

# ATLAS MetAMINO®

2ª EDIÇÃO

PORQUE TEM A VER COM

## RESULTADOS



**19 EXPERIMENTOS PARA DETERMINAR  
O VALOR NUTRICIONAL**

**+ 2 MILHÕES DE ANIMAIS**

**RECOMENDAÇÕES DE AMINOÁCIDOS**

**METANÁLISE**

# Sumário Executivo

## Prezados leitores:

Bem-vindo à 2ª edição do ATLAS MetAMINO®.

Com base na ciência, a Evonik recomenda uma bioeficácia de 65% para o ácido livre hidroxí-análogo de metionina e seu sal de cálcio (MHA-FA/Ca) em relação à DL-metionina (DL-Met). Nas próximas páginas, você encontrará o conjunto mais abrangente de estudos que testaram e validaram a bioeficácia relativa (BE) de 65% sob diversas condições em muitos países ao redor do mundo nos últimos dois anos.

O ATLAS 2024 inclui:

- 19 experimentos realizados em 12 países em 4 continentes com além de ensaios com poedeiras, suínos...
- > 2.000.000 de frangos de corte, poedeiras, suínos e espécies de aquicultura

Embora tenha sido atingido o mesmo desempenho em todos os experimentos em que 100 unidades de MHA-FA/Ca foram substituídas por 65 unidades de MetAMINO®, houve economia significativa quando foi usada a DL-metionina.

## Diversas espécies

A maioria dos experimentos foram realizada com frangos de corte. Os experimentos com suínos, poedeiras e tilápias também concluíram que 100 unidades de MHA-FA/Ca podem ser substituídas por 65 unidades de DL-metionina sem comprometer o desempenho. Neste contexto, as

pesquisas sobre fontes de metionina na nutrição de perus foram compiladas e analisadas em uma extensa revisão. Portanto, o conceito de bioeficácia de 65% também é recomendado para perus (artigo n. 3).

## Diversos números de animais

Os experimentos foram feitos em instalações de pesquisa e em condições comerciais. Os maiores experimentos foram realizados com 838.000 e 379.300 patos na China (experimentos n. 16, 18), 408.500 frangos de corte na

Alemanha (experimento n. 8), 217 mil frangos de corte no Brasil (experimento n. 1), 212 mil frangos de corte na China (experimento n. 17) e 120 mil poedeiras na China (experimento n. 19).

## Diversas condições experimentais

Os experimentos foram conduzidos não apenas em condições de escala comercial, mas também em diferentes situações nutricionais. Diversos experimentos (experimentos 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14) validaram a aplicabilidade da bioeficácia relativa de 65% em relação ao MHA-FA, tanto em dietas com nível ideal de Met+Cys, quanto com deficiência de Met+Cys. Quando a dieta é deficiente em Met+Cys, o teste de validação da

proporção 100:65 tem maior sensibilidade e, portanto, a confirmação é ainda mais irrefutável. Além disso, os níveis de proteína bruta foram reduzidos com o mesmo propósito (experimentos n. 5, 10). Uma metanálise recente também confirmou que a bioeficácia relativa recomendada de 65% para produtos MHA aplica-se a qualquer situação nutricional (artigo n. 25).

## Vários produtos

A bioeficácia recomendada de 65% em relação à A DL-metionina aplica-se tanto ao MHA-FA líquido como ao MHA-Ca. Como o MHA-FA líquido é mais utilizado do que o MHA-Ca em pó, a grande maioria Dos experimentos foi realizada com MHA-FA líquido. No entanto, a

recomendação também foi validada para MHA-Ca (experimentos n. 2, 5, 6, 7). Além disso, um experimento confirmou que a L-metionina tem a mesma bioeficácia que a DL-metionina (experimento n. 2).



***Todos estes resultados sugerem de forma indiscutível que o conceito de bioeficácia de 65% é universalmente aplicável!***

***É aplicável a todos os produtos MHA, em todas as espécies de monogástricos e de aquicultura, sob quaisquer condições nutricionais, sob quaisquer condições climáticas e de produção e a qualquer momento!***

## **Propriedades acidificantes, antioxidantes e outras propriedades fisiológicas do MHA-FA**

Embora as pesquisas empíricas nesta compilação e em outras publicações relatem respostas de desempenho, de processos de digestão e de outros processos fisiológicos, ainda se discute se os produtos MHA têm algum outro valor agregado. O contexto, em razão do interesse dos fabricantes de MHA, em particular, foi resumido em uma revisão (artigo n. 5). O experimento n. 14 comprova que as aves não se beneficiam quando o MHA-FA é suplementado em lugar da DL-metionina, nem devido quanto às propriedades

acidificantes em substituição aos aditivos de ácidos orgânicos para reduzir os custos da dieta, nem demonstram benefícios antioxidantes significativos (microbianos) ou vantagens para a saúde intestinal. A pesquisa apresentada no artigo n. 13 relata melhor absorção da DL-metionina em comparação ao MHA-FA. Outro artigo (artigo n. 19) fornece evidências que a transformação de MHA em L-metionina libera  $H_2O_2$ , uma espécie reativa de oxigênio que causa estresse oxidativo nos animais.

## **Novidades da 2ª edição do Atlas MetAMINO®**

Além da seção que apresenta todos os experimentos recentes de alimentação animal, o ATLAS MetAMINO também contém algumas novidades como a

**NOVA Seção 2:** Vídeos que discutem os prós e os contras da suplementação de MHA-FA/Ca em comparação com a DLM

**NOVA Seção 3:** Recomendações de aminoácidos para frangos de corte, poedeiras, patos, perus, suínos e espécies de aquicultura

Finalmente, vários dos mais relevantes artigos científicos e resumos sobre o valor nutricional da DL-Met em comparação com diferentes fontes são listados na seção 4. Isso inclui tópicos como **“DL-metionina: A primeira fonte de metionina”** e outras vantagens do MetAMINO®: forma em pó de fácil manuseio, dosagem precisa, boa fluidez, armazenamento conveniente e alta qualidade. Esta seção é encerrada com artigos sobre aspectos de sustentabilidade do MetAMINO®.

## **Metanálise**

Uma avaliação abrangente, incluindo 76 tratamentos pareados, fornece evidências claras de que não só o MHA-FA pode ser substituído pelo DL-Met na proporção de 100:65 sem risco para o desempenho animal, mas também que esta conclusão é válida para qualquer nível de Met+Cys na dieta.

Se você quiser saber o quanto pode economizar ao substituir o MHA-FA líquido pela DL-Met, baixe o novo aplicativo MetAMINO® Calculator (página 58) ou entre em contato com o representante da Evonik.

Confie na ciência. Confie em 65



**Dr. Dirk Höhler**

Diretor da Linha de Produtos Essential Nutrition



**Nils Niedner**

Diretor de Gerenciamento do Produto MetAMINO®



## A sustentabilidade é muito importante para nós. Por isso, há 2 versões do ATLAS MetAMINO®.

-  Número limitado de cópias impressas disponíveis mediante solicitação ao representante local da Evonik.
-  Versão digital e interativa completa com conteúdo adicional que você pode acessar com um clique. Baixe a versão online em **metamino.com** ou escaneando o código de barras abaixo.



# Índice

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| <b>Sumário Executivo</b> | <b>2</b> |
|--------------------------|----------|

## Seção 1

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>Experimentos</b>    | <b>6</b> |
| <b>Destaques</b>       | <b>8</b> |
| <b>PROXYMet™</b>       | <b>9</b> |
| <b>Visão Geral</b>     | <b>7</b> |
| América Latina         | 11       |
| América do Norte       | 17       |
| Europa                 | 25       |
| Oriente Médio e África | 39       |
| Ásia-Pacífico          | 49       |

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>Aplicativo MetAMINO® Calculator</b> | <b>58</b> |
|----------------------------------------|-----------|

## Seção 2

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>Vídeos</b>      | <b>60</b> |
| <b>Visão Geral</b> | <b>61</b> |

## Seção 3

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Recomendações de aminoácidos</b> | <b>76</b> |
| <b>Visão Geral</b>                  | <b>77</b> |

## Seção 4

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>Artigos e Resumos</b> | <b>84</b> |
| <b>Visão Geral</b>       | <b>85</b> |

PORQUE TEM A VER COM  
**EXPERIMENTOS**

**Seção 1**  
Experimentos





## Visão Geral

Experimentos de desempenho comparando o valor nutricional de MetAMINO® (DL-metionina) ou PROXYMet™ com MHA-FA/Ca

### AMÉRICA LATINA

- 1 Brasil: 217 mil frangos de corte Cobb 500 de lote misto
- 2 Brasil: 1.334 poedeiras Hy-Line W-80 (35 semanas de idade)

### AMÉRICA DO NORTE

- 3 México: 420 poedeiras Bovans White (37 semanas de idade)
- 4 EUA: frangos de corte machos : 1.350 Ross 708 e 1.350 Cobb 500
- 5 EUA: PROXYMet™; 3.072 frangos de corte machos Ross 708

### EUROPA

- 6 Portugal: 1.400 juvenis machos de tilápia-do-nilo; 22,5 g
- 7 Espanha: suínos
- 8 Alemanha: 408.500 frangos de corte Ross 308 de um dia em 10 galpões de 1.800 m<sup>2</sup>
- 9 Finlândia: 720 pintos machos Ross 308
- 10 Finlândia: 1.440 pintos machos Ross 308
- 11 Hungria: 576 frangos de corte Ross 308 machos

### ORIENTE MÉDIO/ÁFRICA

- 12 Peru: 792 pintos de um dia Ross 308 machos
- 13 Jordânia: 2.500 pintos de um dia Ross 308
- 14 Irã: 1.300 pintos de um dia Arbor Acres Plus machos
- 15 Irã: 6.000 pintos de um dia Ross 308

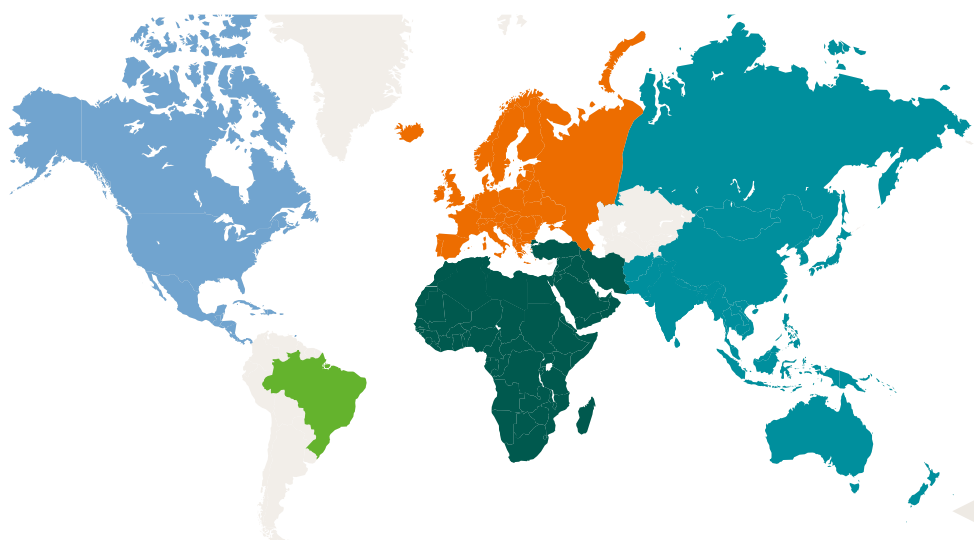
### ÁSIA-PACÍFICO

- 16 China: PROXYMet™; 838.000 patos Cherry Valley
- 17 China: PROXYMet™, 212.000 frangos de corte Ross 308
- 18 China: PROXYMet™; 379.300 patos Cherry Valley
- 19 China: PROXYMet™, 120.000 poedeiras semipesadas Hy-Line

# Destaques

A metionina e a cisteína geralmente são os primeiros aminoácidos limitantes do desempenho em rações de frangos de corte e o terceiro limitante em dietas de suínos. Geralmente, a DL-metionina (99% de pureza), um aminoácido, ou ácido livre hidroxí-análogo de metionina (88% de pureza), um ácido orgânico, são suplementados para atender a essas exigências.

As diferenças químicas entre estes dois compostos influenciam o seu valor nutricional, expresso como biodisponibilidade relativa (BDR). Isto foi confirmado em publicações científicas anteriores como igual ou próximo de 65% para o MHA-FA em relação à DL-Met em base a produto (Lemme et al., 2020; MetAMINO® ATLAS, 2022; Li et al., 2023) e validado novamente em 19 novos experimentos no ATLAS MetAMINO 2024.



Brasil, México, EUA, Portugal, Espanha, Alemanha, Finlândia, Hungria, Turquia, Jordânia, Irã e China

O desempenho de mais de  
**2.000.000**  
aves

Realizados em  
**4**  
continentes

**12**  
países

**19**  
experimentos de  
desempenho

**12** frangos  
**3** poedeiras  
**2** patos  
**1** suínos  
**1** aquicultura

- **Todos os estudos foram robustos e forneceram mais evidências que 65 unidades de MetAMINO®** (DL-metionina) promovem o mesmo desempenho que 100 unidades de ácido livre de hidroxianálogo de metionina líquido ou seu sal de cálcio.
- Na prática, isso significa que **os fabricantes de rações e produtores de animais podem reduzir significativamente o consumo de metionina** ao substituir os produtos de hidroxianálogo de metionina por MetAMINO® (DL-metionina) e, conseqüentemente, aplicar o conceito de **bioeficácia relativa de 65%**.
- Para ver a economia específica obtida nos 19 experimentos, consulte o **cálculo econômico de cada experimento individual**.
- Para calcular rapidamente o quanto você pode economizar, baixe o aplicativo **MetAMINO® Calculator** (página 58).



# PROXYMet™

Um pequeno experimento, mas um salto gigante para economizar metionina

## A IMPORTÂNCIA DE MEDIR A BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DE FONTES DE METIONINA

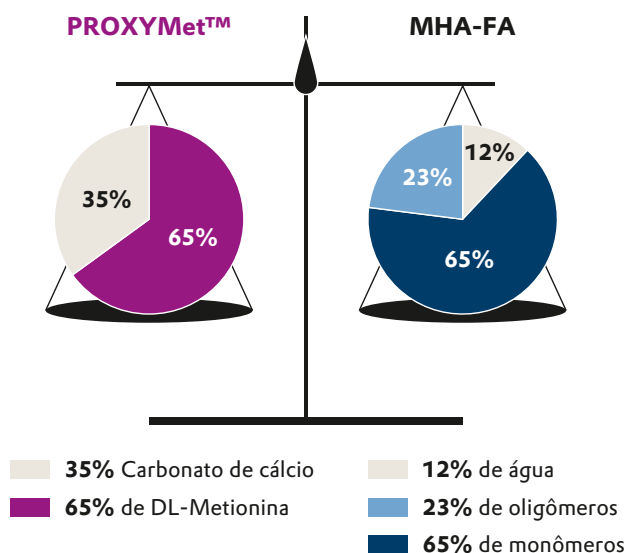
### Contexto

A metionina e a cisteína geralmente são os primeiros aminoácidos limitantes do desempenho em rações de frangos de corte e o terceiro limitante em dietas de suínos. Geralmente, a DL-metionina (99% de pureza), um aminoácido, ou o ácido livre hidroxianálogo de metionina (88% de pureza), um ácido orgânico, são suplementados para atender a essas exigências.

As diferenças químicas entre os dois compostos afetam o seu valor nutricional, expresso como biodisponibilidade relativa (BDR). Isto foi confirmado em publicações científicas anteriores como igual ou próximo de 65% para o MHA-FA em relação à DL-Met em base a produto (Lemme et al., 2020; MetAMINO® ATLAS, 2020; Li et al., 2023).

### Objetivo

Para que os clientes comprovem facilmente a BDR de 65%, a Evonik desenvolveu o PROXYMet™ (Gráfico 1), uma mistura de ~65% de DL-metionina e ~35% de veículo (carbonato de cálcio sem qualquer valor nutricional) para substituir o MHA-FA/Ca em base a produto, um para um, enquanto todo o resto permanece igual: a mesma composição da ração, as mesmas especificações da dieta, o mesmo procedimento de alimentação.



### Comece seu teste

Começar é fácil como contar até três: Entre em contato com o representante local da Evonik para obter suporte na implementação, faça uma avaliação gratuita e comprove a economia obtida com o PROXYMet™.

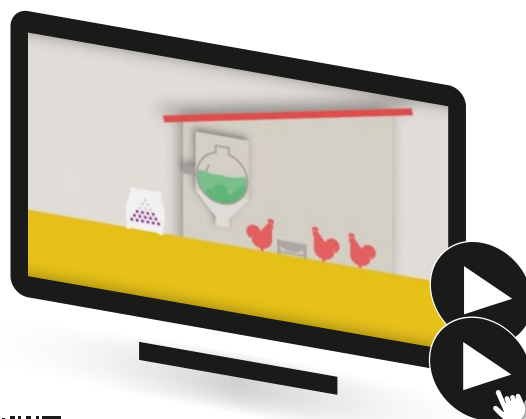
**Etapa 1** Montaremos um teste em sua operação comercial em condições reais com PROXYMet™. Aplicação: substituir MHA-FA ou MHA-Ca 1:1 por PROXYMet™.

**Etapa 2** Após concluir o ciclo de produção, o desempenho dos animais de ambos os tratamentos será comparado. Não são esperadas diferenças.

**Etapa 3** Depois de demonstrar que a comparação de 65% de bioeficácia funciona, a Evonik ajudará o cliente a trocar o hidroxianálogo de metionina líquido pelo MetAMINO® e aproveitar plenamente as economias que você obterá com a adoção de algumas modificações na formulação de rações.

### Benefícios

Graças à bioeficácia de 100%, você pode diminuir o consumo de metionina, reduzir o custo das rações e obter vantagens adicionais como uso de MetAMINO®, como a qualidade excelente e confiável do produto, dosagem precisa, a mistura homogênea, as menores margens de segurança e o fácil manuseio e armazenamento.



Escaneie o código QR para assistir o vídeo PROXYMet™





# América Latina (Brasil)

- 1 Brasil / 217 mil frangos de corte Cobb 500 de sexo misto
- 2 Brasil / 1.334 poedeiras Hy-Line W-80 (35 semanas de idade)

# Ampla validação comercial da substituição do hidroxianálogo de DL-metionina (MHA-FA) por DL-metionina (DLM) na proporção 100:65 em frangos de corte produzidos no Brasil

## Experimento realizado em integração comercial no Brasil

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Local:  
Brasil



Líderes da equipe:  
P. Tomazini, P. Castelo,  
V. D. Naranjo, A. Lemme,  
J. Dorigam

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 217.000 frangos de corte Cobb 500 de sexo misto                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dietas       | 1) <b>MHA-FA</b> : Dietas comerciais do cliente com MHA-FA (BE do cliente de 82%)<br>2) <b>DLM</b> : Semelhante à Dieta 1, mas com DLM a 65 partes de níveis de MHA-FA (substituição de 100:65)                                                                                                                           |
| Delineamento | <b>MHA-FA</b> : 5 aviários em túnel (n = 128.000 frangos)<br><b>DLM</b> : 4 aviários em túnel (n = 89.000 frangos)<br><br>As condições de manejo foram semelhantes entre os galpões, mas a capacidade variou de 21.000 a 29.000 frangos por galpão. A densidade de alojamento variou entre 10 e 12 frangos/m <sup>2</sup> |
| Alimentação  | Programa comercial de alimentação em 4 fases<br>Inicial 24% PB / 3.020 kcal/kg (1 a 7 dias)<br>Crescimento 1 – 21% PB / 3.100 kcal/kg (8 a 21 dias)<br>Crescimento 2 – 18% PB / 3.130 kcal/kg (22 a 30 dias)<br>Terminação 18% PB / 3.150 kcal/kg (31 a 45 dias)                                                          |
| Parâmetros   | Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Duração      | 1 – 45 dias de idade                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Local        | Galpões comerciais no Brasil                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

TABELA 2: Desempenho de frangos de corte de sexo misto criados em condições comerciais de 1 a 45 dias de idade

| Parâmetros               | MHA-FA* | DLM   | P    |
|--------------------------|---------|-------|------|
| Ganho médio diário (g/d) | 60,99   | 61,38 | 0,35 |
| PC final (kg)            | 2,74    | 2,67  | 0,90 |
| CA (kg ração/kg ganho)   | 1,78    | 1,76  | 0,68 |
| CA ajustada 2,9 kg       | 1,83    | 1,83  | 0,52 |
| Mortalidade (%)          | 4,96    | 5,14  | 0,36 |
| IPE                      | 325     | 331   | 0,33 |

GRÁFICO 1: Benefícios econômicos da substituição de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-Met

- Produção mensal de ração de frangos = 23.000 t
- Demanda mensal de MHA-FA = 70 t
- Demanda anual de MHA-FA = 840 t

Calculadora do Valor de MetAMINO®

Switch from MHA-FA to MetAMINO\*

MHA-FA

MetAMINO\*

MHA-FA demand in metric tons840

MetAMINO\* ratio\* to replace MHA-FA65%

Equivalent MetAMINO\* demand in metric tons546

Price in \$/€/per kg1.752.20

Price ratio80%

Cost in \$/€1,470,0001,201,200

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



## Delineamento

Foi realizado um ensaio comercial de larga escala com frangos de corte para determinar o efeito da substituição de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DLM no desempenho de frangos de corte de sexo misto de 1 a 45 dias de idade criados em condições de produção brasileira.

No total, 217.000 pintos de um dia Cobb 500 em lotes de sexo misto foram alojados em 9 aviários em túnel, com capacidade de 21.000 a 29.000 frangos por aviário, e submetidos às mesmas práticas de manejo aplicadas pela integração.

A densidade de alojamento variou entre 10 e 12 frangos/m<sup>2</sup>. Os frangos foram alimentados segundo o programa de alimentação comercial em 4 fases da integração.

Cada fase de alimentação compreendeu 2 tratamentos dietéticos: 1) MHA-FA: dieta controle com MHA-FA, formulada pela integração com BE 82%; e 2) DLM: semelhante à dieta 1, mas com DLM a 65 partes dos níveis de MHA-FA.

Os níveis de inclusão de MHA-FA foram: 0,44; 0,34; 0,27 e 0,27% e de DLM de 0,29, 0,22, 0,18 e 0,18% em cada fase de alimentação, respectivamente. A dieta MHA-FA foi fornecida em 5 galpões (total = 128.000 frangos) e a dieta DLM em 4 galpões (89.000 frangos).

## Objetivo

Validar a aplicação comercial da biodisponibilidade relativa (BDR) de 65% de MHA-FA em relação à DLM, isto é, a proporção de substituição de 100:65 para o desempenho de frangos de corte em condições comerciais brasileiras.

## Resultados

A mortalidade total variou de 4 a 6%, com média de 5,0% para o MHA-FA e 5,1% para a DLM.

Em geral, os frangos alimentados com dietas MHA-FA e dietas DLM tiveram GMD (60,99 vs. 61,38 g/d), conversão alimentar (1,78 vs. 1,76 g/g) e conversão ajustada para 2,9 kg de peso corporal (1,83 vs. 1,83 g/g) semelhantes.

Da mesma forma, o fator de eficiência de produção não foi influenciados pelos tratamentos, com médias de 325 para o MHA-FA e de 331 para a DLM.

A economia total com o uso de DLM foi de US\$ 268.800 (GRÁFICO 1).

## CONCLUSÃO

Os resultados deste ensaio comercial demonstram que a substituição de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DLM não afetou o desempenho dos frangos de corte. No entanto, gerou economia significativa em condições de produção brasileiras.

O fornecimento mais preciso e econômico de Met+Cys demanda: 1) especificação ideal de Met+Cys, 2) avaliação precisa do teor de AA nas matérias primas e 3) avaliação adequada do valor nutricional de fontes suplementares de Met.

## COMENTÁRIOS

*“Com este ensaio prático, o cliente confirmou a BDR de 65% do MHA-FA nas suas condições de produção, o que permitiu atender com precisão às suas especificações Met+Cys e maximizar o desempenho e a lucratividade”.*



Patrícia Tomazini,  
Gerente de Serviços  
Técnicos da Evonik Brasil

# Comparação do efeito da DL-metionina, do hidroxianálogo de DL-metionina (MHA-Ca) e da L-metionina na proporção quantitativa de 65:100 no desempenho de poedeiras leves em gaiolas convencionais

Experimento realizado pela Evonik e o Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

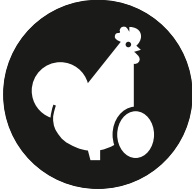
17

18

19



Local:  
Paraíba/Brazil



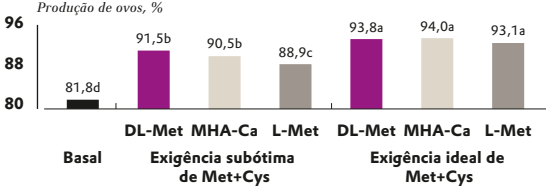
Líderes da equipe:  
Dr. Perazzo; Dr. Dorigam;  
DVM. de la Cruz

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 1.334 poedeiras Hy-line W-80 (35 semanas)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dietas       | Dietas à base de milho e farelo de soja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Delineamento | Inteiramente casualizado com 7 trat., 8 rep., 24 aves cada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dietas       | <p><b>T1)</b> Controle sem suplementação de metionina, deficiente em Met+Cys</p> <p><b>T2)</b> Suplementada com 1,46 kg/t MHA-Ca (exigência subótima de Met+Cys)</p> <p><b>T3)</b> Suplementada com 2,92 kg/t MHA-Ca (exigência ideal de Met+Cys)</p> <p><b>T4)</b> Suplementada com 0,95 kg/t MetAMINO® (exigência subótima de Met+Cys)</p> <p><b>T5)</b> Suplementada com 1,90 kg/t MetAMINO® (exigência ideal de Met+Cys)</p> <p><b>T6)</b> Suplementada com 0,95 kg/t L-metionina (exigência subótima de Met+Cys)</p> <p><b>T7)</b> Suplementada com 1,90 kg/t L-metionina (exigência ideal de Met+Cys)</p> |
| Parâmetros   | Produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, massa de ovos, conversão alimentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Duração      | 32 semanas (18-50 sem de idade)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Local        | Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

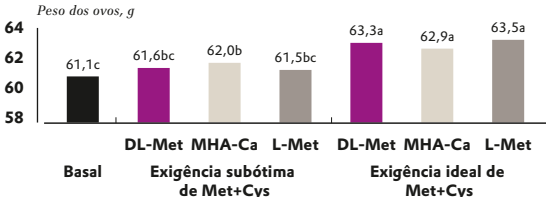
GRÁFICOS 1, 2, 3, 4 e 5: Parâmetros de desempenho ao suplementar MHA-Ca (100%), DL-metionina (65%) e L-metionina (65%) a exigências subótima e ideal de metionina + cisteína

Produção de ovos, %



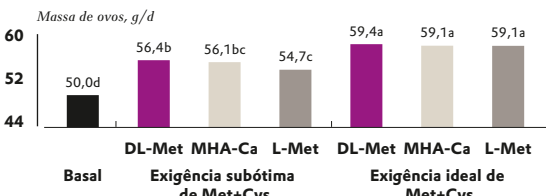
| Treatment | Suboptimal Requirement | Ideal Requirement |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Basal     | 81,8d                  |                   |
| DL-Met    | 91,5b                  | 93,8a             |
| MHA-Ca    | 90,5b                  | 94,0a             |
| L-Met     | 88,9c                  | 93,1a             |

Peso dos ovos, g



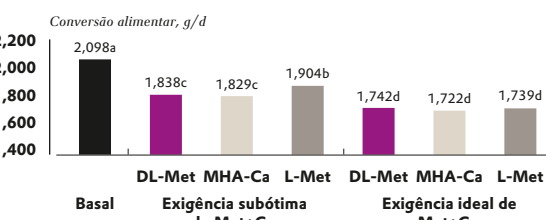
| Treatment | Suboptimal Requirement | Ideal Requirement |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Basal     | 61,1c                  |                   |
| DL-Met    | 61,6bc                 | 63,3a             |
| MHA-Ca    | 62,0b                  | 62,9a             |
| L-Met     | 61,5bc                 | 63,5a             |

Massa de ovos, g/d



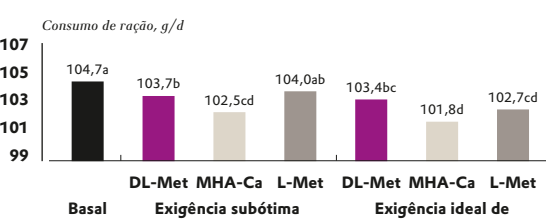
| Treatment | Suboptimal Requirement | Ideal Requirement |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Basal     | 50,0d                  |                   |
| DL-Met    | 56,4b                  | 59,4a             |
| MHA-Ca    | 56,1bc                 | 59,1a             |
| L-Met     | 54,7c                  | 59,1a             |

Conversão alimentar, g/d



| Treatment | Suboptimal Requirement | Ideal Requirement |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Basal     | 2,098a                 |                   |
| DL-Met    | 1,838c                 | 1,742d            |
| MHA-Ca    | 1,829c                 | 1,722d            |
| L-Met     | 1,904b                 | 1,739d            |

Consumo de ração, g/d



| Treatment | Suboptimal Requirement | Ideal Requirement |
|-----------|------------------------|-------------------|
| Basal     | 104,7a                 |                   |
| DL-Met    | 103,7b                 | 103,4bc           |
| MHA-Ca    | 102,5cd                | 101,8d            |
| L-Met     | 104,0ab                | 102,7cd           |

Médias com sobrescritos diferentes são significativamente diferentes (P<0.05).

14



## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) em cooperação com o Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

## Objetivo

O objetivo do estudo foi fornecer evidências de que a substituição de MHA-Ca por MetAMINO® ou L-metionina na proporção de 100:65 funciona em diferentes níveis gerais de Met+Cys e da intercambialidade da L-metionina com MetAMINO® na proporção de 100:100 em diferentes níveis gerais de suplementação.

## Resultados

Dietas deficientes em Met+Cys afetaram negativamente o desempenho das poedeiras em comparação com dietas suplementadas.

Além disso, níveis subótimos de Met+Cys resultaram em pior desempenho em comparação ao das aves alimentadas com níveis adequados de Met+Cys.

Não houve diferenças significativas nos parâmetros produtivos (Gráficos 1-5) entre os tratamentos MHA-Ca, MetAMINO® e L-metionina em níveis adequados de Met+Cys quando utilizada a proporção 100:65. Além disso, em níveis subótimos, não houve diferença entre MHA-Ca e MetAMINO® na proporção de 100:65, mas a L-Met resultou em conversão alimentar e produção de ovos significativamente piores.

No geral, a substituição de MetAMINO® ou L-metionina por MHA-Ca na proporção quantitativa de 65:100 (MetAMINO® ou L-metionina: MHA-Ca) não teve prejudicado nenhum dos parâmetros de desempenho das poedeiras quando fornecidos em níveis adequados de Met+Cys e, portanto, confirma o resultado de experimentos anteriores na região com poedeiras em produção (de la Cruz, 2018; Santiago, 2017). Além disso, a L-Met teve desempenho ligeiramente pior em níveis subótimos de Met+Cys.

## CONCLUSÃO

A substituição de MHA-Ca por MetAMINO® ou L-metionina na proporção de 100:65 a níveis adequados de Met+Cys não comprometeu nenhum parâmetro de desempenho de poedeiras.

A intercambialidade do MetAMINO® com a L-metionina na proporção de 100:100 a níveis adequados de Met+Cys não influenciou os parâmetros de desempenho de poedeiras.

A substituição de MHA-Ca por MetAMINO® na proporção de 100:65 a níveis subótimos de Met+Cys resultou em desempenho semelhante, mas a L-Met resultou em desempenho ligeiramente pior.

## COMENTÁRIOS

*“Os resultados do experimento demonstram que a substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina ou L-metionina, bem como a substituição de DL-metionina por L-metionina na proporção de 1:1, promovem parâmetros de desempenho semelhantes em poedeiras”.*



**Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa,**  
Professor da Universidade Federal da Paraíba





# América do Norte

- 3 México / 420 poedeiras leves Bovans (37 semanas de idade)
- 4 EUA / 1.350 frangos de corte machos Ross 708 e 1.350 Cobb 500
- 5 EUA / PROXYMet™ / 3.072 frangos machos Ross 708

# Comparação entre DL-metionina e hidroxianálogo de DL-metionina (MHA-FA) na proporção quantitativa de 65:100 no desempenho de poedeiras leves em gaiolas convencionais

Experimento realizado pela Evonik e Universidade Autônoma do México

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Local:  
Cidade do México, México



Líderes da equipe:  
Dr. Ávila, Méd. Vet.; de la Cruz; Méd. Vet. Santiago

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

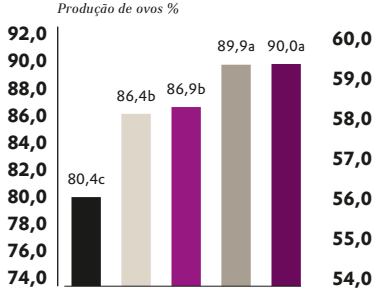
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 420 poedeiras Bovans White(37 sem. de idade)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Alojamento   | Gaiolas convencionais – 3 aves por gaiola, 400 cm <sup>2</sup> /ave                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dietas       | Dietas à base de milho e farelo de soja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Delineamento | Inteiramente casualizado com 5 trat., 7 repetições, 12 aves cada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dietas       | <b>T1)</b> Controle sem suplementação de metionina, deficiente em Met+Cys<br><b>T2)</b> Suplementada com 1,12 kg/t MHA-FA (especificação subótima de Met+Cys)<br><b>T3)</b> Suplementada com 0,73 kg/t MetAMINO <sup>®</sup> (especificação subótima de Met+Cys)<br><b>T4)</b> Suplementada com 2,25 kg/t MHA-FA (especificação ideal de Met+Cys)<br><b>T5)</b> Suplementada com 1,46 kg/t MetAMINO <sup>®</sup> (especificação ideal de Met+Cys) |
| Parâmetros   | Produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, massa de ovos, conversão alimentar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Duração      | 12 semanas (18-50 sem de idade)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Local        | Granja experimental na Cidade do México                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

TABELA 2: Análise econômica da exigência ideal de Met+Cys

|                                   | Aves suplem. MHA-FA 100% | Aves suplem. MetAMINO <sup>®</sup> 65% |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
| Número de aves                    | 1.000.000                | 1.000.000                              |
| Período, dias                     | x 365                    | 365                                    |
| Consumo médio diário (g)          | x 104,5 g                | 104,5 g                                |
| Consumo total de ração, t         | = 38.142 t               | 38.142 t                               |
| Nível de produto, kg/t            | x 2,25 kg                | 1,46 kg                                |
| Produto necessário, t             | = 85.819                 | 55.687                                 |
| Preço de compra de produto, €/kg* | x 1,85                   | 2,30                                   |
| Custo do produto, €               | = 158.765                | 128.080                                |
| Diferença de custo entre produtos | -                        | 30.685,00                              |

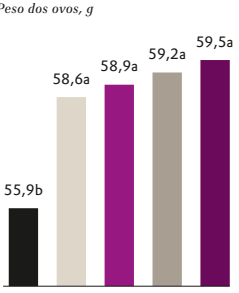
GRÁFICOS 1, 2, 3 4 e 5: Parâmetros de desempenho com a suplementação de MHA-FA (100%) e DL-metionina (65%) suprimindo a exigência ideal de metionina+cisteína

Produção de ovos %



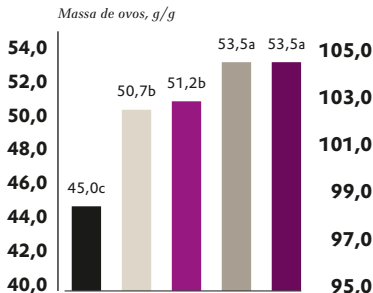
| Treatment                            | Produção de ovos % |
|--------------------------------------|--------------------|
| Controle Negativo                    | 80,4c              |
| MHA-FA subótima (50%)                | 86,4b              |
| MetAMINO <sup>®</sup> subótima (50%) | 86,9b              |
| MHA-FA ideal (100%)                  | 89,9a              |
| MetAMINO <sup>®</sup> ideal (100%)   | 90,0a              |

Peso dos ovos, g



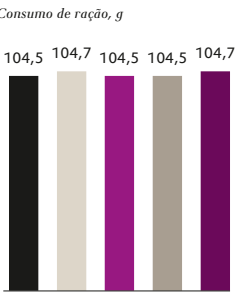
| Treatment                            | Peso dos ovos, g |
|--------------------------------------|------------------|
| Controle Negativo                    | 55,9b            |
| MHA-FA subótima (50%)                | 58,6a            |
| MetAMINO <sup>®</sup> subótima (50%) | 58,9a            |
| MHA-FA ideal (100%)                  | 59,2a            |
| MetAMINO <sup>®</sup> ideal (100%)   | 59,5a            |

Massa de ovos, g/g



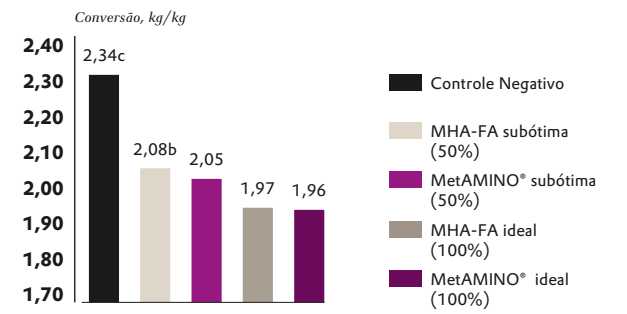
| Treatment                            | Massa de ovos, g/g |
|--------------------------------------|--------------------|
| Controle Negativo                    | 45,0c              |
| MHA-FA subótima (50%)                | 50,7b              |
| MetAMINO <sup>®</sup> subótima (50%) | 51,2b              |
| MHA-FA ideal (100%)                  | 53,5a              |
| MetAMINO <sup>®</sup> ideal (100%)   | 53,5a              |

Consumo de ração, g



| Treatment                            | Consumo de ração, g |
|--------------------------------------|---------------------|
| Controle Negativo                    | 104,5               |
| MHA-FA subótima (50%)                | 104,7               |
| MetAMINO <sup>®</sup> subótima (50%) | 104,5               |
| MHA-FA ideal (100%)                  | 104,5               |
| MetAMINO <sup>®</sup> ideal (100%)   | 104,7               |

Conversão, kg/kg



| Treatment                            | Conversão, kg/kg |
|--------------------------------------|------------------|
| Controle Negativo                    | 2,34c            |
| MHA-FA subótima (50%)                | 2,08b            |
| MetAMINO <sup>®</sup> subótima (50%) | 2,05             |
| MHA-FA ideal (100%)                  | 1,97             |
| MetAMINO <sup>®</sup> ideal (100%)   | 1,96             |

Médias com letras diferentes (a, b, c) diferem significativamente (P<0,05)

18



## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) em cooperação com o Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão em Aves (CEIEPAV), Faculdade de Medicina Veterinária e Pecuária, Universidade Autônoma do México.

## Objetivo

O objetivo do estudo foi fornecer evidências da intercambialidade do MHA-FA por MetAMINO® na proporção de 100:65 em diferentes níveis gerais de suplementação.

## Resultados

Dietas deficientes em Met+Cys afetaram negativamente o desempenho das poedeiras. A suplementação de metionina é essencial para otimizar o desempenho de poedeiras.

Não houve diferenças significativas no desempenho produtivo (Gráficos 1-5) entre os tratamentos MHA-FA e MetAMINO® na proporção quantitativa de 100:65.

O estudo demonstrou economia significativa de custos e maior lucratividade com o tratamento MetAMINO® (Tabela 1). Neste cenário econômico, o MHA-FA deve ter preço inferior a 1,49 €/kg para ser competitivo.

Em geral, a substituição de MHA-FA por MetAMINO® na proporção quantitativa de 100:65 (MHA-FA: MetAMINO®) não teve efeitos negativos nos parâmetros de desempenho ou nos critérios de qualidade dos ovos (não mostrados) em poedeiras e, portanto, confirma os resultados de experimentos anteriores com poedeiras em produção na região.

## CONCLUSÃO

A substituição do MHA-FA por MetAMINO® na proporção de 100:65 não comprometeu os parâmetros de desempenho nem a qualidade dos ovos das poedeiras.

A substituição do MHA-FA por MetAMINO® na proporção de 100:65 reduziu o custo de produção de ração devido à economia financeira.

## COMENTÁRIOS

*“Não há dúvida que as fontes de metionina na proporção de 100:65 (produto de MHA para DL-metionina) são intercambiáveis e, especialmente, traz vantagens econômicas significativas”.*



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

# Avaliação das exigências ideais de aminoácidos sulfurados totais para frangos de corte de crescimento rápido e alto rendimento utilizando diferentes fontes de metionina.

Mississippi State University, Mississippi, EUA, em colaboração com uma interação comercial

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

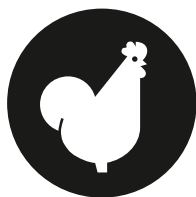
17

18

19



**Local:**  
Mississippi State University,  
MS, EUA

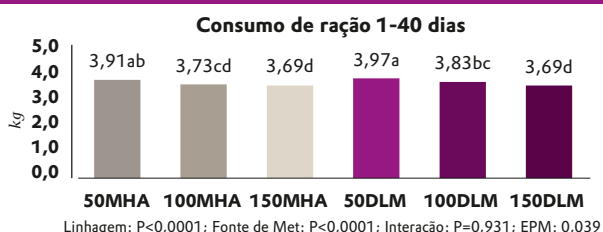


**Líderes da equipe:**  
Prof. Dr. K. Wamsley,  
Dr. J. Wen, Dr. K. Smith,  
Dr. J. Dorigam,  
Dr. F. L. S. Castro

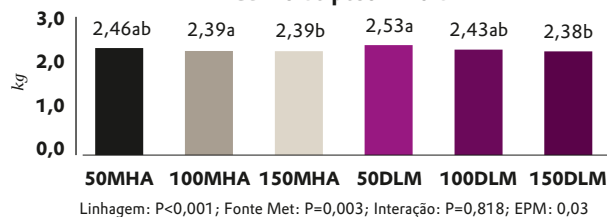
**TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aves</b>              | 1.350 frangos Ross 708 machos<br>1.350 frangos Cobb 500 machos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Dietas</b>            | à base de milho e farelo de soja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Design</b>            | blocos completamente casualizados, em arranjo fatorial 2 por 6, com 12 tratamentos, 9 repetições de 25 aves cada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Dietas</b>            | Cobb 500 ou Ross 708 recebendo:<br>1) <b>100MHA: Dieta padrão com MHA (valor de referência, 100%)</b><br>Met+Cys SID (%)=0,947 (inicial), 0,874 (crescimento), 0,796 (terminação).<br>2) <b>100DLM: DLM a 65% de MHA do T1</b><br>3) <b>150MHA: MHA a 150% do T1</b><br>Met+Cys SID (%)=1,155 (inicial), 1,081 (crescimento), 1,003 (terminação).<br>4) <b>150DLM: DLM a 65% de MHA do T3</b><br>5) <b>50MHA: MHA a 50% do T1</b><br>Met+Cys SID (%)=0,740 (inicial), 0,667 (crescimento), 0,588 (terminação).<br>6) <b>50DLM: DLM a 65% de MHA do T5</b><br>* Lis SID (%) = 1,28 (inicial), 1,15 (crescimento), 1,02 (final) em todas as dietas de tratamento. |
| <b>Parâmetros</b>        | Ganho de peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Análise econômica</b> | O custo da ração foi calculado com base nos custos dos ingredientes nos EUA e no consumo de ração das aves. O retorno econômico da carne de peito foi calculado usando o peso total do peito e o preço relatado pelo USDA em centavos por kg de carne de peito. Para ambas as análises, foram utilizados apenas os grupos 100MHA e 100DLM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Duração</b>           | 1 – 40 dias de idade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Local</b>             | Mississippi State University, MS, EUA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

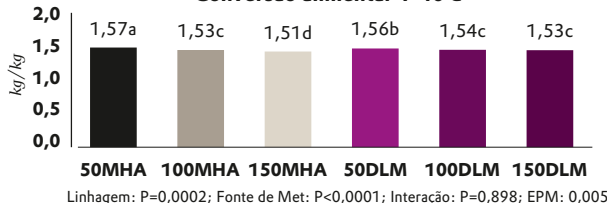
**GRÁFICOS 1 a 3: Consumo de ração, ganho de peso corporal e conversão alimentar de 1 a 40 dias de idade**



**Ganho de peso 1-40 d**

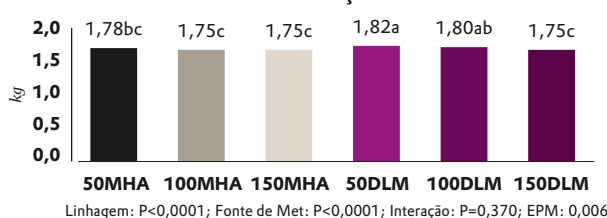


**Conversão alimentar 1-40 d**

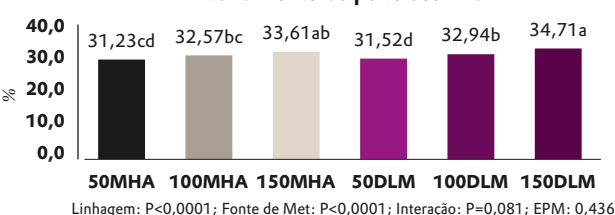


**GRÁFICOS 4 e 5: Peso de carcaça e rendimento de peito aos 41 dias**

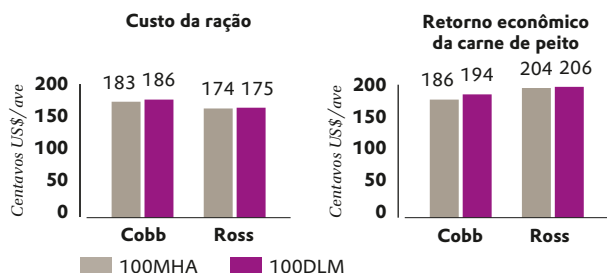
**Peso da carcaça aos 41 d**



**Rendimento de peito aos 41 d**



**GRÁFICO 6: Análise econômica**





## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) para comparar o uso de 65 partes de DL-Metionina em substituição a 100 partes de MHA líquido a diferentes níveis de inclusão de MHA em duas linhagens comerciais de frangos de corte.

## Objetivo

Validar que 65 partes de DL-Met podem substituir 100 partes de MHA, mantendo o desempenho e os rendimentos de carcaça, independentemente do nível de inclusão de MHA na dieta e da linhagem genética.

## Resultados

De 1 a 40 dias, não houve interação entre fontes de Met e linhagem para qualquer parâmetro de desempenho. Portanto, foram avaliadas as diferenças entre as fontes de metionina.

O CR de 1-40 dias (Gráfico 1) foi semelhante entre a DL-Met e o MHA para a dieta padrão (definida como 100%) e para a dieta com 150% de MHA da dieta padrão. Entretanto, quando a DL-Met foi incluída a 50% do MHA da dieta padrão, as aves consumiram 6 g a mais de ração. Esta resposta pode ter sido causada por uma deficiência marginal de Met+Cys quando este nível baixo foi utilizado.

O GP foi semelhante entre DL-Met e MHA, independentemente do nível de inclusão de MHA na dieta (Gráfico 2). Curiosamente, devido ao maior consumo de ração, as aves alimentadas com 50DL-Met tiveram GP estatisticamente maior do que com 100MHA, 100DLM, 150MHA e 150DLM e ganharam 7 g mais que com 50MHA (diferença numérica).

A conversão alimentar (Gráfico 3) foi semelhante entre o MHA e a DL-Met na dieta padrão, mas melhor para o MHA quando foi utilizado um nível mais alto de MHA (150% do padrão) e melhor para a DL-Met quando um nível mais baixo de MHA foi utilizado (50% do padrão).

O peso da carcaça aos 41 dias (Gráfico 4) foi maior nas aves alimentadas com DL-Met a 100DLM vs. 100MHA e 50DLM vs. 50MHA, mas semelhantes para ambas as fontes quando utilizado 150% de MHA da dieta padrão.

O rendimento de peito aos 41 dias (Gráfico 5) foi estatisticamente semelhante entre as fontes a todos os níveis de MHA utilizados (100, 150 e 50%). No entanto, as aves alimentadas com DL-Met tiveram, em média, rendimento de peito 0,6% maior do que as alimentadas com MHA.

Em média, o custo da ração com 100DLM (centavos/ave) foi 2 centavos maior que o de 100MHA, devido ao consumo de ração numericamente maior de 100DLM vs. 100MHA. No entanto, o retorno econômico da carne de peito (centavos/ave) foi, em média, 5 centavos maior superior para 100DLM vs. 100MHA (Gráfico 6).

## CONCLUSÃO

65 partes de MetAMINO® podem substituir com sucesso 100 partes de MHA, independente do nível de MHA na dieta ou da linhagem genética, mantendo um desempenho semelhante.

O desempenho dos frangos modernos depende dos níveis de Met+Cys SID, porque níveis baixos causar aumento compensatório do consumo de ração, sem aumento do rendimento de carne de peito.

O retorno econômico da carne de peito (centavos/ave) foi, em média, 5 centavos maior para o DL-Met do que para o MHA.

A redução do nível de MHA 50% abaixo do nível de inclusão padrão não é recomendada, porque pode causar deficiência marginal de Met+Cys.

## COMENTÁRIOS

*"A substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promoveu desempenho semelhante e melhor retorno econômico nas condições comerciais de produção de frangos de corte nos EUA."*



**James Wen, Ph.D.,**  
Gerente Sênior de  
Serviços Técnicos e  
Gerente de Contas

# Efeitos da substituição de Hidroxianálogo de Cálcio de Metionina (MHA-Ca) por PROXYMet™ em dietas com diferentes níveis de proteína bruta no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte

Experimento realizado na Penn State University, Pensilvânia, EUA

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

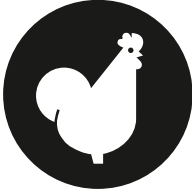
17

18

19



Local:  
Penn State University,  
Pennsylvania, USA



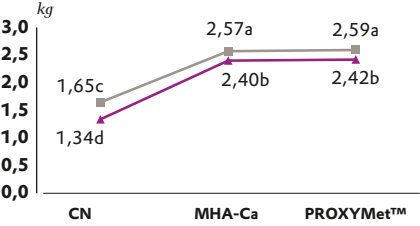
Líderes da equipe:  
Prof. Dr. John Boney,  
Dr. F. L. S. Castro,  
Dr. J. Wen, D. Boontarue

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 3.072 frangos Ross 708 machos                                                                                                                                                                                                                        |
| Dietas       | à base de milho e farelo de soja                                                                                                                                                                                                                     |
| Delineamento | blocos totalmente casualizados em arranjo fatorial 2 por 3, com 6 tratamentos, 16 repetições de 32 aves cada                                                                                                                                         |
| Tratamentos  | <ul style="list-style-type: none"><li>Proteína bruta padrão (SCP) sem suplementação de Met (CN), com MHA-Ca ou com PROXYMet™</li><li>Baixo teor de proteína bruta (-2% da BPB; BPB) sem suplementação de Met (CN), com MHA-Ca ou PROXYMet™</li></ul> |
| Parâmetros   | Ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes, escore de pododermatite, umidade da cama                                                                                                                       |
| Duração      | 1 a 42 dias de idade                                                                                                                                                                                                                                 |
| Local        | Penn State University, Pensilvânia, EUA                                                                                                                                                                                                              |

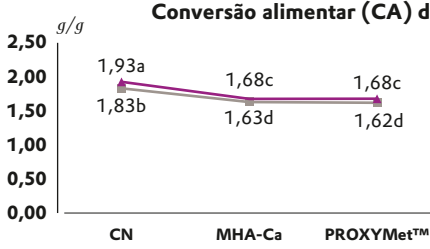
GRÁFICOS 1 e 2: Ganho de peso (GP, kg) e conversão alimentar (CA) de 1 a 42 d

Ganho de peso (GP) de 1-42 d



Teor de PB: P<0,001  
Fonte de Met: P<0,001  
Interação P<0,001  
EPM: 0,016

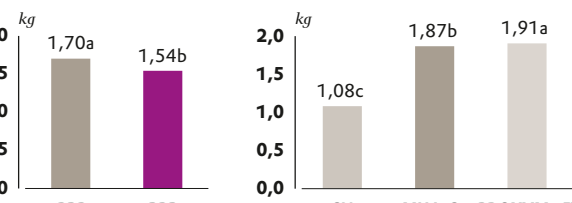
Conversão alimentar (CA) de 1-42 d



Teor de PB: P<0,001  
Fonte de Met: P<0,001  
Interação: P<0,001  
EPM: 0,015

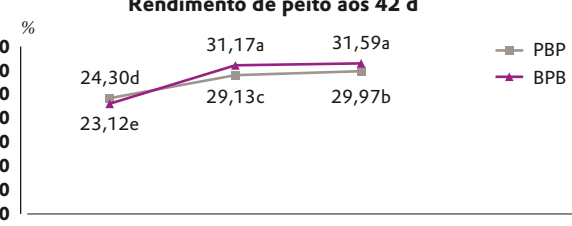
GRÁFICOS 3 e 4: Peso da carcaça resfriada (kg) e rendimento de peito (%) aos 42 dias

Peso da carcaça resfriada aos 42 d



Teor de PB: P<0,01; Fonte de Met: P<0,01; Interação: P=0,120; EPM: 0,212

Rendimento de peito aos 42 d



Teor de PB: P=0,001; Fonte de Met: P<0,001; Interação: P<0,001; EPM: 0,282

TABELA 2: Rendimentos de sobrecoxa (%), de coxa (%) e de asas (%) aos 42 dias

| Efeito principal       | Tratamento | Sobrecoxa (%) | Coxa (%) | Asa (%) |
|------------------------|------------|---------------|----------|---------|
| Teor de proteína bruta | PBP        | 16,83a        | 15,58a   | 12,08   |
|                        | BPB        | 16,15 b       | 14,96 b  | 12,50   |
|                        | P          | <0,001        | <0,001   | 0,386   |
| Fonte 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   |

22



VER A SEÇÃO 2, VÍDEO N. 2



VER A SEÇÃO 2, VÍDEO N. 4



VER SEÇÃO 4, ARTIGO N. 8



VER SEÇÃO 4, ARTIGO N. 16

## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) para permitir a comparação direta de 100 partes de MHA-Ca com 65 partes de DL-Met (PROXYMet™, 650 g de MetAMINO® + 350 g de calcário) suplementados em uma dieta basal deficiente em Met+Cys com diferentes teores de proteína bruta.

## Objetivo

Validar que 65 partes de DL-Met podem substituir 100 partes de MHA em dietas com teores padrão e reduzido de proteína bruta, mantendo o desempenho e o rendimento de carcaça.

## Resultados

O uso de 65 partes de DL-Met promoveu ganho de peso e conversão alimentar semelhantes ao de 100 partes de MHA-Ca (Gráficos 1 e 2), independente do teor de proteína bruta da dieta. A dieta sem suplementação de Met teve os piores resultados de desempenho.

No geral, o uso de 65 partes de DL-Met resultou em peso de carcaça resfriada significativamente maior do que o MHA-Ca e a dieta deficiente em Met+Cys (1,91 kg vs. 1,87 e 1,08 kg, para PROXYMet™, MHA-Ca e CN, respectivamente; Gráfico 3).

O rendimento de peito foi significativamente maior nas aves alimentadas com dietas PBP com PROXYMet™ do que com MHA-Ca e CN (31,6% vs. 31,2 e 23,1% para PROXYMet™, MHA-Ca e CN, respectivamente; Gráfico 4). Contudo, nas aves que receberam BPB, não foram observadas diferenças entre o PROXYMet™ e o MHA-Ca.

Tanto o PROXYMet™ quanto o MHA-Ca promoveram rendimentos semelhantes de sobrecoxa, coxa e asa (Tabela 2).

A redução de 2% da proteína bruta em todas as fases piorou o desempenho e o peso de carcaça/cortes (Gráficos 1 a 4). A dieta com baixo teor de proteína bruta, no entanto, reduziu significativamente o teor de umidade da cama e o escore de pododermatite (dados não mostrados). A redução da proteína bruta, neste estudo, foi muito severa e podem ter ocorrido desequilíbrios e deficiências de aminoácidos.

## CONCLUSÃO

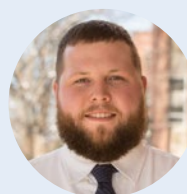
65 partes de MetAMINO® (PROXYMet™) podem substituir com sucesso 100 partes de MHA-Ca, independente do nível de proteína bruta da dieta, mantendo um desempenho semelhante.

O uso de PROXYMet™ resultou em maior peso de carcaça resfriada e maior rendimento de peito em dietas com teor padrão de proteína bruta, em comparação ao MHA-Ca e à dieta deficiente em Met+Cys.

Ao reduzir os níveis de proteína bruta, é importante considerar a fase de alimentação e o equilíbrio entre aminoácidos essenciais e não essenciais para evitar comprometer o desempenho.

## COMENTÁRIOS

*“Os resultados do experimento mostram claramente que a substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promove desempenho e rendimento de carcaça”.*



Dr. John Boney,  
Professor Assistente  
de Ciência Avícola  
Pennsylvania State University





# Europa

- |    |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Portugal / 1.400 juvenis machos de tilápia-do-nilo; 22,5 g                          |
| 7  | Espanha / suíno                                                                     |
| 8  | Alemanha / 408.500 frangos Ross 308 de um dia em 10 galpões de 1.800 m <sup>2</sup> |
| 9  | Finlândia / 720 pintos machos Ross 308                                              |
| 10 | Finlândia / 1.440 pintos machos Ross 308                                            |
| 11 | Hungria / 576 frangos de corte Ross 308 machos                                      |

# Comparação de desempenho entre DL-metionina e DL-2-hidroxi-4-metiltiobutirato (MHA-Ca) na proporção quantitativa de 65:100 na alimentação de tilápias

Experimento realizado pela SPAROS Lda. e Evonik

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

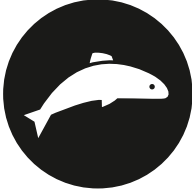
17

18

19



Local:  
SPAROS Lda. & UTAD,  
Vila Real, Portugal



Líderes da equipe:  
Dr. Jorge Dias, SPAROS  
Dr. Karthik Masagounder,  
Evonik

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 1.400 juvenis machos de tilápia-do-nylo; 22,5g                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dietas       | farelo de soja (35%), concentrado proteico de soja (9,8%), concentrado proteico de ervilha (6,7%), farinha de aves (4,2%), trigo (29,8%) e farelo de trigo (7,4%); extrudadas                                                                                                                                        |
| Delineamento | Inteiramente casualizado, com 7 tratamentos dietéticos, 4 repetições (tanques) por tratamento e 50 peixes por tanque                                                                                                                                                                                                 |
| Tratamentos  | D1 -> sem suplementação de Met (0,43% Met e 0,91% Met+Cys)<br>D2 e D3 -> DL-Met a 0,10 e 0,20% (níveis analisados 0,09 e 0,19%)<br>D4 e D5 -> MHA-Ca a 0,154 e 0,308% (níveis analisados 0,12 e 0,25%)<br>D6 e D7 -> PROXYMet™ a 0,154 e 0,308% (níveis analisados 0,15 e 0,25%)                                     |
| Parâmetros   | <b>Desempenho:</b> Peso corporal final (g/peixe), taxa de crescimento (%/d), conversão alimentar (CA), eficiência de retenção de proteína (% consumo)<br><b>Status antioxidante:</b> (amostra de fígado, 3 peixes por tanque no final do teste): Catalase, glutatona total reduzida (GSH) e glutatona oxidada (GSSG) |
| Duração      | 92 dias                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Local        | Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD, Vila Real, Portugal) – o ensaio foi realizado sob total responsabilidade da SPAROS                                                                                                                                                                                |

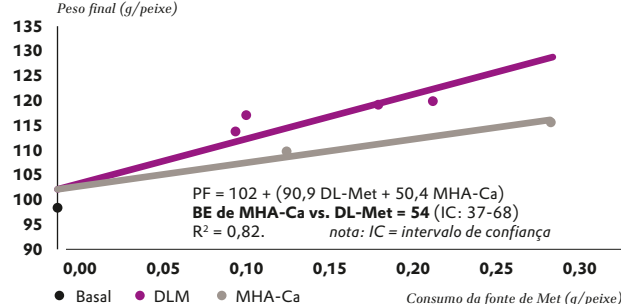
TABELA 2: Desempenho, conversão alimentar, retenção de proteína e capacidade antioxidante de tilápias alimentadas com diferentes dietas

| Dieta         | PCF<br>g/peixe | TCE<br>%/dia | CA     | RP<br>% do<br>consumo | CAT<br>(U/mg<br>proteína) | GSH<br>(µmol/g<br>tecido) |
|---------------|----------------|--------------|--------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| D1_Basal      | 98 a           | 1,60 a       | 1,34b  | 31 a                  | 26,4 a                    | 2,06 a                    |
| D2_0,1 DLM    | 114 bc         | 1,76 bc      | 1,17 a | 37 bcd                | 29,3 ab                   | 2,53 b                    |
| D3_0,2 DLM    | 120 d          | 1,82 c       | 1,13 a | 40 d                  | 35,0b                     | 2,66 c                    |
| D4_0,15 MHA   | 110 b          | 1,72 b       | 1,21 a | 36 b                  | 30,0 ab                   | 2,52 b                    |
| D5_0,31 MHA   | 116 cd         | 1,77 bc      | 1,19 a | 36 bc                 | 30,9 ab                   | 2,54 b                    |
| Proxy D6_0,15 | 117 cd         | 1,79 c       | 1,17 a | 37 bcd                | 30,1 ab                   | 2,51 b                    |
| Proxy D7_0,31 | 119 d          | 1,81 c       | 1,14 a | 39 cd                 | 31,1 ab                   | 2,62 bc                   |
| P             | <0,01          | <0,01        | <0,01  | <0,01                 | 0,02                      | <0,01                     |

Nota: PCF - peso corporal final, TCE – taxa de crescimento específico, CA – conversão alimentar, RP – retenção de proteína, CAT – catalase, GSH – glutatona total reduzida

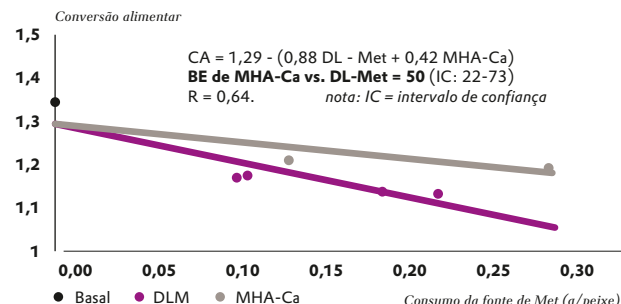
GRÁFICOS 1 e 2: Eficiência biológica de fontes Met no peso corporal final e conversão alimentar de tilápia no dia 92

Peso final (g/peixe)



PF = 102 + (90,9 DL-Met + 50,4 MHA-Ca)  
BE de MHA-Ca vs. DL-Met = 54 (IC: 37-68)  
R² = 0,82. nota: IC = intervalo de confiança

Conversão alimentar



CA = 1,29 - (0,88 DL-Met + 0,42 MHA-Ca)  
BE de MHA-Ca vs. DL-Met = 50 (IC: 22-73)  
R = 0,64. nota: IC = intervalo de confiança

26



## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) para permitir a comparação direta de 100 partes de MHA-Ca com 65 partes de DL-Met (fornecido como MetAMINO®, contendo 99% de DL-Met, ou PROXYMet™, contendo 65% de MetAMINO® e 35% de calcário) suplementadas na dieta basal deficiente em Met.

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi validar a eficiência biológica média de 65% do MHA-Ca com comparação à DL-Met, em termos de produto, com base no desempenho de tilápias-do-nilo.

## Resultados

A dieta basal deficiente em Met resultou desempenho significativamente pior (peso corporal, ganho de peso e conversão), menor retenção de proteínas e menor capacidade antioxidante em comparação com as dietas suplementadas com Met.

A suplementação da dieta basal com diferentes fontes de Met (DL-Met; MHA-Ca) melhorou significativamente o desempenho dos peixes, a retenção de proteínas e a capacidade antioxidante (Tabela 2).

Entre as fontes, o grupo alimentado com DL-Met (MetAMINO®; PROXYMet™) apresentou melhor desempenho e maior retenção de nutrientes do que os que receberam MHA-Ca, apesar de suplementados com apenas 65 partes de DL-Met em comparação a 100 partes de MHA-Ca.

A análise de regressão do consumo do produto em relação ao peso corporal e à conversão alimentar confirmou que a eficiência biológica do MHA-Ca é muito menor que a de DL-Met. A eficiência biológica do MHA-Ca comparada com a da DL-Met foi determinada em 54% para o peso corporal final (Gráfico 1) e 50% para a conversão alimentar (Gráfico 2). Como o intervalo de confiança destes valores foi maior que 65%, não são significativamente diferentes da hipótese de eficiência biológica de 65%.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados e de acordo com o NRC (2011), reafirmamos a eficiência biológica recomendada de 65% para MHA-Ca em relação à DL-Met, em base a produto, para tilápias-do-nilo.

Isto significa que 65 partes de MetAMINO® (ou 100 partes de PROXYMet™, contendo 65% de MetAMINO®) podem substituir com sucesso 100 partes de MHA-Ca em rações de tilápias.

Esta abordagem pode aumentar a lucratividade geral, reduzindo significativamente o custo da ração na produção de tilápia.

## COMENTÁRIOS

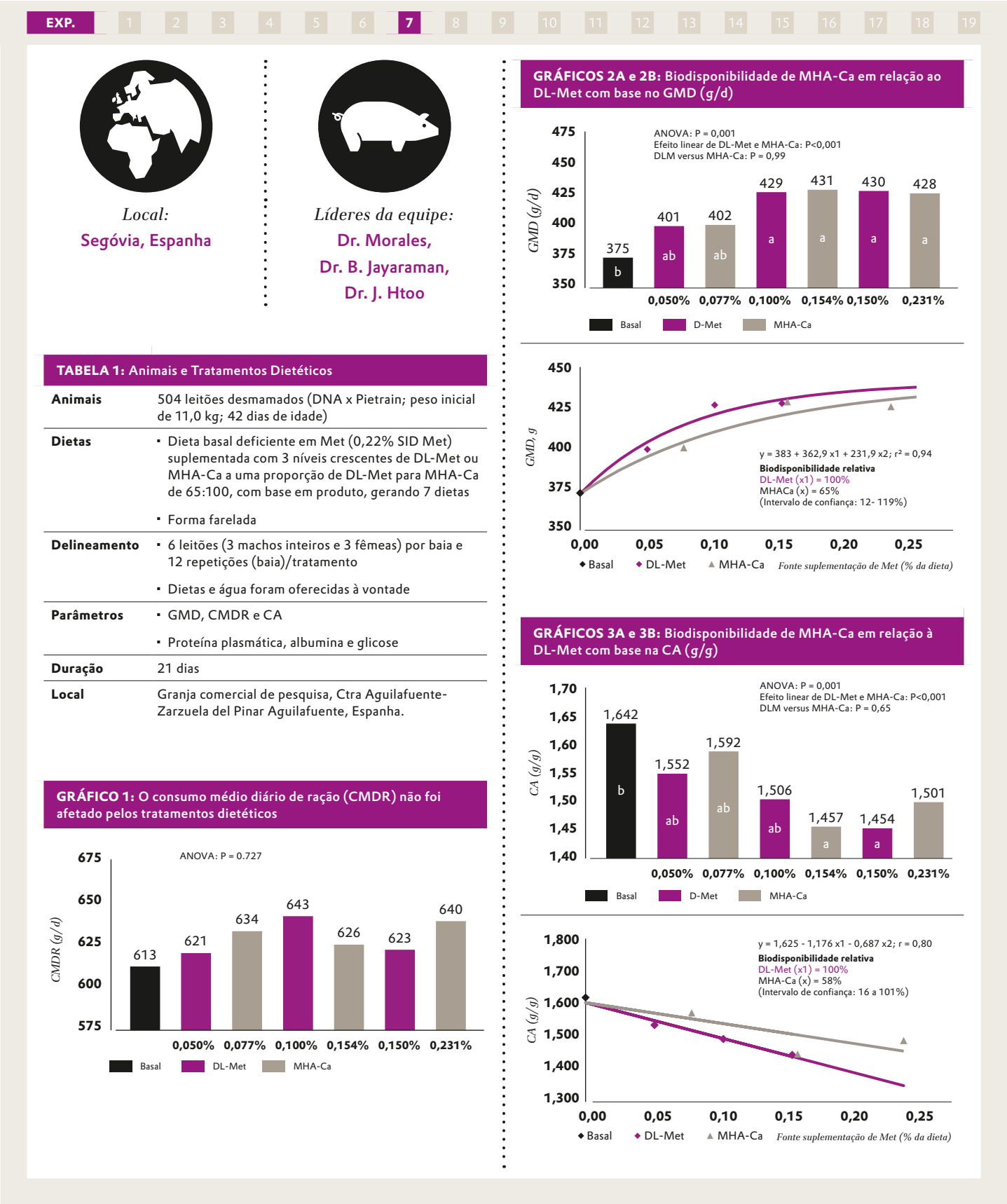
*“Os resultados do experimento mostram claramente que a substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promove desempenho semelhante ou até melhor dos peixes.”*



Dr. Karthik Masagounder,  
Diretor de Pesquisa em  
Aquicultura, Evonik  
Operations GmbH, Alemanha

# Biodisponibilidade do MHA-Ca em comparação ao MetAMINO® para o desempenho de suínos de creche

Experimento colaborativo entre Evonik e Animal Data Analytics, S.L, Segóvia, Espanha





## Delineamento

O experimento foi delineado pela Evonik (Tabela 1) e realizado em um centro comercial de pesquisa de suínos em Aguilafuente, Espanha.

## Objetivo

O objetivo foi determinar a biodisponibilidade relativa do MHA-Ca em comparação à DL-Metionina para o desempenho de leitões de 11 a 20 kg.

## Resultados

O peso corporal final (dia 21) e o GMD geral (75, 401, 429, 430, 402, 431 e 428 g/d para as dietas 1 a 7) aumentaram linearmente ( $P < 0,01$ ) com níveis crescentes de suplementação com DL-Met ou MHA-Ca (Gráfico 2a).

A CA geral (1,64, 1,55, 1,51, 1,45, 1,59, 1,46 e 1,50 para as dietas 1 a 7) melhorou linearmente ( $P < 0,001$ ) com a suplementação com DL-Met ou MHA-Ca (Gráfico 3a).

O consumo médio diário de ração (CMDR) e os níveis plasmáticos de proteína total, albumina e glicose no dia 21 não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos dietéticos.

As respostas de desempenho (GMD, CMDR e CA) não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) quando a Met foi suplementada na dieta deficiente em Met na proporção de DL-Met para MHA-Ca de 65:100, em base a produto.

Considerando o GMD e a conversão alimentar como respostas ao nível de suplementação de Met, foram estimadas biodisponibilidades de 65% (regressão exponencial) e de 58% (regressão linear), respectivamente, para o MHA-Ca em relação à DL-Met (com base em produto) em suínos de 11 a 20 kg.

## CONCLUSÃO

O desempenho dos leitões não foi diferente quando a dieta deficiente em Met foi suplementada com uma proporção de DL-Met para MHA-Ca de 65:100 em base a produto.

A análise de regressão estimou biodisponibilidades de 65% e 58%, com base no GMD e na CA, respectivamente, para o MHA-Ca em relação à DL-Met em base a produto para leitões de 11 a 20 kg.

Esses resultados confirmam que a biodisponibilidade média do MHA-Ca é de aproximadamente 65% da DL-Met (em base a produto), que deve ser utilizada na formulação de custo mínimo de rações de suínos para maximizar o lucro sobre o custo da ração.

## COMENTÁRIOS

*“Os resultados do experimento demonstraram que 100 partes de MHA-Ca podem ser substituídas por 65 partes de DL-Met sem afetar o desempenho dos suínos”.*



Dr. Joaquin Morales,  
Chefe do Departamento de  
Transformação Digital e  
Inovação da Animal Data  
Analytics, S.L, Segóvia,  
Espanha





## Objetivo

O objetivo deste estudo foi testar a recomendação da Evonik de que o MHA-FA líquido a 65% é tão eficiente quanto o MetAMINO® e fornecer evidências de que esta recomendação pode ser aplicada em condições comerciais de produção comercial de frangos de corte sem comprometer o desempenho.

## Resultados

Os níveis analisados de nutrientes e aminoácidos de 110 amostras de ração corresponderam quase exatamente aos níveis esperados, assim como de MHA-FA líquido e de MetAMINO® suplementares, confirmando que os níveis de MetAMINO® 65% foram semelhantes aos do MHA-FA líquido.

O peso final dos frangos obtidos com o tratamento MetAMINO® foram idênticos aos do tratamento MHA-FA. Isto ocorreu na média (2 x ~200.000 frangos) e a cada data de abate (Tabela 1). Além disso, não houve diferença estatística nos registros da balança plataforma em nenhum dos 42 dias (Gráfico 1). Consequentemente, o ganho diário não foi diferente (Tabela 2).

A conversão alimentar não diferiu entre os tratamentos (Tabela 3) e foi de 1,50 kg/kg, em média. O crescimento significativo dos frangos e a excelente conversão alimentar, em combinação com níveis de proteína dietética bem balanceados e razoáveis, resultaram na alta utilização de N, de 62%, que também não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4).

As análises dos aminoácidos nas rações fornecidas nas diferentes fases de alimentação sugeriram uma inclusão média de MHA-FA líquido de 2,95 kg/t. A suplementação respectiva de MetAMINO® a uma substituição de 65% foi de 1,92 kg/t. Pressupondo um preço de compra de MetAMINO® de €2,50/kg e uma relação de preço de 80% para o MHA-FA, o preço foi de €2,00/kg. Portanto, o custo da suplementação de MetAMINO® seria de €4,80/t ou €1,10/t menor do que ao da suplementação de MHA-FA (€5,90/t). Neste experimento, foram fornecidas quase exatamente 1.455 t de ração completa aos 10 galpões, indicando uma economia de custos de ração de €1.600/ciclo e bem acima de €10.000/ano ao substituir o MHA-FA líquido por MetAMINO® em uma proporção de 65%.

## CONCLUSÃO

Este ensaio confirma que o MHA-FA líquido pode ser substituído pelo MetAMINO® na proporção de peso de 100:65, sem comprometer o desempenho dos frangos ou a utilização de nutrientes.

► Portanto, este estudo valida a recomendação da Evonik de uma bioeficácia relativa de 65% para o MHA-FA líquido.

A avaliação econômica indica que, para uma granja de 400.000 frangos, pode ser esperada uma economia anual de > €10.000 no custo da ração.

## COMENTÁRIOS

*“O experimento demonstrou claramente que a substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promove o mesmo desempenho de frangos de corte nas condições de produção alemãs em grande escala, permitindo economias financeiras relevantes”.*



Dr. Kilian Fenske,  
Universidade de Ciências  
Aplicadas Osnabrueck

# A suplementação de DL-Metionina a 65% de MHA-FA promove desempenho semelhante em frangos de corte

Experimento realizado pela Evonik no Natural Resources Institute, Finlândia (Luke)

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

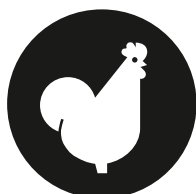
17

18

19



*Local:*  
Tavastia, Jokioinen/  
Finlândia

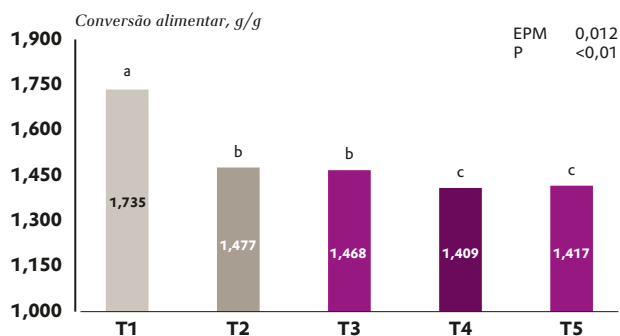
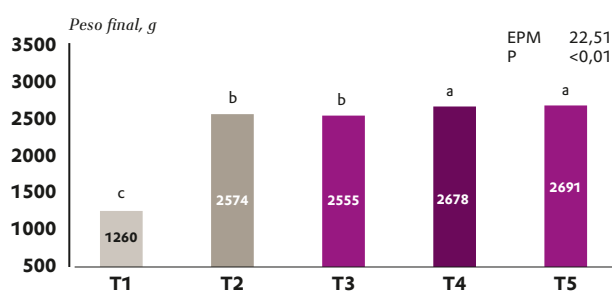
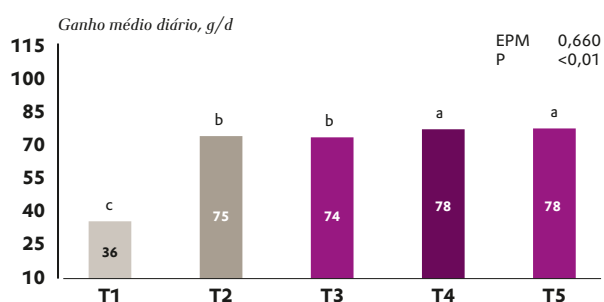
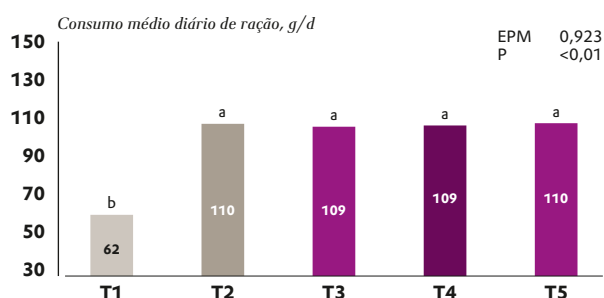


*Líderes da equipe:*  
Dr. Gabriel da Silva Viana,  
Dr. Juliano Cesar  
De Paula Dorigam

**TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos**

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aves</b>         | 720 Ross 308 machos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Dietas</b>       | À base de trigo e soja, três fases; dieta inicial com 23,7 % PB: 0 – 10 dias; crescimento com 21,8 % PB: 11 – 24 dias; terminação com 20,6 % PB: 25 – 35 dias                                                                                                                                                                                       |
| <b>Delineamento</b> | Inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 9 repetições / tratamento, 16 aves cada                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Alimentação</b>  | <p>T1 – Dieta basal deficiente em Met+Cys;</p> <p>T2 – 25% de redução da especificação de Met+Cys, MHA-FA</p> <p>T3 – 25% de redução da especificação de Met+Cys, 65% de DLM substituindo MHA-FA;</p> <p>T4 – Especificação padrão de Met+Cys, inclusão de MHA-FA;</p> <p>T5 – Especificação padrão de Met+Cys, 65% de DLM substituindo MHA-FA;</p> |
| <b>Parâmetros</b>   | Peso final, ganho médio diário, consumo médio diário de ração e conversão alimentar                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Duração</b>      | 35 dias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Local</b>        | Instituto de Recursos Naturais, Finlândia (Luke)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**GRÁFICO 1: Desempenho de frangos em 35 dias de alimentação**





## Delineamento

O ensaio foi delineado (Tabela 1) para permitir a comparação direta entre 100 partes de MHA-FA (88%) e 65 partes de DL-Met (99%), suplementadas em uma dieta basal deficiente em Met+Cys para atingir 75% ou 100% das exigências de Met+Cys.

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi demonstrar que cada 1 kg de MHA-FA na ração de frangos de corte pode ser substituído por 650 g de DL-metionina, sem impacto negativo no desempenho das aves e independente do nível dietético de Met+Cys.

## Resultados

Ambas as fontes de Met avaliadas resultaram em peso corporal, ganho médio diário e conversão alimentar semelhantes nas aves alimentadas com recomendações de 75 ou 100% de Met+Cys (Gráfico 1). Independentemente da fonte de metionina avaliada, as aves alimentadas com 100% das recomendações tiveram melhor desempenho em comparação a 75% de Met+Cys, confirmando que níveis subótimos de Met+Cys limitaram o desempenho. Portanto, a redução marginal de Met+Cys na dieta pode aumentar a sensibilidade do teste de 65:100. A deficiência de Met+Cys reduziu o consumo médio diário de ração (Gráfico 1), mas não foram observadas diferenças entre os grupos 75 e 100% Met+Cys ou entre as fontes de Met avaliadas ( $P > 0,05$ ). Segundo o NRC (1994), se uma dieta for deficiente em algum nutriente, o consumo diário de ração pode diminuir de acordo com a gravidade da deficiência, mas uma deficiência marginal de aminoácidos pode resultar em um pequeno aumento no consumo de ração.

## CONCLUSÃO

1 kg de produtos de MHA pode ser substituído por 650 g de DLM, atingindo o mesmo nível de desempenho em níveis padrão e reduzidos de Met+Cys.

## COMENTÁRIOS

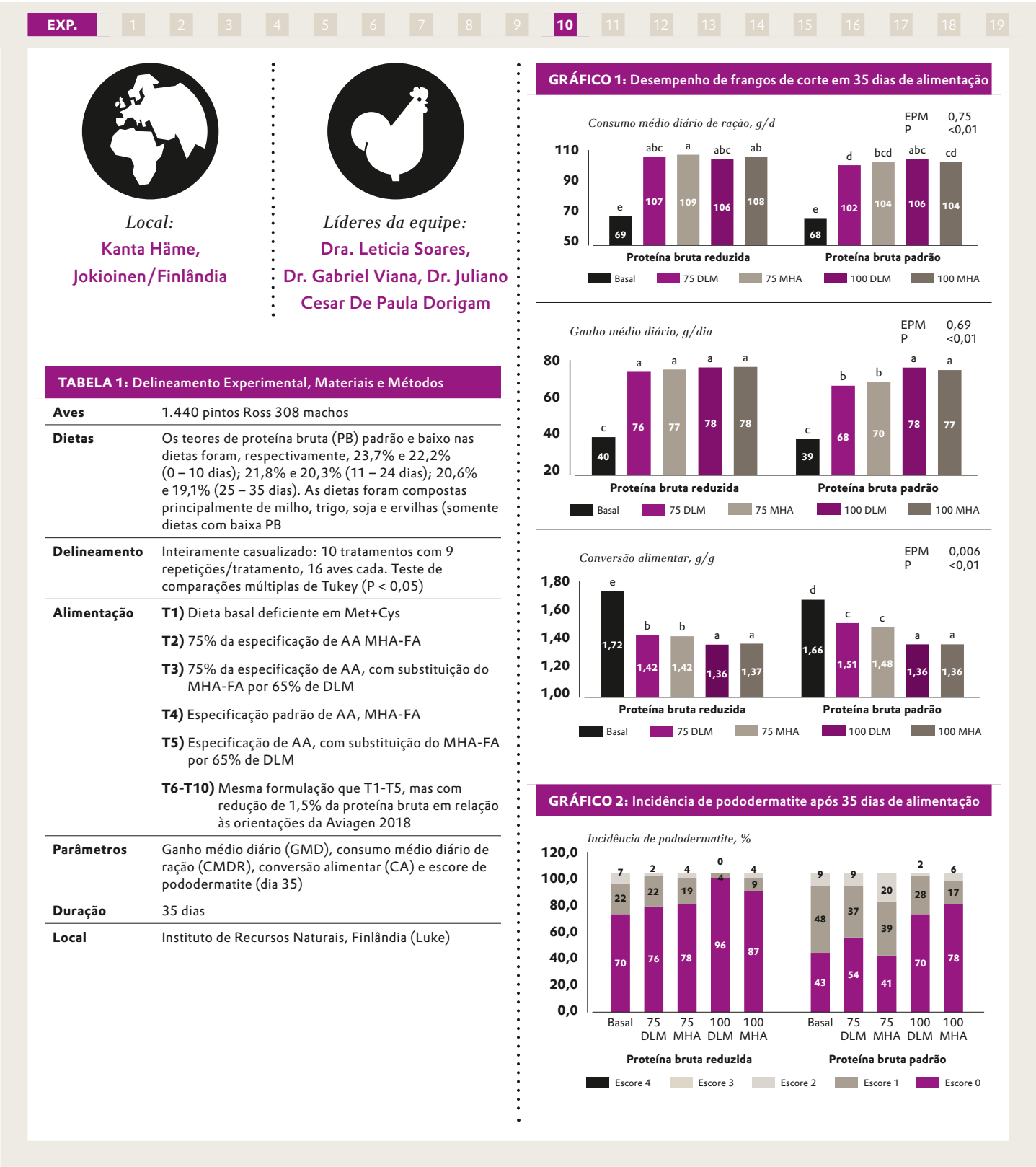
*“Os resultados demonstraram claramente que ambas as fontes de Met são fontes adequadas de Met em rações de frangos de corte e que, ao substituir 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina, o desempenho dos frangos não é comprometido”.*



Dr. Gabriel da Silva Viana,  
Cientista Sênior de Produção  
suína e avícola, Sistemas de  
Produção, Instituto de Recursos  
Naturais, Finlândia, Luke

# A substituição de MHA-FA por 65 partes de DL-metionina em rações de frangos promove desempenho semelhante, mesmo em dietas formuladas com níveis reduzidos de proteína dietética e Met+Cys

Experimento realizado pela Evonik no Natural Resources Institute, Finlândia (Luke)





## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) para permitir a comparação entre 100 partes de MHA-FA e 65 partes de DL-Met (650 g de MetAMINO®) suplementadas em uma dieta basal deficiente em Met+Cys para atingir 75% ou 100% das exigências de Met+Cys em rações com níveis de proteína padrão ou reduzido.

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi verificar se 1 kg de MHA-FA na ração de frangos de corte poderia ser substituído por 650 g de DL-Metionina e proporcionar o mesmo desempenho, independentemente do nível de proteína dietética e/ou de Met+Cys.

## Resultados

A suplementação de Met melhorou o desempenho dos frangos em comparação às dietas basais, confirmando que a Met é essencial para o crescimento (Gráfico 1). O GMD melhorou nas aves alimentadas com dietas com proteína padrão quando os níveis de Met+Cys aumentaram de 75 para 100% das recomendações ( $P < 0,05$ ).

O mesmo não ocorreu nas aves alimentadas com as dietas com níveis de proteína reduzidos ( $P > 0,05$ ).

Este efeito pode ser devido aos ingredientes da ração. A ervilha foi incluída apenas nas rações com proteína padrão.

Como essa leguminosa contém taninos e inibidores de protease, é possível que estes fatores antinutricionais tenham afetado a digestão dos nutrientes, o que pode ter prejudicado mais o desempenho das aves alimentadas com 75% de Met+Cys do que as alimentadas com 100%. As aves alimentadas com dietas suplementadas com 100% de Met+Cys tiveram melhor conversão alimentar do que as alimentadas com 75% de Met+Cys em níveis padrão e reduzido de proteína.

Não houve de GMD ou CA de aves alimentadas com níveis padrão e reduzido de proteína contendo 100% de Met+Cys ( $P < 0,05$ ). Ambas as fontes de Met avaliadas promoveram desempenho semelhante, independente dos níveis dietéticos de Met+Cys ou de proteína. A incidência de lesões foi maior nas aves alimentadas com proteína padrão do que nas alimentadas com níveis reduzidos de proteína, especialmente nos tratamentos com deficiência de Met+Cys (Gráfico 2).

Isso era esperado, porque maiores teores de proteína dietética aumentam a produção de ácido úrico e de amônia na cama, o que foi agravado pela deficiência de Met, aminoácido essencial para a síntese de queratina.

## CONCLUSÃO

650 g de DLM podem substituir 1 kg de produtos de MHA e promover o mesmo desempenho em frangos, independente dos níveis de Met+Cys e de proteína na dieta.

A redução de 1,5% do teor de proteína na dieta, se mantida a relação de proteína ideal, não comprometeu os parâmetros de desempenho e diminuiu a incidência de pododermatite.

## COMENTÁRIOS

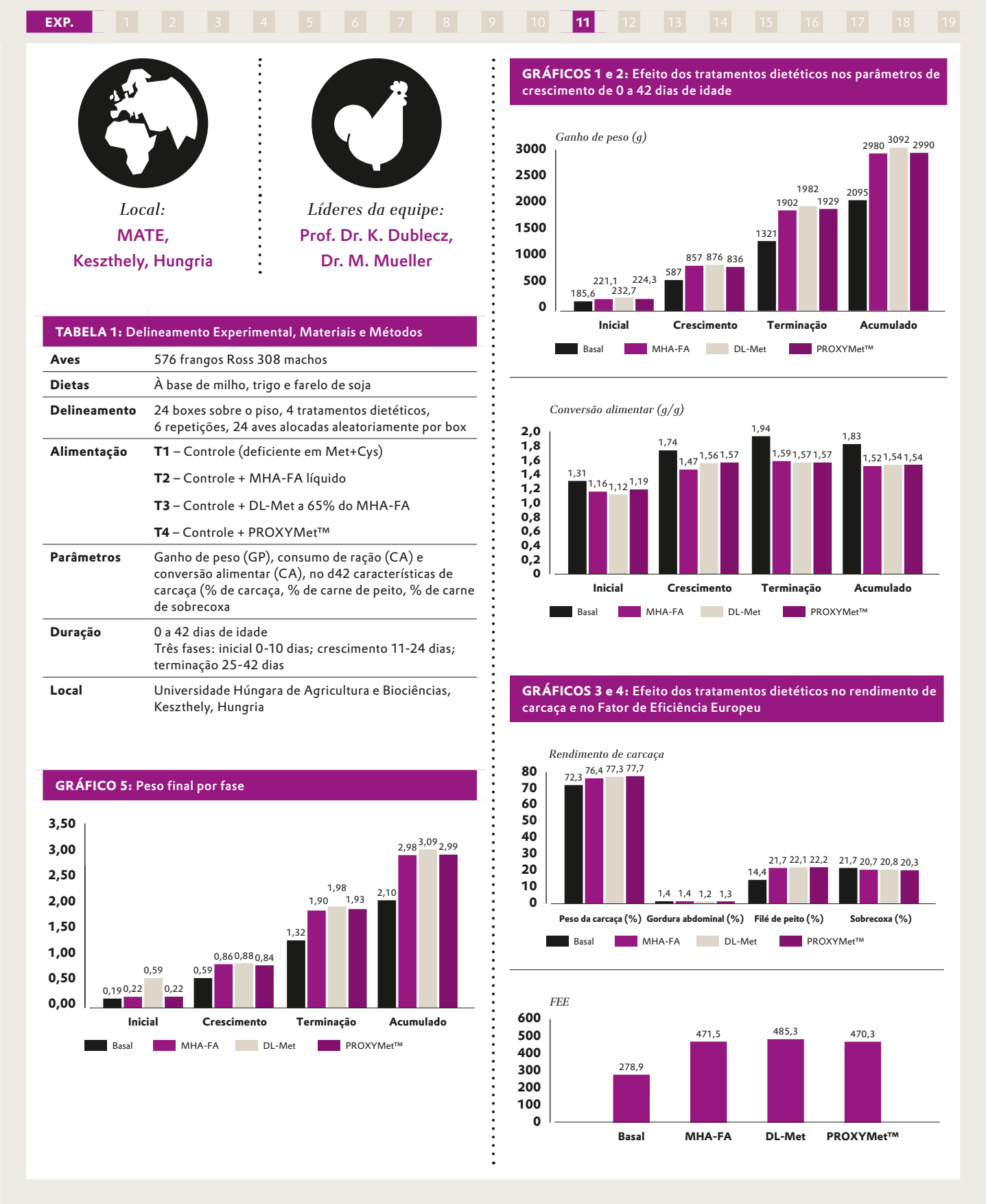
*“Os resultados do experimento demonstram que a substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-metionina promove desempenho semelhante em frangos de corte, independentemente dos níveis de Met+Cys e de proteína da dieta”.*



Dra. Letícia Soares,  
Cientista de Suínos e Aves,  
Instituto de Recursos Naturais,  
Finlândia

# PROXYMet™ promoveu o mesmo desempenho de frangos Ross 308 que o MHA-FA

Ensaio realizado na Universidade Húngara de Agricultura e Biociências (MATE), Hungria, 2021





## Delineamento

O experimento foi delineado (Tabela 1) para comparar a resposta das aves da inclusão de MetAMINO®, PROXYMet™ (DL-metionina diluída a 65% com 35% de amido) e MHA-FA em uma dieta basal deficiente em metionina.

## Objetivo

O objetivo do estudo foi demonstrar o valor nutricional do MHA-FA em comparação com o PROXYMet™ e a DL-metionina pura em dietas práticas de frangos de corte na Hungria, considerando desempenho e parâmetros de carcaça. O objetivo foi comprovar que cada 1 kg de MHA-FA na ração de frangos poderia ser substituído por apenas 650 g de metionina DL, sem impacto negativo no desempenho das aves.

## Resultados

A deficiência de Met+Cys na dieta piora significativamente o desempenho. O peso final e o ganho de peso acumulado das aves recebendo dietas com redução de Met+Cys foram cerca de 30% menores. A deficiência de Met+Cys diminui o consumo de ração em 17% e o rendimento de filé de peito em 35%. Os rendimentos de sobrecoxa e gordura abdominal não foram afetados pela deficiência de Met+Cys.

Ao comparar a suplementação de MHA-FA, PROXYMet™ e DL-Metionina pura, não houve diferenças significativas entre os tratamentos dietéticos. No entanto, os resultados das dietas suplementadas com

DL-metionina tenderam a ser melhores. Embora o peso corporal no tratamento com DL-Met tenha sido apenas numericamente maior do que no com o MHA-FA, a diferença de +112 g poderia explicar essa tendência. No entanto, esta tendência ainda precisa ser investigada.

O peso corporal e o ganho de peso do T1 foram significativamente inferiores aos resultados dos outros três tratamentos e não houve diferenças significativas entre os tratamentos T2, T3 e T4. Isto ocorreu em todas as fases e no período total.

Devido ao maior ganho de peso, a CA também foi melhor com as dietas com suplementação de Met, sem diferenças significativas entre os tratamentos T2, T3 e T4.

Os rendimentos de carcaça e de filé de peito foram maiores com as dietas suplementadas com Met. O rendimento de sobrecoxa foi apenas ligeiramente influenciado pelos tratamentos e não houve diferenças no rendimento de gordura abdominal.

Todas as dietas suplementadas com Met resultaram em maior FEE, mas sem diferenças significativas. A deficiência de Met, no entanto, diminuiu o fator de eficiência em cerca de 200.

Suplementar uma dieta controle deficiente em metionina com 100 partes de ácido livre de hidroxianálogo de metionina (MHA-FA), PROXYMet™ ou 65 partes de DL-Metionina aumentou significativamente o consumo de ração e o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar de frangos de 0 a 41 dias de idade. A substituição de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-Metionina resultou em desempenho zootécnico e qualidade de carcaça semelhantes.

## CONCLUSÃO

Este estudo mais uma vez confirmou a importância da suplementação de metionina em dietas deficientes em Met+Cys para frangos de corte comerciais.

A utilização destes produtos, com o seu correto valor nutricional, é um critério decisivo do ponto de vista nutricional e financeiro.

650g de DL-Metionina, ou 1kg de PROXYMet™, podem substituir 1kg de MHA-FA, proporcionando o mesmo desempenho das aves.

## COMENTÁRIOS

*“Para mim, o resultado mais surpreendente deste estudo foi a sensibilidade das aves à suplementação de MET e a extensão da limitação do crescimento quando não foi fornecida Met adicional, e que 65 partes de DL-metionina podem substituir 100 partes de MHA-FA sem nenhuma diferença no desempenho das aves”.*



Prof. Dr. Károly Dubleczy,  
Professor da Universidade  
Húngara de Agricultura e  
Biociências





# Oriente Médio e África

**12** Turquia / 792 pintos de um dia Ross 308 machos

**13** Jordânia / 2.500 pintos de um dia Ross 308

**14** Irã / 1.300 pintos de um dia machos Arbor Acres Plus

**15** Irã / 6.000 pintos de um dia Ross 308

# A eficácia do hidroxianálogo de metionina (MHA-FA) em comparação com a DL-metionina (DLM) no desempenho, características de carcaça e expressão de GHR e IGF-I em frangos de corte

Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agricultura, Universidade de Ancara, Ancara, Turquia

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

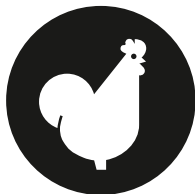
17

18

19



Local:  
Centro de Pesquisa,  
Universidade de Ancara,  
Ancara, Turquia

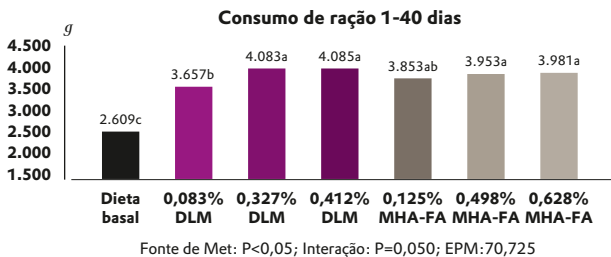


Líderes da equipe:  
Prof. Dr. N. Ceylan,  
Dr. M. Müller, MSc. O. Kiyak

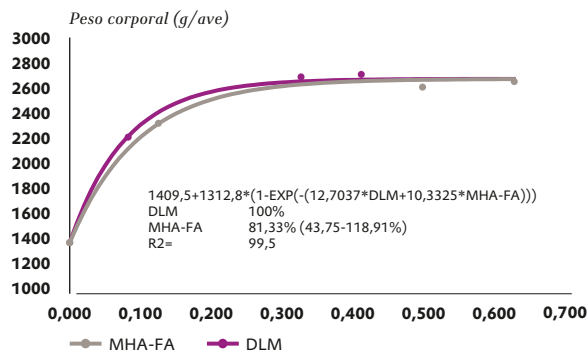
TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 792 pintos de um dia Ross 308 machos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dietas       | à base de milho e farelo de soja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Delineamento | Duas fontes de metionina (DL-metionina (DLM) e hidroxianálogo de metionina líquido (MHA-FA)) e três níveis de suplementação (25%, 100% e 125%; níveis de adição conforme nível para atender às exigências de Met+Cys SID) a uma dieta basal comum em delineamento em blocos inteiramente casualizados                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Alimentação  | <ol style="list-style-type: none"><li>1) Controle Negativo (Dieta comercial comum, à base de milho e soja sem metionina)</li><li>2) 0,083% DLM (25% da suplementação necessária de metionina)</li><li>3) 0,327% DLM (100% da suplementação necessária de metionina)</li><li>4) 0,412% DLM (125% da suplementação necessária de metionina)</li><li>5) 0,125% MHA-FA (25% da suplementação necessária de metionina)</li><li>6) 0,498% MHA-FA (100% da suplementação necessária de metionina)</li><li>7) 0,628% MHA-FA (125% da suplementação necessária de metionina)</li></ol> |
| Parâmetros   | Ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e de cortes e expressão gênica no fígado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Duração      | 1 a 40 dias de idade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Local        | Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agricultura, Universidade de Ancara, Ancara, Turquia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

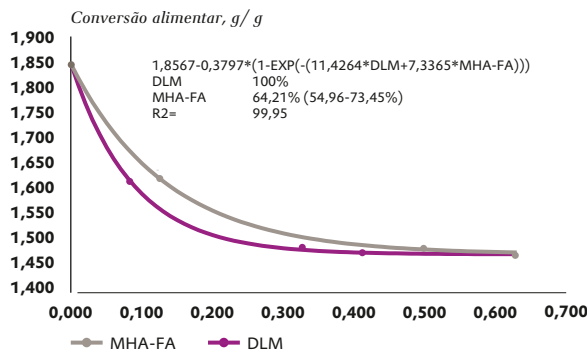
GRÁFICO 1: Consumo de ração 1-40 dias de idade



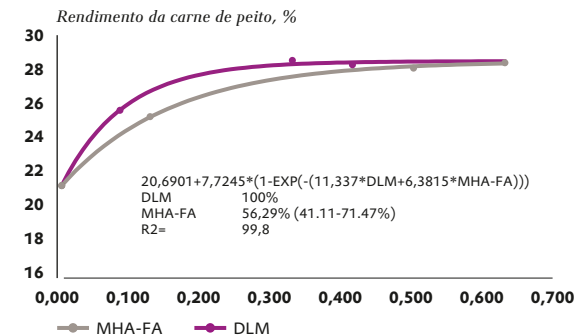
GRÁFICOS 3 a 5: Biodisponibilidade relativa de MHA-FA em comparação com DL-Met com base no peso final, conversão alimentar e rendimento de carne de peito aos 40 dias



Biodisponibilidade relativa de MHA-FA em comparação com a DL-Met com base no peso final como critério de resposta de frangos de corte aos 40 dias. Os valores entre parênteses indicam intervalos de confiança de 95%.



Biodisponibilidade relativa de MHA-FA em comparação à DL-Met com base na CA como critério de resposta de frangos de corte de 0-40 dias. Os valores entre parênteses indicam intervalos de confiança de 95%.



Biodisponibilidade relativa de OH-Met em comparação com DL-Met com base no rendimento de carne de peito como critério de resposta de frangos de corte. Os valores entre parênteses indicam intervalos de confiança de 95%.



## Delineamento

As aves de um dia de idade foram pesadas e distribuídas aleatoriamente em um delineamento em blocos inteiramente casualizados de 7 tratamentos com 7 repetições (exceto dieta basal comum, com 6 repetições) em arranjo fatorial  $2 \times 3 + 1$ , duas fontes de Met (DL-Met e OH-Met) vs. três níveis de suplementação (25%, 100% e 125%; níveis necessários de Met adicional para atender às exigências de Met+Cys SID) e uma dieta basal comum.

## Objetivo

Investigar a bioeficácia da DL-metionina e do ácido livre de hidroxianálogo de metionina em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja, considerando o desempenho e o rendimento de carcaça.

## Resultados

Os efeitos dos níveis e fontes de Met suplementar no consumo de ração estão na Tabela 1. Houve interação entre o nível e a fonte de Met suplementar no consumo de ração na fase de terminação e período total ( $P < 0,05$ ).

Nos períodos inicial e de crescimento, a suplementação crescente de Met aumentou gradualmente o consumo de ração ( $P < 0,05$ ) e não foi observado efeito significativo da fonte de metionina ( $P > 0,05$ ).

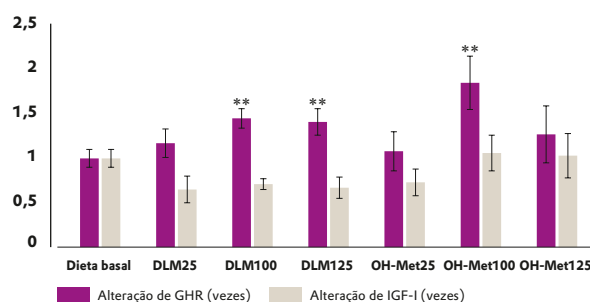
A adição de Met à dieta basal melhorou o consumo de ração, o peso corporal e a conversão alimentar em todas as fases do ciclo ( $P < 0,05$ ).

A biodisponibilidade relativa (BDR) do MHA-FA em relação à DL-Met foi de 79,8% para peso corporal (PC; Gráfico 3), 62,8% para CA (Gráfico 4) e 55,3% para rendimento de carne de peito (Gráfico 5), a base de produto.

Os valores de BDR do MHA-FA para CA e rendimento de carne de peito foram significativamente menores que os da DL-Met ( $P < 0,05$ ), mas não houve diferença significativa de PC ( $P > 0,05$ ).

A conversão alimentar foi semelhante entre o MHA-FA e a DL-Met na dieta padrão, mas melhor para o MHA-FA quando usado na dieta com nível mais alto de Met (150% do padrão) e melhor para a DL-Met quando usado na dieta com menor nível de Met (50% do padrão).

As expressões relativas de mRNA de GHR e IGF-I no fígado estão no Gráfico 2. Houve interação significativa entre o nível e a fonte de Met suplementar para a expressão de GHR ( $P < 0,05$ ), mas nenhum dos fatores estudados teve efeito na expressão de IGF-I ( $P > 0,05$ ).



**GRÁFICO 2.** Expressão relativa (vezes) do mRNA de GHR e IGF-I hepáticos. Alterações na expressão dos genes de GHR e IGF-I hepática foram normalizadas para genes de referência de  $\beta$ -actina e expressas em relação ao grupo de dieta basal como a diferença média em vezes ( $2^{-\Delta\Delta CT}$ ). Os valores são médias de 7 repetições biológicas e 3 repetições técnicas. \*\*  $P < 0,01$  As médias diferiram do grupo de dieta basal.

## CONCLUSÃO

A suplementação de Met a uma dieta à base de milho e farelo de soja melhorou o desempenho e os rendimentos de carcaça e de cortes, sem qualquer diferença significativa nas características da carne de peito neste estudo.

A DL-Met e o MHA-FA promoveram desempenho, rendimento de carcaça e de cortes e características de carne de peito semelhantes quando o MHA-FA foi adicionado em nível 1,5 vezes maior devido a 65% de bioeficácia presumida em comparação com DL-Met, com base em produto.

Em geral, os resultados deste estudo demonstram que uma quantidade cerca de 1,5 vezes maior de MHA-FA pode substituir a DL-Met em dietas para frangos de corte à base de milho e farinha de soja sem comprometer o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes e as características da carne de peito.

## COMENTÁRIOS

*“Embora não tenha havido diferenças de desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte entre as fontes de Met, a bioeficácia do MHA-FA líquido foi de 79,80% (PC), 62,80% (CA) e 55,30% (rendimento de carne de peito) relativa à DL-Met pura em base da matéria natural.”*



**Prof. Dr. Necmettin Ceylan,**  
Departamento de Zootecnia,  
Faculdade de Agricultura,  
Universidade de Ancara,  
Ancara, Turquia

## Bioeficácia do MHA-FA em comparação à DL metionina é confirmada em 65%; Experimento na Jordânia

Experimento realizado pela Evonik no Centro Experimental Al-Estesharia, Jordânia

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

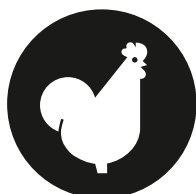
17

18

19



Local:  
Amã, Jordânia

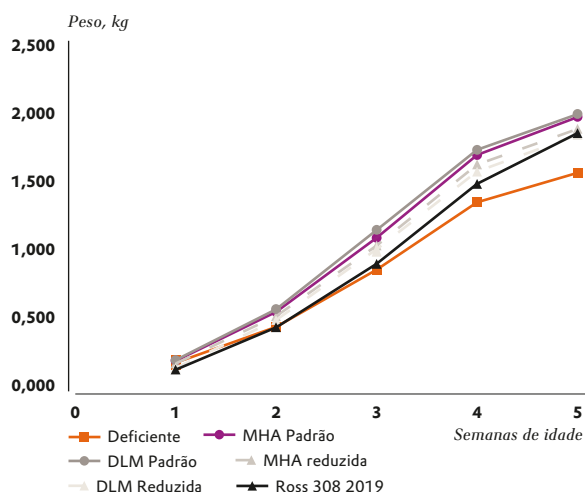


Líderes da equipe:  
Dr. Nasim Al Mefleh,  
Dr. Ali Afsar,  
Eng. Esham Mubarash

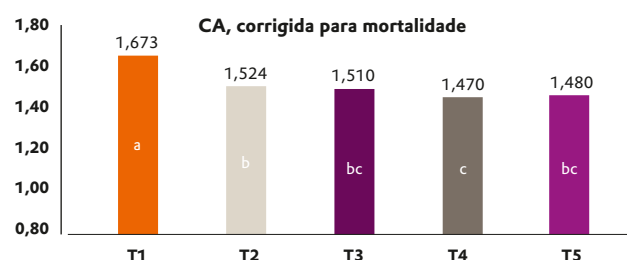
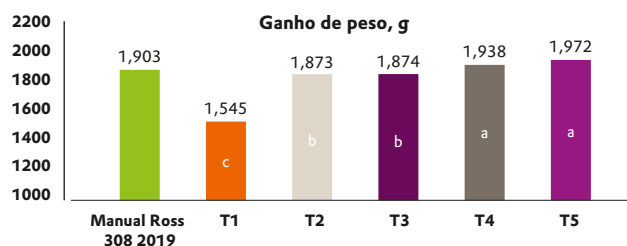
**TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos**

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aves</b>         | 2.500 pintos de um dia Ross 308                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Dietas</b>       | À base de milho e soja, três fases; Inicial: 0-12 dias; Crescimento: 13-24 dias; Terminação: 25-35 dias                                                                                                                                                                                              |
| <b>Delineamento</b> | Delineamento inteiramente casualizado de 5 tratamentos com 10 repetições de 50 aves cada                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tratamentos</b>  | T1 – Controle negativo deficiente em Met+Cys<br>T2 – 25% de redução da especificação de Met+Cys, MHA-FA<br>T3 – 25% de redução da especificação de Met+Cys, DLM substituindo MHA a 65%<br>T4 – Especificação padrão Met+Cys, MHA-FA<br>T5 – Especificação Met+Cys padrão, DLM substituindo MHA a 65% |
| <b>Parâmetros</b>   | Ganho de peso (GP), consumo de ração (CA) e conversão alimentar (CA). Aos 32 d, características de carcaça                                                                                                                                                                                           |

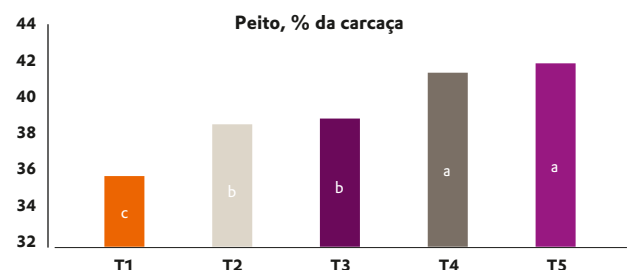
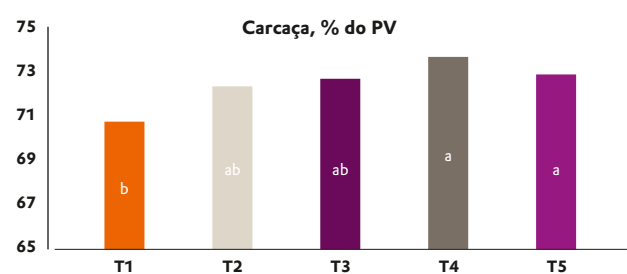
**GRÁFICO 1: Evolução do peso corporal**



**GRÁFICOS 2 e 3: Desempenho de frangos até 32 dias**



**GRÁFICOS 3 e 4: Rendimentos de carcaça e de peito**





## Delineamento

O experimento foi delineado pela Evonik (Tabela 1) e realizado no Centro de Pesquisa em Aves e Rações Al-Estesharia, Amã, Jordânia.

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi demonstrar que 1 kg de MHA-FA na ração de frangos de corte poderia ser substituído por apenas 650 g DL-metionina, sem impacto adverso no desempenho das aves, e que ambas as dietas suplementadas produziram melhor desempenho das aves do que uma dieta deficiente em Met+Cys.

## Resultados

Dietas deficientes em Met+Cys prejudicam o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte.

A redução da especificação de aminoácidos em 25% teve um impacto menor no ganho de peso e na conversão alimentar, mas reduziu significativamente o rendimento da carne de peito. Mesmo nestes níveis reduzidos de aminoácidos, a substituição de 100 partes de MHA-Ca por 65 partes de DLM proporcionou desempenho equivalente.

A substituição de 65 partes de DLM por MHA resultou em desempenho e rendimento de carcaça semelhantes em todos os tratamentos, confirmando o resultado dos estudos anteriores de Rostagno & Barbosa (1995), Hoehler et al. (2005), Sangali (2012), Bertechini et al. (2016) e Sakomura et al. (2016).

O cálculo econômico demonstrou uma redução de cerca de 0,5% no custo da ração por ave, equivalente a aproximadamente US\$ 7.000 por 1 milhão de aves processadas (no local e momento do ensaio).

## CONCLUSÃO

1 kg de produtos de MHA pode ser substituído por 650 g de DLM para obter o mesmo desempenho em níveis padrão e reduzido de aminoácidos SID.

Esta abordagem aumenta a lucratividade geral por reduzir os custos da ração e manter a receita obtida com o lote processado.

Na situação relatada, isto equivale a US\$ 7.000 por 1 milhão de aves processadas.

## COMENTÁRIOS

*“Este experimento confirmou nossa convicção na superioridade do MetAMINO® sobre outras fontes de metionina.”*



Eng. Ehsan Musharbash,  
CEO do Centro Al-Estesharia

# Efeitos da fonte e dos níveis de metionina na dieta sobre a saúde intestinal e marcadores oxidativos de frangos de corte

Estudo realizado no Instituto de Pesquisas em Zootecnia do Irã (ASRI), Irã

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

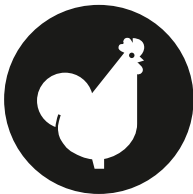
17

18

19



Local:  
Karaj, Irã



Líderes da equipe:  
Dr. Naser Mousavi (ASRI)  
Ali Afsar

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 1.300 pintos de um dia Arbor Acres Plus machos (49,6 ± 0,63)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Alimentação  | dieta à base de milho e soja, três fases; inicial: 0-10 d; crescimento: 11-24 d; terminação: 25-42 d                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Delineamento | Inteiramente casualizado de 9 tratamentos com 6 repetições de 25 aves cada (tratamentos 5 e 8 com 5 repetições)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tratamentos  | <b>T1</b> – Controle negativo deficiente em Met+Cys (média 34,5% abaixo da recomendação)<br><b>T2-T3-T4-T5</b> suplementados com 0,04, 0,08, 0,16 e 0,24% de DL-Met, respectivamente<br><b>T6-T7-T8-T9</b> suplementados com 0,04, 0,08, 0,16 e 0,24% de MHA-FA líquido, respectivamente                                                                                                                                                                                         |
| Parâmetros   | pH do proventrículo, moela, duodeno, jejuno e íleo, três aves/box<br><br>Análise microbiana - conteúdo cecal de três aves/box (agrupado)<br><br>Concentrações hepáticas (duas aves/box) de GPX, SOD, GSH e GSSH, glutathione total<br><br>Para avaliação do efeito conservante de rações das fontes de Met (crescimento de fungos e contagem de bactérias totais na ração) 1 amostra/box, armazenada em temperatura ambiente por 6 semanas e enviada ao laboratório para análise |
| Duração      | 1-42 dias de idade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Local        | Instituto de Pesquisa em Zootecnia do Irã (ASRI), Irã                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

GRÁFICO 1: Efeito de diferentes fontes de Met no pH de diferentes segmentos do TGI Dia 42

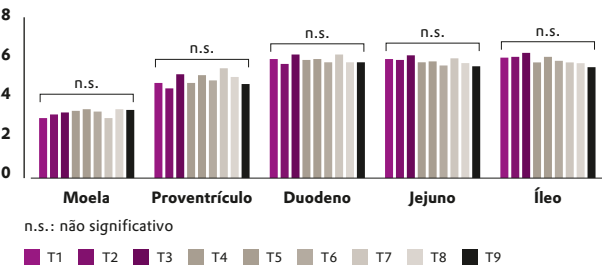


GRÁFICO 2: Efeito de diferentes fontes de Met na contagem bacteriana cecal (log10 UFC/g) de frangos de corte aos 42 dias

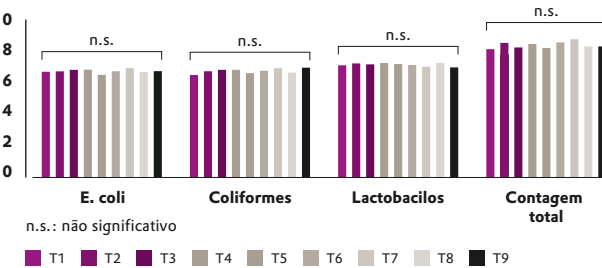


GRÁFICO 3: Efeito de diferentes fontes de Met em biomarcadores oxidativos/fígado d 42

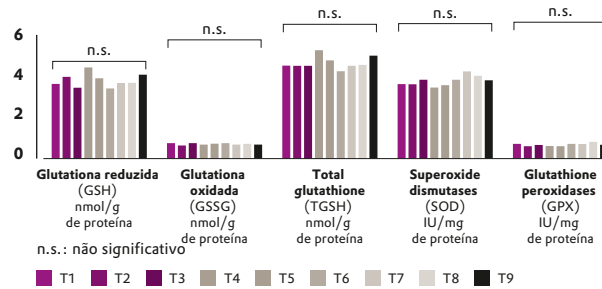
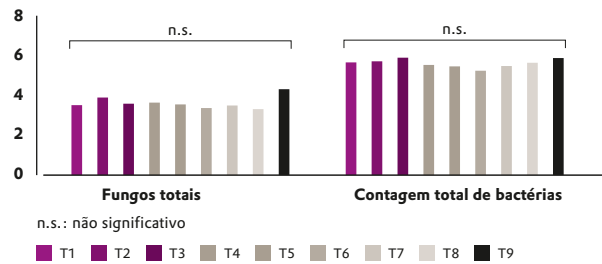


GRÁFICO 4: Efeito de diferentes fontes de Met na contagem total de bactérias e fungos na ração (log10 UFC/g)





## Delineamento

A eficácia funcional de fontes de metionina como ácido orgânico e suas propriedades antioxidantes foram investigadas em frangos Arbor Acres machos.

As aves foram alimentadas com dieta à base de milho e farelo de soja em três fases, de 0 a 42 dias de idade.

O estudo incluiu nove tratamentos, consistindo em um controle negativo e quatro níveis crescentes de suplementação de MHA-FA líquido ou DL-metionina (Tabela 1).

Foram analisados o pH no TGI e as concentrações de várias moléculas indicativas de estado oxidativo (Tabela 1) no fígado, bem como o crescimento de fungos e a contagem de bactérias nas rações experimentais.

## Objetivo

Há pouca informação disponível quanto ao efeito de fontes de metionina na saúde intestinal e no estado antioxidante. Este experimento atual foi realizado para tratar de duas áreas de interesse:

Obter mais informações sobre os efeitos que o MHA-FA e o DL-Met podem ter na saúde intestinal e no estado antioxidante de frangos de corte.

Investigar as propriedades dos ácidos orgânicos do MHA-FA e verificar possíveis vias de ação dos ácidos orgânicos em rações, como 1) proteção da deterioração microbiana durante o armazenamento, 2) geração de ambiente desfavorável para patógenos intestinais e 3) redução do pH intestinal, resultando em aumento da atividade enzimática para auxiliar na digestão.

## Resultados

Não foram encontradas diferenças significativas entre as fontes e níveis de metionina em relação ao estado oxidativo, população microbiana cecal, pH de segmentos do TGI e contagem de bactérias e fungos na ração.

## CONCLUSÃO

Nossos dados indicam que o sistema de defesa antioxidante de aves saudáveis não se beneficia quando o MHA-FA é suplementado em vez do DLM.

Além disso, não há melhorias significativas nas contagens de bactérias e no pH intestinais ou na contagem de fungos e de bactérias totais na ração quando MHA-FA é suplementado em vez de DL-Met.

## COMENTÁRIOS

*“Realizamos uma série de ensaios na universidade e em granjas no Irã. Os resultados de todas as pesquisas confirmaram uma BDR de 65% do MHA-FA líquido em comparação à DL-Met (dados não mostrados).*

*Os nossos dados não confirmam nenhuma das propriedades alegadas de ácido orgânico do MHA-FA líquido”.*



**Ali Afsar,**  
Gerente Técnico de Contas,  
Evonik Iran AG

# A comparação de DL Metionina a MHA-FA em granja comercial confirma 65% de bioeficácia

Experimento realizado na Granja Saba Morgh Noavaran, 2022

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

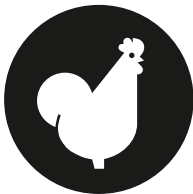
17

18

19



Local:  
Zanzan, Irã



Líderes da equipe:  
Dr. Alireza Rostamkhani  
Ali Afsar

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 6.000 pintos de um dia Ross 308                                                                                                                                                                                |
| Dietas       | À base de milho e farelo de soja Inicial (0-10 triturada), Crescimento (11-24, pellet 3 mm) e Terminação (25-abate, pellets 4 mm)                                                                              |
| Delineamento | Granja única, dividida longitudinalmente, sistemas separados de comedouros e bebedouros                                                                                                                        |
| Tratamentos  | Dietas padrão baseadas na prática comum do cliente;<br>Dieta 1: MHA-FA líquido<br>Dieta 2 MHA-FA líquido substituído por DL-Met usando 65% de BDR                                                              |
| Parâmetros   | Consumo de ração, ganho de peso, peso corporal, data e peso da mortalidade, ganho médio diário (GMD g/a/d), consumo médio diário de ração (CMDR g/a/d), conversão alimentar (CA) e fator de eficiência europeu |
| Duração      | 49 dias                                                                                                                                                                                                        |
| Local        | Zanzan, Irã                                                                                                                                                                                                    |

GRÁFICO 2: Economia com DL-Metionina vs. MHA-FA

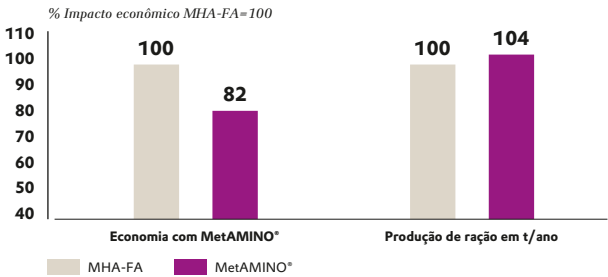


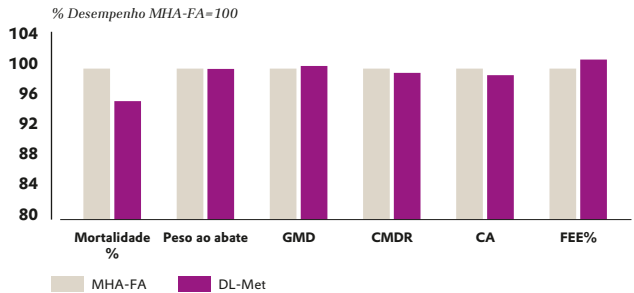
IMAGEM 1: Galpão dividido em duas partes iguais (MHA-FA esquerdo - DL-Met direito, d 36)



IMAGEM 2: Ração distribuída a cada parte por silos diferentes



GRÁFICO 1: Desempenho comparado ao MHA-FA



Fator de eficiência europeu, FEE = (viabilidade (%) x peso vivo (kg)) / (idade (dias) x CA) x 100



## Delineamento

O experimento foi realizado em um aviário de ambiente controlado dividido em duas partes iguais, com um total de 6.000 (3.000 em cada) pintos de um dia Ross 308 (40 g).

Foram utilizadas dietas semelhantes, à base de milho e soja e suplementadas com MHA-FA líquido ou DL-Met. A suplementação de DL-Met foi definida como 65% da suplementação de MHA-FA líquido em todas as fases: Inicial (MHA-FA 0,368%; DL-Met 0,239%), Crescimento (MHA-FA 0,313; DL-Met 0,203%) e Terminação (MHA-FA 0,237, DL-Met 0,154%).

As rações foram distribuídas a cada lado do aviário através de sistemas separados.

O consumo de ração foi medido ao final de cada fase (oferta - sobras).

A data e o peso das mortalidades foram registrados diariamente.

O peso corporal e o ganho de peso foram registrados no final de cada fase e após a apanha do lote no final do experimento (Dia 49).

O ganho médio diário (GMD), o consumo médio de ração (CMDR), a conversão alimentar (CA) e o fator de eficiência europeu foram calculados ao final do experimento.

## Objetivo

O principal objetivo do experimento foi validar que, nos níveis de granjas comerciais, cada kg de MHA-FA líquido poderia ser substituído por 0,65 kg de DL-Met e obter o mesmo desempenho.

## Resultados

A substituição de 100 partes de MHA-FA líquido por 65 partes de DL-Met na ração de frangos resultou no mesmo desempenho.

Foram observadas algumas melhorias numéricas na CA e no FEE.

## CONCLUSÃO

Os resultados do ensaio atual confirmaram estudos anteriores de que 1 kg de MHA-FA pode ser substituído por 650 g de MetAMINO® para obter o mesmo nível de desempenho.

Pode-se esperar melhorias econômicas e economia do custo de ração significativas com a troca da fonte de metionina e com o aumento da capacidade de produção da fábrica de rações.

## COMENTÁRIOS

*“Os resultados deste experimento atual indicam que podemos substituir 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-Met e obter o mesmo desempenho.”*



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





# Ásia-Pacífico

**16** China / PROXYMet™ / 838.000 patos Cherry Valley

**17** China / PROXYMet™ / 212.000 frangos de corte Ross 308

**18** China / PROXYMet™ / 379.300 patos Cherry Valley

**19** China / PROXYMet™ / 120.000 poedeiras semipesadas Hy-Line

# Efeito do PROXYMet™ e MHA-FA no desempenho de patos de corte

Ensaio comercial conduzido por cliente na província de Henan, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

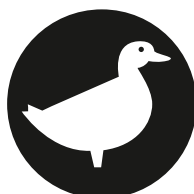
17

18

19



Local:  
Henan, China



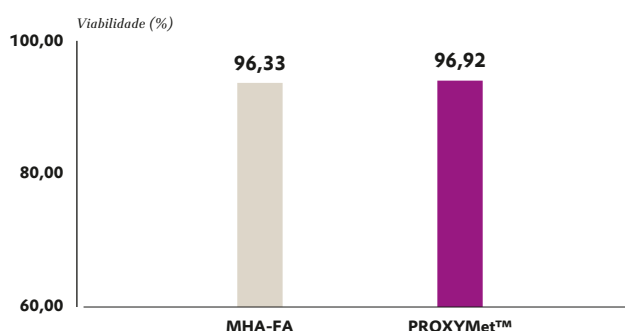
Líderes da equipe:  
Mr. Daniel Gao  
Dr. Brian Wang

**TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos**

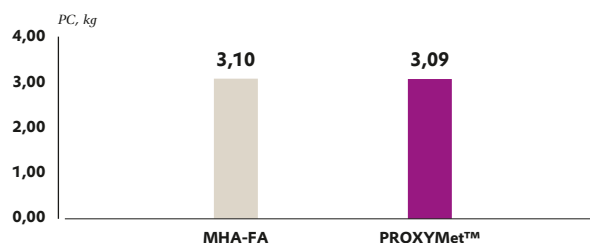
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aves</b>         | 838.000 patos Cherry Valley                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Dietas</b>       | Ração comercial de patos inicial (1-14d) e crescimento (15-39d)                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Delineamento</b> | Foram utilizados 83 galpões divididos em dois tratamentos:<br><br>Tratamento MHA-FA: Ração com inclusão de MHA-FA (2,5kg/t na inicial, 2,2kg/t na de crescimento);<br><br>Tratamento PROXYMet™: Ração com inclusão de PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário) nos mesmos níveis |
| <b>Alimentação</b>  | 49 galpões receberam a ração com MHA-FA e 34 galpões, a ração com PROXYMet™                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Parâmetros</b>   | Viabilidade, peso final, conversão                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Duração</b>      | 38-39 dias                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Local</b>        | Granjas comerciais em Henan                                                                                                                                                                                                                                                              |



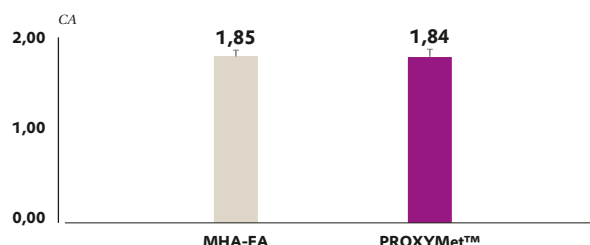
**GRÁFICO 1: Mesmo efeito do PROXYMet™ e de MHA-FA na viabilidade dos patos**



**GRÁFICO 2: Mesmo efeito do PROXYMet™ e MHA-FA no peso corporal dos patos**



**GRÁFICO 3: Efeito do PROXYMet™ e MHA-FA igual na conversão alimentar dos patos**





## Delineamento

No total, 83 galpões de patos Cherry Valley (total de 838.000 patos) foram avaliados neste ensaio comercial. Os patos do grupo controle (tratamento MHA-FA) receberam ração com inclusão de MHA-FA (tratamento MHA-FA) e os do grupo de tratamento (tratamento PROXYMet™) receberam ração com inclusão de PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário). Os níveis de inclusão de MHA-FA e de PROXYMet™ nas dietas foram idênticos (2,5kg/t na dieta inicial, 2,2kg/t na dieta de crescimento).

A dieta com MHA-FA foi fornecida a 49 galpões e a dieta com PROXYMet™ a 34 galpões. Os níveis nutricionais da dieta basal foram idênticos. A única diferença foi a fonte de metionina (MHA-FA ou PROXYMet™). Foi aplicado um programa de alimentação em duas fases: inicial (1-14d) e crescimento (15-39d).

## Objetivo

O objetivo deste ensaio foi determinar o efeito da substituição de MHA-FA pelo mesmo nível de PROXYMet™ (65% DL-Metionina) no desempenho de patos em condições comerciais.

## Resultados

- Os patos dos tratamentos MHA-FA e PROXYMet™ tiveram viabilidade semelhante (96,33% vs. 96,92%).
- Os patos dos tratamentos MHA-FA ou PROXYMet™ tiveram peso final semelhante (3,10 vs. 3,09 kg).
- Os patos dos tratamentos MHA-FA ou PROXYMet™ tiveram CA semelhante (1,85 vs. 1,84).
- Não foi observada diferença no desempenho dos patos entre os tratamentos. No entanto, a substituição de MHA-FA por partes iguais de PROXYMet™ na ração dos patos pode reduzir o custo da suplementação da fonte de Met na ração.

**TABELA 2: Economia de custos com diferentes fontes de metionina por tonelada de ração**

|                  | Preço, RMB/kg | Dosagem, kg/t | Custo de Met, RMB/t | Redução de custos  |
|------------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------|
| <b>MHA-FA</b>    | 13,6          | 2,35          | 32,0                |                    |
| <b>PROXYMet™</b> | 11,05         | 2,35          | 26,0                | 6.0 RMB/t de ração |

## CONCLUSÃO

O PROXYMet™ (65% de DL-metionina) pode substituir quantidades iguais de MHA-FA nas rações sem provocar diferenças nos parâmetros de desempenho, de acordo com este ensaio comercial em larga escala.

Este ensaio comercial confirmou que o valor nutricional do MHA-FA é de 65% em relação à DLM.

## COMENTÁRIOS

*“O PROXYMet™ (65% de DL-metionina) pode substituir partes iguais de MHA-FA, o que significa que o valor nutricional do MHA-FA é de 65% em relação à DLM e economizar custos quando a DLM é usada em vez de MHA-FA.”*



**Mr. Daniel Gao,**  
Gerente de Vendas da  
Evonik China

# O ensaio de desempenho em uma granja comercial confirmou que 65 partes de DL-Metionina podem substituir 100 partes de MHA-FA em dietas de frangos de corte

Ensaio realizado pelo na província de Shandong, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

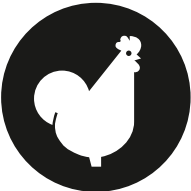
17

18

19



Local:  
Shandong, China

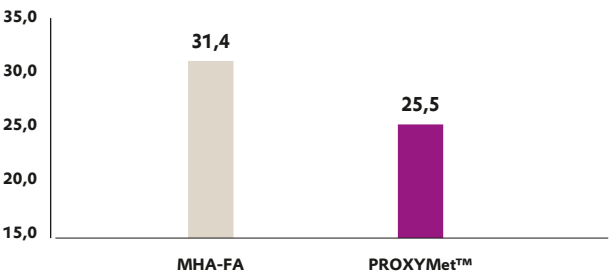


Líderes da equipe:  
Dr. Mandy Yan, Joe Wang

| TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos |                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves                                                     | 212.000 frangos ROSS 308                                                                                                            |
| Dietas                                                   | Dietas comerciais à base de trigo, arroz e farelo de soja fornecidas em 4 fases (1-10, 11-20, 21-30, 31-40 d)                       |
| Delineamento                                             | Grupo Controle, MHA-FA, com 4 repetições;<br>Grupo experimental, PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário), com 4 repetições |
| Alimentação                                              | Os frangos foram alimentados em sistema de gaiola nas condições comerciais do cliente                                               |
| Parâmetros                                               | Peso final (kg), consumo de ração (kg), conversão alimentar, viabilidade (%), FEE                                                   |
| Duração                                                  | 40 dias                                                                                                                             |
| Local                                                    | Shandong                                                                                                                            |

GRÁFICO 1: Economia com DL-Metionina vs. MHA-FA

Custo da fonte de metionina/ tonelada de ração



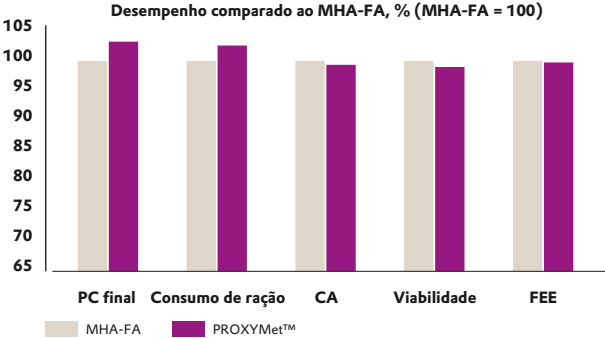
| Fonte de Metionina | Custo (RMB/kg) |
|--------------------|----------------|
| MHA-FA             | 31,4           |
| PROXYMet™          | 25,5           |

Preço do MHA-FA em RMB 13,60/kg vs. a RMB 17,00/kg x 65% = RMB 11,05/kg PROXYMet™

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

GRÁFICO 2: Desempenho comparado ao MHA-FA

Desempenho comparado ao MHA-FA, % (MHA-FA = 100)



| Métrica          | MHA-FA (%) | PROXYMet™ (%) |
|------------------|------------|---------------|
| PC final         | 100        | 102           |
| Consumo de ração | 100        | 102           |
| CA               | 100        | 98            |
| Viabilidade      | 100        | 98            |
| FEE              | 100        | 100           |





## Delineamento

No total, 212.000 frangos ROSS 308 foram criados em uma granja em 8 galpões. Frangos de 4 galpões receberam as dietas com MHA-FA, como grupo controle, e os dos outros 4 galpões receberam dietas com **PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário)**, como grupo experimental. O número de frangos em cada galpão variou entre 28.000 e 25.000, dependendo do tamanho do galpão. Foram aplicadas as práticas de manejo padrão do cliente em condições comerciais.

## Objetivo

O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da substituição de 100 partes de MHA-FA por 65 partes de DL-metionina no desempenho de frangos de corte nas condições comerciais do cliente.

## Resultados

Não houve diferenças no peso final, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade e FEE (fator de eficácia europeu) entre as aves que receberam PROXYMet™ ou MHA-FA (Gráfico 2). Pode-se economizar cerca de 6 RMB/t de ração de frangos ao usar PROXYMet™ em vez de MHA-FA (Gráfico 1 e Tabela 2).

**TABELA 2:** Economia de custos com diferentes fontes de metionina por tonelada de ração

|                  | Preço, RMB/kg | Dosagem, kg/t | Custo de Met, RMB/t | Redução de custos  |
|------------------|---------------|---------------|---------------------|--------------------|
| <b>MHA-FA</b>    | 13,6          | 2,31          | 31,4                |                    |
| <b>PROXYMet™</b> | 11,05         | 2,31          | 25,5                | 5,9 RMB/t de ração |

## CONCLUSÃO

1 kg de MHA-FA pode ser substituído diretamente pelo mesmo peso do produto PROXYMet™ sem comprometer o desempenho de frangos de corte ROSS 308.

Os resultados do ensaio de larga escala indicam que um cliente pode usar 650 g de MetAMINO® para substituir 1 kg de MHA-FA em rações de frangos de corte para obter economia de custos em condições comerciais.

Este ensaio comercial confirma que o valor nutricional do MHA-FA é de 65%, como recomendado pela Evonik.

## COMENTÁRIOS

*“O cliente ficou convencido com os resultados e começou a usar DLM em vez de MHA-FA.”*



**Dr. Mandy Yan,**  
Gerente Técnica,  
Evonik China

# Comparação entre PROXYMet™ e MHA-FA em patos de corte

Ensaio realizado pelo na província de Shandong, 2021

EXP.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19



Local:  
Shandong, China



Líderes da equipe:  
Dr. Lorin Zhang

TABELA 1: Delineamento Experimental, Materiais e Métodos

|              |                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aves         | 379.300 patos Cherry Valley                                                                                                                                 |
| Dietas       | Rações comerciais à base de milho e mistura de farelos inicial, de crescimento e de terminação                                                              |
| Delineamento | As aves do grupo controle receberam MHA-FA e os do grupo tratamento receberam PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário)                              |
| Alimentação  | 10 clientes usaram ração formulada com MHA-FA e 13 clientes usaram ração formulada com PROXYMet™. As dietas foram idênticas, exceto pela fonte de metionina |
| Parâmetros   | Peso final (kg), consumo de ração (kg), conversão alimentar, viabilidade (%)                                                                                |
| Duração      | 39 dias                                                                                                                                                     |
| Local        | Shandong                                                                                                                                                    |

GRÁFICO 1: Peso corporal (kg)

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

GRÁFICO 2: Conversão alimentar

| Grupo     | Conversão alimentar |
|-----------|---------------------|
| MHA-FA    | 1,83                |
| PROXYMet™ | 1,84                |

GRÁFICO 3: Viabilidade

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

GRÁFICO 4: Economia com DL-Metionina vs. MHA-FA

Custo da fonte de metionina/10.000 frangos de corte (RMB)

| Grupo     | Custo (RMB) |
|-----------|-------------|
| MHA-FA    | 1845        |
| PROXYMet™ | 1504        |

- Preço do MHA-FA de RMB 13,60/kg vs. DLM de RMB 17,00/kg x 65% = RMB 11,05/kg PROXYMet™
- Custo = Consumo de ração x dosagem de MHA ou PROXYMet™ x Preço x 10.000 patos
- Consumo médio total de ração por pato no grupo MHA e no grupo PROXYMet™, 5,43 vs. 5,45 kg



## Delineamento

No total, 379.300 patos foram utilizados neste ensaio comercial. Os patos do grupo controle receberam dietas formuladas com MHA-FA e os do grupo tratamento, dietas formuladas com PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário). O grupo controle incluiu 10 clientes com 168.000 patos e o grupo tratamento, 13 clientes com 211.300 patos.

A dosagem de MHA-FA e PROXYMet™ foi idêntica nas dietas respectivas.

## Objetivo

Validar que o PROXYMet™ pode substituir o MHA-FA em rações comerciais de patos de corte sem comprometer o desempenho zootécnico.

Fornecer evidências aos clientes para trocarem o MHA-FA pela DL-metionina.

## Resultados

Os patos dos grupos MHA-FA e PROXYMet™ tiveram peso final semelhante (2,97 vs. 2,95 kg; Gráfico 1).

Não houve diferenças no consumo de ração, conversão alimentar (Gráfico 2) e viabilidade (Gráfico 3) entre os dois grupos durante todo o período.

É possível economizar 341 RMB ao criar 10.000 patos usando PROXYMet™ em vez de MHA-FA (Gráfico 4 e Tabela 2).

**TABELA 2:** Economia de custos de diferentes fontes de metionina por 10.000 patos

|                  | Preço,<br>RMB/kg | Dosagem,<br>kg/MT | Consumo médio<br>de ração total,<br>kg/pato | Consumo<br>calculado de Met,<br>kg/10.000 patos | Custo de Met,<br>RMB/<br>10.000 patos | Economia de<br>custos/<br>10.000 patos |
|------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>MHA-FA</b>    | 13,6             | 2,5               | 5,43                                        | 135,65                                          | 1845                                  |                                        |
| <b>PROXYMet™</b> | 11,05            | 2,5               | 5,45                                        | 136,13                                          | 1504                                  | 341 RMB                                |

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

2) Custo = Consumo de ração x dosagem de MHA ou PROXYMet™ x Preço x 10.000 patos,

3) Consumo médio total de ração por pato no grupo MHA e no grupo PROXYMet™: 5,43 vs. 5,45 kg

## CONCLUSÃO

1 kg de MHA-FA pode ser diretamente substituído pelo mesmo peso de PROXYMet™, sem prejudicar o desempenho de patos de corte.

Os resultados deste ensaio de larga escala indicam que as fábricas de rações podem usar 650 g de MetAMINO® para substituir 1 kg de MHA-FA na ração de patos em condições comerciais.

Este ensaio comercial confirmou que o valor nutricional do MHA-FA é de 65% em relação à DL-metionina

## COMENTÁRIOS

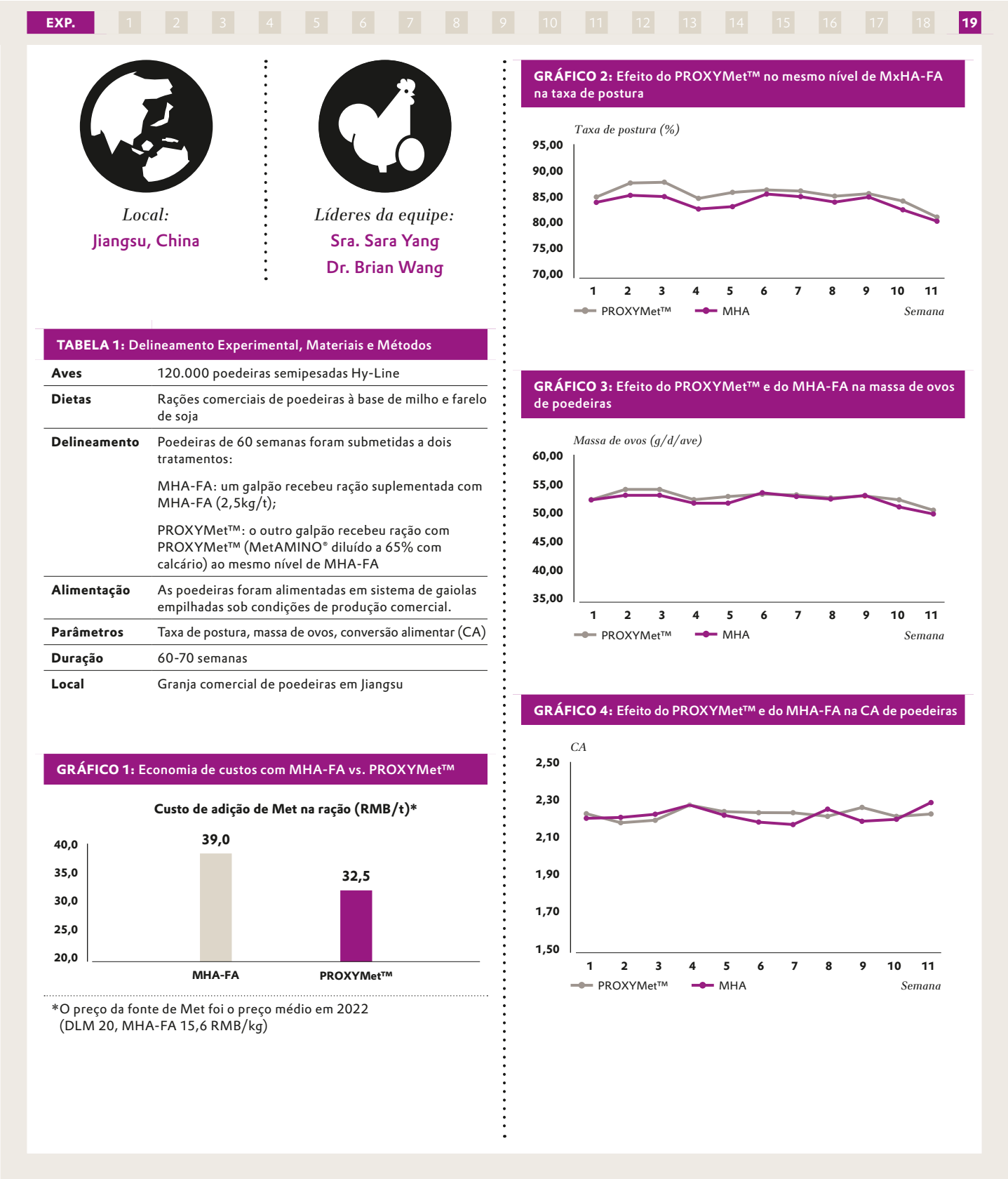
*“O cliente ficou muito satisfeito com os resultados do teste e trocou o MHA-FA pela DLM.”*



**Dr. Lorin Zhang,**  
Gerente Sênior de Vendas da  
Evonik China

# Efeito do PROXYMet™ ao mesmo nível do MHA-FA no desempenho de poedeiras

Ensaio realizado pelo cliente na província de Jiangsu, 2022





## Delineamento

Dois galpões com um total de 120.000 poedeiras semipesadas Hy-Line foram usados neste ensaio comercial. As poedeiras de um galpão receberam uma ração com MHA-FA (2,5kg/t) e as do outro galpão, ração com igual nível de PROXYMet™ (MetAMINO® diluído a 65% com calcário). A ração basal comercial de poedeiras, à base de milho e farelo de soja, foi idêntica, exceto pela fonte de metionina. As poedeiras foram alojadas em um sistema de gaiolas empilhadas sob condições de produção comercial. A duração do ensaio foi de 60-70 semanas. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: taxa de postura, massa de ovos e conversão alimentar.

## Objetivo

O objetivo deste ensaio foi determinar o efeito da substituição de partes iguais de MHA-FA por PROXYMet™ (65% DL-metionina) no desempenho de poedeiras em condições comerciais.

## Resultados

Poedeiras de 60-70 semanas que receberam a ração com PROXYMet™ não apresentaram diferença na taxa de postura, massa de ovos ou conversão alimentar em comparação às que receberam ração com a mesma quantidade de MHA-FA.

A substituição de MHA-FA por partes iguais de PROXYMet™ na ração de poedeiras pode economizar cerca de 6,5 RMB/t no custo da suplementação de Met (32,5 vs. 39,0 RMB/t).

**TABELA 2:** Economia de custos com diferentes fontes de metionina por tonelada de ração

|           | Preço, RMB/kg | Dosagem, kg/t | Custo de Met, RMB/t | Redução de custos  |
|-----------|---------------|---------------|---------------------|--------------------|
| MHA-FA    | 15,6          | 2,5           | 39,0                |                    |
| PROXYMet™ | 13,0          | 2,5           | 32,5                | 6,5 RMB/t de ração |

## CONCLUSÃO

A substituição de MHA-FA por quantidades iguais de PROXYMet™ na ração de poedeiras não afetou os parâmetros de desempenho neste ensaio comercial de larga escala.

Este ensaio comercial confirmou que o valor nutricional do MHA-FA é de 65% em relação à DLM.

O uso de PROXYMet™ para substituir a mesma quantidade de MHA-FA na ração de poedeiras pode reduzir o custo de suplementação de Met.

## COMENTÁRIOS

*“O cliente aceitou que o valor nutricional do MHA-FA é de 65% em relação à DLM, de acordo com este ensaio. Substituir partes iguais de MHA-FA por PROXYMet™ (65% DL-metionina) pode reduzir os custos da ração.”*

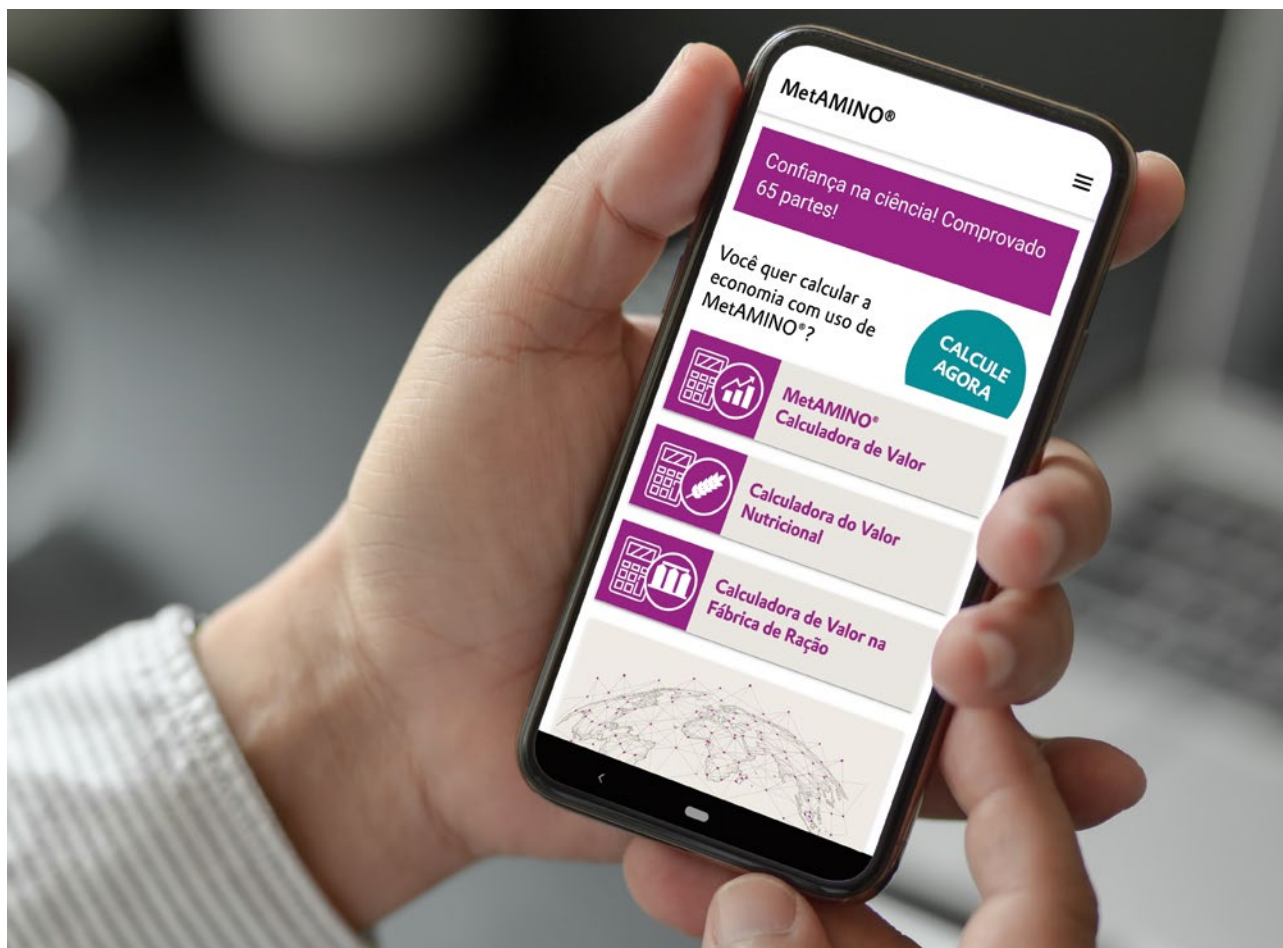


**Dr. Brian Wang,**  
Gerente de Serviços Técnicos  
Evonik China

# Aplicativo MetAMINO® Calculator

Quer calcular o quanto você pode economizar com MetAMINO®?

Temos três calculadoras diferentes que podem ser usadas de acordo com o as suas necessidades.



**BAIXE O APLICATIVO**

**GRATUITAMENTE AQUI:**



Página  
MetAMINO®  
Calculator,  
chinês

[metamino.com](http://metamino.com)



**MetAMINO®**

Confiança na ciência! Comprovado 65 partes!

Você quer calcular a economia com uso de MetAMINO®?

**CALCULE AGORA**

**MetAMINO®**  
**Calculadora de Valor**

A **Calculadora de Valor MetAMINO®** pode ser usada para melhorar a relação custo-benefício na compra

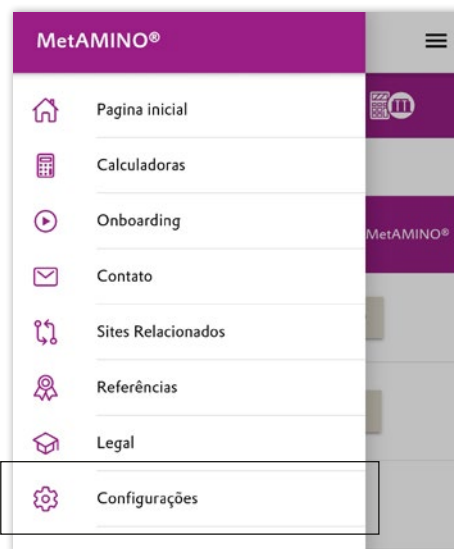
**Calculadora do Valor Nutricional**

A **Calculadora de Valor Nutricional** avalia a relação Met+Cys:Razão Lys de acordo com a fonte e o nível de metionina suplementada na dieta

**Calculadora de Valor na Fábrica de Ração**

A calculadora de valor da fábrica de ração otimiza o rendimento dos lotes de ração, calculando o tempo de mistura ao utilizar MHA-FA líquido ou DL-metionina em pó

## Menu – Início – Configuração



### Configurações

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Língua           | Português ▾       |
| Moeda            | Euro ▾            |
| Sistema unitário | Sistema métrico ▾ |

### Sistema de medidas

Sistema métrico  
Sistema imperial

### Idioma

Chinês | Inglês | Francês | Alemão |  
Português | Espanhol

### Moeda

Peso argentino, dólar australiano, real brasileiro, dólar canadense, yuan chinês, rupia indiana, iene japonês, peso mexicano, libra esterlina, rublo russo, rand sul-africano, won sul-coreano, franco suíço, lira turca, baht tailandês, dong vietnamita

PORQUE TEM A VER COM

# EXPERTISE

## Seção 2

Vídeos





## Visão Geral

- 1 "BAM! Disponibilidade biológica da metionina e seus análogos"
- 2 "Benefícios além do crescimento: Como os níveis e as fontes de metionina melhoram a saúde das aves", em cooperação com a Feed Strategy (ver seção 1, experimento n. 5)
- 3 "PROXYMet™: uma mistura de 65% de DL-metionina e 35% de carbonato de cálcio para substituir MHA-FA/Ca um por um"
- 4 "Efeitos de fontes suplementares de metionina e proteína bruta no desempenho de frangos de corte Ross 708 machos", em cooperação com o Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual da Pensilvânia, University Park, PA 16802, EUA (ver seção 1, experimento n. 5)
- 5 "Estratégias sustentáveis de alimentação com baixo teor de proteína possibilitam melhor desempenho de sustentabilidade e diminuem a poluição por nitrogênio"
- 6 "Importância da metionina como aditivo alimentar e sua relevância econômica", em cooperação com WATT POULTRY (ver seção 1, ensaio n. 8)
- 7 "Avaliação de fontes de metionina no desempenho e características de carcaça de frangos de corte com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados na dieta sob condições do norte da Europa e do Oriente Médio" (ver seção 1, experimentos n. 9 e 13)
- 8 "A suplementação de DL-metionina a 65% de MHA-FA promove desempenho semelhante em frangos de corte" (ver seção 1, experimento n. 13)
- 9 "Seja preciso com a 'bioeficácia precisa' na nutrição de suínos"
- 10 Metionina Um nutriente funcional para uma Revolução Azul mais verde"
- 11 Qual a importância da homogeneidade da mistura e da precisão da dosagem
- 12 Como o Mepron® pode beneficiar sua granja
- 13 Produção lucrativa de leite com as soluções da Evonik
- 14 inoSust®
- 15 Podcast de Sustentabilidade

## 1. BAM!

### Disponibilidade biológica de metionina e seus análogos

Neste vídeo, o Dr. Andreas Lemme

- explica porque é importante considerar a eficácia biológica da metionina e seus análogos
- explica que os métodos clássicos, como os ensaios de digestibilidade, não são suficientes para responder à questão da disponibilidade biológica dos hidroxianálogos da metionina.
- explica como a biodisponibilidade biológica relativa é determinada.
- fornece informações sobre a validação do método de determinação da biodisponibilidade relativa
- sugere como todos podem testar e validar a recomendação da Evonik de 65% de biodisponibilidade para hidroxianálogos metionina em relação ao MetAMINO®.





## 2. Benefícios além do desempenho: Como os níveis e fontes de metionina melhoram a saúde das aves

Nosso Diretor de Serviços Técnicos para a região das Américas, @Victor Naranjo, foi entrevistado pela Feed Strategy sobre “Benefícios além do crescimento: Como os níveis e fontes de metionina melhoram a saúde das aves”.

Na entrevista, fala das diferenças entre a DL-Met e o MHA e qual dos dois têm melhor função antioxidante. Também destaca os outros benefícios da DL-Met:

- Biodisponibilidade
- Propriedades de manuseio
- Melhor empenamento
- Desempenho de saúde
- Assim como algumas de nossas pesquisas em andamento sobre este tema.



SEÇÃO 1. ENSAIO N. 5

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

### 3. PROXYMet™: uma mistura de 65% de DL-metionina e 35% de carbonato de cálcio para substituir o MHA-FA/Ca um para um

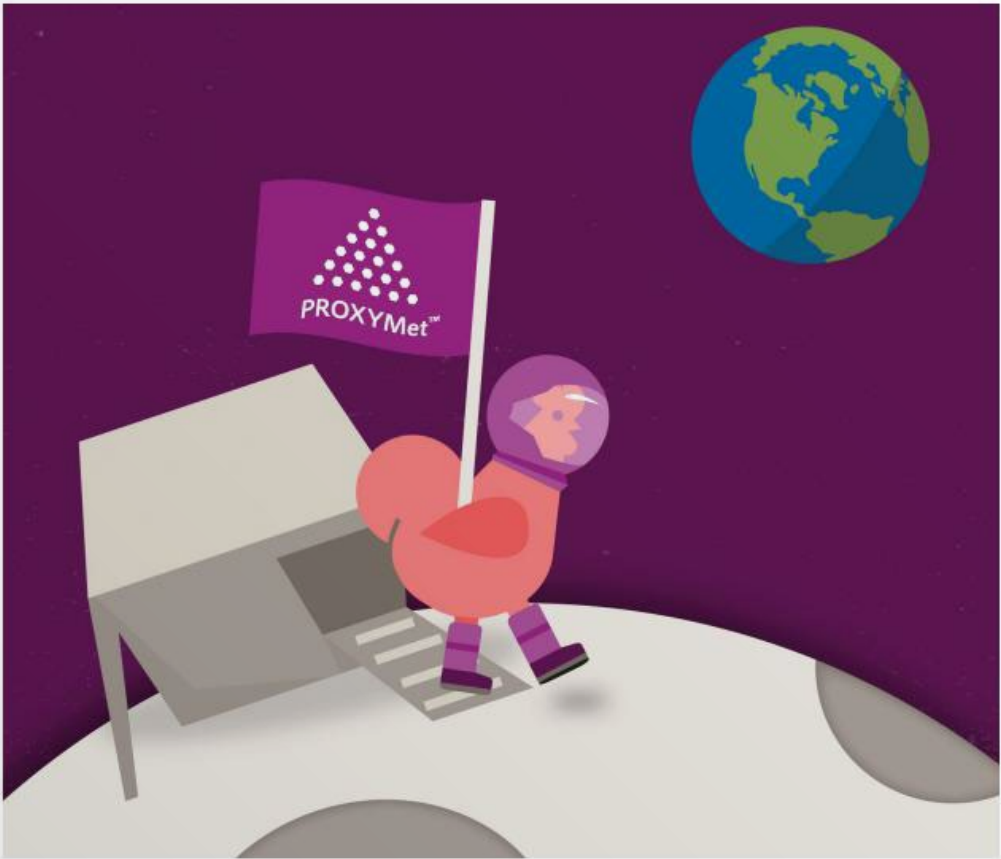
**One small trial.  
One giant leap for  
your methionine  
savings.**

**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](http://www.proxymet.com)





Scan the QR code to watch the PROXYMet video



Ir para o site



#### SEÇÃO 1. PROXYMET



#### 4. Efeitos de fontes de suplementação de metionina e proteína bruta no desempenho de frangos de corte Ross 708 machos



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 5



SEÇÃO 4, ARTIGO N. 8

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 5. Estratégias sustentáveis de alimentação com baixo teor de proteína promovem maior sustentabilidade e diminuem a poluição por nitrogênio

A implementação de rações com níveis reduzidos de proteína e aminoácidos balanceados pode mitigar o impacto negativo da produção animal no ciclo biogeoquímico do nitrogênio, contribuindo para a manutenção dos processos naturais da Terra. Segundo a uma regra prática do setor de rações, a redução de 1% no nível de proteína na ração, mantendo o balanço do perfil de aminoácidos, reduz em 10% a excreção de nitrogênio e, portanto, seu o impacto ambiental negativo. Estas estratégias promovem a produção animal sustentável e garantem um espaço operacional seguro e estável para as gerações futuras.



VER SEÇÃO 4, ARTIGO N. 27



## 6. Importância da Metionina como aditivo alimentar e sua relevância econômica

Este webinar traz duas contribuições sobre a importância da metionina como aditivo de rações. A metionina é um aminoácido essencial e limitante na maioria das dietas avícolas práticas, o que torna necessário equilibrar o perfil de aminoácidos da dieta com a suplementação de metionina. Quando se considera a redução da proteína e a precisão nutricional na formulação, essa importância é ainda maior. Finalmente, a relação custo-eficácia é fundamental quando os preços das matérias primas de rações são elevados. A aplicação correta da metionina suplementar pode ajudar a reduzir custos e a garantir, ao mesmo tempo, o desempenho animal ideal.



SEÇÃO 1. ENSAIO N. 8



SEÇÃO 4. ARTIGOS E RESUMOS N. 4



SEÇÃO 4. ARTIGOS E RESUMOS N. 6

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 7. Avaliação de fontes de metionina no desempenho e características de carcaça de frangos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados nas condições do Norte da Europa e do Oriente Médio



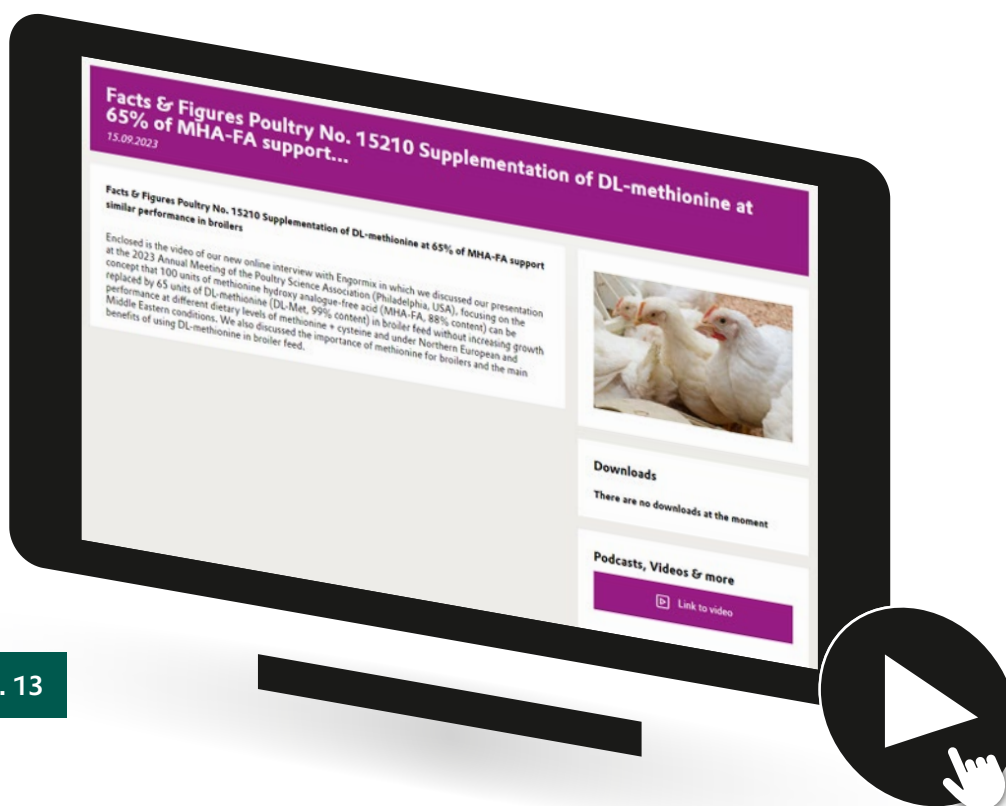
SEÇÃO 1, ENSAIO N. 9



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 13



## 8. A suplementação de DL-Metionina a 65% de MHA-FA promove desempenho semelhante em frangos de corte



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 13



Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 9. Seja preciso com a “bioeficácia precisa” na nutrição de suínos





## 10. Metionina: Um nutriente funcional para uma Revolução Azul mais verde



Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 11. Qual a importância da homogeneidade da mistura e da precisão da dosagem





## 12. Como o Mepron® pode beneficiar sua granja



## 13. Produção de leite lucrativa com as soluções da Evonik



## 14. inoSust®

A oferta de serviços da Evonik que ajuda os clientes a calcularem e a reduzirem a pegada ambiental da produção de rações e de rações e proteína animal.



VER SEÇÃO 4, ARTIGO N. 27



## 15. Podcast de Sustentabilidade

Ouçá as ideias e as análises de líderes de opinião sobre a sustentabilidade da nutrição e da produção animal. A tarefa de alimentar uma população mundial cada vez maior, mantendo o meio ambiente saudável, é fundamental porque é uma questão de vida.

### COMO ALIMENTAR UMA POPULAÇÃO CADA VEZ MAIOR FORMA SAUDÁVEL SEM PREJUDICAR O PLANETA?

Essa é um problema urgente que os setores de nutrição e produção animal devem enfrentar e tentaremos encontrar respostas em nosso podcast.

Mensalmente, as principais vozes e líderes de opinião do setor vão nos falar de suas ideias inovadoras sobre os desafios e soluções para tornar a nutrição e a produção mais sustentáveis.

Porque a tarefa de alimentar as gerações futuras de forma sustentável é uma questão que afeta a todos nós. É um desafio global que necessita de soluções globais. Vamos fazer isso com base na ciência.

Quer saber mais? Então, continue nos acompanhando!



PORQUE TEM A VER COM  
**FATOS**

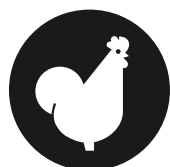
## **Seção 3**

Recomendações de Aminoácidos





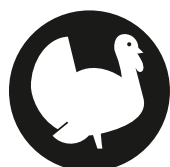
## Visão Geral



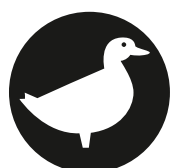
1 Frangos de corte



2 Poedeiras



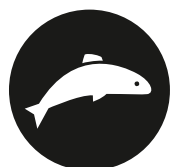
3 Perus



4 Patos



5 Suínos



6 Aquicultura

# 1. Frangos de corte

## Recomendações para frangos de corte

### Aminoácidos e mais



#### Frangos machos

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

| Dias    | Energia Metabolizável |           | 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      |

#### Frangos fêmeas

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

| Dias    | E, Metabolizável |           | 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 um consumo de ração de aproximadamente 350-400 g/ave.

As informações e todas as recomendações técnicas ou não são baseadas no conhecimento e experiência atuais da Evonik. No entanto, a Evonik não assume qualquer responsabilidade por tais informações ou recomendações, inclusive na medida em que tais informações ou recomendações possam estar relacionadas a direitos de propriedade intelectual de terceiros. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações nas informações ou conselhos a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, E NÃO SERÁ RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO OU SUA ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NÃO SE RESPONSABILIZA POR DANOS RESULTANTES, INDIRETOS OU EVENTUAIS (INCLUSIVE PERDA DE LUCROS) DE QUALQUER TIPO. É de exclusiva responsabilidade do cliente providenciar a inspeção e teste de todos os produtos por especialistas qualificados. A referência a nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados.

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

03/2016

Evonik. Power to create.

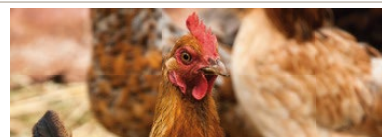




## 2. Poedeiras

### Recomendações para Poedeiras

#### Aminoácidos e mais



#### Poedeiras

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (consumo diário 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       |

#### Poedeiras

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

| Consumo (g/d) | Energia metabolizável |           | Lys  | Met  | Met + Cys | Thr  | Trp  | Arg  | Ile  | Leu  | Val  | His  | Phe + Tyr |
|---------------|-----------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
|               | (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      |

As informações e todas as recomendações técnicas ou não são baseadas no conhecimento e experiência atuais da Evonik. No entanto, a Evonik não assume qualquer responsabilidade por tais informações ou recomendações, inclusive na medida em que tais informações ou recomendações possam estar relacionadas a direitos de propriedade intelectual de terceiros. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações nas informações ou conselhos a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, E NÃO SERÁ RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO OU SUA ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NÃO SE RESPONSABILIZA POR DANOS RESULTANTES, INDIRETOS OU EVENTUAIS (INCLUSIVE PERDA DE LUCROS) DE QUALQUER TIPO. É de exclusiva responsabilidade do cliente providenciar a inspeção e teste de todos os produtos por especialistas qualificados. A referência a nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados.

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

03/2016

Evonik. Power to create.



Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 3. Perus

# Recomendações para Perus

## Aminoácidos e mais



### Perus Pesados

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

| Sexo   | Semanas | E. Metabolizável |           | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 16-20   |                  |           |      |      |           |      |      |      |      |      |      |      |

### Perus Semipesados

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

| Sexo   | Semanas | E. Metabolizável |           | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 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 |
| Fêmeas | 14-15   |                  |           |      |      |           |      |      |      |      |      |      |      |

As informações e todas as recomendações técnicas ou não são baseadas no conhecimento e experiência atuais da Evonik. No entanto, a Evonik não assume qualquer responsabilidade por tais informações ou recomendações, inclusive na medida em que tais informações ou recomendações possam estar relacionadas a direitos de propriedade intelectual de terceiros. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações nas informações ou conselhos a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, E NÃO SERÁ RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO OU SUA ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NÃO SE RESPONSABILIZA POR DANOS RESULTANTES, INDIRETOS OU EVENTUAIS (INCLUSIVE PERDA DE LUCROS) DE QUALQUER TIPO. É de exclusiva responsabilidade do cliente providenciar a inspeção e teste de todos os produtos por especialistas qualificados. A referência a nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados.

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

### Recomendações para Patos de Pequim

#### Aminoácidos e mais



##### Patos

Recommendations for Total Amino Acids (% of diet)

| Dias  | Energia metabolizável |           | 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 |

As informações e todas as recomendações técnicas ou não são baseadas no conhecimento e experiência atuais da Evonik. No entanto, a Evonik não assume qualquer responsabilidade por tais informações ou recomendações, inclusive na medida em que tais informações ou recomendações possam estar relacionadas a direitos de propriedade intelectual de terceiros. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações nas informações ou conselhos a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, E NÃO SERÁ RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO OU SUA ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NÃO SE RESPONSABILIZA POR DANOS RESULTANTES, INDIRETOS OU EVENTUAIS (INCLUSIVE PERDA DE LUCROS) DE QUALQUER TIPO. É de exclusiva responsabilidade do cliente providenciar a inspeção e teste de todos os produtos por especialistas qualificados. A referência a nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados.

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

03/2016

Evonik. Power to create.



Seção 1

Seção 2

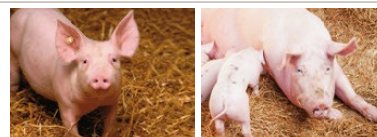
Seção 3

Seção 4

## 5. Suínos

### Recomendações para Suínos

#### Aminoácidos e mais



#### Suínos em Crescimento

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)\*

| Peso corporal (kg) | Energia líquida** |           | Lys  | Met  | Met+Cys | Thr  | Trp  | Arg  | Ile  | Leu  | Val  | His  | Phe+ Tyr | Lys       | Lys         |
|--------------------|-------------------|-----------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-------------|
|                    | (MJ/kg)           | (Mcal/kg) |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |          | (g/MJ EL) | (g/Mcal EL) |
| < 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        |

#### Matrizes Suínas

Recomendações de Aminoácidos em Digestibilidade Ileal Estandarizada (% da dieta)

|          | Energia líquida ** |           | Lys  | Met  | Met+Cys | Thr  | Trp  | Arg  | Ile  | Leu  | Val  | His  | Phe+ Tyr | Lys       | Lys         |
|----------|--------------------|-----------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-------------|
|          | (MJ/kg)            | (Mcal/kg) |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |          | (g/MJ EL) | (g/Mcal EL) |
| Gestação | 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        |
| Lactação | 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 crescimento magro (> 875 g de GMD ou > 140 g de deposição de proteína corporal/d de 20 a 120 kg)

\*\* Para conversão para EL: EM x 0,7  
ED x 0,7

As informações e todas as recomendações técnicas ou não são baseadas no conhecimento e experiência atuais da Evonik. No entanto, a Evonik não assume qualquer responsabilidade por tais informações ou recomendações, inclusive na medida em que tais informações ou recomendações possam estar relacionadas a direitos de propriedade intelectual de terceiros. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações nas informações ou conselhos a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, E NÃO SERÁ RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO OU SUA ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL PROPÓSITO). EVONIK NÃO SE RESPONSABILIZA POR DANOS RESULTANTES, INDIRETOS OU EVENTUAIS (INCLUSIVE PERDA DE LUCROS) DE QUALQUER TIPO. É de exclusiva responsabilidade do cliente providenciar a inspeção e teste de todos os produtos por especialistas qualificados. A referência a nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados.

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

03/2016

Evonik. Power to create.





## 6. Aquicultura

### Recomendações de Aminoácidos para Peixes e Camarões



Ir  
para o  
documento

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

PORQUE TEM A VER COM

# APRENDIZADO

## Seção 4

Artigos e Resumos





## Visão Geral

- 1 Evonik, AMINOSys® – Sob medida para suas necessidades, 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 lipidome 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® – Sob medida para suas necessidades, 2023

## SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DE RAÇÕES @ EVONIK ANIMAL NUTRITION



### Manuseie os microingredientes com facilidade e precisão

Proporções minúsculas têm efeitos gigantes. Seja medicamentos, vitaminas, enzimas ou aminoácidos, os microingredientes podem fazer toda a diferença na alimentação. Por isso, a dosagem e o manuseio dos microingredientes são críticos para a produção lucrativa de rações.

Os principais especialistas mundiais em nutrição animal da Evonik desenvolveram soluções de manuseio (**AMINOSys® DOSING SYSTEMS**) e serviços para levar a produção de rações ao próximo nível de eficiência. Com base nos requisitos de dosagem e manuseio do produto – sejam em pequenas proporções ou a granel – você pode contar com nossos especialistas locais em tecnologia de rações para obter o suporte necessário para otimizar os seus processos.

Adicionar um grande número de microingredientes diferentes diretamente à mistura da ração permite o ajuste fino de formulações de custo mínimo que otimizam o desempenho zootécnico de acordo com as necessidades de cada espécie e faixa etária. Por isso, o número de microingredientes continua a aumentar, acompanhando os avanços científicos da nutrição animal. O manuseio manual de microingredientes ensacados é muito trabalhoso. A dosagem pode se tornar um gargalo e um fator de custo significativo para o seu processo.

A Evonik Animal Nutrition tem a solução, com um portfólio de dosagem e manuseio que inclui soluções e serviços para produtos a granel, em big bags e sacos menores para aumentar a produtividade da fábrica de rações e melhorar a qualidade das rações.



## OS SISTEMAS DE DOSAGEM AMINOSys® AJUDAM NOSSOS CLIENTES A GERENCIAREM SEUS PROCESSOS DE DOSAGEM

O sistema de dosagem **Evonik AMINOSys®** oferece diversos benefícios aos nossos clientes. Como:

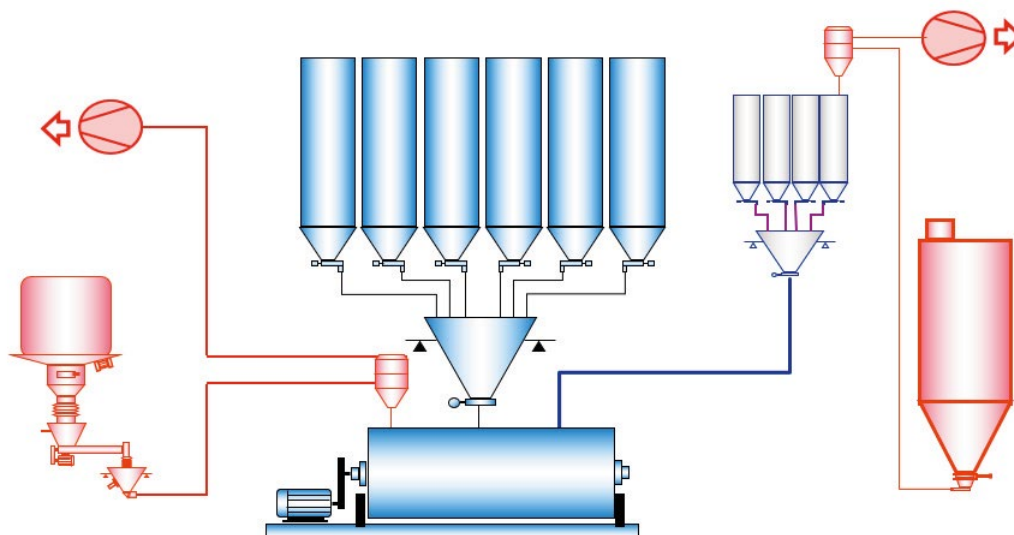
- dosagem precisa e confiável de aminoácidos que entra no misturador (+/- 50g por batida)
- armazenamento, dosagem e transporte de até seis microingredientes
- processo de dosagem totalmente automatizado (integrado ao sistema de controle de processos da fábrica de ração).
- relacionamentos há mais de 30 anos com clientes em seis continentes.
- Hoje, há mais de 700 sistemas instalados, em operação e associados a aproximadamente 65 milhões de toneladas de produção de ração por ano.

## AMINOSys® É CUSTOMIZADO PARA AS SUAS NECESSIDADES

- O Evonik AMINOSys® é a solução para sistemas de dosagem e transporte puro

### Dosing System

### Conveying System



- O Evonik AMINOSys® tem soluções para todas as formas de embalagem

| Full Bulk                                                                         | Small Silo                                                                        | Big Bag                                                                           | 25kg Bag                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |

- Evonik AMINOSys® é uma solução flexível e completa



- O Evonik AMINOSys® pode se ajustar a cada tamanho de batida

| 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)                                                                  |
|  |  |  |  |  |  |

## BENEFÍCIOS – visão geral

- Evonik, seu “balcão único”, com experiência comprovada (mais de 30 anos) e excelência no manuseio de aminoácidos
- Levantamentos na fábrica e consultoria para avaliação de processos
- Soluções de manuseio de vários aminoácidos
- Soluções precisas, flexíveis e fáceis de integrar
- Serviços adaptados às suas necessidades
- Tecnologia projetada e fabricada na Alemanha
- Serviço pós-venda especializado e confiável em todo o mundo



### **Simples, eficiente – e adaptado às suas necessidades**

Independente do tamanho e tipo da sua fábrica de rações ou da sua operação de produção animal, os serviços de tecnologia aplicada a rações da Evonik aumentam a sua eficiência e lucratividade. Fale com o seu contato local da Evonik para saber mais sobre como você pode se beneficiar com nossas soluções técnicas. Vamos falar sobre o que nossas ferramentas, serviços e know-how personalizados podem fazer para levar seu negócio ao próximo nível – e diferenciá-lo dos concorrentes.

[AMINOSys@evonik.com](mailto:AMINOSys@evonik.com) ou através do nosso site ou microsite

## 2. DL-Met: uma fonte de metionina excepcional para a produção de frangos

## DL-Met: a superior methionine source for broiler production

Ir  
para o  
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

## LAYING SYSTEMS

We look at options from around the world

## BIOSECURITY

How modern day practices relate to the plaque village

## INFECTIOUS

## BRONCHITIS

|                               | Body weight<br>(kg/animal) | Feed consumption<br>(g/consumption) | Feed per gain<br>(g/g) | Mortality<br>(%) |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|
|                               | Total                      | Total                               | Total                  | Total            |
| <b>Control with MHA-FA</b>    |                            |                                     |                        |                  |
| Mean value                    | 2.434                      | 3.631                               | 1.503                  | 2.44             |
| CV *                          | 43%                        | 4.8%                                | 0.8%                   | 25.8%            |
| <b>Experiment with DL-Met</b> |                            |                                     |                        |                  |
| Mean value                    | 2.421                      | 3.598                               | 1.498                  | 2.82             |
| CV *                          | 43%                        | 2.5%                                | 1.9%                   | 26.8%            |
| p-value *                     | 0.76                       | 0.62                                | 0.77                   | 0.47             |

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 1.9 to 4.1% over the 10

## 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 MIHA-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

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

According to our analyses, an average MHA-FA supplementation of 2.95 kg/t was realised. Following the tested recommendation, this can be replaced by 1.92 kg/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 €250/kg, the MHA-FA price should be classified as €200/kg. To calculate the costs of the average supplementation from this, MHA-FA costs €590/t feed (2.95/kg \* €200/kg) and DL-Met costs €480/t (1.92/kg \* €250/kg), which equals a saving of €110/t feed when using DL-Met.

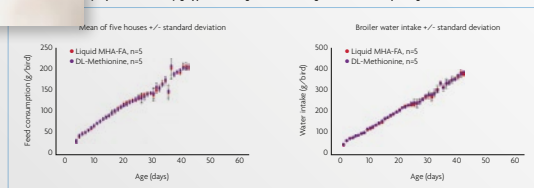
This corresponds to an almost 19% reduction in supplementation cost - a significant saving for producers looking to reduce operating costs

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.

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





## AMINONews®

Dr. Juliano Cesar de Paula Dorigam<sup>1</sup>, Dr. Andreas Lemme<sup>1</sup>, e Holly Malins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Evonik Operations GmbH, Hanau, Alemanha

### FONTES DE METIONINA PARA PERUS – UMA ATUALIZAÇÃO\*

#### INFORMAÇÕES-CHAVE

- Foi realizada uma compilação de informações científicas de 15 conjuntos de dados disponíveis de estudos realizados desde 1981, resultando em um valor médio de eficácia relativa (VBR) de 76% (ganho de peso) e 68% (conversão alimentar) para o MHA-FA líquido em comparação à DL-Met em perus.
- Embora a compilação indique valores ligeiramente mais altos, recomenda-se um VBR de 65% em base a peso para o MHA-FA líquido na nutrição de perus. A recomendação foi validada em vários ensaios de alimentação que suplementaram DL-Met e MHA-FA líquido na proporção de 65:100, sem haver alteração significativa do desempenho.
- Em níveis marginais de Met+Cys na dieta, que representam condições de teste mais sensíveis, o MHA-FA líquido pode ser substituído por DL-Met em dietas de perus sem comprometer o desempenho. Além disso, a DL-Met proporcionou benefícios extras, como maior rendimento de carne de peito, melhor capacidade antioxidante do fígado e coxim plantar mais saudável.

\*Apresentado na 15ª Conferência de Ciência e Produção de Perus, Chester, Reino Unido, de 22 a 24 de março de 2023

#### INTRODUÇÃO

As dietas avícolas comerciais são rotineiramente suplementadas com metionina ou seus precursores para atender precisamente às especificações de aminoácidos sulfurados (AAS). A metionina (Met) é um aminoácido essencial para aves e serve como alicerce para a síntese proteica, sendo também precursor da cisteína (Cys) e importante doador de metila (Selle *et al.*, 2020). Em geral, os produtos de Met suplementar disponível no mercado são a DL-metionina cristalina (DL-Met, teor de 99%) ou ácido DL-2-hidroxi-4-(metiltio)butanoico líquido (ácido livre de hidroxianálogo de metionina, MHA-FA; teor de 88%) (Willke, 2014). Ambos os produtos fornecem atividade de Met às aves, mas, quimicamente, o MHA-FA não é um aminoácido por causa da substituição do grupo amino característico por um grupo hidroxila (Yang *et al.*, 2020). Além das diferenças químicas, estudos indicam absorção mais lenta e menos eficiente do MHA-FA líquido devido a diferenças nos sistemas de transporte da membrana de borda em escova intestinal e ao potencial catabolismo por bactérias entéricas (Maenz e Engele-Schaan 1996, Drew *et al.*, 2003). Portanto, conhecer o valor nutricional indicado pelo valor de bioeficácia relativa (VBR) do MHA-FA líquido comparado à DL-Met é uma pré-condição importante para a compra econômica, formulação de rações e produção animal ideal (Sauer *et al.*, 2008).

### RECOMENDA-SE UMA BIOEFICÁCIA RELATIVA DE 65% PARA MHA-FA PARA PERUS

A avaliação adequada das potenciais diferenças de bioeficácia dos dois produtos depende muito do delineamento experimental adequado. Nesses experimentos, os tratamentos incluem uma dieta basal deficiente em Met+Cys e um conjunto de dietas com níveis crescentes de Met+Cys. O efeito da suplementação crescente de Met nos critérios de desempenho descreve uma relação dose-resposta não linear, que segue a lei de lucros cessantes. A primeira unidade de Met suplementar tem um efeito relativamente potente, i. e., melhora o desempenho significativamente. Este efeito diminui progressivamente a cada quantidade adicional de Met suplementar. Finalmente, é atingido um platô de fornecimento ideal, a partir do qual não há melhoria adicional do desempenho. Esta curva pode ser descrita com precisão através uma equação de regressão exponencial (Rodehutsord e Pack, 1999). Quanto mais pontos de dados descreverem a primeira seção não linear da curva de resposta, mais robusta é a conclusão. A metodologia de regressão exponencial simultânea, proposta por Littell *et al.* (1997), pressupõe que ambas as fontes nutricionais testadas atingem a mesma assíntota das curvas de resposta. Embora o delineamento experimental para determinar o VBR tenha sido motivo de discussão e diferentes assíntotas tenham sido propostas por Gonzales-Esquerre *et al.* (2007), a metanálise realizada por Sauer *et al.* (2008), que incluiu 46 experimentos de dose-resposta com frangos de corte, bem como um ensaio mais recente com frangos de corte (Lemme *et al.*, 2020), demonstram que as assíntotas do MHA-FA líquido e da DL-Met são idênticas.

**Tabela 1:** Bioeficácia relativa do MHA-FA líquido em à DL-Met (%) em perus de 15 conjuntos de dados disponíveis<sup>1</sup>

| Autor                           | Instituição                             | publicado                                     | Bioeficácia Relativa |                  |
|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|------------------|
|                                 |                                         |                                               | Ganho de peso        | Conver alimentar |
| Schmidt                         | Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA     | Dissertação de Mestrado, 1981                 | 75                   | 63               |
| Schmidt                         | Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA     | Dissertação de Mestrado, 1981                 | 64                   | 67               |
| Blair                           | Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA     | Dissertação de Mestrado, 1981                 | 80                   | 72               |
| Blair                           | Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA     | Dissertação de Mestrado, 1981                 | 105                  | 84               |
| Noll <i>et al.</i>              | Univ. Minnesota, EUA                    | Dissertação de Mestrado, 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     | Relatório experimento, 1987                   | 59                   | 80               |
| Potter <i>et al.</i>            | Virginia Polytech Ins. & Univ., EUA     | Relatório experimento, 1987                   | 56                   | 55               |
| Hoehler <i>et al.</i>           | Michigan State Univ., EUA               | Journal of Appl. Poultr. Res 14:296-305, 2005 | 66                   | 44               |
| Hoehler <i>et al.</i>           | Akey Inc., Lewisburg, EUA               | Journal of Appl. Poultr. 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               |
| Média                           |                                         |                                               | 76                   | 68               |
| n                               |                                         |                                               | 15                   | 15               |

<sup>1</sup> tabela atualizada de Lemme *et al.* (2012)



A Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), que avalia dossiês para registo de produtos na União Europeia, divulgou um parecer científico sobre o MHA-FA líquido e o seu sal de cálcio em 2018 (Rychen *et al.*, 2018). Este parecer conclui um VBR menor para produtos de MHA para não ruminantes e peixes e sugere um VBR de 75 % para os produtos de MHA em comparação à DL-Met em base equimolar, o que equivale a 66% em a produto. Isto está de acordo com uma metanálise recente de Lemme *et al.* (2020), que concluiu que o VBR do MHA-FA foi de 62%. Em contraste com frangos de corte, há menos dados científicos disponíveis de dose-resposta em perus. Embora alguns estudos tenham sido publicados na década de 1980, Hoehler *et al.* (2005), Gonzales-Esquerria *et al.* (2007) e Batonon-Alavo *et al.* (2022) realizaram experimentos para determinar o VBR do MHA-FA em relação à DL-Met em perus utilizando a abordagem de resposta simultânea à dose mais recentemente (Tabela 1). Se fossem considerados apenas esses estudos, o VBR médio do MHA-FA líquido seria de 75% e 66% para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, e, portanto, ligeiramente inferior à média geral. De fato, especialmente o VBR para a conversão alimentar estaria de acordo com a conclusão da EFSA (2018), que indica um VBR de 66% para monogástricos em base a produto. Portanto, assim como as recomendações para frangos de corte, poedeiras, suínos e espécies de aquicultura (Lemme *et al.*, 2012; Htoo e Rademacher, 2012; Lemme, 2010), recomenda-se um VBR de 65% para o MHA-FA líquido em à com DL-Met na nutrição de perus.

O exemplo abaixo demonstra o delineamento experimental e o modelo matemático adequados que devem ser usados para a correta análise e interpretação dos dados. Em um ensaio de alimentação de perus Hybrid Converter fêmeas de 7 a 50 dias de idade, foram comparados os efeitos da DL-Met (99% de pureza); da DL-Met diluída (65%), produzida pela mistura de DL-Met (99%) com glicose, e do MHA-FA líquido (88%) no desempenho (Hoehler *et al.*, 2005). As dietas de milho e soja foram suplementadas com níveis crescentes dos produtos (0,07; 0,14; 0,21, 0,28%). Neste ensaio, foi pressuposto, a priori, um VBR de 65% foi para a DL-Met diluída (65%) em relação ao DL-Met (99% de pureza). Portanto, esses tratamentos podem ser considerados como padrão interno para verificar a validade da análise de regressão simultânea sugerida e validada por Lemme *et al.* (2020). Em 3 dos 4 níveis de inclusão dentro da parte linear da curva, a resposta de ganho de peso dos perus a níveis crescentes de DL-Met, DL-Met diluída (65%) e MHA-FA líquido descreveu uma tendência não linear. Portanto, os dados foram adequados para regressão exponencial simultânea, de acordo com procedimento proposto por Littell *et al.* (1997) (Figura 1). O VBR determinado para a DL-Met diluída (65%) confirmou as expectativas, embora tenha sido ligeiramente inferior aos 65% esperados devido à variação biológica dos dados. O VBR da DL-Met diluída (65%) e do MHA-FA líquido foram significativamente inferiores a 88%.

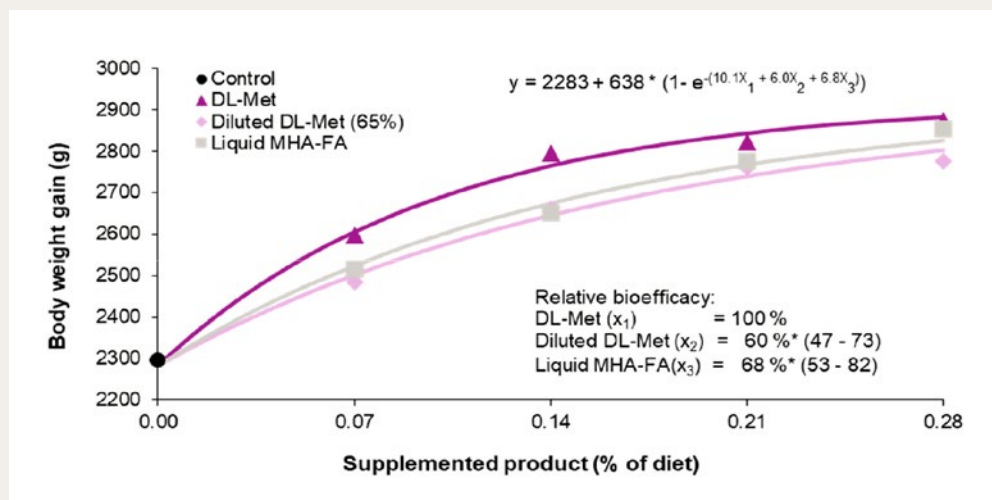


Figura 1: Ganho de peso de perus híbridos fêmeas de 7 a 50 dias de idade alimentados com níveis crescentes de DL-Met, DL-Met diluída (65%) ou o hidroxianálogo de Met líquido (MHA-FA; 88%). Os valores entre parênteses indicam o intervalo de confiança de 95%.

\* Significativamente menor que 88% (P < 0,05).

Uma publicação recente de Batonon-Alavo *et al.* (2022) propôs uma equação de regressão segmentada de inclinação única e de duas inclinações para determinar as exigências de Met+Cys de perus de 0 a 28 dias usando DL-Met ou MHA-FA líquido. Os autores concluíram que as exigências não são diferentes entre as fontes de Met. Embora os dados confirmem que ambos os produtos podem ser usados para atender às exigências de Met+Cys de perus, a suplementação necessária para atingir a resposta máxima é diferente entre as fontes. Os dados de Batonon-Alavo *et al.* (2022) foram reanalisados por regressão exponencial simultânea. Os níveis de suplementação de DL-Met foram calculados como a diferença entre os teores de AAS nas dietas suplementadas e na dieta basal (0,700% de Met+Cys). Para o MHA-FA líquido, foram pressupostos níveis de inclusão equimolares, de acordo com os sugeridos pelos autores (88%). Os resultados da reavaliação são apresentados na Figura 2.

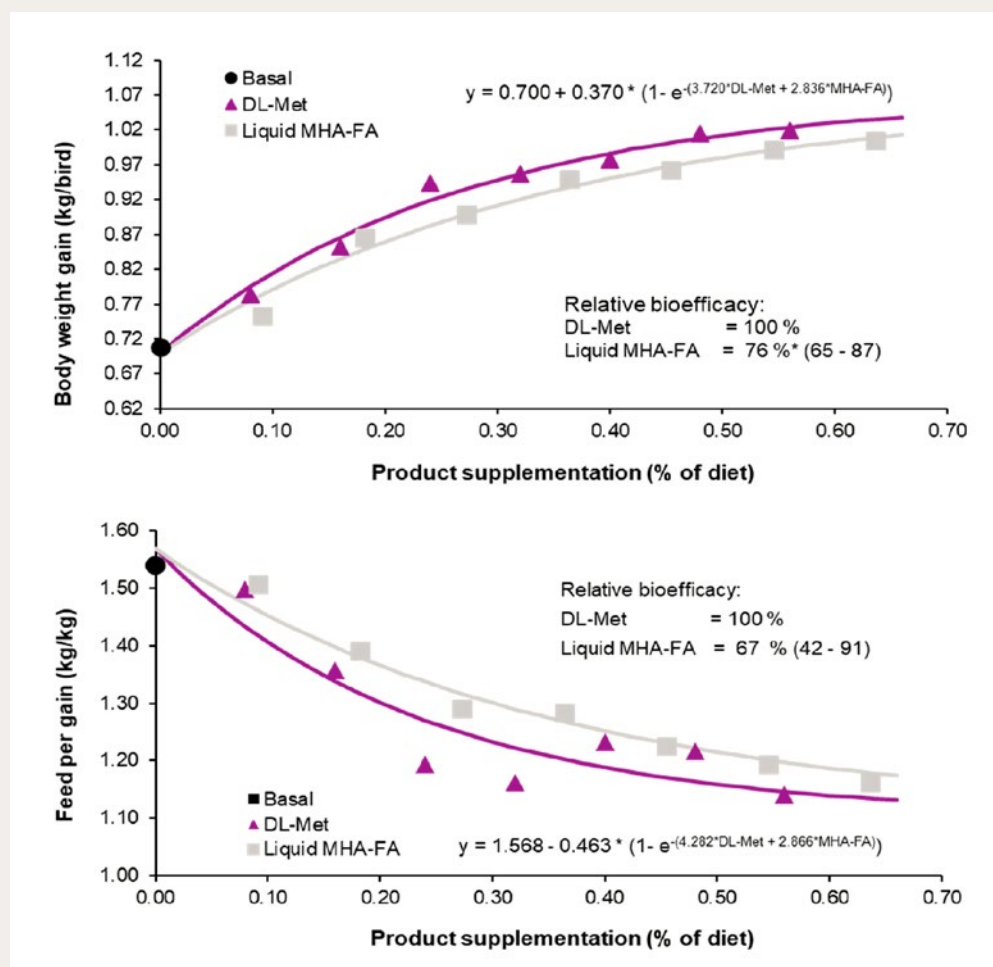


Figura 2: Reavaliação dos dados relatados por Batonon-Alavo *et al.* (2022) usando regressão exponencial simultânea para ganho de peso e conversão alimentar de perus Hybrid Converter de 0 a 28 dias de idade alimentados com doses crescentes de DL-Met (99%) ou MHA-FA (88%). Os valores entre parênteses indicam o intervalo de confiança de 95%.

\* Significativamente menor que 88% (P < 0,05).



### VALIDAÇÃO DA RECOMENDAÇÃO SOBRE BIOEFICÁCIA RELATIVA

O VBR recomendado de 65% para o MHA-FA líquido em comparação à DL-Met (com base em produto) foi testado e validado em ensaios de alimentação. Perus B.U.T. Big 6 machos de um dia de idade foram avaliados em um ensaio de alimentação de 21 dias. Os tratamentos dietéticos incluíram uma dieta basal, deficiente em Met+Cys, e seis dietas com três níveis crescentes de MHA-FA líquido (0,154; 0,308 e 0,462%) ou DL-Met (0,100; 0,200 e 0,300%; Hoehler *et al.*, 2005). A proporção entre ambos os produtos em cada um dos três níveis de inclusão correspondentes foi de 65%, pressupondo que 100 unidades de MHA-FA líquido podem ser substituídas por 65 unidades de DL-Met sem comprometer o desempenho. O resumo dos resultados é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Efeito de níveis crescentes de DL-Met e do hidroxianálogo de Met líquido (MHA-FA; 88%) no ganho de peso e conversão alimentar de perus B.U.T. Big 6 machos de 1 a 21 dias de idade, ensaio 2 (Hoehler *et al.*, 2005)

| Tratamento | Fonte de Met   | Adição fonte de Met (% do produto) | Ganho de peso $\pm$ DP      | Conversão $\pm$ DP              |
|------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1          | Basal          | ---                                | 481 $\pm$ 33 <sup>c</sup>   | 1,547 $\pm$ 0,052 <sup>a</sup>  |
| 2          | DL-Met         | 0,100                              | 520 $\pm$ 21 <sup>bc</sup>  | 1,490 $\pm$ 0,057 <sup>ab</sup> |
| 3          | DL-Met         | 0,200                              | 550 $\pm$ 32 <sup>ab</sup>  | 1,458 $\pm$ 0,033 <sup>b</sup>  |
| 4          | DL-Met         | 0,300                              | 567 $\pm$ 29 <sup>a</sup>   | 1,462 $\pm$ 0,075 <sup>ab</sup> |
| 5          | MHA-FA líquido | 0,154                              | 525 $\pm$ 31 <sup>abc</sup> | 1,496 $\pm$ 0,071 <sup>ab</sup> |
| 6          | MHA-FA líquido | 0,308                              | 550 $\pm$ 12 <sup>ab</sup>  | 1,476 $\pm$ 0,034 <sup>ab</sup> |
| 7          | MHA-FA líquido | 0,462                              | 564 $\pm$ 21 <sup>ab</sup>  | 1,409 $\pm$ 0,035 <sup>ab</sup> |

<sup>a-c</sup>Médias sem sobrescrito comum na mesma coluna indicam diferenças significativas (P < 0,05)

Dessa forma, o desempenho nos tratamentos correspondentes (2 vs. 5, 3 vs. 6 e 4 vs. 7) não foi diferente, confirmando e validando a recomendação.

Lemme e Meyer (2009) realizaram um experimento com perus B.U.T. Big 6 machos em um programa de alimentação de 6 fases. Também neste estudo, a DL-Met ou o MHA-FA foram fornecidos na proporção de 65:100 para atender 100% das exigências de Met+Cys ou 50% das exigências, suplementando metade da dose de ambos os produtos. Os níveis dietéticos de Met + Cys (100% vs. 50%) resultaram em diferenças significativas no peso corporal final, indicando que metade da dosagem de suplementação de Met + Cys limitou o desempenho (Tabela 3), tornando o teste 65:100 mais sensível à menor dosagem.

**Tabela 3:** Desempenho e rendimento de carcaça de perus B.U.T Big 6 machos alimentados com níveis adequados e baixos de Met+Cys e suplementados com DL-metionina (DL-Met) ou ácido livre de hidroxianálogo de metionina líquida (MHA-FA) em uma proporção de 65:100 às 21 semanas de vida (Lemme e Meyer, 2009)

| Nível Met + Cys<br>Fonte de Met<br>Tratamento | Normal <sup>1</sup> |        | Metade (50%) |        | Estatística |           |         |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------|--------------|--------|-------------|-----------|---------|
|                                               | DL-Met              | MHA-FA | DL-Met       | MHA-FA | P (nível)   | P (fonte) | 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   |
| Mortalidade (%)                               | 7,13                | 9,74   | 7,3          | 8,12   | 0,61        | 0,264     | 0,568   |
| Rendimento de carcaça (% PV)                  | 71,56               | 72,27  | 69,05        | 69,5   | 0,022       | 0,424     | 0,915   |
| Carne de peito (% PC)                         | 42,85               | 42,56  | 41,2         | 42,43  | 0,334       | 0,381     | 0,184   |

PV = peso vivo, PC = peso da carcaça, CA = conversão alimentar.

<sup>1</sup>Os níveis de Met+Cys foram 10,8; 9,9; 9,0; 8,0; 7,3 e 6,7 g/kg de ração para as fases 1 a 6.

A suplementação dos produtos na proporção de 65 (DL-Met) para 100 (MHA-FA) promoveu peso corporal, mortalidade e características de carcaça semelhantes. No entanto, a tendência de melhor conversão alimentar poderia indicar um VBR menor do que o observada na revisão da literatura (Tabela 1).

Agostini *et al.* (2017) realizaram um estudo com delineamento semelhante com perus B.U.T Big 6. Os quatro tratamentos dietéticos compreenderam dois produtos (DL-Met, MHA-FA líquido) e dois níveis dietéticos de Met+Cys. Os níveis reduzidos de Met+Cys digestíveis foram cerca de 87% dos níveis ideais, determinados como 9,9; 9,0; 8,5; 7,4; 6,6 e 5,8 g/kg de ração para as fases 1 a 6. A quantidade de DL-Met adicionada em ambos os níveis dietéticos de Met foi 65% da quantidade de MHA-FA adicionado (com base em produto). Novamente, o ganho de peso dos perus alimentados com dietas com Met+Cys reduzida foi significativamente menor, confirmando que os níveis subótimos de Met+Cys limitaram o desempenho, embora não tenha sido observada diferença na conversão alimentar (Tabela 4). Nos tratamentos correspondentes, não foi observada diferença no peso corporal ou na conversão alimentar. Por outro lado, especialmente com a dieta de Met+Cys reduzida, o rendimento de carne de peito foi maior com DL-Met do que com MHA-FA líquido.

**Tabela 4:** Desempenho e rendimento de carcaça de perus B.U.T Big 6 machos alimentados com níveis adequados e baixos de Met+Cys e suplementados com DL-metionina (DL-Met) ou ácido livre de hidroxianálogo de metionina líquida (MHA-FA) em uma proporção de 65:100 às 21 semanas de vida (Agostini *et al.*, 2017)

| Nível de Met+Cys<br>Fonte de Met<br>Tratamento | Normal <sup>1</sup> |        | Baixo  |        | Estatística |         |       |
|------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|-------------|---------|-------|
|                                                | DL-Met              | MHA-FA | DL-Met | MHA-FA | P           | P       | P     |
|                                                | 1                   | 2      | 3      | 4      | (nível)     | (fonte) | N x F |
| Peso corporal (kg)                             | 20,025              | 19,956 | 19,259 | 19,609 | 0,03        | 0,55    | 0,37  |
| Consumo de ração (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  |
| Mortalidade (%)                                | 5,9                 | 8,9    | 7,1    | 8,5    | 0,84        | 0,26    | 0,67  |
| Rendimento carcaça (% PV)                      | 77,8                | 75     | 77,2   | 78,1   | 0,51        | 0,69    | 0,40  |
| Carne de peito (% PC)                          | 37,2                | 37,1   | 36,5   | 35,7   | <0,001      | 0,02    | 0,12  |
| Escore da cama (sem8)                          | 5,6                 | 5,8    | 5,1    | 5,1    | 0,19        | 0,72    | 0,83  |

PV = peso vivo, PC = peso da carcaça, CA = conversão alimentar.

<sup>1</sup>Os níveis de Met+Cys foram 9,9; 9,0; 8,5; 7,4; 6,6 e 5,8 g/kg de ração para as fases 1 a 6.

Mais recentemente, Lingens *et al.* (2021) avaliaram os efeitos da DL-Met e do MHA-FA líquido em dietas com teor de proteína adequado e reduzidos nos parâmetros de desempenho, saúde do coxim plantar e do fígado e estresse oxidativo. No total, 63 perus fêmeas de um dia de idade (B.U.T. Big 6) foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos, alimentados com dietas que diferiam na fonte de metionina (DL-Met (65%) vs. MHA-FA líquido (100%)) e teor de proteína bruta (15% vs. 18%) por 35 dias. Os resultados não mostraram interação entre o nível dietético de proteína bruta e a fonte de Met. A redução substancial da proteína prejudicou significativamente o consumo de água, o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar, mas melhorou a saúde do coxim plantar. Houve tendência de maior peso final e ganho de peso com a DL-Met devido ao consumo de ração significativamente maior. No entanto, a conversão alimentar não foi influenciada pelos produtos em nenhum dos níveis de proteína da dieta. A DL-Met promoveu aumento significativo da capacidade antioxidante hepática em comparação ao MHA-FA líquido. Embora a redução da proteína tenha prejudicado o desempenho, o estudo mostrou que o MHA-FA pode ser substituído pela DL-Met em uma proporção de peso de 100:65 sem comprometer o desempenho e tem o benefício adicional do DL-Met para melhorar a capacidade antioxidante do fígado.



**Tabela 5:** Desempenho de fêmeas de perus alimentadas com dietas experimentais com diferentes teores de proteína dietética e usando DL-metionina (DL-Met) ou ácido livre de hidroxianálogo de metionina líquido (MHA-FA) de 63 a 98 dias (Lingens *et al.*, 2021)

| Nível de Proteína bruta (PB)<br>Fonte de Met<br>Tratamento | 18% PB |        | 15% PB |        | Estatística |         |       |
|------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|---------|-------|
|                                                            | DL-Met | MHA-FA | DL-Met | MHA-FA | P           | P       | P     |
|                                                            | 1      | 2      | 3      | 4      | (proteína)  | (fonte) | N x F |
| Peso final (kg)                                            | 9,06   | 8,85   | 8,56   | 8,27   | <0,05       | 0,09    | 0,80  |
| Ganho de peso                                              | 4,991  | 4,857  | 4,505  | 4,255  | <0,05       | 0,08    | 0,59  |
| Consumo de ração (kg)                                      | 13,006 | 12,589 | 12,532 | 11,868 | <0,05       | <0,05   | 0,53  |
| Consumo de água (kg)                                       | 26,464 | 25,428 | 23,862 | 22,623 | <0,05       | <0,05   | 0,83  |
| Consumo água:ração                                         | 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 UAE/g de proteína)                               | 1,080  | 1,000  | 1,020  | 0,930  | 0,11        | <0,05   | 0,86  |

TAC = capacidade antioxidante total do fígado, CA = conversão alimentar

Além disso, Lingens *et al.* (2021) observaram uma tendência de menor escore de pododermatite (PD) no dia 98 para a DL-Met em comparação aos perus alimentados com MHA-FA. Este resultado confirma os achados anteriores de Abd El-Wahab *et al.* (2014), que observaram que perus jovens recebendo níveis mais altos de metionina (2 ou 3g/kg de dieta) suplementados com DL-Met tiveram escores de PD significativamente menores do que os alimentados com os mesmos níveis de suplementação de MHA-FA (4,54 vs. 5,04 e 4,12 vs. 5,19;  $P < 0,05$ ). O nível de Met na dieta desempenha um papel importante para a saúde da pele do coxim plantar. Já em 1974, Chavez e Kratzer (citado por Kamphues *et al.*, 2011) relataram maiores incidência e escore de PD em perus alimentados com MHA-FA líquido em comparação aos alimentados com DL-Met. Portanto, a Met parece ter função estrutural na saúde do coxim plantar através da síntese proteica e da produção contínua de queratina. Consequentemente, a baixa disponibilidade de Met pode afetar negativamente a síntese proteica e a pele do coxim plantar.

**Tabela 6:** Comparação dos efeitos do MHA-FA líquido e da DL-Met1 líquidos no ganho de peso e na conversão alimentar em níveis dietéticos adequado ou marginal de Met+Cys

| Parâmetro<br>Fornecimento de Met+Cys<br>Fonte de Met | Ganho de peso |             |              |              | Conversão alimentar |              |              |             |
|------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|-------------|
|                                                      | marginal      |             | adequado     |              | marginal            |              | adequado     |             |
|                                                      | MHA-FA        | DL-Met      | MHA-FA       | DL-Met       | MHA-FA              | DL-Met       | MHA-FA       | DL-Met      |
|                                                      | %             | %           | %            | %            | %                   | %            | %            | %           |
| Hoehler <i>et al.</i> , 2005 (1) <sup>2</sup>        | 100,0         | 99,8        | 100,0        | 98,7         | 100,0               | 103,2        | 100,0        | 99,2        |
| Hoehler <i>et al.</i> , 2005 (2) <sup>3</sup>        | 100,0         | 100,5       | 100,0        | 99,0         | 100,0               | 99,5         | 100,0        | 99,6        |
| Hoehler e Hooge, 2003 (1) <sup>4</sup>               | 100,0         | 98,5        | 100,0        | 100,0        |                     |              |              |             |
| Hoehler e Hooge, 2003 (2) <sup>4</sup>               | 100,0         | 100,6       | 100,0        | 102,2        |                     |              |              |             |
| Leme e 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 <sup>5</sup>            | 100,0         | 102,4       | 100,0        | 103,5        | 100,0               | 100,4        | 100,0        | 99,6        |
| <b>Média</b>                                         | <b>100,0</b>  | <b>99,8</b> | <b>100,0</b> | <b>100,2</b> | <b>100,0</b>        | <b>100,5</b> | <b>100,0</b> | <b>99,3</b> |

<sup>1</sup> Respostas à DL-Met relativas ao MHA-FA, MHA-FA = 100%.

<sup>2</sup> adequado e marginal representados pela maior e menor suplementação de MHA-FA líquido ou DL-Met diluída.

<sup>3</sup> adequado e marginal representados pelo maior e menor nível de suplementação.

<sup>4</sup> A conversão alimentar não foi relatada.

<sup>5</sup> sem redução de Met+Cys, mas redução da proteína bruta.

A **Tabela 6** resume os resultados de sete ensaios de alimentação de perus em que a DL-Met e o MHA-FA líquido foram suplementados na proporção de 65:100 em dietas com fornecimento adequado ou marginal de Met+Cys. Esses ensaios incluem experimentos realizados em instalações de pesquisa e em condições de produção comercial (Hoehler e Hooge, 2003). Os ensaios comerciais utilizaram um total de 54.906 perus. Destaca-se as aves alimentadas com MHA-FA em dieta com fornecimento adequado de Met+Cys foram abatidas um dia depois, o que explicaria as diferenças no peso final. A compilação na Tabela 6 valida de forma categórica o VBR recomendado de 65% do MHA-FA líquido em relação à DL-Met. Consequentemente, pode ser aplicado em qualquer nível dietético de Met+Cys. Por outro lado, Jankowski *et al.* (2017) suplementaram níveis equimolares de MHA-FA ou DL-Met líquido para suprir das recomendações de Met+Cys do NRC (1994), considerados baixos, e a um nível dietético de Met+Cys cerca de 40% maior. Em ambos os níveis dietéticos de Met+Cys, não houve diferenças de desempenho entre os dois produtos. Na realidade, houve diferenças pequenas, mas significativas (10,8 vs. 11,0 kg no peso final; 2,40 vs. 2,37 kg/kg na CA) entre os níveis dietéticos de Met+Cys. No entanto, as recomendações respectivas da empresa de genética (Hendrix Genetic Company, 2014) sugerem peso final de 10,8 kg, indicando que o fornecimento de Met+Cys não limitou o desempenho. De fato, essa comparação pareada é particularmente sensível quando a oferta de Met+Cys é marginal, como demonstram os resultados da **Tabela 6**.

### CONCLUSÕES

Recomenda-se uma bioeficácia relativa de 65% de MHA-FA líquido em relação à DL-metionina com base em peso (1 kg de MHA-FA líquido para 0,65 kg de DL-Met). Diversos estudos de validação publicados recentemente não apenas fornecem evidências de que 100 unidades de MHA-FA podem ser substituídas por 65 unidades de DL-Met em qualquer nível de fornecimento de Met+Cys na dieta ou em dietas com diferentes níveis de proteína sem afetar o desempenho das aves, mas também que a DL -Met também tem benefícios adicionais em termos de maior ao melhor rendimento de carne do peito e saúde do coxim plantar.

### BIBLIOGRAFIA

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. Poultry 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. Poultry 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<sup>+</sup>-dependent and H<sup>+</sup>-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.

Rodehutsord, 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.; Coconcelli, 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.

O conteúdo deste documento destina-se à informação e assistência aos clientes da Evonik e não se aplica a produtos comercializados ou vendidos nos Estados Unidos. A Evonik comercializa seus produtos em conformidade com as leis locais aplicáveis, mas é da responsabilidade do usuário garantir que o uso e quaisquer alegações feitas sobre este produto cumpram todos os requisitos relevantes. Este documento não pode ser publicado nos Estados Unidos sem o consentimento expresso por escrito da Evonik Operations GmbH.



**Evonik Operations GmbH**  
Animal Nutrition Business Line

[animal-nutrition@evonik.com](mailto:animal-nutrition@evonik.com)  
[www.evonik.com/animal-nutrition](http://www.evonik.com/animal-nutrition)

Essas informações e quaisquer recomendações, técnicas ou não, são apresentadas de boa fé e consideradas corretas na data em que foram escritas. Os destinatários dessas informações e recomendações devem fazer sua própria avaliação quanto à sua adequação a seus propósitos. Em nenhum caso, a Evonik se responsabilizará por danos ou perdas de qualquer natureza ou resultantes do uso ou confiança nessas informações e recomendações. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, QUANTO À PRECISÃO, INTEGRIDADE, NÃO-VIOLAÇÃO, COMERCIALIZABILIDADE E/OU ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL FIM) RELATIVAS A QUAISQUER INFORMAÇÕES OU RECOMENDAÇÕES FORNECIDAS. A referência a quaisquer nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações de informações e/ou recomendações a qualquer momento, sem aviso prévio ou subsequente.



## Methionine Sources in Turkeys – an Update

**J. C. P. Dorigama<sup>a,b</sup>, A. Lemme<sup>a</sup>, H. Malins<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Evonik Operations GmbH, Hanau, Germany*

<sup>b</sup> *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. DL-metionina tem mais benefícios para frangos de corte

**PARTNER FEATURE** >>>

### DL-methionine proves more beneficial for broilers

It confirmed that broiler performance constantly over the past two decades while at the same time the feed protein reduced, with a resultant lowering of excretions per bird. This development is possible by continuously improving nutrition, supported by improved and increased feed grade AA

as the first limiting AAs in common broiler feed formulations, and their undersupply is likely to result in considerable performance loss. Common macro-components for compound feeds cannot meet broilers' Met+Cys needs.

**Robust evidence**

While DL-methionine (DL-Met) is predominantly used worldwide to supplement and balance Met+Cys levels in feed, the liquid methionine hydroxy analog (MHA-FA) is also commercially available. MHA-FA differs from DL-Met in that in the MHA molecule the amino group typical of AAs (NH<sub>2</sub>) is replaced by a hydroxy group (OH). From a chemical point of view, therefore, MHA-FA is, in fact, an acid which, at best, can exert an AA effect.

Previous studies have shown that the ileal digestibility of DL-Met is 100% and thus, in principle, the entire supplemented DL-Met should be available to the broiler for protein synthesis. An extensive study published in a scientific publication together with a meta-analysis in 2020 showed that MHA-FA is less than 100% available, with only 63% effective for growth, meat set and feed conversion as DL-Met. Escott therefore recommends a biological efficacy of 65% for MHA-FA relative to DL-Met in monogastric livestock and aquaculture feeds. Overestimating the relative biological efficacy of MHA-FA in broiler feed runs the risk of the animals ultimately receiving less Met than assumed and thus weakening performance.

**Practical trial**

The University of Applied Sciences Osnabrück, Germany, investigated whether the recommended biological relative efficacy of 65% for MHA-FA holds up in practice. A total of 408,500 mixed-sex Ross 308 broilers were housed at the same time at a broiler grower in Germany. Five houses were routinely fed the standard diet containing MHA-FA; the MHA-FA was replaced with DL-Met at a weight-to-weight ratio of 100 to 45 in the remaining five houses. A total of 110 batches of compound feed were produced and sampled. Analyses confirmed close agreement between the AA contents and the expected values. The analysis of MHA-FA and free Met in the feed samples basically confirmed expectations and the experimental concept.

Before main harvest at day 41, two thinning at days 29 and 34 cropped 24% and 15% of the birds, respectively. Overall, it may be concluded that neither at the individual harvesting dates nor in the overall mean did the two feed variants influence the

**SPECIAL REPORT**  
Maintaining poultry production in a war zone, a Poultry World exclusive

**GENETICS**  
Research in Germany supports the introduction of dual-purpose chickens

**HATCHERY**  
Making the case for culling day-old layer males in Austria

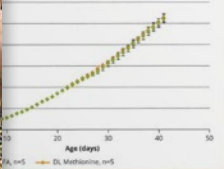
# POULTRY WORLD

Volume 38 – No. 7 – 2022



## NUTRITION

Meeting critical energy requirement in breeders



Age (days)

g

DL-Met, n=5

MHA-FA, n=5

POULTRY WORLD | No. 7, 2022



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 8



SEÇÃO 2, VÍDEO N. 6



## “MHA: Todos os argumentos sustentam uma bioeficácia de 65%”

Andreas Lemme

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

### SUMÁRIO EXECUTIVO

- A percepção do valor nutricional dos produtos hidroxianálogos de metionina (MHA) tem grande importância econômica, não só para a indústria de rações, mas também para os fabricantes de MHA.
- A Evonik e organizações como a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), o Centraal Veevoeder Bureau (CVB) da Holanda e o National Research Council (NRC) dos EUA, recomendam uma bioeficácia de cerca de 65% para o MHA em relação à DL-metionina.
- Embora regressão slope ratio ou multiexponencial sejam métodos consagrados e validados para determinar a bioeficácia de fontes de nutrientes em relação a uma referência, os fabricantes de MHA tentam introduzir abordagens estatísticas alternativas para avaliar o seu produto. Com isso, pretendem mostrar a equivalência nutricional do seu produto à DL-Metionina e contestar a superioridade nutricional da DL-Metionina.
- A menor bioeficácia do MHA é demonstrada por inúmeros achados de pesquisas fisiológicas. Os fabricantes de MHA publicaram recentemente análises que excluam publicações desfavoráveis ao seu produto e contestaram métodos consagrados em pesquisas fisiológicas que indicavam desvantagens do MHA.
- Os fabricantes de MHA fizeram diversas tentativas de atribuir valor adicional aos seus produtos e de demonstrar como poderiam reduzir custos na formulação de rações, incluindo alto valor de energia, propriedades acidificantes para substituição de ácidos orgânicos e alta capacidade antioxidante. Todos estes aspectos são cientificamente duvidosos.
- Todas as atividades listadas acima não negam o fato de que a DL-metionina é a melhor fonte de metionina e recomenda-se a aplicação de uma bioeficácia relativa de 65% para o MHA. Esta recomendação baseia-se em metodologias validadas e cientificamente consagradas e tem sido repetidamente comprovada em diversas condições científicas e de campo.

### INTRODUÇÃO

Na revisão de Lewis e Baker sobre a bioeficácia relativa de aminoácidos, publicada em 1995, foi relatada uma biodisponibilidade de 66% para o ácido livre de hidroxianálogo de metionina líquido (MHA-FA) em relação à DL-metionina (DL-Met), com base em peso, em dietas práticas [1]. Isso significa que 100 partes de MHA-FA podem ser substituídas por 66 partes de DL-Met na ração sem afetar o desempenho. O debate sobre a bioeficácia relativa das fontes de metionina persiste. No início da década de 1980, foram relatadas bioeficácias entre 63% e 70% para o MHA-FA líquido em relação à DL-Met [2-4].

Em 2003, os principais fabricantes de DL-Met e ácido livre de MHA líquido (MHA-FA) foram convidados pelo Centraal Veevoederbureau (CVB) nos Países Baixos a estabelecer uma abordagem metodológica consensuada para determinar a eficácia biológica do MHA-FA em suínos e aves e a contribuir com publicações e dados para este estudo. Assim, a Aventis Animal Nutrition (hoje Adisseo), Novus International Inc, Degussa AG (hoje Evonik Industries GmbH) e o CVB acordaram com um protocolo para determinar a bioeficácia do MHA-FA em relação à

DL-Met através de regressão linear simultânea ou exponencial. O resultado deste projeto sugeriu que a eficácia do MHA-FA é, em média, de 68% em relação à DL-Met para frangos de corte, espécie que conta, sem dúvida, com o maior número de conjuntos de dados adequados [5]. A análise revelou que esse resultado é estatisticamente significativo. No caso de poedeiras, perus e suínos, os resultados foram evidentes devido ao número limitado de estudos e, portanto, foi recomendada geração de mais dados. Recentemente, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) concluiu que “há evidências convincentes” de que a bioeficácia do MHA-FA (e o seu sal de cálcio) é significativamente menor do que a da DL-Met em todas as espécies não ruminantes [6]. Portanto, foi relatado que a eficácia do MHA-FA é de 67% em relação à DL-Met. Além disso, instituições, como o National Research Council (NRC) dos EUA, concluíram que “é plausível inferir” que a bioeficácia do MHA-FA em peixes é cerca de 67 a 71% em relação à DL-Met [7].

Com base em suas rigorosas metanálises, a Evonik recomenda uma bioeficácia de 65% para todos os produtos de MHA (MHA-FA; MHA-Ca) para todas as espécies monogástricas terrestres e aquáticas cultivadas em quaisquer condições de produção [8–13]. Além disso, inúmeras pesquisas relatam evidências dos mecanismos fisiológicos que explicam a menor bioeficácia do MHA-FA [6]. A recomendação de 65% também pode ser testada em qualquer condição de produção e de nutrição sem comprometer o desempenho animal [14–20, 11, 21–26, 13]. Finalmente, a aplicação da nossa recomendação economiza custos na fábrica de rações e evita prejuízo do desempenho dos animais e, portanto, afeta o preço obtido pelos fabricantes de MHA-FA. Provavelmente, este é o principal motivo do seu empenho em desacreditar a nossa recomendação e as metodologias estabelecidas para isso. Os fabricantes de MHA-FA estão, em especial, (mal)utilizando a plataforma científica para confundir e desinformar os nutricionistas.

#### METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DE BIOEFICÁCIA

A metodologia para determinar a bioeficácia relativa foi descrita por Littell et al. [27]. Em resumo, envolve dois (múltiplos) conjuntos de dados de dose-resposta analisados simultaneamente por regressão linear (slope-ratio) ou exponencial. As inclinações dentro das equações de regressão estão relacionadas entre si, usando, neste caso, a DL-Met como referência. O coeficiente resultante sugere quanta DL-Met é necessária para substituir o MHA-FA para obter o mesmo desempenho animal, independente do nível geral de suplementação e do nível de desempenho. Esta abordagem pressupõe que o desempenho máximo alcançável (assíntota) é semelhante para ambos os produtos. Foram feitas várias tentativas fornecer evidências de que este método não seria aplicável para o MHA-FA. Vázquez-Anon et al. (Novus International) relataram quatro estudos simultâneos de dose-resposta e concluíram que a natureza da curva de dose-resposta seria diferente em frangos alimentados com MHA-FA ou com DL-Met [28]. Curiosamente, quando os dados foram analisados separadamente para cada ensaio, as regressões lineares, exponenciais e quadráticas ajustaram-se melhor às respostas de DL-Met e MHA-FA, mas foram diferentes entre ensaios e produtos. Por outro lado, uma metanálise de dados combinados desses quatro ensaios sugeriu uma resposta linear ao MHA-FA, sem assíntota, e uma resposta quadrática para a DL-Met [28]. No mesmo ano, Vázquez-Anon et al. (Novus International) identificaram respostas quadráticas para ambos os produtos [29] e um experimento adicional com frangos sugeriu respostas lineares a ambos os produtos [30]. Assim, a equipe de Vázquez-Anon e Knight, da Novus International, apresentou conclusões biologicamente enganosas e infundadas; ainda assim, não alegou nenhuma diferença de eficácia entre os produtos. Além disso, foram utilizadas respostas lineares para comparar as inclinações [30], evidentemente aceitando o método slope ratio. No entanto, não houve respostas significativas dos frangos a nenhum dos produtos, um pré-requisito para um ensaio slope ratio confiável. Após um processamento não convencional de dados, uma metanálise patrocinada pela Adisseo aceitou e também aplicou o método slope ratio, concluindo que a eficácia do MHA-FA não seria diferente da DL-Met [31]. Foi dada atenção especial ao tratamento dos dados e à seleção das publicações consideradas [32], mas os autores só conseguiram justificar parcialmente as suas conclusões [33], além de ser impossível para o leitor reproduzir esta análise. Kratzer (que foi coautor [29]) e Littell (que originalmente descreveu os métodos slope ratio e multiexponencial para fontes de metionina [27]) recorreram ao estudo acima mencionado do CVB [5] – que foi aceito por



todas as empresas envolvidas – e concluiu que o MHA-FA e a DL-Met não gerariam a mesma assíntota e, portanto, a conclusão de menor bioeficácia do MHA-FA por Jansman et al. [5] não seria válida [34]. Uma resposta imediata contestou essas conclusões [35] e uma metanálise aprofundada forneceu evidências claras de que as assíntotas de ambos os produtos são semelhantes, mas que a dose necessária para atingir esse máximo difere entre os produtos [36]. Desde então, a abordagem metodológica não foi mais questionada no meio científico, embora a Associação Internacional de Análogos de Metionina (IMAA; fundada em 2012) tenha utilizado as publicações acima para “promover a reputação” do MHA-FA [37].

No entanto, a evidência definitiva da validade da regressão exponencial múltipla é obtida com o uso de DL-Met diluído como padrão interno. Com uma concentração conhecida de apenas 65% de DL-Met em um premix (DL-Met65), o ensaio simultâneo de dose-resposta revela uma bioeficácia de cerca de 65% em relação à DL-Met pura. Experimentos em frangos de corte usando a DL-Met65 sugeriram uma bioeficácia média de 63% que, além disso, era idêntica à bioeficácia determinada para MHA-FA [38,18,20]. Curiosamente, estes estudos foram publicados antes de 2006 e, portanto, já eram conhecidos antes das publicações acima, sugerindo que diferentes modelos de regressão, pré-tratamento de dados para a regressão slope ratio, etc., já estavam disponíveis. Entretanto, outros ensaios com DL-Met65 validaram o método e a bioeficácia dos produtos [11,16], refutando assim o conceito de que os dois têm a mesma bioeficácia, diferentes assíntotas ou diferentes naturezas de resposta. Uma observação curiosa é que, na verdade, a Rhône-Poulenc (hoje Adisseo) utilizou a inclusão de DL-Met diluída como padrão interno em um experimento para determinar a bioeficácia do MHA, chegando a conclusões semelhantes às de pesquisas recentes [39].

Mais recentemente, argumentou-se que deveria ser feita uma comparação justa nos níveis de suplementação “comercial” segundo as exigências [40–42]. Esta sugestão é ridícula, porque o desempenho máximo é obtido mesmo com a DL-Met65 em tais níveis “comerciais” [16,18,38,11,20]. Ninguém poderia concluir que a DL-Met65 tem a mesma bioeficácia que a DL-Met pura. Além disso, Batonon-Alavo et al. suplementaram DL-Met e MHA-FA a níveis equimolares para atingir as recomendações das empresas de genética de frangos de corte [43]. Apresentaram o teste de não inferioridade como uma “nova abordagem estatística” para mostrar que o MHA-FA não é inferior à DL-Met. No entanto, a aplicação deste teste incluiu erros graves [44], que os autores obviamente não aceitaram [45]. Primeiro, o teste de não inferioridade pressupõe uma menor eficácia do produto em teste – neste caso, o MHA-FA – e a questão a ser resolvida é apenas se essa menor eficácia está dentro de um intervalo aceitável. A análise estatística dos dados relatados revela, corretamente, que a não inferioridade do MHA-FA em relação à DL-Met não pode ser confirmada [44].

Em resumo, as publicações dos fabricantes de MHA-FA visam gerar dúvidas sobre a precisão e a validade da bioeficácia significativamente menor do MHA-FA em relação à DL-Met. Para atingir este objetivo, sugeriram vários modelos de regressão, realizaram metanálises, cuja preparação dos dados não seria aceita em uma comparação justa, e sugeriram condições de teste em que as comparações não são significativas. Por outro lado, as regressões slope ratio e multiexponencial são métodos estabelecidos para comparar uma fonte de nutrientes com uma referência. A eficácia desse modelo foi comprovada ao testá-lo com DL-Met65. A bioeficácia recomendada de 65% para o MHA-FA em relação à DL-Met possa ser testada em qualquer condição de produção, clima, espécies de animais de produção não ruminantes e com qualquer produto de MHA (MHA-FA, MHA-Ca) sem comprometer desempenho animal e também permite, efetivamente, economia considerável de custos e outros benefícios.

#### BASES FISIOLÓGICAS

Há um amplo corpo de pesquisas publicadas sobre o destino metabólico e fisiológico da DL-Met e do MHA-FA. A EFSA concluiu anteriormente que as principais razões para uma menor bioeficácia do MHA-FA estão relacionadas principalmente à sua maior degradação por micróbios intestinais e, particularmente, à menor digestão e utilização dos dímeros e trímeros do MHA-FA [6]. Becquet, atualmente presidente do IMAA acima mencionado, e colaboradores da Adisseo e da Novus International publicaram recentemente duas revisões detalhadas sobre o metabo-

lismo das fontes de metionina [46,47]. A primeira revisão trata da digestão e absorção das moléculas na digesta e a segunda revisão analisa a transformação do D-MHA, do L-MHA e da D-Met em L-Met. Embora não seja óbvio para um leitor com pouco conhecimento sobre esses temas, os autores foram seletivos nas referências escolhidas, o que, por definição, impossibilita uma revisão abrangente e cientificamente confiável [48]. A revisão não apenas ignorou publicações favoráveis ao MHA-FA, mas também desqualificou as abordagens metodológicas utilizadas em estudos que revelaram desvantagens do MHA-FA em comparação à DL-Met. Isto é digno de nota, porque todas as pesquisas sobre as bases fisiológicas destes produtos não permitiriam quantificar os efeitos e, portanto, analisar a bioeficácia relativa determinada – apenas permite explicar a observação empírica. Os temas abordados nas revisões [46,47] incluem os incluídos no relatório da EFSA [6] e, aparentemente, publicações científicas como esta poderiam gerar novas “evidências” que permitiriam a revisão da avaliação respectiva pela EFSA. Nossa carta-resposta passou rapidamente pelo processo de revisão da revista, que aceitou que a “linha de argumentação visa desacreditar estudos que relatam menor absorção de MHA-FA. A impressão de revisão tendenciosa é reforçada pela omissão de uma série de publicações de fácil acesso”. [48].

#### **ABORDAGENS PARA AUMENTAR O VALOR NUTRICIONAL DO MHA-FA**

No que diz respeito à precificação de DL-Met e MHA-FA, os valores da matriz para a formulação de rações de custo mínimo (FCM) são fundamentais ao avaliar a atratividade relativa da inclusão de um ingrediente na fórmula final. Por exemplo, se a única informação nutricional na matriz fosse o teor disponível de Met (Met+Cys), o valor de MHA-FA seria 65% maior para a DL-Met, de acordo com a recomendação da Evonik. Se a relação de preços entre produtos for > 65%, a FCM favorecerá a DL-Met e sugerirá um custo de oportunidade competitivo para o MHA-FA.

#### **Valores de energia associados à DL-Met e ao MHA-FA**

A matriz pode conter informações adicionais, como o teor de energia, que é importante neste contexto. É claro que a DL-Met e o MHA-FA contêm energia, que contribui – embora pouco – para o teor total de energia da dieta e há conceitos bem estabelecidos sobre as energias metabolizável e líquida na nutrição de aves e suínos. Supõe-se frequentemente que a discussão sobre a eficácia relativa considera a energia da dieta e sua respectiva utilização, porque as respostas de desempenho, determinadas em ensaios de resposta de desempenho, são os efeitos líquidos conjuntos de todos os nutrientes e de energia. Portanto, a bioeficácia de 65% também deve ser refletida nos valores energéticos inseridos nas matrizes de FCM. No entanto, se a relação de energia entre os produtos for superior a 65%, a atratividade relativa do MHA-FA em comparação com a DL-Met aumenta. A Adisseo lançou uma publicação sugerindo que a energia metabolizável do MHA-FA é tão alta quanto a da DL-Met para aves e a energia líquida, 4-5% maior [49,50]. Números semelhantes foram relatados para mamíferos. Usar tais valores na FCM anularia o efeito do valor mais baixo de Met+Cys do MHA-FA e, assim, seria mais atraente incluir o MHA-FA na dieta em vez da DL-Met, independente da menor atividade de Met+Cys. Isto torna o MHA-FA atraente para negociações de preço. No entanto, embora estes valores energéticos propostos não tenham sido determinados em ensaios com animais, mas através de cálculos a nível molecular, destaca-se que os aminoácidos (suplementares) e os seus hidroxianálogos são fornecidos que sejam incorporados sua incorporação nas proteínas corporais e, portanto, não se destinam a ser oxidados. Neste contexto, deve-se enfatizar que Met+Cys são os primeiros fatores limitantes em muitas dietas, o que consequentemente indica sua máxima utilização. Se isto for levado em conta, o quadro mudaria, uma vez que todos os isômeros do MHA precisam de ser convertidos em L-metionina, o que, na realidade, representa um gasto energético, embora pequeno.

#### **MHA-FA como agente acidificante**

Outra tentativa de aumentar a atratividade relativa do MHA-FA contra a DL-Met na FCM é sugerida no “ABC-4 Acidsaver” da Adisseo. Este aplicativo on-line calcula quanto acidificante pode ser economizado somente com a suplementação de MHA-FA, que é de fato um ácido orgânico forte, com pH igual a um. A substituição de (uma certa quantidade) de ácidos orgânicos nas rações revelaria uma vantagem econômica. No entanto, o argumento da ação do MHA-FA como acidificante na ração ainda não foi claramente demonstrado. Quando foi avaliado o desempenho de MHA-FA e DL-Met da digesta em frangos e suínos gnotobióticos, concluiu-se que os micróbios



intestinais utilizam uma quantidade considerável de MHA-FA, em contraste com a DL-Met, que então não estava disponível para o hospedeiro. [51,52]. No entanto, embora esses estudos não tenham permitido avaliar se os micróbios que consumiram MHA-FA morreram, sugerem que o MHA-FA não teria uma dupla funcionalidade. Uma investigação do impacto do ácido fórmico, da DL-Met, do MHA-FA e da substituição gradual do ácido fórmico por MHA-FA na atividade microbiana no íleo e cólon suínos não revelou nenhum impacto do MHA-FA na densidade microbiana, nem na produção de ácidos graxos de cadeia curta [53]. Dados relatados por Smith et al. confirmam que o MHA-FA não modula a microbiota ou as características intestinais de suínos e frangos de corte [54]. Locatelli et al. concluíram que o MHA-FA é ineficaz como conservante de rações, como, por exemplo, para o controle de Salmonella [55]. Da mesma forma que a energia dietética, as respostas de desempenho para determinar a bioeficácia incluiriam qualquer impacto na microbiota intestinal e na saúde. Além disso, os ensaios de validação que contestam a bioeficácia recomendada de 65% foram realizados em condições controladas e de campo e não sugeriram qualquer diferença entre ambientes e, portanto, efeitos benéficos à saúde do MHA-FA em animais de produção monogástricos [13,12,8].

#### **MHA-FA como agente antioxidante**

O estresse oxidativo é outro desafio relevante na produção animal. É desencadeado por vários fatores de estresse, como estresse térmico, além de densidade de alojamento e deficiências nutricionais. As chamadas moléculas de espécies reativas de oxigênio (ROS) estão no centro desta discussão, porque o corpo precisa neutralizá-las através de várias estratégias antioxidantes. Entre diversos outros compostos, os aminoácidos que contêm enxofre aliviam o estresse oxidativo [56]. Como resumiu Magnuson et al., o grupo enxofre da metionina pode ser oxidado em sulfóxido durante o estresse oxidativo, permitindo que a metionina neutralize as ROS [57]. Além disso, através da via de transulfuração, a metionina pode ser transformada em cisteína, que, por sua vez, é um precursor da glutatona (GHS), que é um antioxidante eficaz [57]. Em sua questionável revisão (ver acima), Becquet et al. enfatizaram os efeitos benéficos do MHA-FA contra as ROS. Embora tenham relatado estudos em que as proporções de GHS reduzida para a GHS total ou oxidada foram maiores com o MHA-FA do que com a DL-Met, sugerindo uma maior capacidade de defesa contra o estresse oxidativo [58–60], não mencionaram outros estudos que relataram maior capacidade antioxidante da DL-Met [61,62] ou estudos que não conseguiram diferenciar os produtos neste contexto [63,64]. Uma publicação recente sobre a origem das ROS demonstrou em modelos de células musculares (mioblastos) que, particularmente, o D-MHA é transformado em L-Met nas mitocôndrias e não nos peroxissomos, resultando em maior concentração no espaço extracelular de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que é uma ROS potente, e que estimularia a defesa contra o estresse oxidativo [65]. Consequentemente, o próprio metabolismo do MHA-FA aumenta o estresse oxidativo a nível celular. Mais uma vez, como afirmado anteriormente, a aplicação da bioeficácia recomendada de 65% para MHA-FA aplica-se a qualquer condição ambiental, nutricional e de manejo que, portanto, exclui benefícios adicionais do MHA-FA em tais condições [13,32,8,12].

#### **RESUMO E CONCLUSÃO**

Para resumir, a regressão multiexponencial de dados de dose-resposta simultâneos permite determinar a bioeficácia do MHA-FA em relação à DL-Met, bem como a validação do método. Portanto, recomenda-se uma bioeficácia de 65%. Esta é semelhante aos achados da empresa antecessora da Adisseo, a Rhône-Poulenc – AEG, que concluiu, em 1983, uma bioeficácia de 70% à base de produto [4]. Notadamente, os fabricantes de MHA-FA e os cientistas apoiados por essas empresas apresentaram várias abordagens estatísticas para estabelecer a equivalência nutricional entre o MHA-FA e a DL-Met. Além disso, em alguns exemplos, pode ser claramente demonstrado que essas publicações e, mesmo as chamadas revisões, ignoraram outras pesquisas que não são convenientes para os fabricantes de MHA neste contexto. Além da discussão sobre a bioeficácia, foram feitas várias tentativas de aumentar o valor nutricional do MHA-FA em relação à DL-Met, sugerindo que o MHA-FA tem maior valor energético dietético, propriedades acidificantes ou capacidade antioxidante. No entanto, nenhuma abordagem pode negar a aplicabilidade prática da nossa bioeficácia recomendada de 65% e a economia associada para o usuário, porque mais de 150 experimentos em qualquer condição de produção comprovam a validade da nossa recomendação.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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.
- 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.
- Rhône-Poulenc - AEC. 1983. Comparison of the nutritional efficacy of DL-methionine and its hydroxy analog free acid in broilers 12 / *Poultry* 255.
- 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.
- 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.
- Committee of the Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academies Press, Washington, DC.
- Lemme, A., A. Helmbrecht, and S. Mack. 2012. Commercial methionine sources in poultry. *AMINONews® Review*:1–39.
- Lemme, A. 2010. Relative bioavailability of methionine sources in fish. *AMINONews®*:1–11.
- Lemme, A. 2004. Relative effectiveness of methionine hydroxy analogue calcium salt in broilers and layers. *AMINONews®*:1–8.
- 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.
- Htoo, J. K., and M. Rademacher. 2012. Commercial methionine sources in pigs. *AMINONews® Review*:1–31.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zimmermann, B., R. Mosenthin, M. Rademacher, P. Lynch, and E. Esteve-Garcia. 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.
- 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.
- Vázquez-Anón, M., R. González-Esquerro, 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-Esquerro, 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. Decuypere, 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. Decuypere, 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.

*O conteúdo deste documento destina-se à informação e assistência aos clientes da Evonik e não se aplica a produtos comercializados ou vendidos nos Estados Unidos. A Evonik comercializa seus produtos em conformidade com as leis locais aplicáveis, mas é da responsabilidade do usuário garantir que o uso e quaisquer alegações feitas sobre este produto cumpram todos os requisitos relevantes. Este documento não pode ser publicado nos Estados Unidos sem o consentimento expresso por escrito da Evonik Operations GmbH.*



**Evonik Operations GmbH**  
Animal Nutrition Business Line

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

Essas informações e quaisquer recomendações, técnicas ou não, são apresentadas de boa fé e consideradas corretas na data em que foram escritas. Os destinatários dessas informações e recomendações devem fazer sua própria avaliação quanto à sua adequação a seus propósitos. Em nenhum caso, a Evonik se responsabilizará por danos ou perdas de qualquer natureza ou resultantes do uso ou confiança nessas informações e recomendações. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, QUANTO À PRECISÃO, INTEGRIDADE, NÃO-VIOLAÇÃO, COMERCIALIZABILIDADE E/OU ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL FIM) RELATIVAS A QUAISQUER INFORMAÇÕES OU RECOMENDAÇÕES FORNECIDAS. A referência a quaisquer nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações de informações e/ou recomendações a qualquer momento, sem aviso prévio ou subsequente.



## 6. Utilização de Fonte de Metionina para Desempenho e Deposição de Met+Cys em Frangos de Corte

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  
para o  
documento

Seção 1

Seção 2

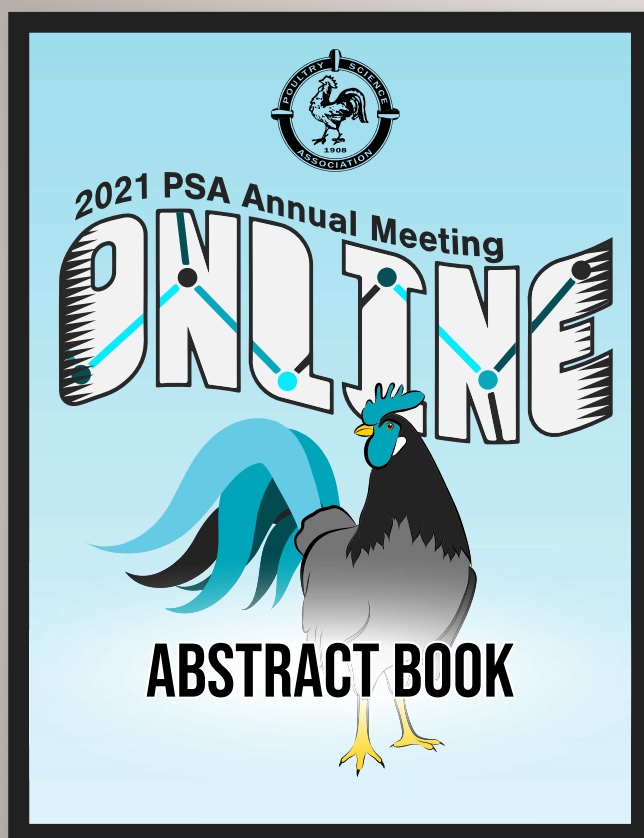
Seção 3

Seção 4



SEÇÃO 2, VÍDEO N. 6

## 7. Avaliação prática do efeito do regime de suplementação de metionina no desempenho e no rendimento de carcaça de 2 linhagens comerciais de frangos de corte aos 41 dias



reactions among the  
valine and leucine,  
performance and carcass  
conducted 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)  
factorial design. Diets  
male broiler chicks.  
ed conversion were  
period. At d 46, four  
minution of carcass  
woody breast in P.  
y two-way ANOVA  
was considered at P  
ng 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,

ur amino acid  
s exposed to acute  
ur\*<sup>1,2</sup>, 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

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 broilers were  
placed in 36 pens with 18 chicks/pen and assigned to  
treatment. Data were analyzed as a 2 x 2 factorial (P < 0.05).  
(P < 0.05). Cloacal temperature was 42.5 °C with HS at 28, 31,  
and 1.2 °C with HS at 28, 31, and 35 d (P < 0.05). No interaction effects were of  
performance (P > 0.05). As expected, HS increased BWG  
92g and increased FCR by 11 points respectively (P < 0.05). The addition of SAA had no effect on live performance  
of age, there was an interaction where  
SAA to birds exposed to HS was able to restore  
permeability similar to the TN group (P < 0.05). No interaction  
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<sup>1,2,3</sup>, Andrew Brown<sup>1</sup>, Dalton Demchey<sup>1</sup>, Kyle  
Smith<sup>2</sup>, Kelley G. Wansley<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Mississippi State University,  
Mississippi State, Mississippi, United States, <sup>2</sup>Evonik  
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  
m<sup>2</sup>/bird); 9 replicates/treatment. Average BW, BW gain  
(BWG), feed intake (FI), and FCR were evaluated at d 17,

Ir  
para o  
documento

Mississippi State University, Mississippi, EUA, em colaboração com uma interação comercial



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 4



## 8. Efeitos de fontes de suplementação de metionina e proteína bruta no desempenho de frangos de corte Ross 708 machos

### Poultry Science®

Volume 102 (E-Supplement 1)

### Poultry Science Association 112<sup>th</sup> Annual Meeting Abstracts

Presented

July 10-13, 2023  
Philadelphia, Pennsylvania

based on tibia bone  
8 d-of-age, P-deficient  
with 0.05 and 0.1%  
M and CR-PKM were  
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  
tio 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  
ntake yielded a P  
to KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 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  
TME<sub>2</sub>, and AA  
PKM from different  
stability of P varied with  
mination.

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

Ingredients that fulfill  
ers. Amino acids (AA),  
10% 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  
lter 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, showed re-  
sults that were significantly different from SCP treatments,  
regardless of Met source, showed results that were sig-  
nificantly different from SCP treatments. The main effects  
impacted litter moisture. Birds fed 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 with no Met supplementation.  
On d42, 23 SCP-fed birds had FLS 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<sup>1</sup>, Sahil Kalia<sup>1</sup>, Xin Gen Lei<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Cornell University, Animal  
Science, Ithaca, New York, United States.

Broiler production, similar to other animal agriculture,  
contributes to greenhouse gas (GHG) emissions of CO<sub>2</sub>,  
CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O. 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 com-  
mercial meal basal diet supplemented with five microalgal  
biomasses (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 microalgal 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<sub>2</sub>O  
emission, C018-LEA, and C417-H1 treatments lowered (P<  
0.05) the emission of N<sub>2</sub>O and NH<sub>3</sub> by 55% to 136%.  
Meanwhile, CO<sub>2</sub> production was reduced (P<0.05, 48% to  
271%) by all microalgal diets on day 7, 14, and 21. The total  
track nitrogen retention was increased (P<0.05, 35 to 61%)

Ir  
para o  
documento



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 5



SEÇÃO 2, VÍDEO N. 4

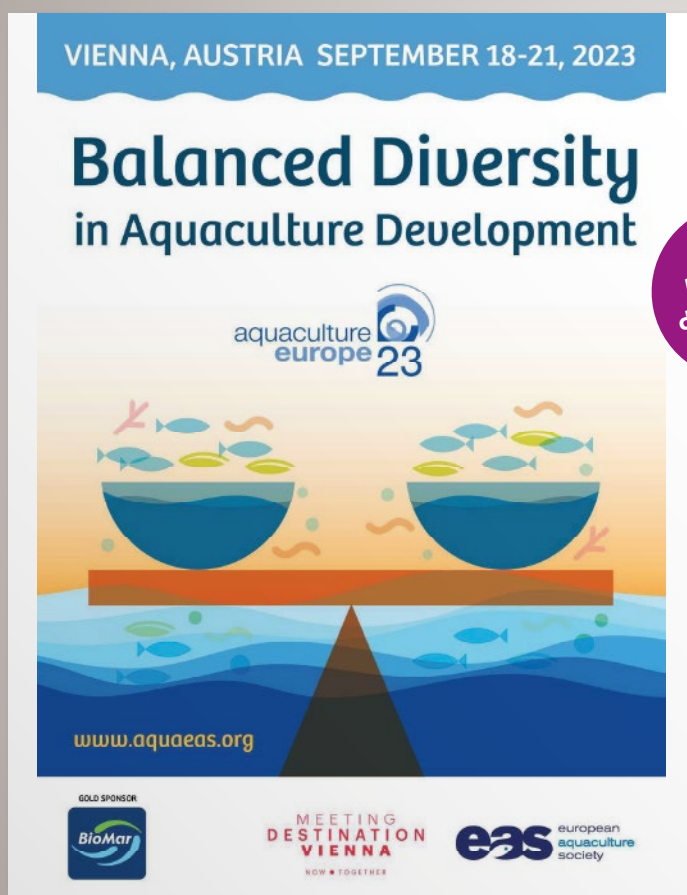
Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 9. Validação da eficácia biológica de fontes de metionina em tilápias-do-nilo



Validating Biological Efficiency of Methionine Sources in Nile tilapia.

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



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 6



## 10. Efeitos de fontes suplementares de metionina em dietas de suínos em terminação nas características da carcaça, rendimento de cortes e qualidade da 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 Herrera<sup>1</sup>, Joseph Sonderman<sup>1</sup>, David Velazco<sup>1</sup>, Chris Calkins<sup>1</sup>, <sup>1</sup>University 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 ( $\pm 5$  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 Remole<sup>1</sup>, J. Caroline González-Vega<sup>2</sup>, John K. K. Htoo<sup>2</sup>, Anna Dilger<sup>1</sup>, Bailey Harsh<sup>1</sup>, <sup>1</sup>University of Illinois, <sup>2</sup>Evonik Operations GmbH, <sup>3</sup>University 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 ( $BW = 79.9 \pm 0.80$  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 cm<sup>2</sup>; LM 52.65 cm<sup>2</sup>; MHA-Ca 52.81 cm<sup>2</sup>). 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 para o arquivo

Downloaded from https://academic.oup.com/jas/article/100/Supplement\_2/133/6567049 by guest on 20 December 2023

# 11. Efeito da suplementação de DL-metionina acima das exigências no desempenho, morfologia intestinal, atividade antioxidante e expressão gênica e concentração sérica de aminoácidos em suínos estressados por calor

Journal of Animal Science, 2022, 101, 1–13  
<https://doi.org/10.1093/jas/skac375>  
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,<sup>1</sup> Verónica Sánchez,<sup>1</sup> Bayron Pérez,<sup>1</sup> Reyna L. Camacho,<sup>1</sup> Néstor Arce,<sup>1</sup> Ernesto Avelar,<sup>1</sup> Jollie-Caroline González-Vega,<sup>1</sup> John K. Htoo,<sup>2</sup> and Miguel Cervantes<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup>ICA-Universidad Autónoma de Baja California, 21100 Mexicali, B.C., México

<sup>2</sup>Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany

<sup>3</sup>Corresponding author: [miguel\\_cervantes@uabc.edu.mx](mailto: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 DL-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 ± 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, HS120, HS140, HS160; HS-pigs (29.6 °C to 39.4 °C) fed the basal diet supplemented with DL-Met to contain 0%, 20%, 40%, and 60% DL-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 ( $P < 0.05$ ). Feed intake of TN100 pigs was higher than that of HS-pigs fed the DL-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<sup>2</sup>AT2 in ileum decreased ( $P < 0.05$ ), but glutathione peroxidase activity increased in HS-pigs. DL-Met supplementation linearly affected catalase and glutathione peroxidase activities, as well as the relative expression of b<sup>2</sup>-AT 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 DL-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](mailto:journals.permissions@oup.com).

Downloaded from <https://academic.oup.com/jas/article/doi/10.1093/jas/skac375/6831425> by UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, TIJUANA (UABCT) user on 11 January 2023





## DL-metionina: A primeira fonte de metionina

Fernanda Castro<sup>1</sup>, Victor Naranjo<sup>2</sup>, Andreas Lemme<sup>3</sup>

### Uma viagem no tempo

A metionina (Met), um aminoácido que contém enxofre, é reconhecida como uma molécula vital para o funcionamento metabólico adequado dos animais. Além de ser um alicerce de proteínas (penas, músculos, enzimas, hormônios, entre outros), atua como precursor de outros aminoácidos sulfurados e seus derivados, como cistina, homocisteína e glutatona, e é o principal doador de grupos metila para vias epigenéticas na forma de S-adenosilmetionina (SAME).

A metionina foi isolada pela primeira vez em 1922 por J. H. Müller, pesquisador da Universidade de Columbia, em Nova York. Porém, sua fórmula e estrutura só foram descritas três e seis anos depois por S. Odake, G. Barger e F. P. Coyne, respectivamente.

A busca de como produzir grandes quantidades de metionina purificada para alimentação humana e suplementação de rações foi fomentada pela descoberta de sua essencialidade na década de 1930 e pelos avanços da indústria petroquímica que possibilitaram a produção de acroleína, produto intermediário da síntese de DL-Met.

Pesquisadores da Degussa AG (hoje Evonik) acompanharam essas descobertas durante o pós-guerra. A primeira síntese tecnicamente viável de DL-Met foi obtida por W. Schwarze, H. Wagner e H. Schulz com grau farmacêutico

para tratar insuficiência proteica crônica sofrida pelos soldados que regressavam da guerra em 1948. A aplicação de metionina em rações surgiu alguns anos depois, em 1953, depois que os testes de alimentação realizados mostraram resultados positivos.

Atualmente, a DL-Met é produzida com sucesso pela Evonik em três centros internacionais (Américas, Europa e Ásia), com plantas de classe mundial localizadas em Mobile (EUA), Antuérpia (Bélgica) e Cingapura, atendendo à demanda global por esse aminoácido essencial. Estão sendo feitos mais investimentos adicionais nas plantas de Mobile e Cingapura, com projetos de integração retroativa para produzir localmente metilmercaptano, um intermediário da síntese de DL-Met. Esses investimentos permitem a produção mais eficiente de DL-Met e promovem maior sustentabilidade ao eliminar a terceirização e o transporte desse material de outros locais para a planta. Você pode obter mais informações sobre o projeto de integração retroativa no site da Evonik ou digitalizando o código QR.



*Leia o comunicado à imprensa da Evonik sobre a integração retroativa de sua planta de metilmercaptano em Mobile, AL*



*Leia o comunicado à imprensa da Evonik sobre sua segunda fábrica de metilmercaptano em Cingapura*

<sup>1</sup>Evonik Corporation, 30144 Kennesaw, GA, EUA. <sup>2</sup>Evonik Guatemala, 01010 Cidade da Guatemala, Guatemala

<sup>3</sup>Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Alemanha

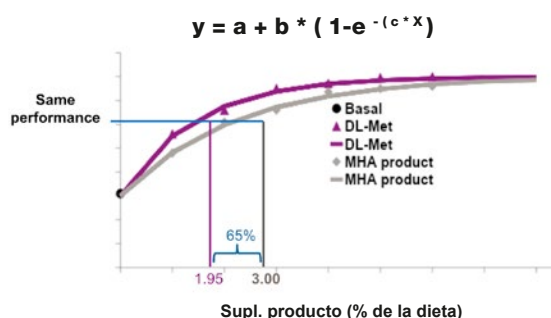
## Fonte de metionina

Desde a primeira síntese de DL-Met, fontes suplementares alternativas, como o Ácido Livre de Hidroxianálogo de Metionina (MHA-FA) e o Sal de Cálcio de Hidroxianálogo de Metionina (MHA-Ca), foram desenvolvidas e atualmente são oferecidas por diversas empresas ao redor do mundo.

No entanto, estas fontes têm sua estrutura e disponibilidade para os animais significativamente diferentes.

Já em 1980, dados mostraram que a DL-Met, um aminoácido por sua estrutura química, é considerado 100% biodisponível para os animais, enquanto o MHA-FA, um ácido orgânico, é considerado 63-70% biodisponível em relação à DL-Met [1-3]. Estudos recentes demonstram uma bioeficácia de cerca de 65% para ácido livre de MHA (MHA-FA) e sal de cálcio (MHACa) para todas as espécies monogástricas terrestres e aquáticas criadas em qualquer condição de produção [4-9]. Isto significa que 100 partes de produtos MHA podem ser substituídas por 65 partes de DL-Met na ração sem afetar o desempenho.

A metodologia para determinar a bioeficácia relativa foi descrita por Littell et al. [10]. Em resumo, dois (múltiplos) conjuntos de dados de resposta à dose são analisados por regressão linear (slope ratio) ou multiexponencial simultânea (Figura 1). As inclinações das equações de regressão estão relacionadas entre si, tomando a DL-Met como referência. O coeficiente resultante sugere quanta DL-Met é necessária para substituir o MHA para atingir o mesmo desempenho animal, independente dos níveis gerais de suplementação e de desempenho. Nesta abordagem, foi claramente demonstrado que o desempenho máximo que pode ser atingido (assíntota) é semelhante para ambos os produtos.



**Figura 1:** Análise de regressão multiexponencial simultânea para determinar a bioeficácia relativa.

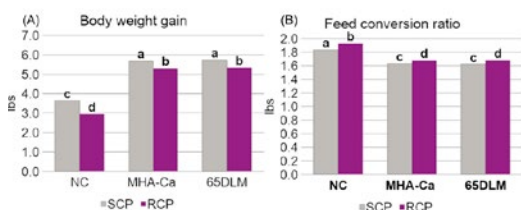
Para validar a abordagem de regressão multiexponencial, também foi utilizada a DL-Met diluída como padrão interno. O MetAMINO® pode ser diluído utilizando 35% de amido, glicose, calcário ou grãos finamente moídos. Com uma concentração conhecida de apenas 65% de DL-Met em um premix (65DLM), o ensaio simultâneo de dose-resposta deverá revelar uma bioeficácia de cerca de 65% em relação à DL-Met pura (99% de pureza). Ensaio com frangos de corte usando 65DLM sugeriram uma bioeficácia média de 63%, que foi idêntica à bioeficácia determinada para o MHA-FA [11-13].

Estes resultados confirmaram que a análise de regressão multiexponencial é uma abordagem válida para estimar a biodisponibilidade de fontes de Met e que apresentaram bioeficácia semelhante à do MHA-FA líquido. Além disso, a 65DLM tem sido utilizada para facilitar a verificação prática da diferença na biodisponibilidade do MHA-FA em estudos de campo realizados com diferentes dietas e condições de produção. Os resultados destes ensaios demonstraram mais uma vez que a 65DLM pode substituir os produtos de MHA na proporção de 1:1, sem exigir alterações na formulação da ração e produzindo resultados de desempenho semelhantes.



## Penn State University: Outro estudo de validação bem-sucedido

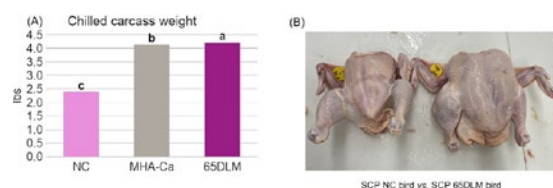
Um estudo recente comparando o MHA-Ca e a 65DLM em dietas com nível padrão e reduzido de proteína bruta (PB) foi realizado em colaboração com a Penn State University [14]. Um total de 3.072 frangos Ross 708 machos receberam dietas com diferentes fontes de Met (nenhuma, MHA ou 65DLM) e PB (Padrão ou 2% de redução) em um arranjo fatorial 2 × 3. Cada tratamento foi fornecido a 16 repetições (box) com 32 frangos cada, em um programa de alimentação em três fases de 1 a 42 dias. Os resultados mostraram que, independente do nível de PB da dieta, não foram observadas diferenças entre o MHA-Ca e a 65DLM para ganho de peso corporal e conversão alimentar (Figura 2).



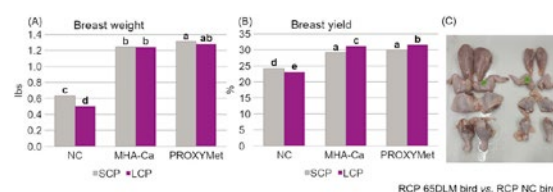
**Figura 2:** Resultados de (A) ganho de peso e (B) conversão alimentar de 1 a 42 dias. (A) Nível de PB:  $P < 0,001$ ; Fonte de Met:  $P < 0,001$ ; Interação:  $P < 0,001$ ; EPM: 0,016; (B) Nível de PB:  $P < 0,001$ ; Fonte de Met:  $P < 0,001$ ; Interação:  $P < 0,001$ ; EPM: 0,015 CN – Dieta controle negativo, sem suplementação de metionina; MHA-Ca – sal de cálcio de hidroxianálogo de metionina; 65DLM – 65% DL-Metionina + 35% calcário substituindo MHA-Ca na proporção 1:1; PBP – Dieta com proteína bruta padrão; PBR – Dieta com proteína bruta reduzida, redução de 2% na PB em relação à PBP.

Porém, a análise dos parâmetros de carcaça demonstrou que o peso da carcaça resfriada foi significativamente maior com a 65DLM, seguido do MHA-Ca e, por último, o controle negativo sem suplementação de Met (Figura 3, A). A diferença em relação às aves não suplementadas pode ser detectada visualmente, porque as aves deficientes foram significativamente menores (Figura 3, B).

Resultados semelhantes foram observados para peso e rendimento de peito. Na dieta com PB padrão, o grupo



**Figura 3:** (A) Peso da carcaça resfriada de 1 a 42 dias e (B) comparação visual da carcaça resfriada entre aves do controle negativo com proteína bruta padrão (esquerda) e as alimentadas com proteína bruta padrão e 65DLM (direita). (A) Nível de PB:  $P < 0,01$ ; Fonte de Met:  $P < 0,01$ ; Interação:  $P = 0,120$ ; EPM: 0,212 CN – Dieta controle negativo, sem suplementação de metionina; MHA-Ca – sal de cálcio de hidroxianálogo de metionina; 65DLM – 65% DL-Metionina + 35% calcário substituindo MHA-Ca na proporção 1:1.



**Figura 4:** (A) Peso da carcaça resfriada de 1 a 42 dias e (B) comparação visual da carcaça resfriada entre aves do controle negativo com proteína bruta padrão (esquerda) e as alimentadas com proteína bruta padrão e 65DLM (direita). (A) Teor de PB:  $P < 0,01$ ; Fonte de Met:  $P < 0,01$ ; Interação:  $P = 0,120$ ; EPM: 0,212 CN – Dieta controle negativo, sem suplementação de metionina; MHA-Ca – sal de cálcio de hidroxianálogo de metionina; 65DLM – 65% DL-Metionina + 35% calcário substituindo MHA-Ca na proporção 1:1.

65DLM teve peso e rendimento de peito significativamente maiores que os do MHA-Ca e o controle negativo apresentou os valores mais baixos. A mesma tendência não foi observada na dieta com redução de PB, não havendo diferenças entre MHA-Ca e 65DLM (Figura 4, A e B). Também foi observado que os cortes de carcaça foram substancialmente menores nas aves do controle negativo em comparação às que receberam 65DLM (Figura 4, C), demonstrando a importância da metionina para o crescimento e a deposição de músculo.

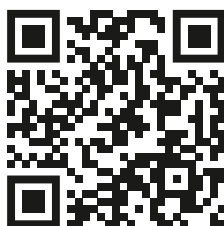
Este estudo demonstra claramente que 100 unidades de MHA promovem ganho de peso e conversão alimentar equivalentes a 65 unidades de DL-Met. No entanto, a DL-Met mostrou ter o potencial de melhorar o rendimento da carne, o que pode estar relacionado à maior deposição de Met+Cys em comparação ao MHA e à sua menor bioeficácia.

## Nova metanálise confirma resultados históricos e recentes

Esses resultados estão de acordo com um grande número de ensaios com frangos de corte que compararam 100 unidades de MHA com 65 unidades de MetAMINO®. Uma metanálise que mediu o tamanho de efeito de 76 respostas de conversão alimentar usando g de Hedges, com intervalo de confiança de 95% (diferença entre os grupos DL-Met e MHA), revelou que nenhum dos valores de conversão alimentar analisados diferiu entre MHA e DL-Met (65 partes DLM, 100% de homogeneidade entre conjuntos de dados) [15]. Foram obtidos resultados semelhantes para ganho de peso, confirmando, de forma geral, que a biodisponibilidade recomendada é aplicável em qualquer condição nutricional e de produção sem afetar o desempenho dos frangos e que permite economia substancial dos custos.

Entre em contato com seu representante da Evonik se quiser validar a abordagem 100 MHA:65 DLM em sua operação, com resultados garantidos por nossos especialistas. Outros estudos mostrando o benefício do uso da DL-Metionina e uma calculadora de benefícios podem ser encontrados em

[metAMINO.Evonik.com](https://metAMINO.Evonik.com)



**Calcule sua economia de metionina**  
com o MetAMINO® Calculator da Evonik e atualize-se sobre pesquisas acadêmicas e resultados de ensaios de campo com o Atlas MetAMINO®

## BIBLIOGRAFIA

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.

Conteúdo patrocinado



## 13. As principais fontes de metionina são equivalentes? Um estudo sobre a DL-Metionina e o Hidroxianálogo de DL-Metionina revela diferenças nas funções das linhagens de células hepáticas da truta-arco-íris



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 <sup>1,\*</sup>, Cécile Heraud <sup>1</sup>, Guillaume Morin <sup>1</sup>, Karine Dias <sup>1</sup>, Annaëlle Marcé <sup>1</sup>, Linda Beauclair <sup>1</sup>, Stéphanie Fontagné-Dicharry <sup>1</sup>, Karthik Masagounder <sup>2</sup>, Martina Klünemann <sup>2</sup>, Iban Seiliez <sup>1</sup> and Florian Beaumatin <sup>1,\*</sup>

- <sup>1</sup> Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, NUmEA, 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.)  
<sup>2</sup> 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 (*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.

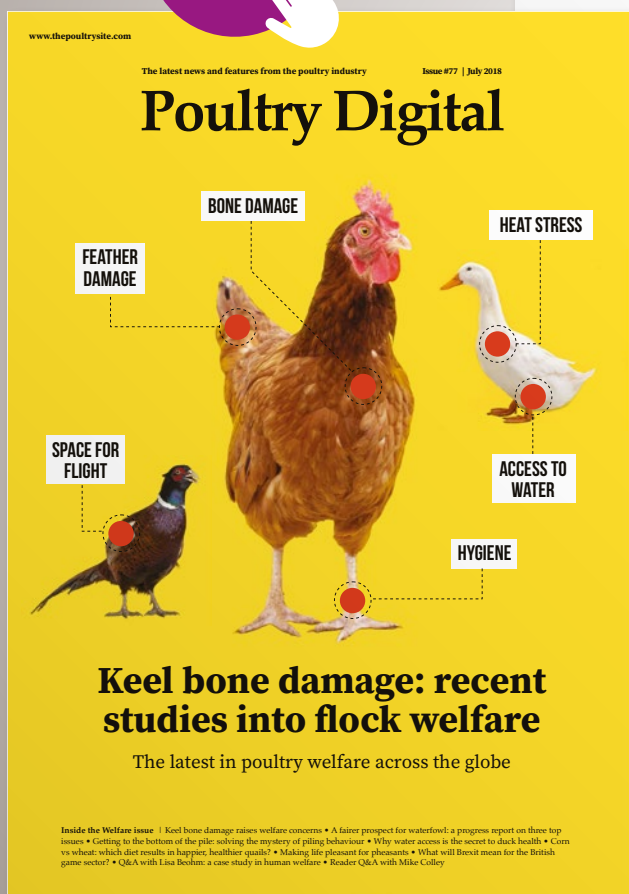
**Keywords:** aquaculture; nutrition; rainbow trout; cell lines; metabolism; methionine

### 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



## 14. A DL-metionina pode substituir os produtos hidroxianálogos de metionina na proporção de 65:100 em rações de poedeiras



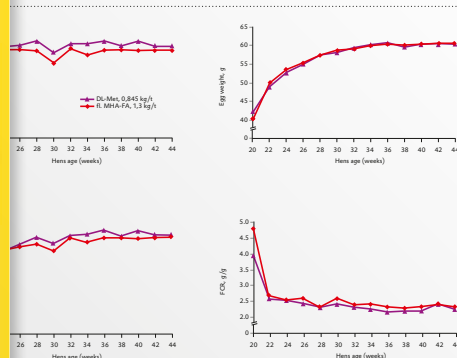
DL-methionine can replace methionine-hydroxy analog products in a ratio of 65:100 in laying hen feed.



Carlos de la Cruz and Andreas Lemme

ding studies confirm that supplying adequate dosages of a methionine is...  
ize performance, but moreover, prod-  
onine-hydroxy analog (liquid MHA-FA;  
exchangeable 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 character-  
istics 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. There-  
fore 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  
red liquid MHA-FA (red) and DL-methionine at a replacement ratio of 100:65 (Univ. Appl. Sci. Osnabrück, 2017).

**EVONIK**  
POWER TO CREATE



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 3



METAMINO® ATLAS 2022, SEÇÃO 1, ENSAIOS N. 3 E N. 5



## 15. Avaliação de fontes de metionina para o desempenho e características de carcaça de frangos alimentados com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados nas condições do Norte da Europa e do Oriente Médio

**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 .



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 9



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 13



SEÇÃO 2, VÍDEO N. 7

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 16. Avaliação de fontes de metionina para o desempenho e características de carcaça de frangos alimentados com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados nas condições do norte da Europa e do Oriente Médio

### Poultry Science®

Volume 102 (E-Supplement 1)

#### Poultry Science Association 112<sup>th</sup> Annual Meeting Abstracts

Presented

July 10-13, 2023  
Philadelphia, Pennsylvania

#### Metabolism and Nutrition: Amino Acids

days formulation of  
L. Vieira<sup>1</sup>, <sup>1</sup>UFRGS,

synthetic amino acids in  
towards the expression  
a result of a long-term  
a needed nitrogen  
d in 1838. They were  
sufficient for maintaining  
sturdy later, insulin was  
ich was a Nobel Prize  
Dr. Frederik Sanger,  
amino acid residues, a  
al to be accomplished  
in had to be degraded  
done by using fish and  
ew as an efficient and  
ed ingredient. Feed  
ing to essential amino  
peared 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  
ad libitum 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 bodyweight gain (BWG),  
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.

line sources on  
broilers at different  
is under northern  
ditions. Zeyang Li<sup>1</sup>,  
ar<sup>1</sup>, Andreas Lemme<sup>1</sup>,  
y<sup>1</sup>, Evonik Operations  
y<sup>2</sup>, Evonik Iran AG,  
y<sup>3</sup>, Natural Resources  
Finland, <sup>4</sup>Alestersharia

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  
p-weight ratio of 100 to  
In total, 720 (Trial 1:  
tes and 16 males per  
ds) or 2500 (Trial 2:  
s) males and 25

188 Effect of high leucine diets supplemented with  
arginine and valine on growth performance and gut  
health in broilers challenged with *Elmeria*  
*maxima*. Jihwan Lee<sup>1</sup>, Janghwan Choi<sup>1</sup>, Doyun Goo<sup>2</sup>,  
Hanseo Ko<sup>3</sup>, Hanyil Shi<sup>4</sup>, Brett Marshall<sup>5</sup>, Woo K.  
Kim<sup>6</sup>, <sup>1</sup>University of Georgia, Poultry Science, Athens,  
Georgia, United States; <sup>2</sup>University of Georgia, Poultry  
Science, Athens, Georgia, United States; <sup>3</sup>University of  
Georgia, Poultry Science, Athens, Georgia, United  
States; <sup>4</sup>University of Georgia, Poultry Science Department,  
Athens, Georgia, United States; <sup>5</sup>University of Georgia,  
Poultry Science, Winterville, Georgia, United States;  
<sup>6</sup>University 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%

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

91

Ir  
para o  
artigo



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 9



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 13



## 17. Uma investigação da suposta eficácia do hidroxianálogo de metionina em comparação com a DL-metionina medindo o desempenho, as características de carcaça e a expressão de GHR e de IGF-I em frangos de corte

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](mailto: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. Fonte dietética de metionina altera o lipidoma do epitélio do intestino delgado de suínos





# 19. Fontes de metionina influenciam de forma diferente a produção de espécies reativas de oxigênio, a bioenergética mitocondrial e o crescimento de mioblastos murinos e de codornas *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<sup>1</sup>, Toni Schumacher<sup>1</sup>, Claudia Miersch<sup>1,2</sup>, Rose Whelan<sup>3</sup>, Martina Klünemann<sup>3</sup> and Monika Röntgen<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute of Muscle Biology and Growth, Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Germany

<sup>2</sup> Nutritional Physiology and Diagnostics, International University of Applied Sciences (IU), Juni-Gagarin-Ring 152, 99084 Erfurt, Germany

<sup>3</sup> 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  $\mu$ M) 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  $\mu$ M 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  $H_2O_2$ , an indicator for OS, in both cell types. In addition, oversupplementation with DL-HMTBA (1000  $\mu$ M) 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  $Ca^{2+}$  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,

*Curr. Issues Mol. Biol.* **2023**, *45*, 2661–2680. <https://doi.org/10.3390/cimb45040174>

<https://www.mdpi.com/journal/cimb>

Ir  
para o  
artigo

Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4



SEÇÃO 4, ARTIGO 24

## 20. Problemas com uma metanálise que avalia a eficácia de diferentes fontes de suplementação de metionina

### ARTICLE IN PRESS

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

Andreas Lemme <sup>\*,1</sup> and Hans-Peter Piepho<sup>†</sup>

<sup>\*</sup>Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany; and <sup>†</sup>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.

<sup>†</sup>Corresponding author: [andreas.lemme@evonik.com](mailto:andreas.lemme@evonik.com)





## 21. “Absorção de fontes de metionina em animais – há mais a saber?” – Sim, muito mais!



Seção 1

Seção 2

Seção 3

Seção 4

## 22. A não inferioridade do hidroxianálogo de metionina em comparação com a DL-metionina não foi confirmada em um ensaio com frangos de corte

### 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 <sup>\*,1</sup> and Hans-Peter Piepho 

<sup>\*</sup>Evonik Operations GmbH, 63457 Hanau, Germany; and <sup>1</sup>Bioinformatics 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.

<sup>\*</sup>Corresponding author: [andreas.lemme@evonik.com](mailto:andreas.lemme@evonik.com)

1





## 23. Os dados para metanálise precisam ser padronizados – resposta a “Avaliando a equivalência nutricional de DL-metionina e L-metionina em frangos de corte: Um estudo metanalítico”

### 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<sup>\*,1</sup> and Ali Afsar<sup>†</sup>

<sup>\*</sup>Evonik Operations GmbH, Hanau, Germany; and <sup>†</sup>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.

<sup>\*</sup>Corresponding author: [andreas.lemme@evonik.com](mailto:andreas.lemme@evonik.com)



## 24. Biodisponibilidade do sal de cálcio de hidroxianálogo de metionina em relação à DL-metionina para sustentar o desempenho de suínos de 11 a 20 kg



**2024 Midwest Section Meeting**

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

**Thank you to our 2024 sponsors!**



SEÇÃO 1, ENSAIO N. 7



## METANÁLISE

## A IMPORTÂNCIA DE MEDIR A BIODISPONIBILIDADE RELATIVA DE FONTES DE METIONINA

Juliano CP Dorigam, Zeyang Li y Andreas Lemme

A metionina (Met) é um aminoácido essencial de particular importância porque não pode ser sintetizado por frangos de corte e porque pode ser convertido no outro aminoácido sulfurado, a cisteína (Cys). Devido aos seus baixos níveis nos ingredientes das rações, a Met e a Cys geralmente são os primeiros aminoácidos limitantes de desempenho em rações de frangos de corte. Por isso, são comumente suplementadas como DL-metionina (**DL-Met**, 99% de pureza) ou hidroxianálogo de metionina (**MHA**; ácido livre: MHA-FA, 88% de pureza e, com frequência muito menor, sal de cálcio: MHA-Ca; 84% de pureza) para atender às exigências. Em função das diferenças químicas entre os dois compostos, seus valores nutricionais diferem. O valor nutricional é expresso como a biodisponibilidade relativa (**BDR**) do MHA em relação à DL-Met, o que indica a proporção de substituição desses produtos na ração.

Uma publicação recente indicou uma BDR igual ou próxima de 65% para o MHA-FA em comparação com a DL-Met em frangos de corte em base a produto [1] e um parecer científico publicado em 2018 no periódico da EFSA determinou uma BDR de 75% em base equimolar para ambas as formas de MHA (64 (MHA-Ca) - 67% (MHA-FA) em base a produto) de acordo com a literatura disponível na época [2]. O princípio da determinação da BDR é comparar os dados de dose-resposta para ambos os produtos simultaneamente [3]. Nesta abordagem, o ponto de partida (dieta basal) da curva e a assíntota são os mesmos para ambos os produtos, enquanto a diferença entre as inclinações (coeficiente de regressão) das curvas é utilizada para calcular a BDR.

O método de regressão multiexponencial foi validado em uma metanálise, que forneceu evidências estatísticas de que ambas as fontes de metionina promovem o mesmo desempenho máximo (assíntota) e a inclinação da curva indica seu valor nutricional [4]. Experimentos anteriores [5-8] demonstraram a adequação da abordagem dose-resposta simultânea, introduzindo a DL-Met diluída (diluído a uma pureza de 65%; DLM65) como padrão interno. Em uma metanálise recente, Lemme et al. [1] verificaram que a eficácia da DLM65 foi de 62% em relação à DL-Met, na média de seis

experimentos, e que a do MHA-FA, de 63%. Este resultado valida a metodologia, porque a BDR da DLM65 foi quase exatamente a esperada para a DL-Met diluída a 65% de pureza. O valor da BDR nos estudos citados é inferior a 88%, ao contrário do que afirmam os fabricantes de MHA, e pode afetar não apenas o desempenho dos animais, mas também os custos e as decisões de compra.

Com base nisso, é recomendada uma BDR de 65% para produtos de MHA em relação à DL-Met. E, de fato, esta conclusão se reflete nos preços dos produtos para obter seu valor pleno.

Um experimento de validação recente em uma integração com 408.500 frangos sugeriu economias de >11.000 €/ano somente com a aplicação da nossa recomendação a um volume de ração de 10.000 t/ano [9].

### A validação da recomendação sobre o valor de biodisponibilidade relativa

Além dos estudos de dose-resposta, há um protocolo experimental mais prático e simples que pode ser aplicado para testar e validar a BDR recomendada de 65% para o MHA em comparação com a DL-Met (com base em produto). O ensaio mais simples avalia dois tratamentos: suplementação de MHA ou de DL-Met até 65% do nível de MHA, isto é, substituindo 100 unidades de MHA por 65 unidades de DLM. Espera-se o mesmo desempenho animal a um custo menor com DL-Met.

A aplicação deste ensaio de desempenho é exemplificada em uma publicação recente, onde ambos os produtos foram comparados a diferentes níveis dietéticos de Met+Cys sob condições do Norte da Europa e do Médio Oriente [10]. O primeiro experimento foi realizado na Finlândia e incluiu 5 tratamentos com 9 repetições de 16 frangos Ross 308 machos cada. As dietas foram à base de trigo e farelo de soja. O segundo experimento foi realizado na Jordânia, avaliando 5 tratamentos com 10 repetições e 50 frangos de corte Ross 308 de sexo misto (1:1) cada. Neste caso, foram fornecidas rações à base de milho e soja.

Em ambos os experimentos, os frangos receberam uma dieta basal (DB), formulada para atender todas as exigências nutricionais, exceto de Met+Cys (60-66% das exigências de Met+Cys), ou a DB suplementada com MHA-FA para atender 75% ou 100% das exigências de Met+Cys. Em dois tratamentos adicionais, o MHA-FA foi substituído por DL-Met em base a peso, mas apenas até 65% do nível de

inclusão de MHA-FA, de acordo com a BDR recomendada de 65% para o MHA-FA em relação à DL-Met. Os frangos foram alimentados à vontade de 0 a 35 dias (Exp. 1) ou de 0 a 32 dias (Exp. 2) em programas de 3 fases em condições padrão de alojamento. Os resultados finais dos experimentos 1 e 2 são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.**

*Desempenho de frangos de corte Ross 308 machos alimentados com níveis adequados e reduzidos de Met+Cys e suplementados com DL-Metionina (DL-Met) ou ácido livre de hidroxianálogo metionina líquido (MHA-FA) na proporção de 65:100 por 35 dias*

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

CCMD=consumo médio diário de ração, GMD=ganho médio diário, CA=conversão alimentar.

Os dados foram analisados por ANOVA uniaxial pelo procedimento GLM do SAS (ver. 9.4). As diferenças foram consideradas significativas a  $P<0,05$  (teste de Tukey).

**Tabela 2.**

*Desempenho de frangos de corte Ross 308 machos e fêmeas alimentados com níveis adequados e reduzidos de Met+Cys e suplementados com DL-Metionina (DL-Met) ou ácido livre de hidroxianálogo metionina líquido (MHA-FA) na proporção de 65:100 por 32 dias*

| Parâmetros de desempenho | Basal              | Nível reduzido de Met (75%) |                     | Nível recomendado de Met (100%) |                     | EPM   | P     |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|-------|-------|
|                          |                    | 100 MHA-FA                  | 65 DL-Met           | 100 MHA-FA                      | 65 DL-Met           |       |       |
| CR, g                    | 2592 <sup>b</sup>  | 2879 <sup>a</sup>           | 2855 <sup>a</sup>   | 2867 <sup>a</sup>               | 2933 <sup>a</sup>   | 22,69 | <0,05 |
| PC, g                    | 1586 <sup>c</sup>  | 1914 <sup>b</sup>           | 1916 <sup>b</sup>   | 1980 <sup>a</sup>               | 2014 <sup>a</sup>   | 16,17 | <0,05 |
| GP, g                    | 1545 <sup>c</sup>  | 1873 <sup>b</sup>           | 1874 <sup>b</sup>   | 1938 <sup>a</sup>               | 1972 <sup>a</sup>   | 16,09 | <0,05 |
| CA, g/g                  | 1,673 <sup>a</sup> | 1,524 <sup>b</sup>          | 1,510 <sup>bc</sup> | 1,470 <sup>c</sup>              | 1,480 <sup>bc</sup> | 0,012 | <0,05 |
| RC, % do peso vivo       | 70,75 <sup>b</sup> | 72,34 <sup>ab</sup>         | 72,69 <sup>ab</sup> | 73,67 <sup>a</sup>              | 72,88 <sup>a</sup>  | 0,508 | <0,05 |
| RP, % da carcaça         | 35,89 <sup>c</sup> | 38,75 <sup>b</sup>          | 39,07 <sup>b</sup>  | 41,60 <sup>a</sup>              | 42,12 <sup>a</sup>  | 0,417 | <0,05 |

CR=consumo de ração, PC=peso corporal, GP=ganho de peso, CA=conversão alimentar, RC=rendimento de carcaça, RP=rendimento de carne de peito.

\* Os dados foram analisados por ANOVA uniaxial pelo procedimento GLM do SAS (ver. 9.4).

As diferenças foram consideradas significativas a  $P<0,05$  (teste de Tukey)

Em ambos os experimentos, o consumo médio de ração foi significativamente menor nos frangos alimentados com a dieta basal (indicado por diferentes sobrescritos a,b,c), mas não houve diferenças entre os outros tratamentos. Em contraste, o fornecimento marginal de Met+Cys na dieta (75%) resultou em ganho de peso e peso final significativamente menores do que nos tratamentos com 100% de Met+Cys. Esses efeitos refletiram-se na conversão alimentar, principalmente no experimento 1, e no rendimento de carne de peito no experimento 2. No entanto, não houve diferenças nos

diferentes parâmetros de desempenho entre os tratamentos correspondentes de MHA-FA e de DL-Met com fornecimento marginal ou adequado de Met+Cys. Isto demonstra que pode ser aplicada a BDR recomendada de 65% para o MHA-FA em relação à DL-Met sem comprometer o desempenho. Além disso, o pior desempenho observado a 75% dos níveis recomendados de Met+Cys indica que o desempenho é limitado pela deficiência de Met+Cys, o que torna o teste 65:100 mais sensível e, portanto, os resultados corroboram a recomendação.



### Compilação e metanálise de ensaio de desempenho anteriores

Embora os resultados de ensaios mais recentes tenham testado e confirmado a nossa recomendação, muitos dos ensaios de 65:100 foram realizados anteriormente e podem ser analisados por metanálise. Para esta compilação, utilizamos a metanálise clássica, aplicando o g de Hedges para estimar o tamanho de efeito, com intervalo de confiança de 95%. Esta metodologia é consagrada na zootecnia e tem sido usada para integrar e determinar o efeito geral de vários estudos para obter uma visão mais precisa [11]. Portanto, realizamos uma metanálise para avaliar as respostas de desempenho de frangos quando a DL-Met substitui o MHA na proporção de 65:100. Além disso, especialmente os cientistas e autores, que defendem, ao contrário de nós, um alto valor nutricional para o MHA-FA, afirmam repetidamente que o valor nutricional do MHA-FA é maior, especialmente igual ou acima das exigências de Met+Cys e que níveis dietéticos reduzidos de Met+Cys afetariam a eficiência do MHA [12,13]. Por isso, dividimos a metanálise atual dos ensaios 65:100 em experimentos que utilizaram fornecimento marginal de Met+Cys (abaixo das recomendações), nos níveis recomendados e em níveis claramente maiores que os recomendados para ver se poderia ser observada alguma diferença nas respostas.

Para realizar a metanálise, foram extraídos os valores médios dos critérios de desempenho, os respectivos desvios padrão e tamanhos de amostra (repetições por tratamento) de cada estudo incluído. A variável analisada relatada neste artigo foi a conversão alimentar (CA), mas os resultados para outros parâmetros de desempenho foram quase idênticos. Quando mais de mais de um nível Met+Cys foi usado em um

estudo, cada par de tratamento correspondente (65:100) foi codificado individualmente. Além disso, os grupos de estudo foram separados segundo o nível Met+Cys e classificados em relação à exigência (abaixo, igual ou acima da exigência). No caso de estudos dose-resposta, a exigência foi determinada pela equação exponencial apresentada na publicação.

A análise dos dados foi realizada usando o Meta-Essential versão 1.4. O tamanho do efeito estimado (a diferença entre os tratamentos DL-Met e MHA) foi quantificado usando o g de Hedges com um intervalo de confiança (IC) de 95% [14]. Os dados foram agrupados utilizando um modelo de efeito fixo devido à falta de heterogeneidade, após serem pré-verificados pela estatística I<sup>2</sup>. O efeito foi considerado significativo quando o tamanho do efeito global estimado foi de  $P < 0,05$ .

Como mostram as Figuras 1, 2 e 3, não foi verificada heterogeneidade significativa para a conversão alimentar ( $I^2 = 0,00\%$ ), indicando que todos os estudos nestes subgrupos produziram uma estimativa do mesmo tamanho de efeito verdadeiro em uma população homogênea. De fato, os gráficos mostram que todos os valores médios de tamanho do efeito foram próximos de zero e nenhum experimento teve intervalos de confiança excluindo zero, indicando dados muito homogêneos, sem exceção. Além disso, quanto aos resultados globais indicados pelos pontos roxos (resultados mostrados na última linha em negrito), o tamanho médio do efeito foi quase zero e o intervalo de confiança global foi muito pequeno, demonstrando claramente de que a substituição de MHA por DL-Met na proporção de 100:65 resulta sempre no mesmo desempenho.

| Nome do estudo                                   | g 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)       |
| <b>Geral (<math>P = 0,488</math>)</b>            | <b>0,10 (-0,17 a 0,38)</b> |
| <b>Heterogeneidade (<math>I^2=0,00\%</math>)</b> |                            |

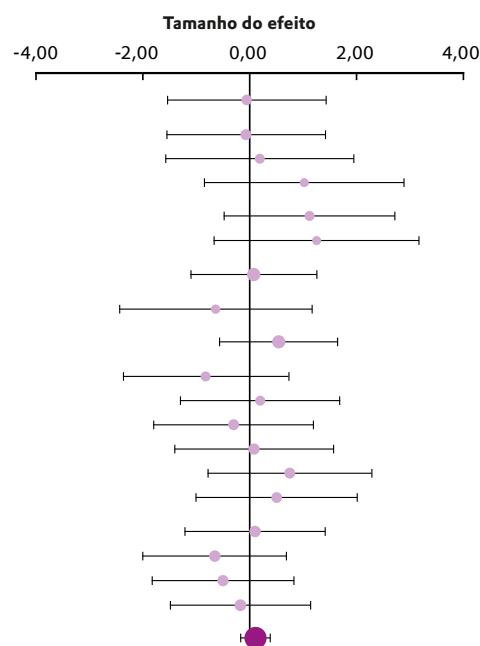
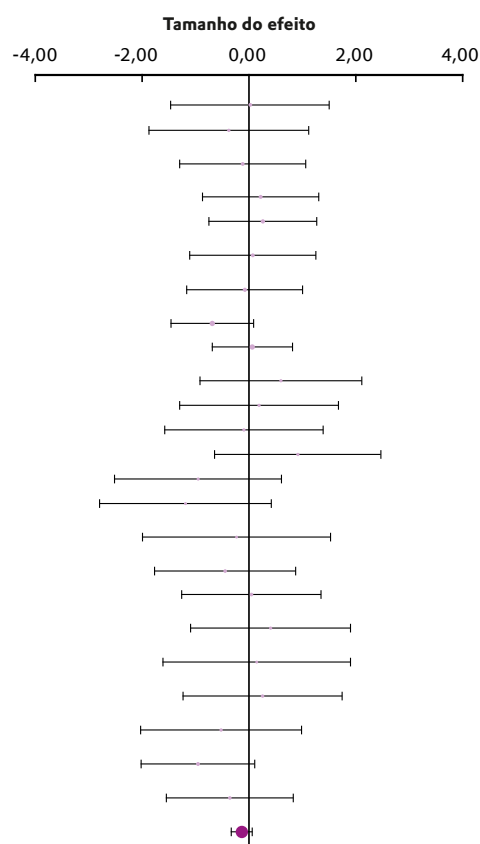


Figura 1. Forest plot mostrando o efeito da substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met na dieta na conversão alimentar de frangos de corte quando o nível de Met+Cys da dieta está acima da exigência.

| Nome do estudo                    | 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 nº15166             | 0,41 (-1,09 a 1,91)         |
| Facts&Figures nº15133             | 0,15 (-1,61 a 1,91)         |
| Facts&Figures nº15123             | 0,26 (-1,23 a 1,75)         |
| Facts&Figures nº15120             | -0,52 (-2,03 a 0,99)        |
| Facts&Figures nº15119             | -0,95 (-2,02 a 0,12)        |
| Facts&Figures nº15116             | -0,35 (-1,55 a 0,84)        |
| <b>Geral (P = 0,676)</b>          | <b>-0,13 (-0,33 a 0,07)</b> |
| <b>Heterogeneidade (I²=0,00%)</b> |                             |



**Figura 2.** Forest plot mostrando o efeito da substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met na dieta na conversão alimentar de frangos de corte quando o nível de Met+Cys da dieta está de acordo com a exigência.

Além disso, a análise conjunta de todos os ensaios relatados nas Figuras 1, 2 e 3 (não mostrados) também confirma que sempre que é aplicada a BDR recomendada de 65% para o MHA-FA são obtidos os mesmos resultados. A separação dos dados em várias categorias de fornecimento de Met+Cys também revelou que esta conclusão se aplica a níveis marginais, adequados e excedentes de Met+Cys, refutando assim as alegações de que as eficácias seriam diferentes quando a dieta contém níveis diferentes de Met+Cys.

## Conclusão

Dois estudos realizados nas condições do Norte da Europa e do Oriente Médio confirmaram que 100 unidades de MHA-FA líquido podem ser substituídas por 65 unidades de DL-Met, sem comprometer o desempenho, independente da escolha dos ingredientes. Uma avaliação mais abrangente de 76 pares de tratamentos demonstra não só que o MHA pode ser substituído por DL-Met na proporção de 100:65 sem riscos, mas também que esta conclusão é válida para qualquer nível de fornecimento de Met+Cys na dieta.



| Nome do estudo                    | 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)         |
| <b>Geral (P = 0,629)</b>          | <b>-0,01 (-0,17 a 0,20)</b> |
| <b>Heterogeneidade (I²=0,00%)</b> |                             |

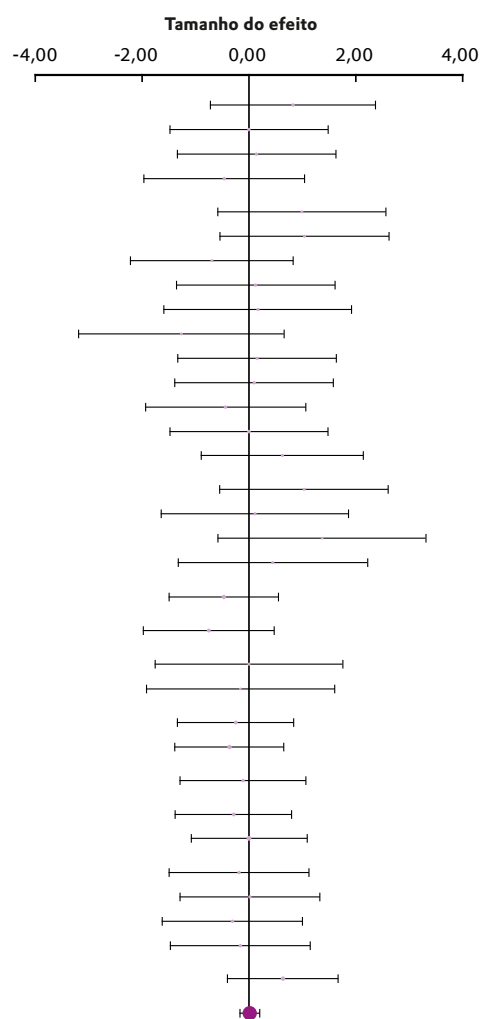


Figura 3. Forest plot mostrando o efeito da substituição de 100 partes de MHA por 65 partes de DL-Met na dieta na conversão alimentar de frangos de corte quando o nível de Met+Cys da dieta for abaixo da exigência.

## Bibliografia

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. 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. Tarés-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. 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.
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.



# Sustentabilidade



## MetAMINO® Carbon Footprint

Use o MetAMINO® para atingir suas metas de emissão de gases de efeito estufa

Metas ambiciosas de redução de emissões verificadas pela iniciativa Science Based Targets

Escopos 1 e 2: **25%** de redução absoluta até 2030 em relação a 2021.

De acordo com uma trajetória de aquecimento bem abaixo de 2 °C.



Escopo 3: **11%** de redução absoluta até 2030 em relação a 2021.

Num futuro próximo, a Evonik Industries planeja revalidar as suas metas para fomentar uma via que limite o aquecimento em 1,5 °C até 2050.

Saiba mais sobre a estratégia de redução de emissões de gases de efeito estufa da Evonik aqui.



Dados de pegada ambiental do produto disponíveis aos clientes mediante solicitação

Ao comprar da Evonik, você pode acessar dados de pegada ambiental de quase todos os nossos produtos de nutrição animal. Desenvolvidos pelos especialistas da Evonik em avaliação do ciclo de vida, mostram a pegada dos produtos em 19 categorias de impacto ambiental, incluindo o potencial de aquecimento global.

Esses dados permitem que você:

- demonstre aos seus clientes e outras partes interessadas que você está adquirindo ingredientes sustentáveis, com avaliações de ciclo de vida confiáveis
- use dados primários para cálculo, relatórios e metas de redução de emissões de gases de efeito estufa da sua empresa.

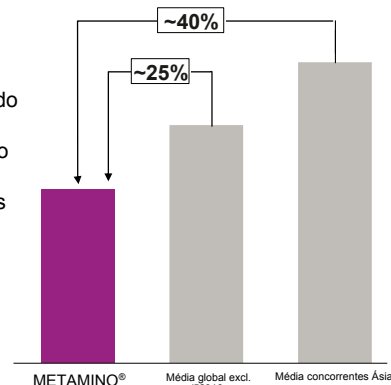
Entre em contato com seu representante de vendas para obter mais informações.

Uma fonte de baixa emissão de DL-metionina

Quando ponderada segundo o teor de metionina biodisponível, a pegada de carbono do METAMINO® é aproximadamente:

- **25%** menor que a média global do setor
- **40%** menor que a média dos concorrentes da Ásia

Potencial de Aquecimento Global (GWP) do METAMINO® em comparação com as médias da indústria dos concorrentes globais e da Ásia



A tecnologia líder da Evonik, a melhor produtividade e eficiência energética da categoria, combinadas com o uso cada vez maior de fontes de energia de baixa emissão, nos permite oferecer um fornecimento mais sustentável de DL-metionina.

Entre em contato com o representante de vendas para obter mais informações.

Metodologia do METAMINO® GWP: Regras da Categoria de Pegada Ambiental do Produto (PEFCR), excluindo carbono biogênico, do berço ao portão (Escopo 1, 2 e Escopo 3 acima). O cálculo e os relatórios da ACV seguem as orientações da ISO 14040/44, ISO 14067 e TFS.

Metodologia para as médias dos concorrentes globais e asiáticos: estimadas internamente pelos especialistas em inteligência de mercado, tecnologia e avaliação de ciclo de vida da Evonik. A média global do setor é estimada com base nos fabricantes responsáveis por >90% do volume total de produção global. A estimativa média dos concorrentes asiáticos baseia-se nos fabricantes responsáveis por >95% do volume total de produção dos concorrentes na Ásia. As fontes de metionina incluem a DL-metionina, a L-metionina e o hidroxianálogo de metionina (MHA). O GWP é estimado levando em conta a maior biodisponibilidade de metionina em METAMINO® em relação ao MHA.

Dados válidos em dezembro de 2023.



## Assinatura dos conceitos de baixo teor de proteína bruta promovidos pelo MetAMINO®

A expertise nutricional da Evonik melhora os resultados ambientais da produção animal

### Utilizando a Ciência para Enfrentar o Desafio de Alimentar o Mundo

As Soluções de Próxima Geração da Evonik têm impactos positivos na sustentabilidade de nossos clientes

#### Estudo de avaliação do ciclo de vida:

- Fizemos uma avaliação do ciclo de vida (ACV) das dietas recomendadas pela Evonik para quantificar os benefícios ambientais das soluções Evonik em comparação com dietas comerciais de referência para frangos de corte, poedeiras e suínos.
- O estudo foi realizado por nutricionistas da Evonik e especialistas em ACV, revisado criticamente por especialistas externos e certificado de forma independente pela TÜV Rheinland, de acordo com os padrões de qualidade ISO 14040 e 14044.

#### Potencial de dietas de baixa proteína



|           | Redução emissões de GEE | Redução do uso do solo | Redução do potencial de eutrofização |
|-----------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Frangos   | -14%                    | -9%                    | -10%                                 |
| Poedeiras | -13%                    | -13%                   | -12%                                 |
| Suínos    | -9%                     | -6%                    | -9%                                  |

#### Resultados do estudo:

- O estudo demonstra que, em comparação com dietas de referência, a recomendação da suplementação ideal de aminoácidos em rações pelo serviço completo da Evonik reduz as emissões de gases de efeito estufa (GEE), o uso do solo e o potencial de eutrofização na produção de frangos de corte, poedeiras e suínos.
- A maior parte da redução dos GEE resulta da menor utilização de soja, possibilitada por uma maior suplementação de aminoácidos. Da mesma forma, a redução do uso do solo decorre da menor utilização de fontes de proteína bruta, como soja, milho e trigo. As melhorias do potencial de eutrofização se devem, em grande parte, à redução de nitrogênio pelos animais, resultante de dietas com baixo teor de proteína bruta.
- De forma geral, o estudo demonstra que dietas balanceadas em aminoácidos e com baixo teor de proteína bruta têm impactos positivos na sustentabilidade sem comprometer o desempenho animal.
- Assista nossa breve explicação sobre o tema assunto aqui.

Os dados apresentados são resultados globais.

As avaliações para cada espécie consideram variações regionais relativas às matérias primas disponíveis e aos níveis de proteína na ração.

#### Tornando a sustentabilidade tangível – inoSust®

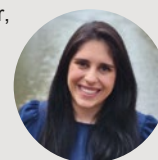
- O inoSust® é um serviço oferecido pela Evonik para ajudar os clientes a calcular e reduzir a pegada ambiental da produção de rações e de proteína animal.
- Obtidos através da análise semiautomatizada do ciclo de vida, os resultados podem ser certificados por terceiros e usados para informar os seus progressos de forma fundamentada e confiável de às partes interessadas.

#### Contato

Descubra como a Evonik pode ajudá-lo a calcular, otimizar e divulgar resultados nutricionais e de sustentabilidade na produção animal.

#### Fernanda Castro

Coordenação Global do Programa inoSust®  
[Fernanda.Castro@evonik.com](mailto:Fernanda.Castro@evonik.com)



VER A SEÇÃO 2, VÍDEO N. 5



VER A SEÇÃO 2, VÍDEO N. 14



# SCIENC

## **PORQUE TUDO TEM A VER COM A VIDA**

Garantir a segurança alimentar é um dos maiores desafios globais. Oito bilhões de vidas humanas dependem disso. Mas a forma como obtemos proteína animal é importante porque tem consequências que afetam os animais, os seres humanos e, em última análise, todo o planeta. Só há uma maneira de fazer isso direito: usando a ciência. Somente soluções estudadas e baseadas em evidências podem gerar e manter um abastecimento alimentar genuinamente sustentável e seguro.

**[evonik.com/animal-nutrition](https://evonik.com/animal-nutrition)**  
**[animal-nutrition@evonik.com](mailto:animal-nutrition@evonik.com)**

The background of the entire page is a satellite photograph of a large river delta, likely the Amazon, showing a complex network of white and light blue water channels branching out from a green, forested landmass. A solid purple rectangular box is positioned on the left side, partially covering the image. Inside this box, the text 'ING THE GLOBAL FOOD CHALLENGE' is written in white, with 'ING' being significantly larger than the other words.

# ING THE GLOBAL FOOD CHALLENGE

#### EUROPA

**Evonik Operations GmbH**  
Rodenbacher Chaussee 4  
63457 Hanau-Wolfgang, Alemanha  
Fone +49 6181 59-6766

#### ORIENTE MÉDIO/ÁFRICA

**Evonik Africa (Pty) Ltd.**  
IBG Business Park  
11 Enterprise Avenue  
Midridge Ext 10  
Midrand 1685, África do Sul  
Fone +27 11 697-0715

#### AMÉRICA DO NORTE

**Evonik Corporation**  
1701 Barrett Lakes Blvd, Suite 340  
Kennesaw, GA 30144, USA  
Fone +1 678 797-4300

#### AMÉRICA LATINA

**Evonik Brasil Ltda.**  
Rua Arquiteto Olavo Redig de Campos, 105,  
Torre A  
04711-904 – São Paulo – SP – Brasil  
Fone +55 11 3146-4135

#### NORTE DA ÁSIA

**Evonik (China) Co., Ltd.**  
Unit 1005 A, Tower D1,  
DRC Liangmaqiao Diplomatic Office Building,  
19 Dongfang East Road, Chaoyang District,  
Pequim 100600, R. P. China  
Fone +86 10 6587-5300

#### SUDESTE ASIÁTICO

**Evonik (SEA) Pte Ltd.**  
3 International Business Park  
#07 – 18 Nordic European Center  
Cingapura 609927, Cingapura  
Fone +65 6809-6666

#### EVONIK OPERATIONS GMBH

Nutrition & Care  
Animal Nutrition Business Line  
**animal-nutrition@evonik.com**  
**evonik.com/animal-nutrition**

Essas informações e quaisquer recomendações, técnicas ou não, são apresentadas de boa fé e consideradas corretas na data em que foram escritas. Os destinatários dessas informações e recomendações devem fazer sua própria avaliação quanto à sua adequação a seus propósitos. Em nenhum caso, a Evonik se responsabilizará por danos ou perdas de qualquer natureza ou resultantes do uso ou confiança nessas informações e recomendações. A EVONIK ISENTA-SE DE TODAS AS DECLARAÇÕES E GARANTIAS, EXPLÍCITAS OU IMPLÍCITAS, QUANTO À PRECISÃO, INTEGRIDADE, NÃO-VIOLAÇÃO, COMERCIALIZABILIDADE E/OU ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM (MESMO QUE A EVONIK ESTEJA CIENTE DE TAL FIM) RELATIVAS A QUAISQUER INFORMAÇÕES OU RECOMENDAÇÕES FORNECIDAS. A referência a quaisquer nomes comerciais usados por outras empresas não é uma recomendação ou endosso do produto correspondente e não implica que produtos similares não possam ser usados. A Evonik reserva-se o direito de fazer quaisquer alterações de informações e/ou recomendações a qualquer momento, sem aviso prévio ou posterior.