Tratamiento	18% PB		15% PB		Estadística		
	DL-Met	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	P (proteína)	P (fuente)	P N x F
	1	2	3	4			
Peso final (kg)	9,06	8,85	8,56	8,27	<0,05	0,09	0,80
Ganancia de peso	4,991	4,857	4,505	4,255	<0,05	0,08	0,59
Consumo de alimento (kg)	13,006	12,589	12,532	11,868	<0,05	<0,05	0,53
Consumo de agua (kg)	26,464	25,428	23,862	22,623	<0,05	<0,05	0,83
Consumo agua:alimento	2,04	2,02	1,9	1,91	<0,05	0,81	0,71
CA (g/g)	2,61	2,6	2,78	2,79	<0,05	0,97	0,72
TAC (μmol EAU/g de proteína)	1,080	1,000	1,020	0,930	0,11	<0,05	0,86

TAC = capacidad antioxidante total del hígado, CA = conversión alimenticia

Además, Lingens *et al.* (2021) observaron una tendencia hacia puntuaciones más bajas de pododermatitis (PD) el día 98 con la DL-Met en comparación con los pavos alimentados con el MHA-FA. Este resultado confirma los hallazgos previos de Abd El-Wahab *et al.* (2014), quienes observaron que los pavos jóvenes que recibieron niveles más altos de metionina (2 o 3 g/kg de dieta) suplementados con DL-Met tenían puntuaciones de PD significativamente más bajas que aquellos alimentados con los mismos niveles de suplementación con MHA-FA (4,54 vs. 5,04 e 4,12 vs. 5,19; $P < 0,05$). El nivel de Met en la dieta juega un papel importante en la salud de la piel plantar. Ya en 1974, Chávez y Kratzer (citados por Kamphues *et al.*, 2011) informaron una mayor incidencia y puntuaciones de PD en pavos alimentados con MHA-FA líquido en comparación con aquellos alimentados con DL-Met. Por lo tanto, la Met parece tener un papel estructural en la salud plantar a través de la síntesis de proteínas y la producción continua de queratina. En consecuencia, la baja disponibilidad de Met puede afectar negativamente la síntesis de proteína y la piel de la almohadilla plantar.

Tabla 6: Comparación de los efectos del MHA-FA líquido y la DL-Met¹ líquida sobre el ganancia de peso y la conversión alimenticia en niveles dietéticos adecuados o marginales de Met+Cys

Parámetro Suministro de Met+Cys Fuente de Met	Ganancia de peso				Conversión alimenticia			
	marginal		adecuado		marginal		adecuado	
	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	DL-Met	MHA-FA	DL-Met
	%	%	%	%	%	%	%	%
Hoehler <i>et al.</i> , 2005 (1) ²	100,0	99,8	100,0	98,7	100,0	103,2	100,0	99,2
Hoehler <i>et al.</i> , 2005 (2) ³	100,0	100,5	100,0	99,0	100,0	99,5	100,0	99,6
Hoehler y Hooge, 2003 (1) ⁴	100,0	98,5	100,0	100,0				
Hoehler y Hooge, 2003 (2) ⁴	100,0	100,6	100,0	102,2				
Leme y Meyer, 2009	100,0	98,8	100,0	99,6	100,0	99,2	100,0	99,2
Agostini <i>et al.</i> , 2017	100,0	100,3	100,0	98,2	100,0	100,2	100,0	98,8
Lingens <i>et al.</i> , 2021 ⁵	100,0	102,4	100,0	103,5	100,0	100,4	100,0	99,6
Promedio	100,0	99,8	100,0	100,2	100,0	100,5	100,0	99,3

¹ Respuestas a la DL-Met en relación con el MHA-FA, MHA-FA = 100%.

² Adecuado y marginal representado por la suplementación mayor y menor del MHA-FA líquido o la DL-Met diluida.

³ Adecuado y marginal representado por el nivel más alto y más bajo de suplementación.

⁴ No se informó la conversión alimenticia.

⁵ Sin reducción de Met+Cys, pero sí la reducción de proteína bruta.

La **Tabla 6** resume los resultados de siete ensayos de alimentación de pavos en los que se suplementaron DL-Met y MHA-FA líquido en una proporción de 65:100 a dietas con un suministro adecuado o marginal de Met+Cys. Estos ensayos incluyen experimentos realizados en instalaciones de investigación y en condiciones de producción comercial (Hoehler y Hooge, 2003). Las pruebas comerciales utilizaron un total de 54.906 pavos. Es de destacar que las aves alimentadas con MHA-FA con una dieta con un aporte adecuado de Met+Cys fueron sacrificadas un día después, lo que explicaría las diferencias en el peso final. La compilación en la Tabla 6 valida categóricamente el RBV recomendado del 65% neto de MHA-FA en relación con la DL-Met. En consecuencia, se puede aplicar a cualquier nivel dietético de Met+Cys. Por otra parte, Jankowski *et al.* (2017) complementaron niveles equimolares de MHA-FA líquido o DL-Met para cumplir con las recomendaciones de Met+Cys del NRC (1994), consideradas bajas, y con un nivel dietético de Met+Cys aproximadamente un 40 % más alto. En ambos niveles dietéticos de Met+Cys no hubo diferencias en el desempeño entre los dos productos. En realidad, hubo diferencias pequeñas pero significativas (10,8 vs. 11,0 kg de peso final; 2,40 vs. 2,37 kg/kg en CA) entre los niveles dietéticos de Met+Cys. Sin embargo, las recomendaciones de las respectivas compañías de genética (Hendrix Genetic Company, 2014) sugieren un peso final de 10,8 kg, lo que indica que el suministro de Met+Cys no limitó el desempeño. De hecho, esta comparación pareada es particularmente sensible cuando el suministro de Met+Cys es marginal, como lo demuestran los resultados de la Tabla 6.

CONCLUSIONES

Se recomienda una bioeficacia relativa del 65 % de MHA-FA líquido en relación con la DL-metionina en función del peso (1 kg de MHA-FA líquido por 0,65 kg de DL-Met). Varios estudios de validación publicados recientemente no sólo proporcionan evidencia de que 100 unidades de MHA-FA pueden reemplazarse por 65 unidades de DL-Met a cualquier nivel de suministro dietético de Met+Cys o en dietas con diferentes niveles de proteína sin afectar el desempeño de las aves, sino que también la DL-Met aporta beneficios adicionales en cuanto a la mejora del rendimiento de la carne de pechuga y la salud de las almohadillas plantares.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El-Wahab, A.; Kölln, M.; and Kamphues, J. Impact of methionine sources on performance of heavy turkeys. In Proceedings of the 10th "Hafez" International Symposium on turkey diseases, Berlin, Germany, June **2014**.
- Agostini, P.S.; van der Aar, P.; Naranjo, V.; Lemme, A. Effect of methionine source at marginal and adequate methionine levels in turkeys. In Proceedings of the 21st European Symposium on Poultry Nutrition, Salou/Vilaseca, Spain, May **2017**.
- Batonon-Alavo, D.; Mahmood, T.; Shirley, R.; Rougier, T.; Mercier, Y.; Firman J. Sulfur amino acid requirements of growing turkeys fed with hydroxy methionine or DL-Methionine. In Proceedings of the 26th World's Poultry Congress, Paris, France, August **2022**.
- Blair, M.E. Methionine bioassays and methionine-choline-sulfate relationship in practical-type diets for young turkeys. MS Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. **1983**.
- Drew, M.D.; van Kessel, A.G.; Maenz, D.D. Absorption of methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid in conventional and germ-free chickens. *Poult. Sci.* **2003**, 82, 1149–1153.
- Gonzales-Esquerro, R.; Vázquez-Añón, M.; Hampton, T.; York, T.; Feine, S.; Wuelling, C.; Knight, C. Evidence of a different dose response in turkeys when fed 2-hydroxy-4(methylthio) butanoic acid versus DL-Methionine. *Poult. Sci.* **2007**, 86, 517–524.
- Harms, R. H. The role of cystine in methionine bioassays. Carolina Nutrition Conference 2.-4. December, Charlotte, North Carolina, **1987**, pp. 71 – 81.
- Hendrix Genetic Company Performance Goals Hybrid Converter. **2014**, PG_C_CS_E_KG_01_14.
- Hoehler, D.; Hooge, D.M. Relative Effectiveness of Methionine Sources in Turkeys - Scientific and New Commercial Data. *International Journal of Poultry Science* **2003**, 2, 361-366.



Hoehler, D.; Lemme, A.; Roberson, K.; Turner, K. Impact of methionine sources on performance in turkeys. *J. Appl. Poult. Res.* **2005**, *14*, 296–305.

Htoo, J.; Rademacher, M. Commercial methionine sources in pigs. *AMINONews® Review*. **2012**, 1–32.

Jankowski, J.; Ognik, K.; Kubińska, M.; Czech, A.; Juśkiewicz, J.; Zduńczyk, Z. The effect of DL-, L-isomers and DL-hydroxy analog administered at 2 levels as dietary sources of methionine on the metabolic and antioxidant parameters and growth performance of turkeys. *Poult. Sci.* **2017**, *96*, 3229–3238.

Kamphues, J.; Youssef, I.; Abd El-Wahab, A.; Üffing, B.; Witte, M.; Tost, M. Influences of feeding and housing on foot pad health in hens and turkeys. *Übersichten Tierernährung*. **2011**, *39*, 147 – 195.

Lemme, A.; Meyer, H. Impact of methionine sources on performance of heavy turkeys. In *Proceedings of the 5th International Symposium on turkey production*, Berlin, Germany, May **2009**.

Lemme, A. Relative bioavailability of methionine sources in fish. *AMINONews® Special Edition*. **2010**, 1–12.

Lemme, A.; Helmbrecht, A. Stefan, M. Commercial methionine sources in poultry. *AMINONews® Review*. **2012**, 1–40.

Lemme, A.; Naranjo, De Paula Dorigam, J.C. Utilization of methionine sources for growth and Met+Cys deposition in broilers. *Animals* **2020**, *10*(12), 2240.

Lingens, J.B.; Abd El-Wahab, A.; de Paula Dorigam, J.C.; Lemme, A.; Brehm, R.; Langeheine, M.; Visscher, C. Evaluation of methionine sources in protein reduced diets for turkeys in the late finishing period regarding performance, footpad health and liver health. *Agriculture*, **2021**, *11*(9), 901.

Littell, R.C.; Henry, P.R.; Lewis, A.J.; Ammerman, C.B. Estimation of relative bioavailability of nutrients using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* **1997**, *75*, 2672–2683.

Maenz, D.D.; Engele-Schaan, C.M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are transported by distinct Na⁺-dependent and H⁺-dependent systems in the brush border membrane of chick intestinal epithelium. *J. Nutr.* **1996**, *126*, 529–536.

Maenz, D.D.; Engele-Schaan, C.M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are partially converted to nonabsorbed compounds during passage through the small intestine and heat exposure does not affect small intestinal absorption of methionine sources in broiler chicks. *J. Nutr.* **1996**, *126*, 1438–1444.

Noll, S.L.; Waibel, P.E.; Cook, R.D.; Witmer, J.A. Biopotency of methionine sources for young turkeys. *Poult. Sci.* **1984**, *63*, 2458–2470.

National Research Council. *Nutrient Requirements of Nonhuman Primates*, 2nd revised edition. Washington, DC: The National Academies Press **1994**. pp. 101.

Rodehutscord, M.; Pack, M. Estimates of essential amino acid requirements from dose-response studies with rainbow trout and broiler chicken: effect of mathematical model. *Arch. Tierernähr.* **1999**, *52*(3), 223–44.

Rychen, G.; Aquilina, G.; Azimonti, G.; Bampidis, V.; de Lourdes Bastos, M.; Bories, G.; Chesson, A.; Cocconcelli, P.S.; Flachowsky, G.; Gropp, J.; *et al.* Safety and efficacy of hydroxy analogue of methionine and its calcium salt (ADRY⁺) for all animal species. *EFSA J.* **2018**, *16*, e05198.

Sauer, N.; Emrich, K.; Piepho, H.-P.; Lemme, A.; Redshaw, M.S.; Mosenthin, R. Meta-analysis of the relative efficiency of methionine-hydroxy-analogue-free-acid compared with DL-methionine in broilers using nonlinear mixed models. *Poult. Sci.* **2008**, *87*, 2023–2031.

Schmidt, G. P. Determination of the relative potency of methionine compounds for turkeys. Master of Science Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, **1981**.

Selle, P.H.; De Paula Dorigam, J.C.; Lemme, A.; Chrystal, P.V.; and Liu, S.Y. Synthetic and crystalline amino acids: Alternatives to soybean meal in chicken-meat production. *Animals (Basel)*. **2020**. 10(4): 729.

Willke, T. Methionine production—A critical review. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2014**, 98, 9893–9914.

Yang, Z.; Htoo, J.K.; Liao, S.F. Methionine nutrition in swine and related monogastric animals: Beyond protein biosynthesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2020**, 268, 114608.

El contenido de este documento está destinado a brindar información y asistencia a los clientes de Evonik y no se aplica a los productos comercializados o vendidos en los Estados Unidos. Evonik comercializa sus productos de conformidad con las leyes locales aplicables, pero es responsabilidad del usuario garantizar que el uso y cualquier afirmación hecha sobre este producto cumpla con todos los requisitos pertinentes. Este documento no puede publicarse en los Estados Unidos sin el consentimiento expreso por escrito de Evonik Operations GmbH.



Evonik Operations GmbH
Animal Nutrition Business Line

animal-nutrition@evonik.com
www.evonik.com/animal-nutrition

Esta información y todas las recomendaciones, técnicas o de otro tipo, se presentan de buena fe y se consideran correctas en la fecha de su elaboración. Los destinatarios de esta información y recomendaciones deben hacer su propia determinación en cuanto a su idoneidad para sus propósitos. En ningún caso Evonik asumirá responsabilidad por daños o pérdidas de cualquier tipo o naturaleza que resulten del uso o confianza en esta información y recomendaciones. EVONIK RENUNCIA EXPRESAMENTE A CUALQUIER REPRESENTACIÓN Y GARANTÍA DE CUALQUIER TIPO, YA SEA EXPRESA O IMPLÍCITA, EN CUANTO A LA EXACTITUD, INTEGRIDAD, NO INFRACCIÓN, COMERCIALIZABILIDAD Y/O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO) CON RESPECTO A CUALQUIER INFORMACIÓN Y RECOMENDACIONES PROPORCIONADAS. La referencia a cualquier nombre comercial utilizado por otras empresas no es ni una recomendación ni una aprobación del producto correspondiente, y no implica que no puedan utilizarse productos similares. Evonik se reserva el derecho a realizar cambios en la información y/o recomendaciones en cualquier momento, sin previo o posterior aviso.



Methionine Sources in Turkeys – an Update

J. C. P. Dorigama^{a,b}, A. Lemme^a, H. Malins^a

^a *Evonik Operations GmbH, Hanau, Germany*

^b *juliano.dorigam@evonik.com*

Abstract

In this review, scientific data on the relative bioefficacy value (RBV) of methionine sources in turkeys will be presented and discussed. A compilation of scientific information on RBV of methionine sources in turkeys was done and based on 15 available data sets from studies conducted since 1981. An average RBV of 76 % (weight gain), and 68 % (feed conversion) for liquid methionine hydroxy analogue (MHA-FA) compared to DL-methionine (DL-Met) in turkey was found. Despite these values being slightly higher, a RBV of 65% on a weight-to-weight basis is recommended for liquid MHA-FA in turkey nutrition which is confirmed by a recent opinion of the European Food Safety Authority for monogastric animals. Applicability of this recommendation is justified and validated by several challenge-feeding trials with turkeys where DL-Met and liquid MHA-FA were supplemented in a respective 65:100 ratio in corresponding treatments. While this recommendation was always confirmed, it is evident that especially at marginal dietary Met+Cys levels, which represent more sensitive test conditions, liquid MHA-FA could be replaced by DL-Met in turkey diets without compromising performance. Even the contrary, results indicated extra benefits regarding improved breast meat yield, antioxidant capacity of liver and foot pad health with DL-Met.

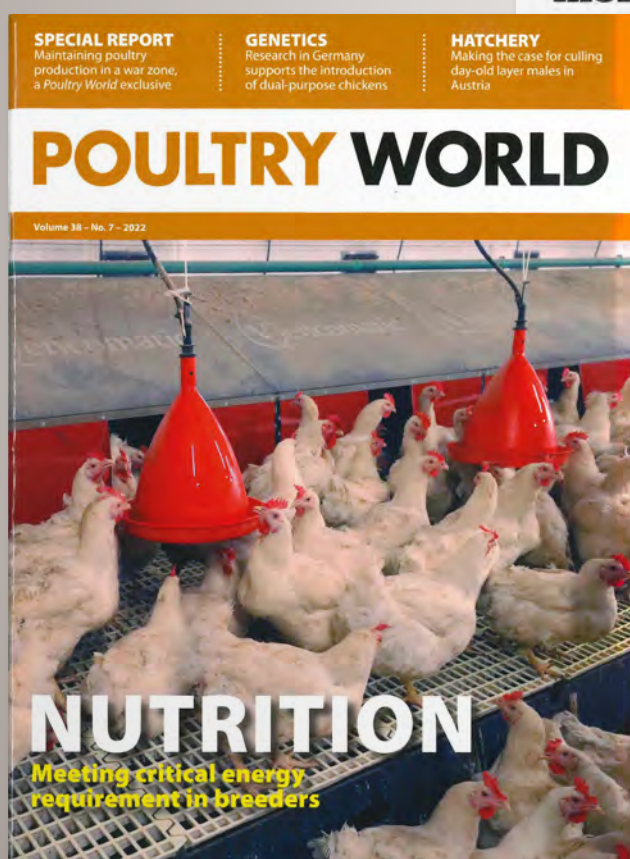
Introduction

Commercial poultry diets are routinely supplemented with methionine or its precursors to precisely meet their sulphur amino acid (SAA) specifications. Methionine (**Met**) is an essential amino acid for poultry and serves as a building block for protein synthesis, being also a precursor for cysteine (**Cys**) and important methyl donor (Selle *et al.*, 2020). Most of the supplemental Met commercially available is supplied as crystalline DL-methionine (**DL-Met**, 99% content) or as liquid DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (methionine hydroxy analogue-free acid, **MHA-FA**; 88% content) (Willke, 2014). Both products provide Met activity to poultry, but chemically MHA-FA is not an amino acid due to the replacement of the characteristic amino group by a hydroxy group (Yang *et al.*, 2020). In addition to the chemical differences, there are studies indicating slower and less efficient absorption of liquid MHA-FA due to differences in transport systems in intestinal brush border membrane and potential catabolism by enteric bacteria (Maenz and Engele-Schaan 1996, Drew *et al.*, 2003). Therefore, understanding the nutritional value indicated by the relative bioefficacy value (**RBV**) of liquid MHA-FA compared to DL-Met is an important precondition to cost-effective purchasing, feed formulation, and optimum animal production (Sauer *et al.*, 2008).

A relative bioefficacy of 65% for liquid MHA-FA is recommended for turkeys

A proper evaluation of potential differences in the bioefficacy of two products is strongly dependent on an adequate trial design. In such experiments, the treatments comprise a basal diet deficient in Met+Cys and a set of diets with incremental Met+Cys levels. The effect of the incremental Met supplementation on performance criteria describes the dose-response relationship which is not linear but follows the law of diminishing returns. The first unit of supplemental Met results in a relatively strong effect, i. e. significantly increases the performance. This effect diminishes progressively with each additional amount of Met supplementation. Eventually an optimum supply status is reached where no further increase in performance can be achieved. This curve can accurately be described by an exponential regression equation (Rodehutsord and Pack, 1999). The more data points describe the non-linear first section of the response curve, the more robust is the conclusion. The methodology of simultaneous exponential regression as proposed by Littell *et al.* (1997) assumes that both nutrient sources under test allow for the same asymptote of the response curves. Although the experimental setup to determine the RBV has been a matter of discussion and different asymptotes have been proposed by Gonzales-Esquerria *et al.* (2007), the meta-analysis performed by Sauer *et al.*

4. La DL-metionina tiene más beneficios para los pollos de engorde



SECCIÓN 1, TRIAL núm. 8



SECCIÓN 2, VIDEO núm. 6



“MHA: Todos los argumentos apoyan una bioeficacia del 65%”

Andreas Lemme

Evonik Operations GmbH, Hanau, Alemania
andreas.lemme@evonik.com

RESUMEN EJECUTIVO

- La comprensión del valor nutricional de los productos hidroxianálogos de metionina (MHA) es de gran importancia económica, no sólo para la industria de alimentos, sino también para los fabricantes de MHA.
- Evonik y organizaciones como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), el Centraal Veevoeder Bureau (CVB) de Holanda y el National Research Council (NRC) de los EUA recomiendan una bioeficacia de alrededor del 65 % para el MHA en relación con la DL-metionina.
- Mientras que la relación de pendientes o la regresión multiexponencial son métodos establecidos y validados para determinar la bioeficacia de las fuentes de nutrientes en relación con una referencia, los fabricantes de MHA intentan introducir enfoques estadísticos alternativos para evaluar su producto. Con esto pretenden demostrar la equivalencia nutricional de su producto frente a la DL-Metionina y cuestionar la superioridad nutricional de la DL-Metionina.
- La menor bioeficacia del MHA queda demostrada por numerosos resultados de investigaciones fisiológicas. Los fabricantes de MHA publicaron recientemente revisiones que excluyeron publicaciones desfavorables para su producto y cuestionaron los métodos establecidos en las investigaciones fisiológicas que indicaban la deficiencia del MHA.
- Los fabricantes de MHA han hecho varios intentos de asignar un valor adicional a sus productos y demostrar cómo podrían reducir los costos en la formulación de alimentos, incluido un alto valor energético, propiedades acidificantes para sustituir los ácidos orgánicos y una alta capacidad antioxidante. Todos estos aspectos son científicamente dudosos.
- Todas las actividades enumeradas anteriormente niegan el hecho de que la DL-metionina es la mejor fuente de metionina y se recomienda una bioeficacia relativa del 65 % para el MHA. Esta recomendación se basa en metodologías validadas y científicamente establecidas y se ha demostrado repetidamente en diversas condiciones científicas y prácticas.

INTRODUCCIÓN

En una revisión sobre la bioeficacia relativa de los aminoácidos publicada en 1995 por Lewis y Baker, se informó de una biodisponibilidad 66% para el hidroxianálogo de metionina ácido libre líquido (MHA-FA) en relación con la DL-metionina (DL-Met) en base peso en dietas prácticas [1]. Esto significa 100 partes de MHA-FA pueden sustituirse por 66 partes de DL-Met en el alimento balanceado sin afectar el desempeño. Desde entonces, el debate sobre la bioeficacia relativa de las fuentes de metionina ha continuado. A principios de la década de 1980 se informaron bioeficacias entre el 63 % y el 70 % para el MHA-FA líquido en relación con la DL-Met [2–4].

En 2003, el Centraal Veevoederbureau (CVB) de los Países Bajos invitó a los principales fabricantes de DL-Met y ácido libre de MHA líquido (MHA-FA) a establecer un enfoque metodológico de consenso para determinar la eficacia biológica del MHA-FA en cerdos y aves, y a contribuir con publicaciones y datos para este estudio.

En consecuencia, Aventis Animal Nutrition (conocida hoy como Adisseo), Novus International Inc, Degussa AG (conocida hoy como Evonik Industries GmbH) y el CVB acordaron un protocolo para determinar la bioeficacia del MHA-FA en relación con la DL-Met mediante regresión lineal simultánea o exponencial. El resultado de este proyecto sugirió que la efectividad del MHA-FA es, en promedio, del 68% en relación con la DL-Met para pollos de engorde, una especie que sin duda tiene el mayor número de conjuntos de datos adecuados [5]. El análisis reveló que este resultado es estadísticamente significativo. En el caso de ponedoras, pavos y cerdos los resultados fueron menos claros debido al número muy limitado de estudios por lo que se recomendó generar más datos. Más recientemente, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) concluyó que “existen pruebas convincentes” de que el MHA-FA (y su sal de calcio) tiene una bioeficacia significativamente menor que la DL-Met en todas las especies no rumiantes [6]. Por lo tanto, se informó que la eficacia del MHA-FA era un 67% tan eficaz como la DL-Met. Además, instituciones como el National Research Council (NRC) de los EUA concluyeron que “es razonable suponer” que la bioeficacia del MHA-FA en los peces es aproximadamente del 67 al 71 % en relación con la DL-Met [7].

Basándose en sus propios metaanálisis, Evonik recomienda una bioeficacia del 65 % para todos los productos de MHA (MHA-FA; MHA-Ca) para todas las especies monogástricas terrestres y acuáticas de cría en cualquier condición de producción. [8–13]. Además, numerosos estudios reportan evidencias de los mecanismos fisiológicos que explican la menor bioeficacia del MHA-FA [6]. La recomendación del 65 % también se puede probar en cualquier condición de producción y nutrición sin comprometer el desempeño animal. [14–20, 11, 21–26, 13]. Finalmente, la aplicación de nuestra recomendación ahorrará dinero a la planta de alimentos y evitará pérdidas de desempeño animal. En consecuencia, repercutirá en el precio obtenido por los fabricantes de MHA-FA. Probablemente esta sea la razón principal por lo que hacen todo lo posible por desacreditar nuestra recomendación y las metodologías establecidas que la sustentan. Los fabricantes de MHA-FA, en particular, están utilizando (mal) de la plataforma científica para confundir y desinformar a los nutricionistas.

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA BIOEFICACIA.

La metodología para determinar la bioeficacia relativa fue descrita por Littell et al. [27]. En resumen, se trata de dos (múltiples) conjuntos de datos de dosis-respuesta analizados simultáneamente mediante regresión lineal (slope-ratio) o exponencial. Las pendientes dentro de las ecuaciones de regresión están relacionadas entre sí, en este caso utilizando la DL-Met como referencia. El coeficiente resultante sugiere cuánta DL-Met es necesaria para sustituir el MHA-FA y obtener el mismo desempeño animal, independientemente del nivel general de suplementación y del nivel de desempeño. Este enfoque supone que el desempeño máximo alcanzable (asíntota) es similar para ambos productos. Se han hecho varios intentos para aportar pruebas de que este método no sería aplicable al MHA-FA. Vázquez-Anón et al. (Novus International) informaron sobre cuatro estudios simultáneos de dosis-respuesta y concluyeron que la naturaleza de la curva de dosis-respuesta diferiría en pollos alimentados con MHA-FA o con DL-Met [28]. Curiosamente, cuando los datos se analizaron por separado para cada ensayo, las regresiones lineales, exponenciales y cuadráticas se ajustaron mejor a las respuestas de DL-Met y MHA-FA, pero fueron diferentes entre los ensayos y los productos. Por otro lado, un metaanálisis de datos combinados de estos cuatro ensayos sugirió una respuesta lineal al MHA-FA sin asíntota y una respuesta cuadrática a la DL-Met [28]. Ese mismo año, Vázquez-Anón et al. (Novus International) identificaron respuestas cuadráticas para ambos productos [29] y otro ensayo con pollos de engorde sugirió respuestas lineales para ambos productos [30]. Así pues, el equipo de Vázquez-Anón y Knight de Novus International presentó conclusiones biológicamente engañosas e incoherentes, pero, afirmó que no había diferencia en la eficacia de los productos. Además, se utilizaron respuestas lineales para comparar las pendientes [30], evidentemente aceptando el método slope ratio. Sin embargo, no hubo respuestas significativas de los pollos a ninguno de los productos, un prerrequisito para un ensayo confiable de slope ratio. Tras un procesamiento no convencional de los datos, un metaanálisis patrocinado por Adisseo aceptó y también aplicó el método slope ratio, concluyendo que la efectividad del MHA-FA no diferiría al de la DL-Met [31]. Se prestó especial atención al tratamiento de los datos y a la selección de las publicaciones consideradas [32], pero los



autores sólo pudieron justificar parcialmente sus conclusiones [33] aparte de que resulta imposible de que el lector reproduzca este análisis. Kratzer (que fue coautor [29]) y Littell (quien originalmente describió los métodos slope ratio y multiexponencial para fuentes de metionina [27]) se basaron en el estudio CVB mencionado antes [5] – lo que fue aceptado por todas las empresas involucradas – y concluyó que el MHA-FA y la DL-Met no generarían la misma asíntota y, por lo tanto, la conclusión de menor bioeficacia del MHA-FA de Jansman et al. [5] no sería válida [34]. Una respuesta inmediata cuestionó estas conclusiones [35] y un metaanálisis en profundidad proporcionó evidencias claras de que las asíntotas de ambos productos son similares, pero que la dosis requerida para alcanzar este máximo difiere entre productos [36]. Desde entonces, el enfoque metodológico no ha sido cuestionado en los círculos científicos, aunque la Asociación Internacional de Análogos de Metionina (IMAA, fundada en 2012), utilizó las publicaciones mencionadas anteriormente para “promover la reputación” del MHA-FA [37].

Sin embargo, la evidencia definitiva de la validez de la regresión exponencial múltiple se obtiene con el uso de DL-Met diluida como patrón interno. Con una concentración conocida de sólo el 65 % de DL-Met en una premezcla (DL-Met65), el ensayo simultáneo de dosis-respuesta debería revelar una bioeficacia de aproximadamente el 65 % en relación con la DL-Met pura. Los ensayos en pollos de engorde utilizando DL-Met65 sugirieron una bioeficacia media del 63% que, además, era idéntica a la bioeficacia determinada para MHA-FA” [38,18,20]. Curiosamente, estos estudios se publicaron antes de 2006 y, por lo tanto, ya se conocían antes de las publicaciones anteriores, lo que sugiere que ya estaban disponibles diferentes modelos de regresión, pretratamiento de datos para la regresión slope ratio, etc. Sin embargo, otros ensayos con DL-Met65 validaron el método y la bioeficacia de los productos [11,16], refutando así el concepto de que los dos tienen la misma bioeficacia, diferentes asíntotas o diferentes naturalidades de respuesta. Una observación curiosa es que, de hecho, Rhône-Poulenc (ahora Adisseo) utilizó la inclusión de DL-Met diluida como estándar interno en un experimento para determinar la bioeficacia del MHA, llegando a conclusiones similares a las de investigaciones recientes [39].

Más recientemente, se ha argumentado que se debería hacer una comparación justa a los niveles de suplementación “comercial” según los requerimientos [40–42]. Esta sugerencia es débil, porque el máximo desempeño se alcanza incluso con DL-Met65 a dichos niveles “comerciales” [16,18,38,11,20]. Nadie puede concluir que la DL-Met65 tenga la misma bioeficacia que la DL-Met pura. Por otra parte, Batonon-Alavo et al. suplementaron DL-Met y MHA-FA a niveles equimolares para lograr las recomendaciones de las compañías de genética de pollos de engorde [43]. Presentaron la prueba de no inferioridad como un “nuevo enfoque estadístico” para demostrar que el MHA-FA no es inferior a la DL-Met. Sin embargo, la aplicación de esta prueba incluyó errores graves [44], que los autores obviamente no aceptaron [45]. En primer lugar, la prueba de no inferioridad supone una menor eficacia del producto sometido a prueba (en este caso, el MHA-FA) y la cuestión que hay que resolver es simplemente si esta menor eficacia está dentro de un intervalo aceptable. El análisis estadístico de los datos informados revela correctamente que no se puede confirmar la no inferioridad del MHA-FA frente a la DL-Met [44].

En resumen, las publicaciones de los fabricantes de MHA-FA tienen como objetivo generar dudas sobre la precisión y la validez de la bioeficacia significativamente menor del MHA-FA en relación con la DL-Met. Para lograr este objetivo, sugirieron varios modelos de regresión, hicieron metaanálisis cuya preparación de datos no sería aceptada en una comparación justa y sugirieron condiciones de prueba en las que las comparaciones no son significativas. Por otro lado, la relaciones slope ratio y multiexponencial son métodos establecidos para comparar una fuente de nutrientes con una referencia. La eficacia de este modelo se demostró probándolo con DL-Met65. La bioeficacia recomendada del 65% para el MHA-FA en relación con la DL-Met se puede probar en cualquier condición de producción, clima, especie de granja no rumiante y con cualquier producto de MHA (MHA-FA, MHA-Ca) sin comprometer el desempeño animal y permite de hecho un considerable ahorro de costos y otros beneficios.

BASES FISIOLÓGICAS

Se han publicado numerosos estudios sobre el destino metabólico y fisiológico de la DL-Met y del MHA-FA. La EFSA concluyó anteriormente que las principales razones de la menor bioeficacia del MHA-FA están relacionadas principalmente con su mayor degradación por parte de los microbios intestinales y, en particular, con la menor digestión y utilización de los dímeros y trímeros del MHA-FA [6]. Becquet, actualmente presidente del citado IMAA, y colaboradores de Adisseo y Novus International han publicado recientemente dos revisiones detalladas sobre el metabolismo de las fuentes de metionina [46,47]. La primera revisión se centra en la digestión y absorción de las moléculas de la digesta y la segunda revisión analiza la transformación de D-MHA, L-MHA y D-Met en L-Met. Aunque no resulte obvio para un lector con poco conocimiento de estos temas, los autores fueron selectivos en las referencias que eligieron, que por definición hace imposible una revisión exhaustiva y científicamente confiable [48]. La revisión no sólo ignoró las publicaciones a favor del MHA-FA [BG1], pero también desacreditó los enfoques metodológicos utilizados en los estudios que revelaban desventajas del MHA-FA en comparación con la DL-Met. Esto es digno de mención, ya que todas las investigaciones sobre las bases fisiológicas de estos productos no nos permitirían cuantificar los efectos y, por lo tanto, analizar la bioeficacia relativa determinada, sólo nos permite explicar la observación empírica. Los temas tratados en las reseñas [46,47] incluyen los incluidos en el informe de la EFSA [6] y, al parecer, con publicaciones científicas como esta, se establecerán nuevas “pruebas” que permitirían revisar la evaluación respectiva por parte de la EFSA. Nuestra carta de respuesta pasó rápidamente por el proceso de revisión de la revista, que aceptó que la “línea de argumentación tiene como objetivo desacreditar los estudios que informan de una menor absorción de MHA-FA. La impresión de una reseña sesgada se ve reforzada por la omisión de una serie de publicaciones de fácil acceso” [48].

ENFOQUES PARA AUMENTAR EL VALOR NUTRICIONAL DEL MHA-FA

Cuando se trata de fijar el precio de la DL-Met y el MHA-FA, los valores de la matriz para la formulación de alimentos de costo mínimo (FCM) son críticos al evaluar el atractivo relativo de incluir un ingrediente en la fórmula final. Por ejemplo, si la única información nutricional en la matriz fuera el contenido disponible de Met (Met+Cys), el valor de MHA-FA sería un 65 % mayor para la DL-Met, de acuerdo con la recomendación de Evonik. Si la relación de precios entre productos es > 65%, el FCM favorecería a la DL-Met y sugeriría un costo de oportunidad competitivo para el MHA-FA.

Valores energéticos asociados a la DL-Met y al MHA-FA

La matriz puede contener información adicional, como el contenido energético, que es importante en este contexto. Está claro que la DL-Met y el MHA-FA contienen energía, lo que contribuye, aunque poco, al contenido energético de la dieta y existen conceptos bien establecidos sobre las energías metabolizable y neta en la nutrición de aves y cerdos. A menudo se asume que la discusión sobre la eficacia relativa tiene en cuenta la energía de la dieta y su respectiva utilización, porque las respuestas de desempeño determinadas en ensayos de respuesta de desempeño, son efectos netos de todos los nutrientes y la energía juntos. Por lo tanto, una bioeficacia del 65% debería reflejarse también en los valores energéticos introducidos en las matrices de FCM. Sin embargo, si la relación energética entre los productos es superior al 65%, aumenta el atractivo relativo del MHA-FA frente a la DL-Met. Adisseo ha editado una publicación que sugiere que la energía metabolizable del MHA-FA es tan alta como la de la DL-Met para aves y la energía neta es entre un 4% y un 5% superior [49,50]. Se han reportado cifras similares para mamíferos. El uso de estos valores en la FCM anularía el efecto del valor más bajo de Met+Cys del MHA-FA y, por lo tanto, sería más atractivo incluir el MHA-FA en la dieta en lugar de la DL-Met, independientemente de la menor actividad de Met+Cys. Esto hace que el MHA-FA resulte atractivo para las negociaciones de precios. Sin embargo, aunque estos valores energéticos propuestos no se determinaron en ensayos con animales, sino mediante cálculos a nivel molecular, debe tenerse en cuenta que los aminoácidos (suplementarios) y sus hidroxianálogos se suministran para su incorporación efectiva a la proteína corporal y, por tanto, no están destinados a la oxidación. En este contexto, cabe destacar que Met+Cys son los primeros factores limitantes en muchas dietas, lo que en consecuencia indica una utilización maximizada. Si esto se tiene en cuenta, el panorama cambiaría, ya que todos los isómeros del MHA necesitan convertirse en L-metionina, lo que supone, de hecho, un gasto energético, aunque sea pequeño.

MHA-FA como agente acidificante

Otro intento de aumentar el atractivo relativo del MHA-FA frente a la DL-Met en la FCM se sugiere en el “ABC-4 Acidsaver” de Adisseo. Esta aplicación en línea calcula cuánto acidificante se puede ahorrar solamente con la



suplementación de MHA-FA, que en realidad es un ácido orgánico fuerte con un pH igual a uno. Sustituir (una cierta cantidad de) ácidos orgánicos en los alimentos revelaría una ventaja económica. Queda pendiente la cuestión de si el MHA-FA puede actuar como acidificante en los alimentos. Cuando se evaluó la desaparición del MHA-FA y la DL-Met de la digesta en pollos y cerdos gnotobióticos, se concluyó que los microbios intestinales utilizan una cantidad considerable de MHA-FA, en contraste con la DL-Met, que entonces no estaba disponible para el hospedador. [51,52]. Sin embargo, aunque estos estudios no nos permitieron evaluar si los microbios que consumían el MHA-FA morían, sugieren que el MHA-FA no tenía una doble funcionalidad. Una investigación del impacto del ácido fórmico, la DL-Met, el MHA-FA y la sustitución gradual del ácido fórmico por MHA-FA sobre la actividad microbiana en el íleon y el colon porcino, no reveló ningún impacto del MHA-FA sobre la densidad microbiana, ni en la producción de ácidos grasos de cadena corta [53]. Los datos informados por Smith et al. confirman que el MHA-FA no modula la microbiota ni las características intestinales de cerdos y pollos de engorde [54]. Locatelli et al. concluyeron que el MHA-FA es ineficaz como conservante de alimentos, por ejemplo, para el control de la Salmonella [55]. Al igual que con la energía dietética, las respuestas de desempeño para determinar la bioeficacia incluirían cualquier impacto sobre la microbiota intestinal y la salud. Además, los ensayos de validación que cuestionaron la bioeficacia recomendada del 65% se realizaron en condiciones controladas y de campo, y no sugieren ninguna diferencia entre ambientes, por lo tanto, efectos beneficiosos del MHA-FA para la salud en animales de granja monogástricos [13,12,8].

MHA-FA como agente antioxidante

El estrés oxidativo es otro desafío relevante en la producción animal. Lo desencadenan diversos factores estresantes como el estrés térmico, pero también la densidad en el alojamiento y las deficiencias nutricionales. Las denominadas moléculas de especies reactivas de oxígeno (ROS) están en el centro de este debate, porque el cuerpo necesita neutralizarlas mediante diversas estrategias antioxidantes. Entre varios otros compuestos, los aminoácidos que contienen azufre alivian el estrés oxidativo [56]. Como resumieron Magnuson et al., el grupo azufre de la metionina se puede oxidar a sulfóxido durante el estrés oxidativo, lo que permite que la metionina neutralice las ROS [57]. Además, a través de la vía de la transulfuración, la metionina puede transformarse en cisteína, que a su vez es un precursor del glutatión (GHS), que es un antioxidante eficaz. [57]. En su cuestionable revisión (véase más arriba), Becquet et al. hicieron hincapié en los efectos beneficiosos del MHA-FA contra las ROS. Aunque informaron de estudios en los que las proporciones de GHS reducido a GHS total u oxidado fueron mayores con MHA-FA que con DL-Met, lo que sugiere una mayor capacidad de defensa contra el estrés oxidativo. [58-60], no mencionaron otros estudios que reportaron mayor capacidad antioxidante de la DL-Met [61,62] o estudios que no lograron diferenciar productos en este contexto [63,64]. Una publicación reciente sobre el origen de las ROS demostró en modelos de células musculares (mioblastos) que, particularmente el D-MHA se transforma en L-Met en las mitocondrias y no en los peroxisomas, lo que resulta en una mayor concentración de H₂O₂ que es un potente ROS en el espacio extracelular, que estimularía la defensa contra el estrés oxidativo [65]. En consecuencia, el propio metabolismo del MHA-FA aumenta el estrés oxidativo a nivel celular. Una vez más, como se indicó anteriormente, la aplicación de la bioeficacia recomendada del 65% para el MHA-FA se aplica a cualquier condición ambiental, nutricional y de manejo que, por lo tanto, excluya beneficios adicionales del MHA-FA en tales condiciones [13,32,8,12].

RESUMEN Y CONCLUSIÓN

En resumen, la regresión multiexponencial de datos de dosis-respuesta simultáneos permite determinar la bioeficacia del MHA-FA en relación con la DL-Met, así como la validación del método. Por lo tanto, se recomienda una bioeficacia del 65%. Esto es similar a los hallazgos de la compañía predecesora de Adisseo, Rhône-Poulenc – AEG, que concluyó en 1983 sobre una bioeficacia del 70% en base a producto [4]. En particular, los fabricantes de MHA-FA y los científicos apoyados por estas compañías han presentado varios enfoques estadísticos para establecer la equivalencia nutricional entre el MHA-FA y la DL-Met. Por otra parte, en algunos ejemplos se puede demostrar claramente que estas publicaciones e incluso las llamadas revisiones han ignorado otras investigaciones que no son convenientes para los fabricantes de MHA en este contexto. Además del debate sobre la bioeficacia se han hecho varios intentos para aumentar el valor nutricional del MHA-FA en relación con la DL-Met, lo que sugiere que el MHA-FA tiene mayor valor energético, dietético, propiedades acidificantes o capacidad antioxidante. Sin embargo, ningún enfoque puede negar la aplicabilidad práctica de nuestra bioeficacia recomendada del 65% y el ahorro asociado para el usuario, ya que más de 150 pruebas en cualquier condición de producción demuestran la validez de nuestra recomendación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lewis, A. J., and D. H. Baker. 1995. Bioavailability of D-amino acids and DL-hydroxy methionine. Pages 67–81 in Bioavailability of nutrients to animals. Amino acids, minerals, and vitamins. C. B. Ammerman, D. H. Baker and A. J. Lewis, eds. Academic Press limited, London.
2. van Weerden, E. J., H. L. Bertram, and J. B. Schutte. 1982. Comparison of DL-Methionine, DL-Methionine-Na, DL-Methionine hydroxy analogue-Ca, and DL-Methionine hydroxy analogue free acid in broilers using a crystalline amino acid diet. *Poultry science* 61:1125–1130.
3. van Weerden, E. J., J. B. Schutte, and H. L. Bertram. 1983. DL-Methionine and DL-Methionine hydroxy analogue free acid in broiler diets. *Poultry science* 62:1269–1274.
4. Rhône-Poulenc - AEC. 1983. Comparison of the nutritional efficacy of DL-methionine and its hydroxy analog free acid in broilers 12 / *Poultry* 255.
5. Jansman, A., C. A. Kan, and J. Wiebenga. 2003. Comparison of the biological efficacy of DL-methionine and hydroxy-4-methylthiobutanoic acid (HMB) in pigs and poultry. *Centraal Veevoederbureau*.
6. Rychen, G., G. Aquilina, G. Azimonti, V. Bampidis, M. de Lourdes Bastos, G. Bories, A. Chesson, P. S. Cocconcelli, G. Flachowsky, J. Gropp, B. Kolar, M. Kouba, M. López-Alonso, S. López Puente, A. Mantovani, B. Mayo, F. Ramos, M. Saarela, R. E. Villa, P. Wester, L. Costa, N. Dierick, L. Leng, J. Tarrés-Call, and R. J. Wallace. 2018. Safety and efficacy of hydroxy analogue of methionine and its calcium salt (ADRY+) for all animal species. *EFSA journal*. European Food Safety Authority 16:e05198. doi:10.2903/j.efsa.2018.5198.
7. Committee of the Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academies Press, Washington, DC.
8. Lemme, A., A. Helmbrecht, and S. Mack. 2012. Commercial methionine sources in poultry. *AMINONews® Review*:1–39.
9. Lemme, A. 2010. Relative bioavailability of methionine sources in fish. *AMINONews®*:1–11.
10. Lemme, A. 2004. Relative effectiveness of methionine hydroxy analogue calcium salt in broilers and layers. *AMINONews®*:1–8.
11. Lemme, A., V. Naranjo, and J. C. de Paula Dorigam. 2020. Utilization of Methionine Sources for Growth and Met+Cys Deposition in Broilers. *Animals: an open access journal from MDPI* 10. doi:10.3390/ani10122240.
12. Htoo, J. K., and M. Rademacher. 2012. Commercial methionine sources in pigs. *AMINONews® Review*:1–31.
13. Dorigam, J. C. P., A. Lemme, and H. Malins. 2023. Methionine sources in turkeys - an update. *Proceedings of the 15th Turkey Science and Production Conference*, 22nd–24th March, Chester, UK:63–70.
14. Agostini, P. S., P. van der Aar, v. d. Naranjo, and A. Lemme. 2017. Effect of methionine source at marginal and adequate methionine levels in turkeys in *Proceedings of 21st European Symposium on Poultry Nutrition*.
15. Kim, B. G., M. D. Lindemann, M. Rademacher, J. J. Brennan, and G. L. Cromwell. 2006. Efficacy of dl-methionine hydroxy analog free acid and dl-methionine as methionine sources for pigs. *Journal of animal science* 84:104–111.
16. Elwert, C., E. d. A. Fernandes, and A. Lemme. 2008. Biological Effectiveness of Methionine Hydroxy analogue Calcium Salt in Relation to DL-Methionine in Broiler Chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci* 21:1506–1515. doi:10.5713/ajas.2008.80201.
17. Hoehler, D., and D. M. Hooge. 2003. Relative effectiveness of methionine sources in turkeys – scientific and new commercial data. *International Journal of Poultry Science* 2:361–366.
18. Hoehler, D., A. Lemme, S. K. Jensen, and S. L. Vieira. 2005. Relative Effectiveness of Methionine Sources in Diets for Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 14:679–693. doi:10.1093/japr/14.4.679.
19. Hoehler, D., A. Lemme, K. Roberson, and K. Turner. 2005. Impact of Methionine Sources on Performance in Turkeys. *Journal of Applied Poultry Research* 14:296–305.
20. Lemme, A., D. Hoehler, J. J. Brennan, and P. F. Mannion. 2002. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. *Poultry science* 81:838–845. doi:10.1093/ps/81.6.838.
21. Mandal, A. B., A. V. Elangovan, and T. S. Johri. 2004. Comparing Bio-efficacy of Liquid DL-methionine Hydroxy Analogue Free Acid with DL-methionine in Broiler Chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci* 17:102–108.
22. Opapeju, F. O., J. K. Htoo, C. Dapoza, and C. M. Nyachoti. 2012. Bioavailability of methionine hydroxy analog-calcium salt relative to DL-methionine to support nitrogen retention and growth in starter pigs. *Animal: an international journal of animal bioscience* 6:1750–1756. doi:10.1017/S1751731112000869.
23. Pagliari Sangali, C., L. D. Giusti Bruno, R. Vianna Nunes, Rodrigues de Oliveira Neto, A., P. C. Pozza, T. M. Moraes de Oliveira, R. Frank, and R. A. Schoene. 2014. Bioavailability of different methionine sources for growing broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia* 43:140–145.
24. Payne, R. L., A. Lemme, H. Seko, Y. Hashimoto, H. Fujisaki, J. Koreleski, S. Swiatkewicz, W. Szczurek, and H. S. Rostagno. 2006. Bioavailability of methionine hydroxy analog-free acid relative to DL-methionine in broilers. *Anim. Sci. J.* 77:427–439.
25. Wang, M. Q., T. T. La Huyen, J. W. Lee, S. H. Ramos, J. K. Htoo, V. La Kinh, and M. D. Lindemann. 2020. Bioavailability of the calcium salt of dl-methionine hydroxy analog compared with dl-methionine for nitrogen retention and the preference of nursery pigs for diets based on the 2 forms of methionine. *Journal of animal science* 98. doi:10.1093/jas/skaa349.
26. Zimmermann, B., R. Mosenhain, M. Rademacher, P. Lynch, and E. Esteve-García. 2005. Comparative studies on relative efficacy of DL-methionine and liquid methionine hydroxy analogue in growing pigs. *Asian Australas. J. Anim. Sci* 18:1003–1010.
27. Littell, R. C., P. R. Henry, A. J. Lewis, and C. B. Ammerman. 1997. Estimation of relative bioavailability of nutrients using SAS procedures. *Journal of animal science* 75:2672–2683. doi:10.2527/1997.75102672x.
28. Vázquez-Anón, M., R. González-Esquerre, E. Saleh, T. Hampton, S. Ritcher, J. Firman, and C. D. Knight. 2006. Evidence for 2-hydroxy-4(methylthio) butanoic acid and DL-methionine having different dose responses in growing broilers. *Poultry science* 85:1409–1420. doi:10.1093/ps/85.8.1409.



29. Vázquez-Añón, M., D. Kratzer, R. González-Esquerria, I. G. Yi, and C. D. Knight. 2006. A multiple regression model approach to contrast the performance of 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid and DL-methionine supplementation tested in broiler experiments and reported in the literature. *Poultry science* 85:693–705. doi:10.1093/ps/85.4.693.
30. Liu, Y. L., G. L. Song, G. F. Yi, Y. Q. Hou, J. W. Huang, M. Vazquez-Anon, and C. D. Knight. 2006. Effect of supplementing 2-Hydroxy-4- (Methylthio) butanoic acid and DL-methionine in corn-soy-cotton seed meal diets on growth performance and carcass quality of broilers. *Asian Australas. J. Anim. Sci* 19:1197–1205.
31. Uddin, M. E., H. J. van Lingen, P. G. Da Silva-Pires, D. I. Batanon-Alavo, F. Rouffineau, and E. Kebreab. 2022. Evaluating growth response of broiler chickens fed diets supplemented with synthetic DL-methionine or DL-hydroxy methionine: a meta-analysis. *Poultry science* 101:101762. doi:10.1016/j.psj.2022.101762.
32. Lemme, A., and H.-P. Piepho. 2022. Issues with a meta-analysis assessing the efficacy of different sources of methionine supplementation. *Poultry science* 101:102115. doi:10.1016/j.psj.2022.102115.
33. Uddin, M. E., D. I. Batanon-Alavo, F. Rouffineau, and E. Kebreab. 2022. Response to Letter to the Editor titled: Issues with a meta-analysis assessing the efficacy of different sources of methionine supplementation by A. Lemme and H-P Piepho. *Poultry science* 101:102118. doi:10.1016/j.psj.2022.102118.
34. Kratzer, D. D., and R. C. Littell. 2006. Appropriate Statistical Methods to Compare Dose Responses of Methionine Sources. *Poultry science* 85:947–954. doi:10.1093/ps/85.5.947.
35. Piepho, H. P. 2006. A cautionary note on appropriate statistical methods to compare dose responses of methionine sources. *Poultry science* 85:1511–1512. doi:10.1093/ps/85.9.1511.
36. Sauer, N., K. Emrich, H.-P. Piepho, A. Lemme, M. S. Redshaw, and R. Mosenthin. 2008. Meta-analysis of the relative efficiency of methionine-hydroxy-analogue-free-acid compared with DL-methionine in broilers using nonlinear mixed models. *Poultry science* 87:2023–2031. doi:10.3382/ps.2007-00514.
37. Vazquez-Anon, M., G. Bertin, Y. Mercier, G. Reznik, and J.-L. Robertson. 2012. Relative bioequivalence of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL-methionine. A review of the literature with relation to nutrition, metabolism and statistical aspects of bioequivalence of the two methionine sources. Brussels.
38. Hoehler, D., S. Mack, A. Jansman, and J. de Jong. Regression analysis to assess the bioefficacy of different methionine sources in broiler chickens in Proceedings of 26th Poultry Science, Peebles, UK, June 1999.
39. Uzu, G. 1986. Nutritional efficacy of methionine hydroxy analog acid compared to pure and diluted DL-methionine. Rhône-Poulenc - A.E.C. Information:1–6.
40. Agostini, P. S., P. Dalibard, Y. Mercier, P. van der Aar, and J. D. van der Klis. 2016. Comparison of methionine sources around requirement levels using a methionine efficacy method in 0 to 28 day old broilers. *Poultry science* 95:560–569. doi:10.3382/ps/pev340.
41. Adisseo. 2023. Rhodimet® AT88 - 100% Efficacy. Pigs 2023.
42. Adisseo. 2023. Rhodimet® AT88 - 100% Efficacy. Broilers 2023.
43. Batanon-Alavo, D. I., C. Manceaux, J. T. Wittes, F. Rouffineau, and Y. Mercier. 2023. New statistical approach shows that hydroxy- methionine is non-inferior to DL-Methionine in 35-day old broiler chickens. *Poultry science*:102519. doi:10.1016/j.psj.2023.102519.
44. Lemme, A., and H. P. Piepho. 2023. Non-inferiority of the hydroxy analogue of methionine compared to DL-methionine not confirmed in a broiler trial. *Poultry science*:pp 3. doi:10.1016/j.psj.2023.102644.
45. Batanon-Alavo, D. I., C. Manceaux, J. T. Wittes, F. Rouffineau, and Y. Mercier. 2023. Response to letter to the editor titled: non-inferiority of the hydroxy analogue of methionine compared to DL-Methionine not confirmed in a broiler trial. *Poultry science*. doi:10.1016/j.psj.2023.102643.
46. Becquet, P., M. Vazquez-Anon, Y. Mercier, D. I. Batanon-Alavo, F. Yan, K. Wedekind, and T. Mahmood. 2023. Absorption of methionine sources in animals-is there more to know? *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)* 12:159–170. doi:10.1016/j.aninu.2022.09.004.
47. Becquet, P., M. Vazquez-Anon, Y. Mercier, K. Wedekind, T. Mahmood, D. Batanon-Alavo, and F. Yan. 2023. A systematic review of metabolism of methionine sources in animals: One parameter does not convey a comprehensive story. *Animal Nutrition*. doi:10.1016/j.aninu.2023.01.009.
48. Lemme, A., J. C. de Paula Dorigam, and S. Mack. 2023. Reply to: “Absorption of methionine sources in animals – is there more to know?” – Yes, there is more to know! *Animal Nutrition*. doi:10.1016/j.aninu.2023.01.010.
49. van Milgen, J., Y. Mercier, and D. I. Batanon-Alavo. 25. March 2020. Energy values of synthetic amino acids in feed formulation: the case of methionine sources. *Engormix*:<https://en.engormix.com/pig-industry/articles/energy-values-synthetic-amino-t45090.htm>.
50. van Milgen, J., D. I. Batanon-Alavo, Y. Mercier, R. Ferrer, A. Toscan, and R. Martín-Venegas. 2019. The cost of the conversion of L- methionine precursors in mammals and birds. Pages 365–366 in *Energy and protein metabolism and nutrition*. 6th EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition. M. L. Chizzotti, ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
51. Drew, M. D., A. G. van Kessel, and D. D. Maenz. 2003. Absorption of methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid in conventional and germ-free chickens. *Poultry science* 82:1149–1153. doi:10.1093/ps/82.7.1149.
52. Malik, G., D. Hoehler, M. Rademacher, M. D. Drew, and A. G. van Kessel. 2009. Apparent absorption of methionine and 2-hydroxy-4- methylthiobutanoic acid from gastrointestinal tract of conventional and gnotobiotic pigs. *Animal: an international journal of animal bioscience* 3:1378–1386. doi:10.1017/S1751731109990267.
53. Apajalahti, J., M. Rademacher, J. K. Htoo, M. Redshaw, and A. Kettunen. 2009. Divergent modulation of swine ileal microbiota by formic acid and methionine hydroxy analogue-free acid. *Animal : an international journal of animal bioscience* 3:817–825. doi:10.1017/S1751731109004431.
54. Smith, K., J. Wen, and M. Mendoza. 2020. Comparison of DLMethionine and MHA-FA on nutritive value and potential pathogen inhibition activity. *WattPoultry*:<https://www.wattagnet.com/articles/41617-comparison-of-dl-methionine-and-mha-fa-on-nutritive-value-and-potential-pathogen-inhibition-activity>.

55. Locatelli, M., M. Rademacher, and D. Watson. 2006. Effect of commercial methionine sources added alone or combined with organic acids on survival of Salmonella typhimurium in feed. Abstract International Poultry Scientific Forum: #P183, 23.-24. Jan., Atlanta, USA.
56. Atmaca, G. 2004. Antioxidant effects of sulfur-containing amino acids. Yonsei medical journal 45:776–788. doi:10.3349/ymj.2004.45.5.776.
57. Magnuson, A. D., G. Liu, T. Sun, S. A. Tolba, L. Xi, R. Whelan, and X. G. Lei. 2020. Supplemental methionine and stocking density affect antioxidant status, fatty acid profiles, and growth performance of broiler chickens. Journal of animal science 98. doi:10.1093/jas/skaa092.
58. Martín-Venegas, R., M. T. Brufau, A. M. Guerrero-Zamora, Y. Mercier, P.-A. Geraert, and R. Ferrer. 2013. The methionine precursor DL-2-hydroxy-(4-methylthio)butanoic acid protects intestinal epithelial barrier function. Food chemistry 141:1702–1709. doi:10.1016/j.foodchem.2013.04.081.
59. Swennen, Q., P.-A. Geraert, Y. Mercier, N. Everaert, A. Stinckens, H. Willemsen, Y. Li, E. Decuyper, and J. Buyse. 2011. Effects of dietary protein content and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid or DL-methionine supplementation on performance and oxidative status of broiler chickens. The British journal of nutrition 106:1845–1854. doi:10.1017/S0007114511002558.
60. Willemsen, H., Q. Swennen, N. Everaert, P.-A. Geraert, Y. Mercier, A. Stinckens, E. Decuyper, and J. Buyse. 2011. Effects of dietary supplementation of methionine and its hydroxy analog DL-2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid on growth performance, plasma hormone levels, and the redox status of broiler chickens exposed to high temperatures. Poultry science 90:2311–2320. doi:10.3382/ps.2011-01353.
61. Liu, G., A. D. Magnuson, T. Sun, S. A. Tolba, C. Starkey, R. Whelan, and X. G. Lei. 2019. Supplemental methionine exerted chemical form- dependent effects on antioxidant status, inflammation-related gene expression, and fatty acid profiles of broiler chicks raised at high ambient temperature1. Journal of animal science 97:4883–4894. doi:10.1093/jas/skz348.
62. Wang, Y., X. Yin, D. Yin, Z. Lei, T. Mahmood, and J. Yuan. 2019. Antioxidant response and bioavailability of methionine hydroxy analog relative to DL-methionine in broiler chickens. Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui) 5:241–247. doi:10.1016/j.aninu.2019.06.007.
63. Zeitz, J. O., S. Mohrmann, L. Fehse, E. Most, A. Helmbrecht, B. Saremi, and K. Eder. 2018. Tissue and plasma antioxidant status in response to dietary methionine concentration and source in broilers. Journal of animal physiology and animal nutrition 102:999–1011. doi:10.1111/jpn.12909.
64. Zhang, S., E. R. Gilbert, K. J. Noonan, B. Saremi, and E. A. Wong. 2018. Gene expression and activity of methionine converting enzymes in broiler chickens fed methionine isomers or precursors. Poultry science 97:2053–2063. doi:10.3382/ps/pey037.
65. Stange, K., T. Schumacher, C. Miersch, R. Whelan, M. Klünemann, and M. Röntgen. 2023. Methionine Sources Differently Affect Production of Reactive Oxygen Species, Mitochondrial Bioenergetics, and Growth of Murine and Quail Myoblasts In Vitro. CIMB 45:2661– 2680. doi:10.3390/cimb45040174.

El contenido de este documento está destinado a brindar información y asistencia a los clientes de Evonik y no es aplicable a los productos comercializados o vendidos en los Estados Unidos. Evonik comercializa sus productos de acuerdo con las leyes locales aplicables, pero es responsabilidad del usuario garantizar que el uso y cualquier afirmación hecha sobre este producto cumpla con todos los requisitos pertinentes. Este documento no puede publicarse en los Estados Unidos sin el consentimiento expreso por escrito de Evonik Operations GmbH.



Evonik Operations GmbH
Animal Nutrition Business Line

animal-nutrition@evonik.com
www.evonik.com/animal-nutrition

Esta información y cualquier recomendación, técnica o de otro tipo, se presentan de buena fe y se consideran correctas en la fecha de su elaboración. Los destinatarios de esta información y recomendaciones deben hacer su propia determinación en cuanto a su idoneidad para sus propósitos. En ningún caso Evonik asumirá responsabilidad por daños o pérdidas de cualquier tipo o naturaleza que resulten del uso o confianza en esta información y recomendaciones. EVONIK RENUNCIA EXPRESAMENTE A CUALQUIER DECLARACIÓN Y GARANTÍA, YA SEA EXPRESA O IMPLÍCITA, EN CUANTO A LA EXACTITUD, INTEGRIDAD, NO INFRACCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y/O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO). La referencia a cualquier nombre comercial utilizado por otras empresas no es en sí una recomendación ni una aprobación del producto correspondiente y no implica que no puedan utilizarse productos similares. Evonik se reserva el derecho de realizar cambios en la información y/o recomendaciones en cualquier momento sin previo o posterior aviso.



6. Uso de una fuente de metionina para el crecimiento y la deposición de Met+Cys en pollos de engorde

Open Access Article

Utilization of Methionine Sources for Growth and Met+Cys Deposition in Broilers

by Andreas Lemme * Victor Naranjo and Juliano Cesar de Paula Dorigam

Evonik Operations GmbH, Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau, Germany

* Author to whom correspondence should be addressed.

Animals **2020**, *10*(12), 2240; <https://doi.org/10.3390/ani10122240>

Submission received: 11 September 2020 / Revised: 25 November 2020 / Accepted: 26 November 2020 /

Published: 29 November 2020

(This article belongs to the Section Animal Nutrition)

Download ▾

Browse Figures

Versions Notes

Simple Summary

Methionine (Met) is the first limiting amino acid in broiler feeds and for balancing dietary Met and methionine+cysteine (Met+Cys) levels. DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMTBA) and DL-methionine (DLM) are typical feed additives. The relative bioavailability value (RBV) describes the nutritional value of HMTBA relative to DLM and is important for adequate, precise, and cost-effective broiler nutrition. The current broiler feeding trial revealed an average RBV of 63% compared to DLM and the inclusion of an internal standard into the experimental design allowed for validation of the methodological approach. Evaluation of the utilization of supplemental Met sources for Met+Cys deposition in body protein provided further evidence for a higher efficiency and, thus, nutritional value of DLM over HMTBA.

Abstract

Knowledge about the nutritional value of methionine sources is highly important for their appropriate application in terms of animal and economic performance. Therefore, a broiler feeding trial was conducted to determine the relative bioavailability value (RBV) of DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMTBA) compared to DL-methionine (DLM). DLM diluted to 65% purity (DLM65) served as the internal standard, with a known RBV of 65%. A total of 1920 d-old male broilers were used in the three-phase feeding trial comprising 16 treatments including a basal, Met+Cys-deficient diet and 5 graded DLM, HMTBA, or DLM65 levels. Growth performance and carcass quality data were subjected to multi-exponential regression analysis. Increasing levels of any Met source significantly improved all performance parameters compared to the negative control ($p < 0.05$). Across all performance parameters, the RBV of HMTBA was 63% and that of DLM65 was 58%. All RBV estimates of HMTBA and DLM65 were significantly lower than 88% ($p < 0.05$). Cumulative efficiency of DLM for Met+Cys deposition in body protein was higher than that of HMTBA at any dose, confirming the determined RBV. Using DLM65 as an internal marker allowed for validation of the methodology.

Keywords: broiler; relative bioavailability; methionine; methionine hydroxy analogue; utilization

Ir al artículo



SECCIÓN 2, VIDEO núm. 6

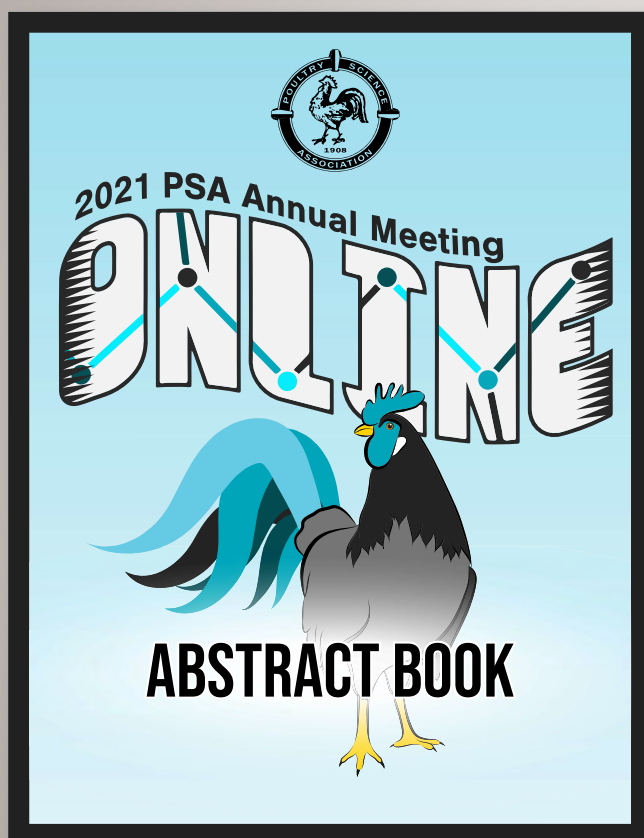
Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

7. Evaluación práctica del efecto del régimen de suplementación con metionina sobre el desempeño y rendimiento en canal de 2 líneas comerciales de pollos de engorde a los 41 días.



actions among the
y valine and leucine,
rmance and carcass
ducted to observe
valine and leucine on
d Pectoralis major
ers. A corn-soybean
main Val/Lys and
ely, with a digestible
its of feed-grade L-
order to produce 12
Lys: 72.77, 82, 87)
trial design. Diets
male broiler chicks.
ed conversion were
period. At d 46, four
mination of carcass
woody breast in P.
y two-way ANOVA
was considered at P
g a repeated t-test,
re observed for any
able in response to
r their subsequent
tast, a significant
e average score and
se data indicate that
acid, branched-chain
ely influence broiler
appearance of an
e for woody breast
chanism behind the

l-chain amino acids,
r amino acid
s exposed to acute
ur^{1,2,3}, Mike Persia;
nited States.

n oxidative damage
es. One method for
of HS is the
(SAA) which can be
one of the more
poultry. Therefore,
to alter dietary SAA
exposed to HS from
broiler performance,
ility, and oxidative
Dextran was used to
oxidative status was
determined by reduced glutathione to oxidized glutathione
ratio (GSH: GSSG). Four experimental treatments
generated from 2 x 2 factorial arrangement of treatments
consisting of HS (6 h at 33.3 °C followed by 18 h at 27.8 °C
from 28 to 35 d of age) and Thermo-neutral (TN: 22.2 °C

Poult. Sci. 100 (E-Suppl 1)

continuously from 28 to 35 d) and 2 dietary concentrations
of SAA (0.80 and 1.04% digestible SAA that correspond to
100 and 130% of breeder recommendations). Diets fed
during HS were formulated to contain 3,200 kcal/kg ME,
19.7% CP, and 1.06% digestible Lys and 0.71% digestible
Thr. A total of 648 Ross 708-day-old male broiler chicks
placed in 36 pens with 18 chicks/pen and assigned to
treatment. Data were analyzed as a 2 x 2 factorial
(P ≤ 0.05). Cloacal temperature was measured at d 28,
and 1.2 °C with HS at 28, 31, and 35 d of age (P = 0.05).
No interaction effects were observed for live performance
(P ≥ 0.05). As expected, HS increased BW (P = 0.05),
92g and increased FCR by 11 points (P = 0.05). The addition
of SAA had no effect on live performance (P ≥ 0.05).
At d 46, there was an interaction where birds exposed to
SAA to birds exposed to HS was able to reduce intestinal
permeability similar to the TN group (P = 0.05). No
interaction was lost at 31 d, but HS still increased intestinal
permeability (P ≤ 0.05). By 35 d, broilers were able to
restore intestinal function and intestinal permeability was
not altered by HS or diet (P > 0.05). Additionally, SAA was
able to reduce oxidative damage by reducing the
GSH:GSSG ratio by 0.41 and 4.91 at 28 (P = 0.08) and 35
d (P = 0.05). These data suggest that intestinal damage
occurs acutely and is possibly maximized within three days,
but oxidative damage is more chronic building over the
entire 7 d HS period. Increased dietary Met might have
some protective effect on these responses to HS although no
direct effects on bird performance were reported.

Key Words: Sulfur amino acids, Broilers, Heat stress,
Intestinal permeability, Oxidative stress

**124 Practical assessment of methionine
supplementation regimen for 2 commercial broiler
strains on 41 d performance and processing.** Perri A.
Purvis^{1,2,3}, Andrew Brown¹, Dalton Demchey¹, Kyle
Smith², Kelley G. Wansley¹, ¹Mississippi State University,
Mississippi State, Mississippi, United States, ²Evonik
Corporation, Kennesaw, Georgia, United States.

The current study was conducted with a commercial poultry
integrator to help identify potential improvements for their
methionine (Met) regimen (MR) utilized for two broiler
strains they commonly use (fast growing (FG) vs. high
yielding (HY)). Thus, two common sources of synthetic
Met supplements were tested: a dry form, DL-Met (DLM),
and a liquid form, Met Hydroxy Analogue (MHA). A 2
strain (FG or HY) x 6 MR (1 - 100% MHA to meet HY
Breeder Spec for digestible TSAA: 2 - DLM at 65% of
MHA used in 1; 3 - MHA at 150% MHA used in 1; 4 - DLM
at 65% of MHA used in 3; 5 - MHA at 50% of MHA used in
1; and 6 - DLM at 65% of MHA used in 5) factorial
arrangement was employed. All diets were analyzed and
within target for DLM and MHA. Day old males (n=2700)
were randomly assigned to treatment/pens by location (0.07
m²/bird); 9 replicates/treatment. Average BW, BW gain
(BWG), feed intake (FI), and FCR were evaluated at d 17,

63

Ir al
archivo

Mississippi State University, Mississippi, EUA, en colaboración con una integración comercial



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 4



8. Efectos de las fuentes de suplementación con metionina y proteína bruta en el desempeño de pollos de engorde Ross 708 machos

Poultry Science®

Volume 102 (E-Supplement 1)

Poultry Science Association 112th Annual Meeting Abstracts

Presented

July 10-13, 2023
Philadelphia, Pennsylvania

based on tibia bone
8 d-of-age, P-deficient
ed with 0.05 and 0.1%
DM and CR-PKM were
a were analyzed using
gression analyses. In
ay was conducted to
y for M-PKM and CR-
2 factorial treatment
to 22 d of age. Semi-
CR-PKM as the sole
tlio of 1.4 and 3.6. The
limestone to increase
were analyzed as a 2-
ratio as main effects.
ean (range), were as
(5.9-10.5), NDF, 64.4
(0.6-0.8); phytic acid,
differed among PKM
439 kcal/kg DM for the
of AA varied among
FLys varied from 35 to
pression of bone ash
take yielded a P
to KH₂PO₄ for M-PKM
ment 3, apparent ileal
PKM and was 48 and
tios of 1.4 and 3.6,
Ca level, P<0.05). In
TME₂, and AA
PKM from different
stability of P varied with
nitation.

lement sources and
08 male broiler
Fernanda L. Castro*,
ndian Liebross*, John
y*, State College,
Evonik Corporation,
Penn State University,
s*, The Pennsylvania
nalapan, New Jersey,
sity, Animal Science,
States.

Ingredients that fulfill
ers. Amino acids (AA),
0% bioavailable while
n to be relatively less
med to determine the
e and 35% limestone
a methionine hydroxy
d in a diet deficient in
ss 708 male broilers
one, MHA, or 65DLM)
d or Reduced 2%),
2 x 3 factorial in a
ach treatment was fed
olters/pen across a 3-
roller performance was
0), grower (d11-24),
periods. On d 24 and
ter moisture and three

birds/pen were selected for footpad lesion scoring (FLS). On
2023 PSA Annual Meeting Abstracts

d42, three broilers +/- 10% of the average pen weight were
selected for processing yield. Performance, litter moisture,
and processing metrics were analyzed by two-way ANOVA
using the GLM procedure of SAS. FLS were analyzed via
descriptive statistics by using the frequency procedure of
SAS. Broilers receiving Standard CP (SCP) with MHA or
65DLM consumed 1,676 g more feed and gained 1,676 g
more than Reduced CP (RCP) with no Met (P<0.001).
Additionally, a d1-42 FCR improvement (P=0.007) for
SCP with either MHA or 65DLM compared to RCP with
no Met. Overall, birds fed RCP with no Met, regardless of
Met source, showed reduced performance compared to
their counterpart SCP treatments. A main effect of Met
impacted litter moisture. SCP diets increased litter moisture
when compared to RCP diets. Likewise, birds fed either MHA
or 65DLM had higher litter moisture content than birds provided
no Met supplementation. On d42, 23 SCP-fed birds had
other than "0" while only five RCP-fed birds had FLS other
than "0". Breast weight was highest when 65DLM was
included in SCP diets and reduced when MHA was provided
in either RCP or SCP diets. Breast weight was intermediate
when 65DLM was provided in RCP diets and were lowest
when Met was not supplemented in RCP diets (P=0.003).
Overall, this experiment indicates that 65 parts of DLM can
replace 100 parts of MHA in formulation where broilers
maintained performance and improved breast weight.

129 Supplemental dietary microalgae may be used to
mitigate climate impacts of broiler production. Tao
Sun*, Sahil Kalia*, Xin Gen Lei*, Cornell University, Animal
Science, Ithaca, New York, United States.

Broiler production, similar to other animal agriculture,
contributes to greenhouse gas (GHG) emissions of CO₂,
CH₄, and N₂O. This study was to investigate the potential of
feeding various microalgal biomasses in mitigating the GHG
emissions from the chicken excreta. A total of 108 (day-old)
Cobb male chicks were housed in an environmental control
room (6 cages/treatment, 3 chicks/cage) and fed a corn-
soybean meal basal diet supplemented with five microalgal
biomass (Nannochloropsis oceanica, C417-LEA, C018-
LEA, H117-LEA, and C417-H1) (provided by Duke
University Marine Laboratory) at 17.5% between day 6 to 21.
Growth performance was measured weekly. The animal
excreta was collected from plastic pans beneath the meal
wire floor in each cage (6 pans/treatment). At day 21, the
excreta was weighed, sampled, and stored till analysis. Gas
emission from excreta was analyzed weekly up to the fourth
week using the gas concentration analyzer (G2508, Picarro,
CA). Between the measurement, the excreta samples were
stored at room temperature (around 25°C). The total track
digestibility of nutrients was analyzed using 0.3% chromium
oxide as an indirect marker in the diets. The data were
analyzed by one-way ANOVA and Duncan's multiple
comparisons. All microalgae supplementations at 17.5%
decreased body weight gain by 26 to 49% (P<0.05), without
effect on feed intakes. The feed use efficiency (gain/feed)
was decreased (P<0.05) by 12 to 35%. On day 21, the N,
oceanica, C018-LEA, and C417-H1 treatments lowered (P<
0.05) the emission of N₂O and NH₃ by 55% to 136%.
Meanwhile, CO₂ production was reduced (P<0.05, 48% to
271%) by all microalgae diets on day 7, 14, and 21. The total
track nitrogen retention was increased (P<0.05, 35 to 61%)

Ir al
artículo



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 5



SECCIÓN 2, VIDEO núm. 4

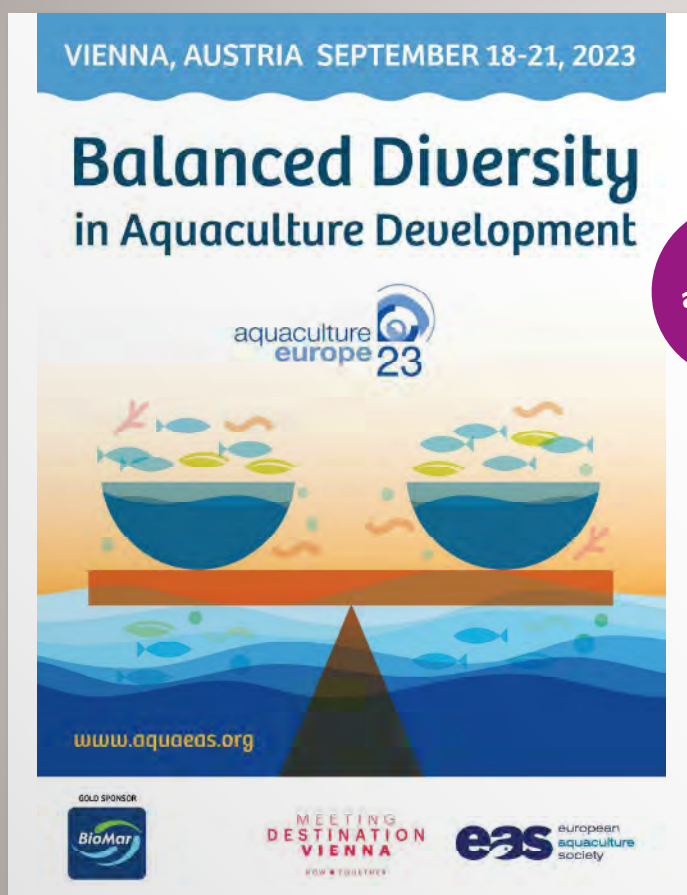
Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

9. Validación de la eficacia biológica de fuentes de metionina en tilapia del Nilo



Validating Biological Efficiency of Methionine Sources in Nile tilapia.

Aquaculture Europe 23. Sep 18-21. Vienna, Austria. Abstract Book, pp: 872-873.

Ir al artículo



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 6



10. Efectos de fuentes suplementarias de metionina en dietas para cerdos de engorde sobre las características de la canal, el rendimiento de cortes y la calidad de la carne

GROWTH, DEVELOPMENT, MUSCLE BIOLOGY AND MEAT SCIENCE

PSV-14 Performance and Consumer Preference Between Bone-In and Boneless Striploins Using a Precision Dry-Aging System (Agenator).

Nicolas Herrera¹, Joseph Sonderman¹, David Velazco¹, Chris Calkins¹, ¹University of Nebraska-Lincoln

Abstract: To determine effects of moisture loss on dry-aged beef, strip loins from 12 low Choice carcasses were collected. One loin from each carcass side was randomly assigned to bone-in or boneless treatment. Loins were assigned to 1 of 4 aging treatments: bone-in-wet (BW), bone-in-dry (BD), boneless-wet (bW), or boneless-dry (bD). Dry-aging loins were placed in individual dry-aging chambers for 40 d, precisely controlling relative humidity (70%), air velocity, temperature (2°C) and mass (± 5 g). Data were continuously recorded to calculate percent and rate of moisture loss. After aging, bone-in loins were de-boned, and dry-aged loins were trimmed of dried surfaces. Percent moisture loss, trim loss, and yield were calculated. Two steaks per dry-aged loin were cooked to 71°C, one for Warner-Bratzler Shear Force (WBSF), and one for consumer evaluation of tenderness, juiciness, and flavor and preference ranking. Percent and rate of moisture loss of dry-aged loins were analyzed as a completely randomized design (CRD), with day as repeated measures. Mean separations were conducted using LSMEANS with SLICEDIFF function at $P < 0.05$. Percent trim loss, total moisture loss, yield, and WBSF were analyzed as a CRD. Affective consumer testing utilized a Tukey HSD adjustment at $P < 0.05$. A treatment-by-day effect occurred ($P < 0.05$) for percent and rate moisture loss. Lower moisture loss in BD loins occurred after 2 d aging and daily rate of moisture loss through 31 d aging compared with bD. The bD loins had the greatest ($P < 0.05$) total moisture loss, trim loss, and lowest yield. The BD loins had higher degree of liking ($P < 0.05$) for tenderness and preference ratings compared with bD. No differences ($P > 0.05$) were seen in WBSF. Intact bone reduces rate of moisture loss in dry-aged loins, increasing total yield and consumer preference compared with boneless loins.

Keywords: beef, dry-aging, preference

PSV-9 Effects of Supplemental Methionine Sources in Finishing Pig Diets on Carcass Characteristics, Cutting Yields, and Meat Quality. Hannah Remole¹, J. Caroline González-Vega², John K. K. Htoo², Anna Dilger¹, Bailey Harsh¹, ¹University of Illinois, ²Evonik Operations GmbH, ³University of Illinois at Urbana-Champaign

Abstract: While supplemental methionine (Met) is widely used within the swine industry, data are limited regarding the effect of Met sources on carcass cutability and meat quality. The objective was to determine the effects of DL-methionine (DLM, 99%), L-methionine (LM, 99%), or calcium salt of DL-methionine hydroxyanalogue (MHA-Ca, 84%) in finishing pig diets on carcass characteristics and meat quality. Pigs ($n = 240$) were allocated to 60 single-sex pens. For the final 7 wk of the finisher phase, pigs (BW = 79.9 ± 0.80 kg) were fed diets containing DLM, LM, or MHA-Ca, with the supplemental methionine source providing 25% of the sulfur amino acid requirement. One pig per pen was slaughtered, and left sides of carcasses were fabricated into subprimal cuts to determine carcass-cutting yields. Loin quality including proximate composition and shear force was measured. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS. Hot carcass weight was not different ($P = 0.34$) between treatments (DLM 103.0 kg; LM 104.5 kg; MHA-Ca 101.5 kg), moreover loin eye area was not different ($P = 0.98$) between treatments (DLM 52.49 cm²; LM 52.65 cm²; MHA-Ca 52.81 cm²). Boneless carcass cutting yield was not different ($P = 0.56$) between treatments (DLM 54.82 kg; LM 54.97 kg; MHA-Ca 54.52 kg). Loin pH was not different ($P = 0.24$) between treatments (DLM 5.48; LM 5.45; MHA-Ca 5.45). However, drip loss tended to be reduced ($P = 0.11$) by the DLM treatment (5.58%) compared with LM (7.03%) and MHA-Ca (6.68%) treatments. Shear force was not different ($P = 0.85$) between treatments (DLM 3.06 kg; LM 3.03 kg; MHA-Ca 3.10 kg). However, cook loss tended to be reduced ($P = 0.06$) by the DLM treatment (16.20%) compared with LM (18.18%) and MHA-Ca (18.50%) treatments. These data suggest that only minimal differences in carcass cutability and meat quality can be attributed to methionine sources in finishing pig diets.

Keywords: carcass characteristic, meat quality, methionine; pig

Ir al artículo

Downloaded from https://academic.oup.com/jas/article/100/Supplement_2/133/6567049 by guest on 20 December 2023

11. Efecto de la suplementación con DL-metionina por encima de los requerimientos sobre el desempeño, la morfología intestinal, la actividad antioxidante y la expresión génica, y concentración sérica de aminoácidos en cerdos sometidos a estrés por calor

Journal of Animal Science, 2022, 101, 1–13
<https://doi.org/10.1093/jas/skac379>
Advance access publication 16 November 2022
Non ruminant nutrition



Effect of DL-methionine supplementation above requirement on performance; intestinal morphology, antioxidant activity, and gene expression; and serum concentration of amino acids in heat stressed pigs

Adriana Morales,[†] Verónica Sánchez,[†] Bayron Pérez,[†] Reyna L. Camacho,[†] Néstor Arce,[†] Ernesto Avelar,[†] Jollie-Caroline González-Vega,[‡] John K. Htoo,[‡] and Miguel Cervantes^{1,1,*}

[†]ICA-Universidad Autónoma de Baja California, 21100 Mexicali, B.C., México

[‡]Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany

*Corresponding author: miguel_cervantes@uabc.edu.mx

Abstract

The intestinal morphology and function can be compromised in pigs exposed to heat stress (HS), partly due to increased production of reactive-oxygen species. Because methionine (Met) functions as intracellular antioxidant, the requirement of Met may be increased in HS-pigs. The effect of dietary supplementation with α -Met above requirement on performance, small intestine morphology, antioxidant enzymes activity, amino acid transporters expression, and serum concentration (SC) of free AA in HS-pigs was evaluated. A basal wheat-soybean meal diet was formulated to meet 100% Met requirement with the other indispensable AA exceeding at least 20% their requirement. Sixty individually housed pigs (23.0 $\pm$ 2.4 kg BW, 12 pigs per treatment) were randomly assigned to five treatments: TN100, thermal-neutral (22.7 °C) housed pigs fed the basal diet; HS100, HS140, HS160; HS-pigs (23.6 °C to 39.4 °C) fed the basal diet supplemented with α -Met to contain 0%, 20%, 40%, and 60% α -Met above the requirement, respectively. Pigs had free access to feed and water during the 21-d trial. Blood samples were collected on day 18 to analyze the absorptive AA-SC. The effect of ambient temperature (HS100 vs. TN100), as well as the linear and quadratic effects of increasing Met levels in the diets for HS-pigs were analyzed. The HS100 pigs gained less weight than TN100 and HS120 pigs ($P < 0.01$); gain:feed was also higher in HS120 pigs than in HS100 pigs ($P \leq 0.05$). Feed intake of TN100 pigs was higher than that of HS-pigs fed the α -Met supplemented diets ($P < 0.05$). Villi height reduced in pigs HS, but Met supplementation quadratically increased it ($P < 0.05$). Superoxide dismutase and catalase activities, reduced glutathione concentration, and relative expression of B⁺AT2 in ileum decreased ($P < 0.05$), but glutathione peroxidase activity increased in HS-pigs. α -Met supplementation linearly affected catalase and glutathione peroxidase activities, as well as the relative expression of B⁺AT2 in jejunum ($P < 0.05$) of HS-pigs. The SC of Ile, Leu, Lys, Phe, and Val were higher in HS100 pigs than in TN100 pigs ($P < 0.05$). Graded levels of supplemental α -Met in diets for HS-pigs linearly decreased SC of Ile, Leu, and Val ($P < 0.05$), tended to decrease His, Lys, and Thr ($P < 0.10$), and increased Met ($P < 0.01$). In conclusion, HS had negative effect on weight gain and intestinal morpho-physiology; however, it was ameliorated by adding 20% Met above the requirement in diets for growing pigs.

Lay Summary

The exposure of pigs to ambient temperature above their comfort zone affects several functions of the small intestine, especially those related with digestion of feed and absorption of nutrients, which in turn reduces the availability of nutrients for growth. Amino acids such as methionine are involved in multiple functions of intestinal cells. Thus, methionine supplementation may help pigs to overcome the negative impact of their exposure to high ambient temperature. Indeed, methionine supplementation to the diet increased growth rate and feed efficiency of pigs housed under heat stress, which was presumably associated with an improvement in the utilization of the absorbed amino acids.

Key words: heat stress, methionine, pigs, serum amino acids

Abbreviations: AA, amino acids; AT, ambient temperature; BT, body temperature; BW, body weight; CD, crypt depth; CP, crude protein; DNA, deoxyribonucleic acid; HS, heat stress; mRNA, messenger RNA; PCR, polymerized chain reaction; qPCR, quantitative PCR; RH, relative humidity; RNA, ribonucleic acid; RPL4, ribosomal protein L4; SC, serum concentration; SID, standardized ileal digestibility; VFI, voluntary feed intake; VH, villi height

Introduction

The exposure of pigs to high ambient temperature (AT) provokes heat stress (HS), which is characterized by increased body temperature (BT; Pearce et al., 2014). In response, HS pigs redirect blood flow to the periphery (Wilson and Crandall, 2011) and reduce feed intake to maintain normal BT. Postprandial BT increments may intensify the impact of

HS (Morales et al., 2018). Both blood flow redirection and decreased feed intake, however, reduce the supply of nutrients to the small intestine due to decreased amount of blood reaching internal organs (Ogoh et al., 2013) causing intestinal damage (Pearce et al., 2013) that may affect nutrient absorption. Also, HS cells increase production of reactive-oxygen species (ROS; Kikusato and Toyomizu, 2013) that might

Received August 9, 2022 Accepted November 11, 2022.

© The Author(s) 2022. Published by Oxford University Press on behalf of the American Society of Animal Science. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

Downloaded from <https://academic.oup.com/jas/article/doi/10.1093/jas/skac379/6831425> by UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, Tijuana (UABC) user on 11 January 2023





DL-metionina: La primera fuente de metionina

Fernanda Castro¹, Victor Naranjo², Andreas Lemme³

Un viaje a través del tiempo

La metionina (Met), un aminoácido que contiene azufre, es reconocida como una molécula vital para el correcto funcionamiento metabólico de los animales. Además de ser un componente básico de las proteínas (plumas, músculos, enzimas, hormonas, entre otros), actúa como precursor de otros aminoácidos azufrados y sus derivados como cistina, homocisteína y glutatión, y es el principal donante de grupos metilo para las vías epigenéticas en forma de S-adenosilmetionina (SAME).

La metionina fue aislada por primera vez en 1922 por JH Müller, investigador de la Universidad de Columbia en Nueva York. Sin embargo, su fórmula y estructura sólo fueron descritas tres y seis años después por S. Odake, G. Barger y F.P. Coyne, respectivamente.

La búsqueda de cómo producir grandes cantidades de metionina purificada para la alimentación humana y la suplementación de alimentos balanceados se vio impulsada por el descubrimiento de su esencialidad en la década de 1930, y por los avances de la industria petroquímica que permitieron la producción de acroleína, un producto intermedio en la síntesis de DL-Met.

Los investigadores de Degussa AG (ahora Evonik) siguieron estos descubrimientos durante la posguerra. La primera síntesis técnicamente viable de DL-Met fue obra de W. Schwarze, H. Wagner y H. Schulz con grado farmacéutico para

tratar la insuficiencia proteica crónica sufrida por los soldados que regresaban de la guerra en 1948. La aplicación de metionina en los alimentos animales se produjo unos años más tarde, en 1953, después de que las pruebas de alimentación realizadas arrojaran resultados positivos. Actualmente, Evonik produce con éxito DL-Met en tres centros internacionales (Américas, Europa y Asia), con plantas de clase mundial ubicadas en Mobile (EUA), Amberes (Bélgica) y Singapur, satisfaciendo la demanda global de este aminoácido esencial. Se están realizando inversiones adicionales en las plantas de Mobile y Singapur, con proyectos de integración retroactiva para producir localmente metil-mercaptano, un producto intermedio en la síntesis de DL-Met. Estas inversiones permiten una producción más eficiente de DL-Met y promueven una mayor sostenibilidad al eliminar la subcontratación y el transporte de este material desde otros lugares hasta la planta. Puede encontrar más información sobre el proyecto de integración hacia atrás en el sitio web de Evonik o escaneando el código QR.



Lea el comunicado de prensa de Evonik sobre la integración retroactiva de su planta de metilmercaptano en Mobile, AL



Lea el comunicado de prensa de Evonik sobre su segunda planta de metilmercaptano en Singapur

¹Evonik Corporation, 30144 Kennesaw, GA, EUA. ²Evonik Guatemala, 01010 Ciudad de Guatemala, Guatemala

³Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Alemania

Fuente de metionina

Desde la primera síntesis de DL-Met se han desarrollado fuentes suplementarias alternativas, como el hidroxianálogo de metionina ácido libre (MHA-FA) y hidroxianálogo de metionina sal de calcio (MHA-Ca), que actualmente ofrecen varias empresas de todo el mundo.

Sin embargo, estas fuentes difieren significativamente en su estructura y disponibilidad para los animales.

Ya en 1980, los datos mostraban que la DL-Met, un aminoácido debido a su estructura química, se consideraba 100% biodisponible para los animales, mientras que el MHA-FA, un ácido orgánico, se consideraba un 63-70% biodisponible en relación con la DL-Met [1-3]. Estudios recientes demuestran una bioeficacia de aproximadamente el 65 % para el ácido libre de MHA (MHA-FA) y la sal de calcio (MHA-Ca) para todas las especies monogástricas terrestres y acuáticas de cría en cualquier condición de producción [4-9]. Esto significa que se pueden sustituir 100 partes de productos MHA por 65 partes de DL-Met en el alimento sin afectar el desempeño.

Littell et al. describieron la metodología para determinar la bioeficacia relativa [10]. En resumen, se analizan dos (múltiples) conjuntos de datos de dosis-respuesta mediante regresión lineal (slope ratio) o multiexponencial simultánea (Figura 1). Las pendientes de las ecuaciones de regresión están relacionadas entre sí, tomando como referencia la DL-Met. El coeficiente resultante sugiere cuánta DL-Met se necesita para sustituir el MHA y lograr el mismo desempeño animal, independientemente de los niveles de suplementación y rendimiento. En este enfoque, se demostró claramente que el desempeño máximo que se puede lograr (asíntota) es similar para ambos productos.

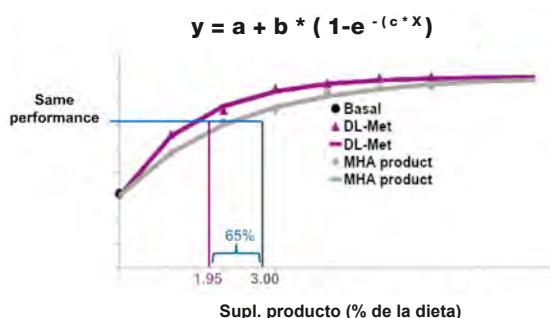


Figura 1: Análisis de regresión multiexponencial simultáneo para determinar la bioeficacia relativa.

Para validar el enfoque de regresión multiexponencial, también se utilizó DL-Met diluida como estándar interno. El MetAMINO® se puede diluir usando 35% de almidón, glucosa, piedra caliza o granos finamente molidos. Con una concentración conocida de sólo el 65% de DL-Met en una premezcla (65DLM), el ensayo simultáneo de dosis-respuesta debería revelar una bioeficacia de aproximadamente el 65% en relación con la DL-Met pura (99% de pureza). Los ensayos con pollos de engorde que utilizaron 65DLM sugirieron una bioeficacia media del 63%, que fue idéntica a la bioeficacia determinada para el MHA-FA [11-13].

Estos resultados confirmaron que el análisis de regresión multiexponencial es un enfoque válido para estimar la biodisponibilidad de fuentes de Met y que mostraron una bioeficacia similar a la del MHA-FA líquido. Además, la 65DLM se ha utilizado para facilitar la verificación práctica de la diferencia en la biodisponibilidad del MHA-FA en estudios de campo realizados con diferentes dietas y condiciones de producción.

Los resultados de estos ensayos han demostrado una vez más que la 65DLM puede sustituir los productos de MHA en una proporción de 1:1, sin requerir cambios en la formulación del alimento y produciendo resultados de desempeño similares.

Penn State University: Otro estudio de validación exitoso

En colaboración con Penn State University, se realizó un estudio reciente que comparó el MHA-Ca y la 65DLM en dietas estándar y reducidas en proteína bruta (PB) [14]. Un total de 3.072 pollos Ross 708 machos recibieron dietas con diferentes fuentes de Met (ninguna, MHA o 65DLM) y PB (estándar o reducción del 2%) en un arreglo factorial de 2 × 3. Cada tratamiento se suministró en 16 repeticiones (corral) con 32 pollos cada una, en un programa de alimentación de tres fases de 1 a 42 días. Los resultados mostraron que independientemente del nivel de PB en la dieta, no se observaron diferencias entre el MHA-Ca y la 65DLM en cuanto a ganancia de peso corporal y conversión alimenticia (Figura 2).

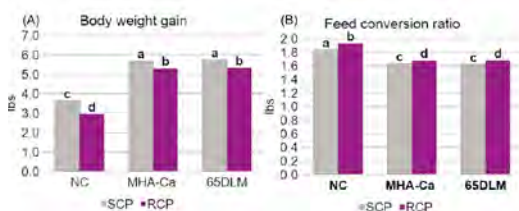


Figura 2: Resultados de (A) ganancia de peso y (B) conversión alimenticia de 1 a 42 días. (A) Nivel de PB: $P<0,001$; Fuente de Met: $P<0,001$; Interacción: $P<0,001$; EPM: 0,016; (B) Nivel de PB: $P<0,001$; Fuente de Met: $P<0,001$; Interacción: $P<0,001$; EPM: 0,015 CN – Dieta de control negativo, sin suplementación de metionina; MHA-Ca – sal cálcica del hidroxianálogo de la metionina; 65DLM: 65 % DL-metionina, 35 % piedra caliza que sustituye a MHA-Ca en una proporción de 1:1; PBE – Dieta con proteína bruta reducida, reducción del 2% de la PB con relación a la PBE.

Sin embargo, el análisis de los parámetros de la canal demostró que el peso en canal refrigerada fue significativamente mayor con la 65DLM, seguido del MHA-Ca y, finalmente, el control negativo sin suplementación de Met (Figura 3, A). La diferencia en comparación con las aves no suplementadas se pudo detectar visualmente, porque las aves deficientes eran significativamente más pequeñas (Figura 3, B). Se observaron resultados similares para el peso y el rendimiento de pechuga. En la dieta con PB estándar, el grupo 65DLM tuvo peso y

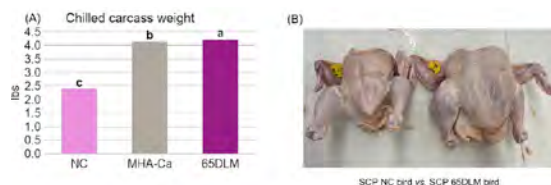


Figura 3: (A) Peso en canal refrigerada de 1 a 42 días y (B) comparación visual de la canal refrigerada entre aves del control negativo con proteína bruta estándar (izquierda) y aquellas alimentadas con proteína bruta estándar y 65DLM (derecha). (A) Nivel de PB: $P<0,01$; Fuente de Met: $P<0,01$; Interacción: $P=0,120$; EPM: 0,212 CN – Dieta de control negativo, sin suplementación de metionina; MHA-Ca – sal cálcica del hidroxianálogo de la metionina; 65DLM: 65% DL-metionina, 35% piedra caliza que sustituye al MHA-Ca en una proporción de 1:1.

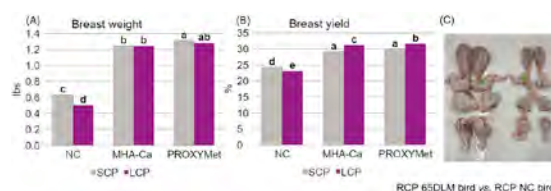


Figura 4: (A) Peso en canal refrigerada de 1 a 42 días y (B) comparación visual de la canal refrigerada entre aves del control negativo con proteína bruta estándar (izquierda) y aquellas alimentadas con proteína bruta estándar y 65DLM (derecha). Contenido del PB: $P<0,01$; Fuente de Met: $P<0,01$; Interacción: $P=0,120$; EPM: 0,212 CN – Dieta de control negativo, sin suplementación de metionina; MHA-Ca – sal cálcica del hidroxianálogo de la metionina; 65DLM – 65% DL-Metionina + 35% caliza en sustitución de MHA-Ca en proporción 1:1.

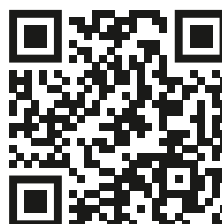
rendimiento de pechuga significativamente mayores que los del MHA-Ca, y el control negativo presentó los valores más bajos. No se observó la misma tendencia en la dieta reducida en PB, sin diferencias entre MHA-Ca y 65DLM (Figura 4, A y B). También se observó que los cortes de la canal eran sustancialmente menores en las aves del control negativo en comparación con aquellas que recibieron 65DLM (Figura 4, C), lo que demuestra la importancia de la metionina para el crecimiento y la deposición muscular. Este estudio demuestra claramente que 100 unidades de MHA promueven una ganancia de peso y conversión alimenticia equivalentes a 65 unidades de DL-Met. Sin embargo, la DL-Met mostró tener el potencial de mejorar el rendimiento de carne, lo que puede estar relacionado con la mayor deposición de Met+Cys en comparación con el MHA y su menor bioeficacia.

Un nuevo metanálisis confirma resultados históricos y recientes

Estos resultados están en línea con una gran cantidad de ensayos con pollos de engorde que compararon 100 unidades de MHA con 65 unidades de MetAMINO®. Un metaanálisis que midió el tamaño del efecto de 76 respuestas de conversión alimenticia utilizando g de Hedges, con un intervalo de confianza del 95% (diferencia entre los grupos DL-Met y MHA), expuso que ninguno de los valores de conversión alimenticia analizados difería entre MHA y DL-Met (65 partes DLM, 100% de homogeneidad entre conjuntos de datos) [15]. Se obtuvieron resultados similares para la ganancia de peso, lo que confirma en general que la biodisponibilidad recomendada es aplicable en cualquier condición nutricional y de producción, sin afectar el desempeño de los pollos y permitiendo un ahorro sustancial de costos.

Póngase en contacto con su representante de Evonik si desea validar el enfoque 100 MHA:65 DLM en su explotación con resultados garantizados por nuestros expertos. Se pueden encontrar otros estudios que muestran el beneficio del uso de la DL-metionina y una calculadora de beneficios en

metAMINO.Evonik.com



Calcule su ahorro de metionina
con MetAMINO® Calculator de Evonik y actualícese sobre investigaciones académicas y resultados de campo con el MetAMINO® Atlas

BIBLIOGRAFÍA

1. van Weerden, E. J., H. L. Bertram, and J. B. Schutte. 1982. Comparison of DL-Methionine, DL-Methionine-Na, DL-Methionine hydroxy analogue-Ca, and DL-Methionine hydroxy analogue free acid in broilers using a crystalline amino acid diet. *Poultry science* 61:1125–1130.
2. van Weerden, E. J., J. B. Schutte, and H. L. Bertram. 1983. DL-Methionine and DL-Methionine hydroxy analogue free acid in broiler diets. *Poultry science* 62:1269–1274.
3. Rhône-Poulenc - AEC. 1983. Comparison of the nutritional efficacy of DL-methionine and its hydroxy analog free acid in broilers 12 / *Poultry* 255.
4. Lemme, A., A. Helmbrecht, and S. Mack. 2012. Commercial methionine sources in poultry. *AMINONews® Review*:1–39.
5. Lemme, A. 2010. Relative bioavailability of methionine sources in fish. *AMINONews®*:1–11.
6. Lemme, A. 2004. Relative effectiveness of methionine hydroxy analogue calcium salt in broilers and layers. *AMINONews®*:1–8.
7. Lemme, A., V. Naranjo, and J. C. de Paula Dorigam. 2020. Utilization of Methionine Sources for Growth and Met+Cys Deposition in Broilers. *Animals: an open access journal from MDPI* 10. doi:10.3390/ani10122240.
8. Htoo, J. K., and M. Rademacher. 2012. Commercial methionine sources in pigs. *AMINONews® Review*:1–31.
9. Dorigam, J. C. P., A. Lemme, and H. Malins. 2023. Methionine sources in turkeys - an update. *Proceedings of the 15th Turkey Science and Production Conference, 22nd-24th March, Chester, UK*:63-70.
10. Littell, R. C., P. R. Henry, A. J. Lewis, and C. B. Ammerman. 1997. Estimation of relative bioavailability of nutrients using SAS procedures. *Journal of animal science* 75:2672–2683. doi:10.2527/1997.75102672x.
11. Hoehler, D., A. Lemme, S. K. Jensen, and S. L. Vieira. 2005. Relative Effectiveness of Methionine Sources in Diets for Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 14:679–693. doi:10.1093/japr/14.4.679.
12. Lemme, A., D. Hoehler, J. J. Brennan, and P. F. Mannion. 2002. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. *Poultry science* 81:838–845. doi:10.1093/ps/81.6.838.
13. Hoehler, D., S. Mack, A. Jansman, and J. de Jong. Regression analysis to assess the bioefficacy of different methionine sources in broiler chickens in *Proceedings of 26th Poultry Science, Peebles, UK, June 1999*.
14. Boontarue, D., Castro, F.L.S., Wen, J., Poholsky, C., Liebross, B., Boney, J.W. 2023. Effects of methionine supplementation sources and crude protein on Ross 708 male broiler performance. *Poultry Science*, volume 102 (E-Supplement), page 63, abstract 128.
15. Dorigam, J.C.P., Li, Z., Lemme, A. 2023. Bioavailability of methionine sources validated. *FeedMagazine* 7-8: 35-40.

Contenido patrocinado



13. ¿Las principales fuentes de metionina son equivalentes? Un estudio sobre DL-metionina e Hidroxianálogo de la DL-Metionina revela diferencias en las funciones de los linajes de células hepáticas en trucha arcoíris



International Journal of
Molecular Sciences



Article

Are the Main Methionine Sources Equivalent? A Focus on DL-Methionine and DL-Methionine Hydroxy Analog Reveals Differences on Rainbow Trout Hepatic Cell Lines Functions

Karine Pinel ^{1,*}, Cécile Heraud ¹, Guillaume Morin ¹, Karine Dias ¹, Annaëlle Marcé ¹, Linda Beauclair ¹, Stéphanie Fontagné-Dicharry ¹, Karthik Masagounder ², Martina Klünemann ², Iban Seiliez ¹ and Florian Beaumatin ^{1,*}

- ¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, NUREA, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France; cecile.heraud@inrae.fr (C.H.); guillaume.morin@inrae.fr (G.M.); karine.dias@inrae.fr (K.D.); annaellemarce@gmail.com (A.M.); linda.beauclair@inrae.fr (L.B.); stephanie.fontagne-dicharry@inrae.fr (S.F.-D.); iban.seiliez@inrae.fr (I.S.)
² Evonik Operations GmbH, Rodenbacher Chaussee 4, 4D-63457 Hanau, Germany; karthik.masagounder@evonik.com (K.M.); martina.kluenemann@evonik.com (M.K.)
* Correspondence: karine.pinel@inrae.fr (K.P.); florian.beaumatin@inrae.fr (F.B.)



Citation: Pinel, K.; Heraud, C.; Morin, G.; Dias, K.; Marcé, A.; Beauclair, L.; Fontagné-Dicharry, S.; Masagounder, K.; Klünemann, M.; Seiliez, I.; et al. Are the Main Methionine Sources Equivalent? A Focus on DL-Methionine and DL-Methionine Hydroxy Analog Reveals Differences on Rainbow Trout Hepatic Cell Lines Functions. *Int. J. Mol. Sci.* **2022**, *23*, 2935. <https://doi.org/10.3390/ijms23062935>

Academic Editor: Fidel Toldrá

Received: 5 January 2022
Accepted: 5 March 2022
Published: 8 March 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The replacement of fishmeal by plant proteins in aquafeeds imposes the use of synthetic methionine (MET) sources to balance the amino acid composition of alternative diets and so to meet the metabolic needs of fish of agronomic interest such as rainbow trout (*RT-Oncorhynchus mykiss*). Nonetheless, debates still exist to determine if one MET source is more efficiently used than another by fish. To address this question, the use of fish cell lines appeared a convenient strategy, since it allowed to perfectly control cell growing conditions notably by fully depleting MET from the media and studying which MET source is capable to restore cell growth/proliferation and metabolism when supplemented back. Thus, results of cell proliferation assays, Western blots, RT-qPCR and liquid chromatography analyses from two RT liver-derived cell lines revealed a better absorption and metabolism of DL-MET than DL-Methionine Hydroxy Analog (MHA) with the activation of the mechanistic Target Of Rapamycin (mTOR) pathway for DL-MET and the activation of integrated stress response (ISR) pathway for MHA. Altogether, the results clearly allow to conclude that both synthetic MET sources are not biologically equivalent, suggesting similar *in vivo* effects in RT liver and, therefore, questioning the MHA efficiencies in other RT tissues.

Keywords: aquaculture; nutrition; rainbow trout; cell lines; metabolism; methionine

1. Introduction

By 2050, the global population will reach 9 billion humans. Hence, providing a sustainable food supply to that exponentially growing human population is one of the core challenges for the future. Aquaculture can definitely play an important role in fulfilling this goal. Indeed, over the last four decades, aquaculture production has multiplied by five to finally provide more than half of the fish consumed worldwide in 2014 [1]. Nonetheless, and despite the intrinsic capacities of aquaculture farmers and industries to sustain and improve production levels, new economic and ecological issues have arisen. One of these problems, related to the increase demand for fish feeds, is the soaring prices of fishmeal (FM), which is still considered the most nutritious and digestible ingredient for farmed fish. Of particular concern are salmonids such as rainbow trout, which use a balanced set of amino acids for protein synthesis as other species but are adapted to use amino acids (AAs) as their preferred energy source over carbohydrates (as most carnivorous fish). Therefore, they require high levels of dietary proteins (35–45% of their meal) that can no longer be supplied by FM due to their limited availability and high demand. Multiple strategies

Ir al artículo

14. La DL-metionina puede sustituir a los productos hidroxianálogos de la metionina en una proporción de 65:100 en alimentos para ponedoras

Ir al artículo

DL-methionine can replace methionine-hydroxy analog products in a ratio of 65:100 in laying hen feed.



Carlos de la Cruz and Andreas Lemme

www.thepoultrysite.com

The latest news and features from the poultry industry Issue #77 | July 2018

Poultry Digital

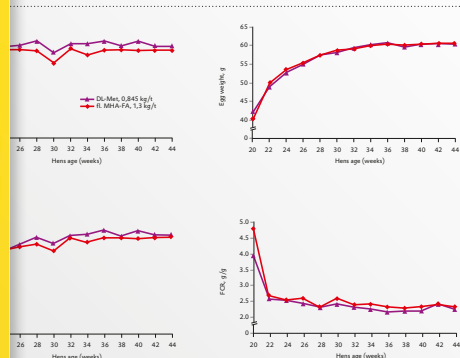
Keel bone damage: recent studies into flock welfare

The latest in poultry welfare across the globe

Inside the Welfare issue | Keel bone damage raises welfare concerns • A fairer prospect for waterfowl: a progress report on three top issues • Getting to the bottom of the pile: solving the mystery of piling behaviour • Why water access is the secret to duck health • Corn vs wheat: which diet results in happier, healthier quails? • Making life pleasant for pheasants • What will Brexit mean for the British game sector? • Q&A with Lisa Beal: a case study in human welfare • Reader Q&A with Mike Colley

ding studies confirm that supplying adequate dosages of a methionine is to optimize performance, but moreover, prod- onine-hydroxy analog (liquid MHA-FA; interchangeable with DL-methionine at a without having any negative effect on performance. Assessment of the relative MHA products should be reflected both dosages and in the purchase price of the r to optimize feed costs.

For many years a discussion on chemical and biological characteristics of DL-methionine (DL-Met) and the hydroxy analogue products of DL-methionine (liquid methionine-hydroxy analog, MHA-FA; methionine-hydroxy analog calcium salt, MHA-Ca) has continued in the feed industry, including bio-efficacies of the compounds in different productive animal species. Therefore a number of studies have been carried out to demonstrate that MHA products in feed can be replaced through DL-Met at an exchange rate of 65% compared to the MHA dose without any negative effect on performance.



upper left), mean egg weight (upper right), daily egg mass (lower left), and feed conversion of laying hens that received feed over a period of 100 days (DL-Met and MHA-FA) at a replacement ratio of 100:65 (Univ. Appl. Sci. Osnabrück, 2017).

EVONIK
POWER TO CREATE

SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 3

METAMINO® ATLAS 2022, SECCIÓN 1, ENSAYOS núms. 3 Y 5



15. Evaluación de fuentes de metionina sobre desempeño y las características de la canal de pollos alimentados con diferentes niveles de aminoácidos azufrados en condiciones del norte de Europa y Medio Oriente.

**Engormix**

[Home](#)
[Search](#)
[Explore](#)
[Publish](#)

Evaluation of methionine sources on performance and carcass traits of broilers at different dietary sulfur amino acid levels under northern European and middle Eastern conditions

Published: August 18, 2023

By: Zeyang Li 1, Juliano Cesar De Paula Dorigam 1, Ali Afsar 2, Andreas Lemme 1, Gabriel da Silva Viana 3, Ehsan Musharbash 4. 1, Evonik Operations GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany 2, Evonik Iran AG, Teheran, Iran 3, Natural Resources Institute Finland (Luke), Jokioinen, Finland 4, Alestesharia research farm, Amman, Jordan



DL-Methionine (DL-Met, 99%) and liquid DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (methionine hydroxy analogue-free acid, MHA-FA, 88%) are often used in commercial poultry feeds to meet the requirements for Methionine+Cysteine (M+C). However, differences in chemical properties and absorption decrease the relative bioavailability value (RBV) of MHAFA, which corresponds to 65% of DL-Met for performance .

Ir al artículo



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 9



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 13



SECCIÓN 2, VIDEO núm. 7

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

16. Evaluación de fuentes de metionina sobre desempeño y las características de la canal de pollos alimentados con diferentes niveles de aminoácidos azufrados en condiciones del norte de Europa y Medio Oriente

Poultry Science®

Volume 102 (E-Supplement 1)

Poultry Science Association 112th Annual Meeting Abstracts

Presented

July 10-13, 2023
Philadelphia, Pennsylvania

Metabolism and Nutrition: Amino Acids

days formulation of
L. Vieira¹, ¹UFRGS,

synthetic amino acids in
towards the expression
a result of a long-term
d in 1838. They were
sufficient for maintaining
studies later, insulin was
which was a Nobel Prize
Dr. Frederik Sanger,
amino acid residues, a
had to be accomplished
done by using fish and
as an efficient and
ed ingredient. Feed
ing to essential amino
appeared in the market.
nine is first limiting for
crystalline lysine as
Threonine, and then
formulations almost
concept was widely
ed use of amino acids
movements for broiler
del with the harvest of
en, high amino acid
to maximize genetic
grows and consume
any other moment.
historic high in 2022.
tion protein for poultry
n to optimize it, which
no acid density feeds

females per replicate, corn-soybean based feeds) day-old
Ross 308 broilers chicks (~41 g) were used. In both trials,
broilers received a basal diet (BD) formulated to meet
nutritional requirements except for additional methionine
(60-66% of M+C requirements), or BD supplemented with
MHA-FA or DL-Met (added at 65% of M+C requirements to
reach 75% (75MHA-FA, 75DL-Met) or 100% (100MHA-FA,
100DL-Met) of M+C requirements. Broilers were raised
according to a 3-phase program during day (d) 0-32 (Trial 1)
0-32 (Trial 2) under standard housing conditions. Bodyweight
Bodyweight (BW), feed intake (FI), daily weight gain (DWG),
bodyweight gain (BWG), daily weight gain (DWG), and feed
conversion ratio (FCR) were measured. Carcass (CY) and breast
Carcass (CY) and breast (BY) yields were measured. Data were
32 in Trial 2. Data was analyzed using one-way ANOVA with
GLM procedure of SAS (ver. 9.4). Significant differences were
considered if $P < 0.05$ (Tukey test). In Trials 1 and 2, MHA-FA
and DL-Met improved ($P < 0.01$) FI, DFI, BW, BWG, DWG
and FCR compared to BD, without any differences between
MHA-FA and DL-Met groups within each M+C level. In trial
1, the 100% M+C groups had higher BW (+4.68%, $P < 0.01$),
DWG (+4.76%, $P < 0.01$) and lower FCR (-4.04%, $P < 0.01$)
than 75% M+C groups, while DFI did not differ between 75%
and 100% M+C levels during d 0-35. In Trial 2, the 100%
M+C groups had higher ($P < 0.01$) BW (+4.27%) and BWG
(+4.34%), and similar FI ($P > 0.1$) compared to 75% M+C
groups, whilst FCR was only lower (-3.54%, $P < 0.01$) in
100MHA-FA vs. 75MHA-FA groups. There was no
difference in CY and BY between MHA-FA and DL-Met
groups within each M+C level. Breast yield was higher
($P < 0.01$) in 100% and 75% M+C vs. BD groups (+16.62%,
+8.40%) and in 100% M+C vs. 75% M+C groups (+7.58%),
whilst CY was only higher (+3.44%, $P < 0.01$) in 100% M+C
vs. BD groups. In conclusion, the results confirm that 100
units of MHA-FA can be substituted by 65 units of DL-Met
for broilers at the same M+C level, regardless of the regional
differences.

ine sources on
broilers at different
is under northern
ditions. Zeyang Li¹,
ar¹, Andreas Lemme¹,
y¹, ¹Evonik Operations
y¹, ²Evonik Iran AG,
y¹, ³Natural Resources
Finland, ⁴Alestersharia

liquid DL-2-hydroxy-4-
hydroxy analogue-free
in commercial poultry
Methionine+Cysteine
chemical properties and
availability value (RBV)
65% of DL-Met for
firm that MHA-FA can
weight ratio of 100 to
In total, 720 (Trial 1:
les and 16 males per
ds) or 2500 (Trial 2:
les and 16 males per
ds) males were used.

Jordan, 5 treatments with 10 replicates and 25 males and 25
2023 PSA Annual Meeting Abstracts

188 Effect of high leucine diets supplemented with
arginine and valine on growth performance and gut
health in broilers challenged with *Escherichia*
maxima. Jihwan Lee¹, Janghan Choi¹, Doyun Goo²,
Hanseo Ko³, Hanyil Shi⁴, Brett Marshall⁵, Woo K.
Kim⁶, ¹University of Georgia, Poultry Science, Athens,
Georgia, United States; ²University of Georgia, Poultry
Science, Athens, Georgia, United States; ³University of
Georgia, Poultry Science, Athens, Georgia, United
States; ⁴University of Georgia, Poultry Science Department,
Athens, Georgia, United States; ⁵University of Georgia,
Poultry Science, Winterville, Georgia, United States;
⁶University of Georgia, Athens, Georgia, United States.

The objective of this study was to investigate the effects of
supplementation of arginine and valine on growth
performance and gut health in broilers challenged with *E.*
maxima and fed excess leucine diets. A total of 632 fourteen-
day-old Cobb 500 male broilers were randomly allocated to
a 2x2x4 factorial arrangement with 4 replicate cages of 12
birds per cage. The main factors were two dose of
E. maxima (EM) either challenged (CO) or non-challenged
(NC), two Leu levels of either normal Leu (NL) or high Leu
(HL) and amino acid (non-supplemented, 0.5%

Ir al
artículo



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 9



SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 13



17. Una investigación de la supuesta eficacia del hidroxianálogo de metionina en comparación con la DL-metionina midiendo el desempeño, las características de la canal y la expresión de GHR e IGF-I en pollos de engorde

ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE
2023, VOL. 22, NO. 1, 1083-1094
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2271056>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

An investigation of the assumed efficacy of methionine hydroxy analogue compared to DL-methionine by measuring growth performance, carcass traits, and GHR and IGF-I expression in broilers

Engin Yenice , Ali Anıl Çenesiz , İsmail Yavaş , Neşe Nuray Toprak , İbrahim Çiftci and Necmettin Ceylan

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the assumed efficacy of 65% on the product basis of methionine hydroxy analogue (OH-Met, 88% aqueous solution of DL-2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid) relative to DL-methionine (DL-Met) in broiler chickens. A total of 792-day-old male chickens were randomly allotted to 7 dietary treatments consisting of a methionine deficient-basal diet based on corn-soybean meal and 6 different diets obtained by supplying the basal diet with methionine at 3 levels (25, 100 and 125%; levels of addition relative to the required amount of additional Met to meet SID Met + Cys requirements) from either DL-Met or OH-Met at a ratio of 65:100 (DL-Met to OH-Met on a product basis) in the corresponding treatments.

Regardless of the source, methionine supplementation enhanced ($p < .05$) growth performance, carcass and breast meat yield. Supplemental level and the source of Met had no significant effect on the proximate chemical composition of breast meat ($p > .05$). Comparison of effects of OH-Met and DL-Met supplemented at 100–65% weight ratio revealed no differences at any Met + Cys level and for performance criterion confirming the applied concept. Expression of growth hormone receptor (GHR) mRNA, which showed a positive correlation with body weight gain, carcass yield and breast percentage, in broiler liver significantly increased with 100% and 125% relative addition of DL-Met, while only 100% of OH-Met addition did ($p < .05$) when compared to the basal diet. The expression of the insulin-like growth factor-I (IGF-I) gene was not significantly affected by either Met source or supplementation level. In conclusion, our data indicated that DL-Met can be substituted with a 1.54 times higher amount of OH-Met in corn-soybean meal based broiler diets.

HIGHLIGHTS

- Methionine supplementation enhanced growth performance, carcass and breast meat yield of broiler chickens fed corn-soybean meal based diets.
- DL-Met and OH-Met showed similar growth performance, carcass and cuts yields and breast meat traits when a 1.54 times higher amount of OH-Met, on a product basis, was added.
- DL-Met can be substituted with a 1.54 times higher amount of OH-Met in corn-soybean meal based broiler diets.

Introduction

Methionine (Met) is an essential amino acid that plays a crucial role in protein synthesis and is considered to be the first limiting amino acid in corn-soybean-based broiler diets. Supplemental Met sources, including crystalline DL-methionine (DL-Met; 99% of active substance) and methionine hydroxy analogue (OH-Met; 88% of active substance), are thus used to meet the sulphur amino acid requirements of broiler chickens.

Both sources must be converted to L-Met after being absorbed in the small intestine to be used for protein synthesis and other metabolic pathways (Dibner and Knight 1984). Compared to DL-Met, OH-Met has a hydroxy group instead of an amino group and thus undergoes a different enzymatic process during conversion to L-Met. Furthermore, while some studies have reported comparable or even higher absorption of OH-Met compared to DL-Met (Dibner et al. 1992;

CONTACT Necmettin Ceylan ceylan@agri.ankara.edu.tr

© 2023 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. The terms on which this article has been published allow the posting of the Accepted Manuscript in a repository by the author(s) or with their consent.



18. La fuente dietética de metionina altera el lipidoma del epitelio del intestino delgado de los cerdos.





19. Las fuentes de metionina afectan de forma diferente a la producción de especies reactivas de oxígeno, la bioenergética mitocondrial y el crecimiento de mioblastos murinos y de codorniz *in vitro*



current issues in
molecular biology



Article

Methionine Sources Differently Affect Production of Reactive Oxygen Species, Mitochondrial Bioenergetics, and Growth of Murine and Quail Myoblasts In Vitro

Katja Stange ¹, Toni Schumacher ¹, Claudia Miersch ^{1,2}, Rose Whelan ³, Martina Klünemann ³ and Monika Röntgen ^{1,*}

- ¹ Institute of Muscle Biology and Growth, Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Germany
- ² Nutritional Physiology and Diets, International University of Applied Sciences (IU), Juni-Gagarin-Ring 152, 99084 Erfurt, Germany
- ³ Evonik Operations GmbH, Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau, Germany

* Correspondence: roentgen@fbn-dummerstorf.de



Citation: Stange, K.; Schumacher, T.; Miersch, C.; Whelan, R.; Klünemann, M.; Röntgen, M. Methionine Sources Differently Affect Production of Reactive Oxygen Species, Mitochondrial Bioenergetics, and Growth of Murine and Quail Myoblasts In Vitro. *Curr. Issues Mol. Biol.* **2023**, *45*, 2661–2680. <https://doi.org/10.3390/cimb45040174>

Academic Editor: Nathalie Guriec

Received: 7 February 2023

Revised: 14 March 2023

Accepted: 21 March 2023

Published: 23 March 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: An optimal supply of L-methionine (L-Met) improves muscle growth, whereas over-supplementation exerts adverse effects. To understand the underlying mechanisms, this study aims at exploring effects on the growth, viability, ROS production, and mitochondrial bioenergetics of C2C12 (mouse) and QM7 (quail) myoblasts additionally supplemented (100 or 1000 µM) with L-Met, DL-methionine (DL-Met), or DL-2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid (DL-HMTBA). In both cell lines, all the supplements stimulated cell growth. However, in contrast to DL-Met, 1000 µM of L-Met (C2C12 cells only) or DL-HMTBA started to retard growth. This negative effect was stronger with DL-HMTBA and was accompanied by significantly elevated levels of extracellular H₂O₂, an indicator for OS, in both cell types. In addition, oversupplementation with DL-HMTBA (1000 µM) induced adaptive responses in mitochondrial bioenergetics, including reductions in basal (C2C12 and QM7) and ATP-synthase-linked (C2C12) oxygen consumption, maximal respiration rate, and reserve capacity (QM7). Only QM7 cells switched to nonmitochondrial aerobic glycolysis to reduce ROS production. In conclusion, we found a general negative effect of methionine oversupplementation on cell proliferation. However, only DL-HMTBA-induced growth retardation was associated with OS and adaptive, species-specific alterations in mitochondrial functionality. OS could be better compensated by quail cells, highlighting the role of species differences in the ability to cope with methionine oversupplementation.

Keywords: methionine; HMTBA; muscle; growth; satellite cell; metabolic rate; viability; ROS

1. Introduction

In postnatal muscle, so-called satellite cells (SCs) and their progeny are the primary mediators of hypertrophic growth, muscle maintenance, and regeneration, and therefore, their number and molecular and functional properties are crucial in muscle development and plasticity [1–3]. SC activation, proliferation, and differentiation have a high requirement for ATP and are, thus, essentially dependent on mitochondrial energy production through aerobic metabolism (respiratory chain and citric acid cycle). Basically, SC functional processes and lineage determination are specifically regulated by myogenic genes, e.g., *Pax7*, *MyoD*, *Myf5*, and *MyoG* [4]. However, metabolic signaling by mitochondria, e.g., via the regulation of Ca²⁺ levels, the release of metabolic intermediates, and the production of reactive oxygen species (ROS) [5–7], is also known to play a crucial role. Mitochondria-derived signals affect SC gene expression and functionality, especially with regard to SC differentiation and fate [8,9]. ROS, in particular, function under physiological conditions to adjust cellular activity to available bioenergetic resources,

Ir al
artículo

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4



SECCIÓN 4, ARTÍCULO 24

20. Problemas de un metaanálisis que evalúa la eficacia de diferentes fuentes de suplementación de metionina

ARTICLE IN PRESS

Issues with a meta-analysis assessing the efficacy of different sources of methionine supplementation

Andreas Lemme ^{*,1} and Hans-Peter Piepho[†]

^{*}Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany; and [†]Bioinformatics Unit, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany

2022 Poultry Science 00:102115
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102115>

The article “Evaluating growth response of broiler chickens fed diets supplemented with synthetic DL-methionine or DL-hydroxy methionine: a meta-analysis” by Uddin et al. (2022, Poultry Sci. 101:101762 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101762>) analyzed literature data on methionine supply for broilers to derive requirement figures as well as to compare two methionine sources. We have concerns regarding both the reported results and the data analysis methodology. First, the data compilation is incomplete to achieve the objectives of the paper including determination of requirements and comparison of methionine supplement efficiencies. Second, the paper suggests Met and Met+Cys requirements of broilers but makes no attempt to discuss them in the context of nutrition of modern broiler strains. Third, the data preparation for methionine source comparison as well as the mathematical approach includes weaknesses resulting in misleading conclusions.

Selected data were incomplete: The authors analyzed 480 records from 39 studies comparing DL-Methionine (DL-Met) and DL-Hydroxy analogue of methionine (DL-OH-Met) in simultaneous dose-response experiments with broilers. While the supplementary material suggests 39 publications, more than 39 studies were available as for example, Lemme et al. (2002) and Payne et al. (2006) reported 2 and 3 studies, respectively. While the reported studies were found according to the process described, the authors also referenced another meta-analysis (Sauer et al., 2008) on the same subject. The second meta-analysis referenced at least 16 additional studies which were not considered by Uddin et al. (2022), providing 144 records from nine peer-reviewed

papers (Buresh und Harms, 1986; Balnave und Oliva, 1990; Groote et al., 1990; van Weerden et al., 1992; Huyghebaert, 1993; Rostagno und Barbosa, 1995; Roemer und Abel, 1999; Wallis, 1999; Hoehler et al., 2005). All records meet the requirements as defined (Uddin et al., 2022) meaning that at least 30% records for analysis were missing. Interestingly, most of the missing studies reported DL-Met to be advantageous over DL-OH-Met with respect to biological effectiveness. Moreover, the selected studies were used for the determination of Met and Met + Cys requirements. Valuable research from 100 papers reporting studies with only one methionine source were excluded. This significant data omission appears deliberate but the rationale for this exclusion was not given. The power, outcome, and conclusions of the meta-analysis with respect to requirements would change when including such studies. We see no reason for excluding studies with just a single methionine source, because meta-analysis allows integrating such information with studies comparing both sources (Salanti et al., 2010). This is particularly relevant when the studies have a control, the usual situation, because the controls serve as a common reference to connect studies with just a single methionine source. Even without a control, the random-coefficient approach taken by the authors would have allowed including such studies, making use of inter-study information (van Houwelingen et al., 2002).

Reported requirement figures are questionable: Uddin et al. (2022) reported digestible Met + Cys requirements of 0.314 (LP; linear-plateau) or 0.379 g/d (QP, quadratic plateau), 0.932 g/d (LP), and 0.953 g/d (LP) for starter (11 days of age), grower (21 days of age) and finisher broilers (35 days of age), respectively. No statistical information on goodness of fit is provided except for the LOOIC which is only used to compare models but gives no easily interpretable absolute indication of fit to data. Figures 3 and 4 do not suggest a particularly suitable fit for the regression models, nor would they suggest break

© 2022 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of Poultry Science Association Inc. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

DOI of original article: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2022.101762>

Received May 13, 2022.

Accepted August 2, 2022.

[†]Corresponding author: andreas.lemme@evonik.com





21. “Absorción de fuentes de metionina en animales: ¿hay algo más que saber?” — ¡Sí, hay mucho más!

Animal Nutrition xxx (xxxx) 1–3

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Animal Nutrition

journal homepage: www.elsevier.com



Letter to the Editor

Reply to: “Absorption of methionine sources in animals—is there more to know?” — Yes, there is more to know!

ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 December 2022
Received in revised form 19 January 2023
Accepted 22 January 2023

Recently, above mentioned paper compiling and discussing literature concerning the absorption of DL-methionine (DL-Met) and two forms of the hydroxy analogue of methionine (2-hydroxy-4-methylthiobutyric acid [HMTBa], Ca-salt of HMTBa [HMTBa-Ca]) was published in *Animal Nutrition* (<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.004>). We would like to comment on this article regarding the aim of the study as expressed in the introduction: “This critical review provides an understanding of diverging studies and provides insights into how further evaluation should be conducted when the bioefficacy of the two molecules is discussed”.

While methods in physiology research have indeed been further developed and improved in many respects over time, those methods are seldomly appropriate for quantifying impact on performance indicators such as body growth, meat deposition or feed and nutrient utilization. Insofar, research on absorption of methionine or its analogues helps to understand and explain effects determined empirically but would not be suitable to change the conclusions out of growth studies. The mentioned “conflicting” results of bioefficacy studies are indeed a matter of experimental setups which are, in fact, not discussed in the present publication. Moreover, recently the lower bioefficacy of HMTBa and HMTBa-Ca as well as the methodology for determination have been reported and validated, respectively (Elwert et al., 2008; Lemme et al., 2020). After a meticulous examination of literature, the EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) also concluded that HMTBa shows a lower bioefficacy (75% on molar level) than DLM-Met in monogastric animals which was associated especially with lower efficacy of dimers, trimers and oligomers of HMTBa (Rychen et al., 2018).

In Chapter 2, references and results are reported which should indicate that HMTBa is absorbed to a high degree before feed/digesta enters the duodenum in chicken and other farm animals suggesting high if not identical absorption of this compound compared to DL-Methionine. While it is notable that only references from sponsored research of the co-authors of the present review were considered, authors did not include other studies that reported considerable and higher concentrations of HMTBa compared to methionine at proximal duodenum in broilers and swine (Drew et al., 2003; Maenz and Engele-Schaan, 1996; Malik et al., 2009) which ingested experimental feeds with labelled methionine sources. Accordingly, the papers concluded a remarkably lower absorption of HMTBa at terminal ileum. In a later chapter (3.1) authors discredit the use of ³H-labelling and it was suggested that ³H-labelled compounds would bear the risk of instability. Furthermore, authors devoted more than 60 lines to this subject. In addition, they argued that ¹⁴C labelled compounds were also unstable. However, neither research by Saunderson (1985) nor that by Lings and Molnar (1996) were mentioned. Instructively, these researchers used ¹⁴C-labelled methionine and HMTBa or HMTBa-Ca, respectively, and were able to detect and quantify the label in various tissues and the excreta of broiler chickens. Saunderson (1985) reported twice the residual radiation for HMTBa in excreta compared to DL-Met fed broilers which is almost identical to Esteve-Garcia and Austic (1993) findings. Indeed, in Esteve-Garcia and Austic (1993) data would suggest a relative bioefficacy of 64% for HMTBa-Ca compared to DL-Met on weight basis (72% on equimolar comparison). Lings and Molnar (1996) reported even three- to four-fold residual radiation in excreta of broilers. All these studies would, thus, consistently report substantially higher concentration of HMTBa and HMTBa-Ca compared to the methionine label in excreta (Drew et al., 2003; Lings and Molnar, 1996; Maenz and Engele-Schaan, 1996; Malik et al., 2009; Saunderson, 1985). Contrary to the data reported by Becquet et al., (2022), these findings are not in agreement with almost complete absorption of HMTBa. Indeed, the detected labels were not necessarily associated with the methionine or HMTBa (Maenz and Engele-Schaan, 1996) and other studies suggested that a large portion of particularly HMTBa has been catabolized by microbiota (Drew et al., 2003; Malik et al., 2009). Therefore, HMTBa available for uptake and further transformation into L-methionine had been shown to be lower than uptake of DL-Met. The entire chapter 3.2 discusses the inappropriateness of the rooster assay for digestibility evaluation as the respective paper by Rostagno and Barbosa (1995) reported a 7% lower apparent digestibility for HMTBa compared to DL-Met and the respective growth study suggested an average bioefficacy of about 66% on weight basis (75% on molar level). In Rostagno and Barbosa (1995), compounds as opposed to labels were analysed and this effect on digestibility would be in addition to the disappearance due to micro-

<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.01.010>
2405-6545/© 20XX



Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

22. La no inferioridad del hidroxianálogo de la metionina en comparación con la DL-metionina no se confirmó en un ensayo con pollos de engorde

ARTICLE IN PRESS

LETTER TO THE EDITOR

Noninferiority of the hydroxy analog of methionine compared to DL-methionine not confirmed in a broiler trial

Andreas Lemme ^{*,1} and Hans-Peter Piepho 

^{*}Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany; and ¹Bioinformatics Unit, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany

2023 Poultry Science 00:102644
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102644>

Concerning: “New statistical approach shows that hydroxy-methionine is non-inferior to DL-methionine in 35-day old broiler chickens” by D. I. Batonon-Alavo, C. Manceaux, J. T. Wittes, F. Rouffineau, and Y. Mercier.

In the paper by Batonon-Alavo et al. (2023) a noninferiority test was used to provide evidence that broiler performance achieved by supplementing feed with DL-hydroxy-methionine (OH-Met) is not worse than that achieved with DL-methionine (DL-Met). The purpose of this letter is to point out that the noninferiority test was not applied correctly, and therefore the respective conclusions are not correct, and the paper ignores fundamental nutritional principles.

The authors do not explain in detail the process for selecting broiler studies for the meta-analysis required for the determination of the lower confidence limit according to the 95-95 approach suggested by Schumi and Wittes (2011). It appears that feeding studies with final age of 35 d and feeding corn-wheat-soybean meal based were selected. Studies testing liquid OH-Met or OH-Met-Ca in comparison to DL-Met were included but criteria for selecting particular treatments out of the dose-response trial remain unclear. While referring to Lemme et al. (2020) in the discussion, data reported in that paper were not considered for this exercise although in that study corn-wheat-soybean meal-based diets were fed until 35 d of age. Accordingly, a response of 963 g body weight gain (1.2 g/kg DL-Met vs. unsupplemented basal diet) was reported. Adding this to the meta-analysis would have even increased M_1 and, thus, increased the range of acceptable difference.

It turns out that Batonon-Alavo et al. (2023) have applied the 95-95 method described in Schumi and

Wittes (2011) incorrectly. Here, we will briefly state the 95-95 method as proposed by Schumi and Wittes (2011) and also refer back to the original proposal of the 95-95 method given in Rothmann et al. (2003) and Rothmann and Tsou (2003). The method proposed first uses a meta-analysis to estimate the effect of the reference treatment compared to the control treatment. This effect is estimated as the difference between the reference treatment mean and the control treatment mean. The estimate will be referred to as D_1 (our notation). A conservative estimate of the effect that is likely to be observed in a new study is obtained by computing the 1-sided lower limit of a 95% confidence interval of that difference (Rothmann et al., 2003). The lower limit is denoted as M_1 . The user then determines a predetermined lower fraction of M_1 that corresponds to the largest loss of effect, that is, the largest inferiority the user is prepared to consider acceptable. That smaller value is denoted as M_2 . For example, if a reduction of the effect by 5% of M_1 is deemed acceptable, the value is $M_2 = 0.05 \cdot M_1$. M_2 is denoted as the noninferiority margin (Rothmann et al., 2003). To establish noninferiority of a new treatment compared to the reference treatment, it then needs to be shown that the difference of the new treatment to the reference treatment mean is significantly larger than M_2 . We denote the estimate of this difference as D_2 . Note that D_2 is expected to be negative, assuming that the reference treatment is superior to the new treatment. The difference D_2 corresponds to the estimated loss of effect when using the new treatment instead of the reference treatment. The decision is based on the lower 1-sided 95% confidence interval for the difference D_2 (Rothmann et al., 2003).

Batonon-Alavo et al. (2023; Table 1) find $M_1 = 467$ for body weight based on the difference of DL-Met compared to a basal diet. This calculation is correct, apart from the fact that the authors used a 2-sided 95% interval in place of a 1-sided 95% interval prescribed by Rothmann et al. (2003). The calculation of the noninferiority margin (M_2), however, seems to be in error. According

© 2023 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of Poultry Science Association Inc. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Received January 31, 2023.

Accepted March 6, 2023.

^{*}Corresponding author: andreas.lemme@evonik.com

1





23. Es necesario estandarizar los datos para el metaanálisis: respuesta a “Evaluación de la equivalencia nutricional de DL-metionina y L-metionina en pollos de engorde: Un estudio metaanalítico”

ARTICLE IN PRESS

Poultry Science®

Data for meta-analysis need standardization—a response to “Assessing the nutritional equivalency of DL-methionine and L-methionine in broiler chickens: a meta-analytical study” by Asasi et al.

Andreas Lemme^{*,1} and Ali Afsar[†]

^{*}Evonik Operations GmbH, Hanau, Germany; and [†]Evonik Iran, Teheran, Iran

2023 Poultry Science 00:103351

<https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103351>

Letter to the editor.—Concerning “Assessing the nutritional equivalency of DL-methionine and L-methionine in broiler chickens: A meta-analytical study” by Roya Asasi, Hamed Ahmadi, Mohammad Amir Karimi Torshizi, Karimi Torshizi, Rasoul Vaez Torshizi, Farid Shariatmadari.

For a meta-analysis for evaluating the nutritional value of L-methionine vs. DL-methionine in broiler nutrition data from 13 feeding experiments were analyzed by simultaneous regression (linear, exponential) and visualization. While this is an appreciated objective, we have concerns with respect to data selection and preparation.

Original performance data (daily gain; feed conversion ratio) were put into one plot while it was not considered that data within study are more correlated than between studies. Approaches like mixed-models would be more suitable for such analysis.

A major concern is that responses were plotted only to supplemented methionine although the magnitude of responses in single trials are largely dependent on the overall (digestible) methionine+cysteine level. For example, the total Met+Cys levels of basal diets varied between 0.17% and 0.52% in assay 1 of Dilger and Baker (2007) and highest sulfur amino acid level was reported for assay 4 by Dilger et al. (2007; 0.89%). While the sulfur amino acid level of the basal diet would affect performance and magnitude of response, regressing against Met+Cys levels would impact position of data points of different publications in the plot. Moreover, also the methionine to cysteine ratio within sulfur amino acids impact responsiveness to methionine supplementation. Data by Dilger and Baker (2007) clearly provide evidence for this interaction. However, Asasi et al. (2023) did not put attention to this

interaction and all data of this publication were included in the meta-analysis and certainly biased its outcome. For example, in assay 1 of Dilger and Baker (2007) methionine to sulfur amino acid ratio decreased from 70% to 23%. Finally, intake of sulfur amino acids is more suitable as basis for comparison than “% in diet” and would be impacted by feed intake as well. Therefore, studies are hardly comparable without normalizing data.

While not all studies included a basal, nonsupplemented diet (e.g., Rehman et al., 2019), trials reported by Dilger and Baker (2007; assay 2) and Dilger et al. (2007; assay 3) included more L-Met than DL-Met treatments which would imbalance the data base.

Therefore, it might be doubted whether the reported relative bioavailability figure for DL-methionine compared to L-methionine remains when the above would be adequately considered.

DISCLOSURES

Authors declared no conflict of interest. This can be questioned as second author is representant of an L-methionine producer /agent in Iran.

REFERENCES

- Asasi, R., H. Ahmadi, M. A. Karimi Torshizi, R. V. Torshizi, and F. Shariatmadari. 2023. Assessing the nutritional equivalency of DL-methionine and L-methionine in broiler chickens: a meta-analytical study. *Poult. Sci.* 102:103143.
- Dilger, R. N., and D. H. Baker. 2007. DL-methionine is as efficacious as L-methionine, but modest L-cysteine excesses are anorexic in sulfur amino acid-deficient purified and practical-type diets fed to chicks. *Poult. Sci.* 86:2367–2374.
- Dilger, R. N., C. Kobler, C. Weckbecker, D. Hoehler, and D. H. Baker. 2007. 2-keto-4-(methylthio) butyric acid (keto analog of methionine) is a safe and efficacious precursor of L-methionine in chicks. *J. Nutr.* 137:1868–1873.
- Rehman, A. U., M. Arif, M. M. Husnain, M. Alagawany, M. E. Abd El-Hack, A. E. Taha, S. S. Elmes, M. A. Abdel-Latif, S. I. Othman, and A. A. Allam. 2019. Growth performance of broilers as influenced by different levels and sources of methionine plus cysteine. *Animals* 9:1056.

© 2023 The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of Poultry Science Association Inc. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Received October 25, 2023.

Accepted December 1, 2023.

^{*}Corresponding author: andreas.lemme@evonik.com

Ir al artículo

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

24. Biodisponibilidad de la sal cálcica de hidroxianálogo de la metionina en relación con la DL-metionina para mantener el desempeño en cerdos de 11 a 20 kg



AMERICAN SOCIETY OF **ANIMAL SCIENCE**
MIDWEST

2024 Midwest Section Meeting

March 10-13, 2024
Monona Terrace Community and Convention Center
Madison, Wisconsin

Thank you to our
2024 sponsors!

Ir al
artículo





SECCIÓN 1, ENSAYO núm. 7



METAANÁLISIS

LA IMPORTANCIA DE MEDIR LA BIODISPONIBILIDAD RELATIVA DE LAS FUENTES DE METIONINA

Juliano CP Dorigam, Zeyang Li y Andreas Lemme

La metionina (Met) es un aminoácido esencial de particular importancia porque no puede ser sintetizado por los pollos de engorde y porque puede convertirse en el otro aminoácido azufrado, la cisteína (Cys). Debido a sus bajos niveles en los ingredientes del alimento, la Met y la Cys son a menudo los primeros aminoácidos limitantes del desempeño en los alimentos para pollos de engorde. Por lo tanto, comúnmente se suplementan como DL-metionina (DL-Met, 99 % de pureza) o hidroxianálogo de la metionina (MHA; ácido libre: MHA-FA, 88% de pureza y, mucho menos frecuentemente, sal cálcica: MHA-Ca; 84% de pureza) para cumplir con los requerimientos. Debido a las diferencias químicas entre los dos compuestos, sus valores nutricionales difieren. El valor nutricional se expresa como la biodisponibilidad relativa (BDR) del MHA en relación con la DL-Met, lo que indica la proporción de sustitución de estos productos en el alimento.

Una publicación reciente indicó una BDR igual o cercana al 65% para el MHA-FA en comparación con la DL-Met en pollos de engorde en base a producto [1] y un revisión científico publicado en 2018 en la revista de EFSA determinó una BDR del 75% en base equimolar para ambas formas de MHA (64 (MHA-Ca) - 67% (MHA-FA) en base a producto) de acuerdo con la literatura disponible en ese momento [2]. El principio para determinar la BDR es comparar los datos dosis-respuesta de ambos productos simultáneamente [3]. En este abordaje, el punto de partida (dieta basal) de la curva y la asíntota son los mismos para ambos productos, mientras que la diferencia entre las pendientes (coeficiente de regresión) de las curvas se utiliza para calcular la BDR.

El método de regresión multiexponencial fue validado en un metaanálisis que proporcionó evidencias estadísticas de que ambas fuentes de metionina promueven el mismo desempeño máximo (asíntota) y la pendiente de la curva indica su valor nutricional [4]. Experimentos anteriores [5-8] demostraron la idoneidad del enfoque dosis-respuesta simultánea con la introducción de la DL-Met diluida (diluida al 65% de pureza; DLM65) como estándar interno. En un metaanálisis reciente, Lemme et al. [1] constataron que la eficacia de la DLM65 fue del 62% en relación con la DL-Met en la media

de seis ensayos, y la del MHA-FA, 63%. Este resultado valida la metodología, porque la BDR de la DLM65 fue casi exactamente lo esperado para la DL-Met diluida al 65 % de pureza. El valor BDR en los estudios citados es inferior al 88%, contrariamente a lo que afirman los fabricantes de MHA, y puede afectar no sólo al desempeño animal, sino también a los costos y las decisiones de compra.

En base a esto, se recomienda una BDR del 65 % para productos de MHA en relación con la DL-Met. De hecho, esta constatación debería reflejarse en el precio de los productos para aprovechar todo su valor.

Una prueba de validación reciente en una integración con 408.500 pollos, sugirió un ahorro de >11.000 €/año con sólo aplicar nuestra recomendación a un volumen de alimento de 10.000 t/año [9].

Validación de la recomendación sobre el valor de biodisponibilidad relativa.

Además de los estudios de dosis-respuesta, existe un protocolo experimental más práctico y sencillo que puede aplicarse para probar y validar la BDR recomendada del 65 % para el MHA en comparación con la DL-Met (en base producto). El ensayo más sencillo evalúa dos tratamientos: suplementación con MHA o DL-Met al 65% del nivel de MHA, es decir, considerando que 100 unidades de MHA se sustituyen por 65 unidades de DLM. Con la DL-Met se espera el mismo desempeño animal a un costo menor.

La aplicación de este ensayo de desempeño se ejemplifica en una publicación reciente, en la que se compararon ambos productos con diferentes niveles dietéticos de Met+Cys en condiciones del norte de Europa y del Medio Oriente [10]. El primer ensayo se llevó a cabo en Finlandia e incluyó 5 tratamientos con 9 repeticiones de 16 pollos Ross 308 machos de cada uno. Las dietas fueron a base de trigo y harina de soya. El segundo experimento se realizó en Jordania, evaluando 5 tratamientos con 10 repeticiones y 50 pollos de engorde Ross 308 de sexo mixto (1:1) cada uno. En este caso se suministraron alimento a base de maíz y soya.

En ambos experimentos, los pollos recibieron una dieta basal (DB) formulada para satisfacer todos los requerimientos nutricionales excepto de Met+Cys (60-66 % de los requisitos de Met+Cys) o DB suplementada con MHA-FA para satisfacer el 75 % o el 100 % de los requerimientos de Met+Cys. En dos tratamientos adicionales, el MHA-FA fue sustituido por DL-Met en base peso, pero solo hasta el 65 %

del nivel de inclusión de MHA-FA de acuerdo con la BDR recomendada del 65% para el MHA-FA en relación con la DL-Met. Los pollos fueron alimentados ad libitum de 0 a 35 días (Ensayo 1) o de 0 a 32 días (Ensayo 2) en programas de 3 fases en condiciones estándar de alojamiento. Los resultados finales de los ensayos 1 y 2 se presentan en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Tabla 1.

Desempeño de pollos de engorde Ross 308 machos alimentados con niveles adecuados y reducidos de Met+Cys y suplementados con DL-Metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de la metionina ácido libre líquido (MHA-FA) en una proporción de 65:100 durante 35 días

Parámetros de rendimiento	Basal	Nivel reducido de Met (75%)		Nivel recomendado de Met (100%)		EPM	P
		100 MHA-FA	65 DL-Met	100 MHA-FA	65 DL-Met		
CMDR, g/d	62,19 ^a	110,04 ^b	108,53 ^b	109,25 ^c	110,46 ^b	0,923	<0,01
GMD, g/d	35,85 ^a	74,50 ^b	73,94 ^b	77,56 ^c	77,95 ^c	0,660	<0,01
CA, g/g	1,735 ^a	1,477 ^b	1,468 ^b	1,409 ^c	1,417 ^c	0,012	<0,01
PC (g)	1260 ^a	2574 ^b	2555 ^b	2678 ^c	2691 ^c	22,51	<0,01

CMD=consumo medio diario de alimento, GMD=ganancia media diaria, CA=conversión alimenticia.

Los datos se analizaron mediante ANOVA unidireccional utilizando el procedimiento GLM del SAS (véase 9.4). Las diferencias se consideraron significativas a $P<0,05$ (prueba de Tukey).

Tabla 2.

Desempeño de pollos de engorde Ross 308 machos y hembras alimentados con niveles adecuados y reducidos de Met+Cys y suplementados con DL-Metionina (DL-Met) o hidroxianálogo de la metionina ácido libre líquido (MHA-FA) en una proporción de 65:100 durante 32 días

Parámetros de rendimiento	Basal	Nivel reducido de Met (75%)		Nivel recomendado de Met (100%)		EPM	P
		100 MHA-FA	65 DL-Met	100 MHA-FA	65 DL-Met		
CR, g	2592 ^b	2879 ^a	2855 ^a	2867 ^a	2933 ^a	22,69	<0,05
PC, g	1586 ^c	1914 ^b	1916 ^b	1980 ^a	2014 ^a	16,17	<0,05
GP, g	1545 ^c	1873 ^b	1874 ^b	1938 ^a	1972 ^a	16,09	<0,05
CA, g/g	1,673 ^a	1,524 ^b	1,510 ^{bc}	1,470 ^c	1,480 ^{bc}	0,012	<0,05
RC, % del peso vivo	70,75 ^b	72,34 ^{ab}	72,69 ^{ab}	73,67 ^a	72,88 ^a	0,508	<0,05
RP, % de la canal	35,89 ^c	38,75 ^b	39,07 ^b	41,60 ^a	42,12 ^a	0,417	<0,05

CR=consumo de alimento, PC=peso corporal, GP=ganancia de peso, CA=conversión alimenticia, RC=rendimiento en canal, RP=rendimiento de carne de pechuga.

*Los datos se analizaron mediante ANOVA unidireccional utilizando el procedimiento GLM de SAS (véase 9.4). Las diferencias se consideraron significativas a $P<0,05$ (prueba de Tukey).

En ambos experimentos, el consumo medio de alimento fue significativamente menor en los pollos alimentados con la dieta basal (indicado por diferentes superíndices a,b,c), pero no hubo diferencias entre los otros tratamientos. Por el contrario, el suministro marginal de Met+Cys en la dieta (75%) resultó en una ganancia de peso y un peso final significativamente menores que los tratamientos con 100% de Met+Cys. Estos efectos se reflejaron en la conversión alimenticia, principalmente en el ensayo 1, y en el rendimiento de carne de pechuga en el ensayo 2. Sin embargo, no hubo diferen-

cias en los diferentes parámetros de desempeño entre los tratamientos correspondientes de MHA-FA y de DL-Met con suministro marginal o adecuado de Met+Cys. Esto demuestra que se puede aplicar la BDR recomendada del 65 % para el MHA-FA en relación con la DL-Met sin comprometer el desempeño. Además, el peor desempeño observado al 75 % de los niveles recomendados de Met+Cys indica que el desempeño está limitado por la deficiencia de Met+Cys, lo que hace que la prueba 65:100 sea más sensible y, por lo tanto, los resultados corroboran la recomendación.



Recopilación y metaanálisis de ensayos de desempeño anteriores

Aunque los resultados de ensayos más recientes han probado y confirmado nuestra recomendación, muchos de los ensayos 65:100 se llevaron a cabo antes y pueden analizarse mediante metaanálisis. Para esta compilación utilizamos el metaanálisis clásico, aplicando la *g* de Hedges para estimar el tamaño del efecto, con un intervalo de confianza del 95%. Esta metodología está bien establecida en la ciencia animal y se ha utilizado para integrar y determinar el efecto general de múltiples estudios con el fin de proporcionar información más precisa [11]. Por lo tanto, realizamos un metaanálisis para evaluar las respuestas de desempeño de los pollos cuando la DL-Met sustituye al MHA en una proporción de 65:100. Además, especialmente los científicos y autores que defienden, a diferencia de nosotros, un alto valor nutricional de MHA-FA, afirman repetidamente que el valor nutricional de MHA-FA es mayor, especialmente igual o superior a los requerimientos de Met+Cys y que los niveles dietéticos reducidos de Met+Cys en la dieta interferirían con la eficiencia del MHA [12,13]. Por lo tanto, dividimos el metaanálisis actual de los ensayos 65:100 en experimentos que utilizaron un suministro marginal de Met+Cys (por debajo de las recomendaciones) a los niveles recomendados y a niveles claramente superiores a los recomendados para ver si se podían observar diferencias en las respuestas.

Para realizar el metaanálisis, se extrajeron de cada estudio incluidos los valores medios de los criterios de desempeño, las respectivas desviaciones estándar y los tamaños de muestra (repeticiones por tratamiento). La variable analizada reportada en este artículo fue la conversión alimenticia (CA), pero los resultados de otros parámetros de desempeño fueron casi

idénticos. Cuando se utilizó más de un nivel de Met+Cys en un estudio, cada par de tratamiento correspondiente (65:100) se codificó individualmente. Por otra parte, los grupos de estudio se separaron según el nivel de Met+Cys y se clasificaron según el requerimiento (por debajo, igual o por encima del requerimiento). En el caso de los estudios de dosis-respuesta, el requerimiento se determinó mediante la ecuación exponencial presentada en la publicación.

El análisis de los datos se realizó utilizando Meta-Essential versión 1.4. El tamaño del efecto estimado (la diferencia entre los tratamientos DL-Met y MHA) se cuantificó utilizando la *g* de Hedges con un intervalo de confianza (IC) del 95% [14]. Los datos se agruparon mediante un modelo de efecto fijo debido a la falta de heterogeneidad, después de haber sido verificados previamente mediante la estadística *I*². El efecto se consideró significativo cuando el tamaño del efecto global estimado fue $P < 0,05$.

Como se muestra en las Figuras 1, 2 y 3, no se observó heterogeneidad significativa para la conversión alimenticia ($I^2 = 0,00\%$), lo que indica que todos los estudios en estos subgrupos produjeron una estimación del mismo tamaño del efecto verdadero en una población homogénea. De hecho, los gráficos muestran que todos los valores medios del tamaño del efecto eran próximos a cero y ningún experimento tenía intervalos de confianza que excluyeran el cero, lo que indica datos muy homogéneos sin excepción. Además, con respecto a los resultados globales indicados por los puntos morados (resultados mostrados en la última línea en negrita), el tamaño medio del efecto fue casi cero y el intervalo de confianza global fue muy pequeño, lo que demuestra claramente que sustituir MHA por DL-Met en una proporción de 100:65 siempre da como resultado el mismo desempeño.

Nombre del estudio	<i>g</i> de Hedges (IC 95%)
Elwert <i>et al.</i> (2008)	-0,06 (-1,55 a 1,42)
Hoehler <i>et al.</i> (2005)	-0,07 (-1,56 a 1,41)
Hoehler <i>et al.</i> (2005)	0,18 (-1,58 a 1,94)
Hoehler <i>et al.</i> (2005)	1,02 (-0,85 a 2,88)
Lemme <i>et al.</i> (2020)	1,11 (-0,48 a 2,71)
Lemme <i>et al.</i> (2020)	1,25 (-0,67 a 3,17)
Payne <i>et al.</i> (2006)	0,08 (-1,11 a 1,26)
Sangali <i>et al.</i> (2014)	-0,64 (-2,44 a 1,16)
Goes <i>et al.</i> (2017)	0,53 (-0,57 a 1,64)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	-0,82 (-2,36 a 0,73)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,19 (-1,30 a 1,68)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	-0,30 (-1,80 a 1,19)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,08 (-1,40 a 1,57)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,75 (-0,79 a 2,28)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,50 (-1,01 a 2,00)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	0,09 (-1,21 a 1,40)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	-0,66 (-2,00 a 0,68)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	-0,50 (-1,83 a 0,82)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	-0,18 (-1,49 a 1,13)
General ($P = 0,488$)	0,10 (-0,17 a 0,38)
Heterogeneidad ($I^2 = 0,00\%$)	

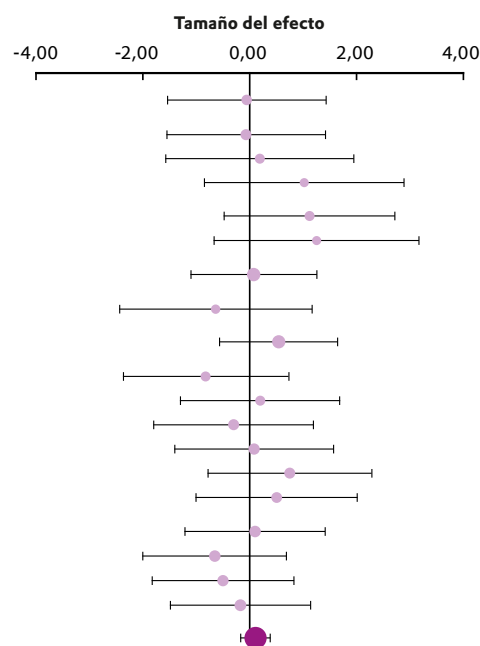


Figura 1. Diagrama de bosque que muestra el efecto de sustituir 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met en la dieta sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde cuando el nivel de Met Cys en la dieta está por encima del requerimiento.

Nombre del estudio	g de Hedges (IC 95%)
Lemme <i>et al.</i> (2020)	0,03 (-1,46 a 1,51)
Lemme <i>et al.</i> (2020)	-0,37 (-1,87 a 1,13)
Payne <i>et al.</i> (2006)	-0,11 (-1,30 a 1,07)
Li <i>et al.</i> (2019)	0,22 (-0,87 a 1,31)
Li <i>et al.</i> (2019)	0,26 (-0,75 a 1,28)
Viana <i>et al.</i> (2009)	0,08 (-1,11 a 1,26)
Goes <i>et al.</i> (2017)	-0,07 (-1,16 a 1,01)
Boontarue <i>et al.</i> (2023)	-0,68 (-1,46 a 0,09)
Boontarue <i>et al.</i> (2023)	0,07 (-0,69 a 0,82)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,60 (-0,92 a 2,12)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,19 (-1,30 a 1,68)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	-0,09 (-1,57 a 1,40)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	0,92 (-0,64 a 2,48)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	-0,95 (-2,51 a 0,62)
Purohit <i>et al.</i> (2018)	-1,18 (-2,79 a 0,43)
Lemme (2022)	-0,23 (-1,99 a 1,53)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	-0,44 (-1,76 a 0,88)
Murakami <i>et al.</i> (2017)	0,05 (-1,26 a 1,36)
Facts&Figures n°15166	0,41 (-1,09 a 1,91)
Facts&Figures n°15133	0,15 (-1,61 a 1,91)
Facts&Figures n°15123	0,26 (-1,23 a 1,75)
Facts&Figures n°15120	-0,52 (-2,03 a 0,99)
Facts&Figures n°15119	-0,95 (-2,02 a 0,12)
Facts&Figures n°15116	-0,35 (-1,55 a 0,84)
General (P = 0,676)	-0,13 (-0,33 a 0,07)
Heterogeneidad (I²=0,00%)	

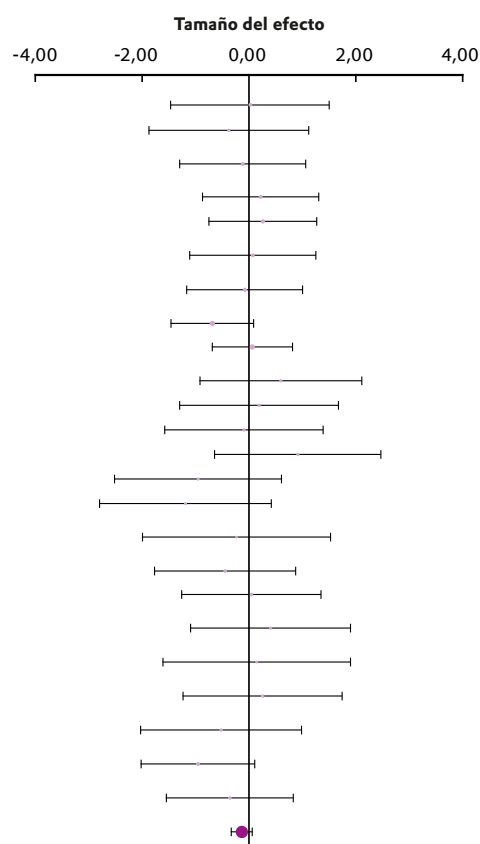


Figura 2. Diagrama de bosque que muestra el efecto de sustituir 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met en la dieta sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde cuando el nivel de Met+Cys en la dieta está de acuerdo con el requerimiento.

Además, el análisis conjunto de todos los ensayos presentados en las Figuras 1, 2 y 3 (no mostrados) también confirma que siempre que se aplica la BDR recomendada del 65 % para el MHA-FA, se obtienen los mismos resultados. La separación de los datos en varias categorías de suministro de Met+Cys también reveló que esta conclusión se aplica a niveles marginales, adecuados y excedentes de Met+Cys, refutando así las afirmaciones de que las eficacias serían diferentes cuando la dieta contiene diferentes niveles de Met+Cys.

Conclusión

Dos estudios realizados en condiciones del norte de Europa y Oriente Medio confirmaron que 100 unidades de MHA-FA líquido pueden sustituirse por 65 unidades de DL-Met sin comprometer el desempeño, independientemente, por ejemplo, de la elección de los ingredientes. Una evaluación más exhaustiva de 76 pares de tratamientos demuestra no sólo que el MHA puede ser sustituido por la DL-Met en una proporción de 100:65 sin riesgo alguno, sino también que esta conclusión es válida para cualquier nivel de suministro de Met+Cys en la dieta.



Nombre del estudio	g de Hedges (IC 95%)
Elwert et al. (2008)	0,82 (-0,72 a 2,37)
Elwert et al. (2008)	0,00 (-1,48 a 1,48)
Elwert et al. (2008)	0,14 (-1,35 a 1,63)
Elwert et al. (2008)	-0,46 (-1,97 a 1,04)
Hoehler et al. (2005)	0,99 (-0,58 a 2,56)
Hoehler et al. (2005)	1,04 (-0,54 a 2,62)
Hoehler et al. (2005)	-0,70 (-2,23 a 0,83)
Hoehler et al. (2005)	0,12 (-1,36 a 1,61)
Hoehler et al. (2005)	0,16 (-1,59 a 1,92)
Hoehler et al. (2005)	-1,27 (-3,19 a 0,66)
Hoehler et al. (2005)	0,15 (-1,34 a 1,64)
Hoehler et al. (2005)	0,10 (-1,39 a 1,58)
Hoehler et al. (2005)	-0,44 (-1,94 a 1,06)
Hoehler et al. (2005)	0,00 (-1,48 a 1,48)
Hoehler et al. (2005)	0,62 (-0,90 a 2,14)
Lemme et al. (2020)	1,03 (-0,55 a 2,61)
Lemme et al. (2020)	0,11 (-1,65 a 1,87)
Lemme et al. (2020)	1,37 (-0,58 a 3,32)
Lemme et al. (2020)	0,45 (-1,33 a 2,22)
Mandal et al. (2004)	-0,47 (-1,50 a 0,55)
Payne et al. (2006)	-0,75 (-1,98 a 0,47)
Sangali et al. (2014)	0,00 (-1,76 a 1,76)
Sangali et al. (2014)	-0,16 (-1,92 a 1,60)
Li et al. (2019)	-0,25 (-1,34 a 0,84)
Li et al. (2019)	-0,37 (-1,39 a 0,65)
Viana et al. (2009)	-0,11 (-1,30 a 1,07)
Goes et al. (2017)	-0,29 (-1,39 a 0,80)
Goes et al. (2017)	0,00 (-1,09 a 1,09)
Murakami et al. (2017)	-0,19 (-1,50 a 1,12)
Murakami et al. (2017)	0,02 (-1,29 a 1,32)
Murakami et al. (2017)	-0,31 (-1,63 a 1,00)
Murakami et al. (2017)	-0,16 (-1,47 a 1,15)
Facts&Figures n°15119	0,63 (-0,40 a 1,67)
General (P = 0,629)	-0,01 (-0,17 a 0,20)
Heterogeneidad (I²=0,00%)	

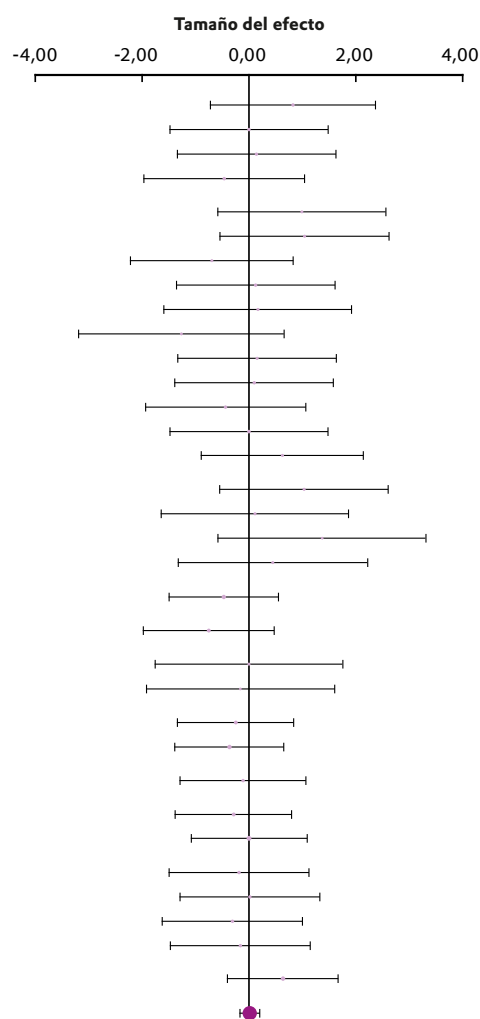


Figura 3. Diagrama de bosque que muestra el efecto de sustituir 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met en la dieta sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde cuando el nivel de Met+Cys de la dieta está por debajo del requerimiento.

Conclusión

1. Lemme, A., V. Naranjo, and J. C. de Paula Dorigam. 2020. Utilization of Methionine Sources for Growth and Met+Cys Deposition in Broilers. *Animals: an open access journal from MDPI* 10. doi:10.3390/ani10122240.
2. Rychen, G., G. Aquilina, G. Azimonti, V. Bampidis, M. de Lourdes Bastos, G. Bories, A. Chesson, P. S. Cocconcetti, G. Flachowsky, J. Gropp, B. Kolar, M. Kouba, M. López-Alonso, S. López Puente, A. Mantovani, B. Mayo, F. Ramos, M. Saarela, R. E. Villa, P. Wester, L. Costa, N. Dierick, L. Leng, J. Terrés-Call, and R. J. Wallace. 2018. Safety and efficacy of hydroxy analogue of methionine and its calcium salt (ADRY+®) for all animal species. *EFSA journal*. European Food Safety Authority 16:e05198. doi:10.2903/j.efsa.2018.5198.
3. Littell, R. C., P. R. Henry, A. J. Lewis, and C. B. Ammerman. 1997. Estimation of relative bioavailability of nutrients using SAS procedures. *Journal of animal science* 75:2672–2683. doi:10.2527/1997.75102672x.
4. Sauer, N., K. Emrich, H.-P. Piepho, A. Lemme, M. S. Redshaw, and R. Mosenthin. 2008. Meta-analysis of the relative efficiency of methionine-hydroxy-analogue-free-acid compared with DL-methionine in broilers using nonlinear mixed models. *Poultry science* 87:2023–2031. doi:10.3382/ps.2007-00514.
5. Hoehler, D., S. Mack, A. Jansman, and J. de Jong. Regression analysis to assess the bioefficacy of different methionine sources in broiler chickens in *Proceedings of 26th Poultry Science*, Peebles, UK, June 1999.
6. Hoehler, D., A. Lemme, S. K. Jensen, and S. L. Vieira. 2005. Relative Effectiveness of Methionine Sources in Diets for Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 14:679–693. doi:10.1093/japr/14.4.679.
7. Elwert, C., E. d. A. Fernandes, and A. Lemme. 2008. Biological Effectiveness of Methionine Hydroxy-analogue Calcium Salt in Relation to DL-Methionine in Broiler Chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci* 21:1506–1515. doi:10.5713/ajas.2008.80201.
8. Lemme, A., D. Hoehler, J. J. Brennan, and P. F. Manion. 2002. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. *Poultry science* 81:838–845. doi:10.1093/ps/81.6.838.
9. Lemme, A. 2022. DL-Methionine proves more beneficial for broilers. *Poultry World* Volume 38:38–40.
10. Li, Z., J. C. P. Dorigam, A. Afsar, A. Lemme, G. Da Silva Viana, and E. Musharbash. 2023. Evaluation of methionine sources on performance and carcass traits of broilers at different dietary sulfur amino acid levels under northern European and middle Eastern conditions. *Poultry Science Meeting - Book of abstracts*:in Press.
11. Herath, H. M. U. L., B. C. Jayawardana, P. D. S. M. Fernando, and P. Weththasinghe. 2023. A meta-analysis of the effects of dietary Spirulina on growth performance of broiler chicken. *World's Poultry Science Journal*: 1–15. doi:10.1080/00439339.2023.2210325.
12. Agostini, P. S., P. Dalibard, Y. Mercier, P. van der Aar, and J. D. van der Klis. 2016. Comparison of methionine sources around requirement levels using a methionine efficacy method in 0 to 28 day old broilers. *Poultry science* 95:560–569. doi:10.3382/ps/pev340.
13. Batonon-Alavo, D. I., C. Manceaux, J. T. Wittes, F. Rouffineau, and Y. Mercier. 2023. New statistical approach shows that hydroxy-methionine is non-inferior to DL-Methionine in 35-day old broiler chickens. *Poultry science*:102519. doi:10.1016/j.psj.2023.102519.
14. Suurmond, R., H. van Rhee, and T. Hak. 2017. Introduction, comparison, and validation of Meta- Essentials: A free and simple tool for meta-analysis. *Research synthesis methods* 8:537–553. doi:10.1002/jrsm.1260.



SOSTENIBILIDAD



MetAMINO® Carbon Footprint

Use MetAMINO® para alcanzar sus objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero

Ambiciosos objetivos de reducción de emisiones verificados por la iniciativa Science Based Targets

Alcances 1 y 2: 25%
reducción absoluta para 2030 en relación con 2021.

Según una trayectoria de calentamiento muy por debajo de los 2 °C.



SCIENCE
BASED
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

Alcance 3: 11% de reducción absoluta para 2030 en relación con 2021.

En un futuro próximo, Evonik Industries planea revalidar sus objetivos para favorecer un camino que permita limitar el calentamiento a 1,5°C de aquí a 2050.

Conozca más sobre la estrategia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de Evonik aquí.



Datos de la huella ambiental del producto disponibles para los clientes que lo soliciten

Cuando le compra a Evonik, puede acceder a los datos de la huella ambiental de casi todos nuestros productos de nutrición animal. Desarrollados por los expertos en evaluación del ciclo de vida de Evonik, muestran la huella de los productos en 19 categorías de impacto ambiental, incluido el potencial de calentamiento global.

Estos datos le permiten:

- demostrar a sus clientes y otras partes interesadas que está comprando ingredientes sostenibles con evaluaciones confiables del ciclo de vida
- utilizar datos primarios para cálculos, informes y objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de su empresa.

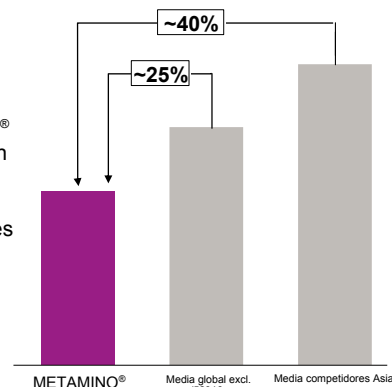
Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener más información.

Una fuente de bajas emisiones de DL-metionina

Cuando se pondera según el contenido de metionina biodisponible, la huella de carbono de METAMINO® es aproximadamente:

- **25% inferior a la media global del sector**
- **40% inferior a la media de los competidores de Asia**

Potencial de Calentamiento Global (GWP) de METAMINO® en comparación con las medias de la industria, de competidores globales y asiáticos



La tecnología líder de Evonik, la mejor productividad y eficiencia energética de su clase combinadas con el uso cada vez mayor de fuentes de energía de bajas emisiones, nos permiten ofrecer un suministro más sostenible de DL-metionina.

Póngase en contacto con su representante de ventas para obtener más información.

Metodología del METAMINO® GWP: Reglas de la Categoría de Huella Ambiental del Producto (PEFCR), excluido el carbono biogénico, de la cuna a la puerta (Alcance 1, 2 y Alcance 3 anteriores). El cálculo y los informes de la ACV siguen las directrices de ISO 14040/44, ISO 14067 y TFS.

Metodología para los promedios de competidores globales y asiáticos: estimados internamente por expertos en inteligencia de mercado, tecnología y evaluación del ciclo de vida de Evonik. La media global del sector se estima en base a los fabricantes responsables del >90% del volumen total de producción global. La estimación media para los competidores asiáticos se basa en fabricantes responsables de >95% del volumen total de producción de los competidores en Asia. Las fuentes de metionina incluyen DL-metionina, L-metionina y hidroxianálogo de la metionina (MHA). El GWP se estima teniendo en cuenta la mayor biodisponibilidad de metionina en METAMINO® en comparación con el MHA.

Datos válidos en diciembre de 2023.



27.

Huella de los conceptos de baja proteína bruta promovidos por MetAMINO®

La experiencia nutricional de Evonik mejora los resultados ambientales de la producción animal

Utilizar la Ciencia para Enfrentar el Desafío de Alimentar al Mundo

Las Soluciones de Próxima Generación de Evonik tienen impactos positivos en la sostenibilidad de nuestros clientes

Estudio de evaluación del ciclo de vida:

- Hicimos una evaluación del ciclo de vida (ECV) de las dietas recomendadas por Evonik para cuantificar los beneficios ambientales de las soluciones de Evonik en comparación con las dietas comerciales de referencia para pollos de engorde, ponedoras y cerdos.
- El estudio fue realizado por nutricionistas de Evonik y expertos en ECV, revisado críticamente por expertos externos y certificado de forma independiente por TÜV Rheinland, de acuerdo con las normas de calidad ISO 14040 y 14044.

Resultados del estudio:

- El estudio demuestra que en comparación con las dietas de referencia, recomendar una suplementación ideal de aminoácidos en los alimentos mediante el servicio completo de Evonik reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el uso de la tierra y el potencial de eutrofización en la producción de pollos de engorde, ponedoras y cerdos.
- La mayor parte de la reducción de GEI se debe al menor uso de soja, que se hace posible gracias a una mayor suplementación de aminoácidos. Asimismo, la reducción en el uso de la tierra resulta del menor uso de fuentes de proteína bruta, como soja, maíz y trigo. Las mejoras en el potencial de eutrofización se deben en gran medida a la reducción de nitrógeno por parte de los animales como resultado de dietas bajas en proteína bruta.
- En general, el estudio demuestra que las dietas balanceadas en aminoácidos y bajas en proteína bruta tienen impactos positivos en la sostenibilidad sin comprometer el rendimiento animal.
- Mire nuestra breve explicación del tema aquí.

Potencial de las dietas de baja proteína



	Reducción de emisiones de GEI	Reducción del uso del suelo	Reducción del potencial de eutrofización
Pollos	-14%	-9%	-10%
Ponedoras	-13%	-13%	-12%
Cerdos	-9%	-6%	-9%

Los datos presentados son resultados globales.

Las evaluaciones para cada especie consideran variaciones regionales con respecto a las materias primas disponibles y los niveles de proteína en el alimento.

Hacer tangible la sostenibilidad – inoSust®

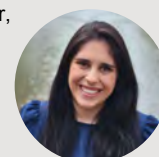
- inoSust® es un servicio ofrecido por Evonik para ayudar a los clientes a calcular y reducir la huella ambiental de la producción de alimentos y proteínas de origen animal.
- Los resultados, obtenidos mediante un análisis semiautomatizado del ciclo de vida, pueden ser certificados por terceros y utilizarse para informar su progreso de forma fundamentada y confiable a las partes interesadas.

Contacto

Descubra cómo Evonik puede ayudarlo a calcular, optimizar y comunicar resultados nutricionales y de sostenibilidad en la producción animal.

Fernanda Castro

Coordinación Global del Programa inoSust®
Fernanda.Castro@evonik.com



VER SECCIÓN 2, VIDEO núm. 5

VER SECCIÓN 2, VIDEO núm. 14

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Sección 4

An aerial photograph of a coastline, likely in the Philippines, showing a mix of green land, brown urban areas, and blue ocean. A large purple rectangle is overlaid on the right side of the image, containing the word 'SCIENC' in white, bold, sans-serif capital letters.

SCIENC

PORQUE TODO TIENE QUE VER CON LA VIDA

Garantizar la seguridad alimentaria es uno de los mayores desafíos globales. Ocho mil millones de vidas humanas dependen de ello. Pero la forma en que obtenemos la proteína animal es importante porque tiene consecuencias que afectan a los animales, a los humanos y, en definitiva, a todo el planeta. Sólo hay una manera de hacerlo bien: utilizando la ciencia. Solamente soluciones estudiadas y basadas en evidencias pueden generar y mantener un suministro de alimentos genuinamente sostenible y seguro.

evonik.com/animal-nutrition
animal-nutrition@evonik.com

A satellite image of a river delta, likely the Amazon, showing a complex network of white and light blue water channels branching out from a central point into a vast green forested area. The top left shows a transition to a deep blue ocean with white clouds.

ING THE GLOBAL FOOD CHALLENGE

EUROPA

Evonik Operations GmbH

Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang, Alemania
Teléfono +49 6181 59-6766

MEDIO ORIENTE / ÁFRICA

Evonik Africa (Pty) Ltd.

IBG Business Park
11 Enterprise Avenue
Midridge Ext 10
Midrand 1685, África del Sur
Teléfono +27 11 697-0715

AMÉRICA DEL NORTE

Evonik Corporation

1701 Barrett Lakes Blvd, Suite 340
Kennesaw, GA 30144, EUA
Teléfono +1 678 797-4300

AMÉRICA LATINA

Evonik Brasil Ltda.

Rua Arquiteto Olavo Redig de Campos, 105,
Torre A
04711-904 – São Paulo – SP – Brasil
Teléfono +55 11 3146-4135

NORTE DE ASIA

Evonik (China) Co., Ltd.

Unit 1005 A, Tower D1,
DRC Liangmaqiao Diplomatic Office Building,
19 Dongfang East Road, Chaoyang District,
Pequín 100600, R. P. China
Teléfono +86 10 6587-5300

EL SUDESTE DE ASIA

Evonik (SEA) Pte Ltd.

3 International Business Park
#07 – 18 Nordic European Center
Singapur 609927, Singapur
Teléfono +65 6809-6666

EVONIK OPERATIONS GMBH

Nutrition & Care

Animal Nutrition Business Line

animal-nutrition@evonik.com

evonik.com/animal-nutrition

Esta información y cualquier recomendación, técnica o de otro tipo, se presentan de buena fe y se consideran correctas en la fecha de su elaboración. Los destinatarios de esta información y recomendaciones deben hacer su propia determinación a su idoneidad para sus propósitos. En ningún caso Evonik asumirá responsabilidad por daños o pérdidas de cualquier tipo o naturaleza que resulten del uso o la confianza en esta información y recomendaciones. EVONIK RECHAZA EXPRESAMENTE CUALQUIER REPRESENTACIÓN Y GARANTÍA, YA SEAN EXPRESAS O IMPLÍCITAS, EN CUANTO A LA EXACTITUD, INTEGRIDAD, NO INFRACCIÓN, COMERCIABILIDAD Y/O IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR (INCLUSO SI EVONIK ES CONSCIENTE DE TAL PROPÓSITO) CON RESPECTO A CUALQUIER INFORMACIÓN O RECOMENDACIONES PROPORCIONADAS. La referencia a cualquier nombre comercial utilizado por otras empresas no es una recomendación o respaldo del producto correspondiente y no implica que no se puedan utilizar productos similares. Evonik se reserva el derecho de hacer cambios en la información y/o recomendaciones en cualquier momento, sin aviso previo o posterior.