

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO MILHO PARA RAÇÕES NO BRASIL E NA AMÉRICA LATINA

NUTRITIONAL ASSESSMENT OF CORN FOR FEED IN BRAZIL AND LATIN AMERICA

ÁLEF RONIERY DE SOUSA SILVA
ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA
NAIARA SIMARRO FAGUNDES
JEAN CARLOS DE ANDRADE
MATHEUS RAMALHO DE LIMA

RESUMO

Objetivou-se com este estudo verificar, por meio de metanálise e simulações, a análise da composição nutricional do milho e os efeitos em formulações para frangos de corte, de milhos produzidos na América Latina. Os dados utilizados foram oriundos dos relatórios Informativos PNE (Precise Nutrition Evaluation, Adisseo) dos anos de 2020 e 2022. Nas análises, o Brasil foi colocado como país Controle, enquanto os demais países, como Intervenção. A diferença média entre níveis nutricionais dos grupos de comparação foi adotada como a medida do tamanho de efeito para a metanálise. Diferentes pesos foram atribuídos aos países pelo método do inverso da variância. A significância da diferença média geral foi obtida pelo teste Z. A heterogeneidade entre os países foi verificada pelo teste de qui-quadrado, e sua magnitude foi estimada pelo índice de inconsistência, adotando um modelo de efeitos aleatórios. Foram realizadas análises de subgrupo para avaliar o nível de interferência do ano sobre os resultados gerais. Os resultados mostram que o milho brasileiro apresenta maiores teores de proteína bruta, lisina total, lisina digestível, metionina total e metionina digestível em relação aos demais países, mas possui níveis similares de energia metabolizável. Não houve efeito sobre os anos das publicações, sugerindo manutenção dos dados. As rações formuladas foram ajustadas para frangos de corte, e percebeu-se que, em um efeito simulado, as variações nutricionais do milho impactaram a quantidade dos ingredientes e os custos do ciclo completo. Em conclusão, o milho do Brasil é superior em qualidade de proteína bruta e Met e Lys digestíveis em relação aos países da América Latina.

Palavras-chave: Composição Nutricional; Frangos de Corte; Metanálise; Milho

ABSTRACT

The objective of this study was to verify, through meta-analysis and simulations, the analysis of the nutritional composition of corn and its effects on broiler formulations, using corn produced in Latin America. The data used were derived from the Precise Nutrition Evaluation (PNE) reports from Adisseo for the years 2020 and 2022. In the analyses, Brazil was designated as the Control country, while other countries were considered Intervention countries. The mean difference between nutritional levels of the comparison groups was adopted as the effect size measure for the meta-analysis. Different weights were assigned to countries using the inverse variance method. The significance of the overall mean difference was obtained using the Z-test. Heterogeneity among countries was assessed using the chi-square test, and its magnitude was estimated using the inconsistency index, adopting a random effects model. Subgroup analyses were conducted to assess the level of interference of the

year on the overall results. The results show that Brazilian corn presents higher levels of crude protein, total lysine, digestible lysine, total methionine, and digestible methionine compared to other countries, but similar levels of metabolizable energy. There was no effect of publication year, suggesting data consistency. Formulated diets were adjusted for broilers, and it was noted that, in a simulated effect, the corn's nutritional variations impacted the quantity of ingredients and costs on the complete cycle. In conclusion, Brazilian corn is superior in crude protein quality and digestible Met and Lys compared to other Latin American countries.

Key words: Broiler chicken; Corn; Meta-analysis; Nutritional composition

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque mundial para a produção de grãos, segundo a Conab (2023) a safra 2022/23 foi recorde, com o país produzindo mais de 300 milhões de toneladas de grãos, onde, aproximadamente 130 e 155 milhões de toneladas são de milho e soja, respectivamente.

Toda essa produção tem diversos destinos. O milho, por exemplo, pode ser utilizado para a produção de sementes, alimentação humana, produção de álcool, alimentação animal e entre outras utilidades. No Brasil, a alimentação animal representa de 60% a 80% do destino para o grão, com aves e suínos sendo os principais consumidores do insumo (EMBRAPA, 2021).

Milho e soja são as matérias-primas com maior importância na composição das rações animais. O milho está presente em aproximadamente 60% da composição das rações, podendo estar na forma de grão ou ainda na forma de subproduto. A soja vem em seguida, constituindo aproximadamente 23% da composição de rações (NIDERA, 2021).

O conhecimento da composição nutricional de um ingrediente é de extrema importância, tendo em vista que alguns animais dependem exclusivamente da ração ofertada para atender suas exigências nutricionais. Melhores índices zootécnicos são alcançados a partir de uma boa nutrição e atendimento de exigências nutricionais. Quando o assunto é custo de produção, a alimentação representa aproximadamente 70% dos custos totais (REZENDE e MATAVELI, 2017).

Para se ter a informação da composição nutricional de um alimento, análises bromatológicas são necessárias. Existem diversas metodologias para a determinação de tais valores, cada uma com sua particularidade. A análise através do NIR (espectroscopia de infravermelho próximo) vem sendo bastante difundida por ser uma alternativa precisa e rápida, permitindo agilidade na hora de conhecer a composição química de um alimento (MONTEIRO, 2023; QUINTELAS, et al., 2024).

Os níveis de energia e de proteína do alimento são informações importantes, que devem ser utilizadas no processo de formulação de dietas. Com o crescente avanço tecnológico, apenas informações como energia bruta e proteína bruta não atendem as exigências do setor produtivo, sendo necessário um aprofundamento, com informações sobre energia digestível, metabolizável e líquida, além da biodisponibilidade de aminoácidos, com a proteína digestível e aminoácidos metabolizáveis. Assim como conceitos nutricionais, como o de proteína ideal.

Os animais não possuem a capacidade de sintetizar todos os aminoácidos, sendo necessário o oferecimento por meio do próprio alimento ou suplementação com aminoácidos sintéticos. A ordem de limitação dos aminoácidos varia conforme a espécie animal, ingrediente e idade. No caso dos suínos alimentados a base de milho

e soja, a ordem limitante dos aminoácidos é: lisina, treonina, metionina+cisteína, triptofano e valina (VITALLTECH, 2021). Atualmente, a metionina, lisina e treonina, considerados como o primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, são suplementados de maneira rotineira nas rações para frangos de corte (MOHAMED e ESSIEN, 2023; SHIRISHA et al., 2018; CAMPOS et al. 2012).

Os produtores rurais têm a opção de utilizar insumos de diversos lugares, sejam eles nacionais ou importados. Tendo em vista as diferentes cultivares de grãos, condições climáticas e tratos culturais, é possível que exista diferença significativa na composição nutricional das principais matérias-primas utilizadas na nutrição animal. Essa diferença pode ser utilizada na tomada de decisão, porque existem diversos atores e escalas de produção de rações, por exemplo, empresa, cooperativa, granjeiros, entre outros.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de responder à pergunta: Existe diferença significativa na composição nutricional do milho com base no local de produção? Em termos específicos, com base em dados de análises químicas disponível em informativos PNE (Precise Nutrition Evaluation, Adisseo), publicados nos anos 2021 e 2023, será aplicada uma metanálise para avaliar os níveis de proteína bruta, energia metabolizável, lisina e metionina do milho produzido no Brasil e nos países da América Latina.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa consiste em uma metanálise de dados sobre composição de ingrediente na América Latina. Os dados utilizados foram aqueles contidos no Informativo PNE de Ingredientes (Precise Nutrition Evaluation, Adisseo), referente a amostras analisadas via NIRS nos anos de 2020 e 2022. Estes resultados representam os ingredientes utilizados pelas agroindústrias em cada país e não necessariamente os ingredientes produzidos no país. Nesta avaliação, foram usados os seguintes países da América Latina: Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, México, Peru e Venezuela. Todos esses países com dados referentes aos anos de 2020 e 2022.

Os dados foram reunidos e organizados em planilha eletrônica para permitir análise estatística, considerando número de amostras, média e desvio padrão para cada nutriente de cada país produtor do milho avaliado. Os nutrientes avaliados foram: proteína bruta (g/100g), Energia metabolizável aparente (kcal/kg), lisina total (g/100g), metionina total (g/100g), lisina digestível para aves e metionina digestível para aves. Os valores de lisina digestível e metionina digestível foram obtidos multiplicando-se o valor de lisina total e metionina total por seus respectivos coeficientes de digestibilidade.

A medida do tamanho do efeito adotada para cada variável foi a diferença média (DM) entre os grupos de comparação, controle (Brasil) e intervenção (demais países da América Latina), sendo:

$$DM = \{(m\acute{e}dia \text{ de cada pa\acute{i}s}) - (m\acute{e}dia \text{ do Brasil})\}$$

Diferentes pesos foram atribuídos aos países pelo método do inverso da variância permitindo equilíbrio entre as contribuições individuais dos dados de cada país para a metanálise com base em seu nível de precisão. A significância da diferença média geral (efeito geral) foi obtida pelo teste Z ($p < 0,05$). Além disso, intervalos de confiança de 95% foram calculados para cada observação.

A heterogeneidade entre países foi verificada pelo teste de qui-quadrado (χ^2) ($p < 0,10$). E sua magnitude foi estimada pelo índice de inconsistência ($I^2 = \chi^2 - DF / \chi^2 \times 100$), onde DF são os graus de liberdade do teste de χ^2 (Higgins et al., 2003; Higgins e Thompson, 2002). A heterogeneidade entre dados foi incorporada à metanálise, adotando um modelo de efeitos aleatórios para avaliar os efeitos gerais e sua significância estatística, na ausência da heterogeneidade significativa adotou-se modelo de efeito fixo. Além disso, foram realizadas análises de subgrupo para avaliar o nível de interferência do ano de obtenção da análise sobre os resultados do efeito geral.

A robustez dos resultados da metanálise foi determinada por uma análise de sensibilidade que consistiu na detecção visual (gráfico de funil) de dados discrepantes e de viés. Dados de países com dados fora da área de normalidade no gráfico de funil foram temporariamente excluídos da metanálise e somente foram reintroduzidos no banco de dados caso sua exclusão não tivesse interferido de maneira significativa na estimativa do tamanho de efeito e no valor do teste geral. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software RStudio 2022.02.3+492 (Higgins et al., 2003; Higgins e Thompson, 2002).

Com a finalidade de verificar o efeito da substituição das diferentes fontes de milho, foi realizada uma simulação de dietas para frangos de corte. Foi selecionado um milho base, presente no software de formulação, com composição bromatológica conhecida, e deste milho, foram alterados os seguintes nutrientes: proteína bruta; lisina digestível; metionina digestível e energia metabolizável. Criando-se assim milhos de todos os países avaliados, com a alteração desses nutrientes citados anteriormente e obedecendo a composição de seu respectivo país. Como os dados foram oriundos de diferentes anos, optou-se por escolher o ano de 2022, por ser mais recente, por não ter mostrado efeito entre anos na metanálise.

Com a criação de um milho para cada país, foram feitas então formulações de rações, onde, a diferença entre cada mistura era a fonte de milho (Tabela 2). O milho do Brasil foi o controle, sendo o primeiro a ser utilizado na formulação. Ao todo foram formuladas rações para 4 categorias de frango de corte machos de desempenho médio-superior, com exigências nutricionais disponíveis na Tabela brasileira para aves e suínos 2017 (ROSTAGNO, et al., 2017). As categorias utilizadas foram: 1-7 dias; 8-21 dias; 22-33 dias e 34-42 dias.

Foram fixados os valores máximos e mínimos, atendendo a exigência para: proteína bruta, energia metabolizável, lisina digestível, metionina digestível, treonina digestível, cálcio e sódio. Foram obedecidas as exigências mínimas para: fósforo disponível, cloro, potássio e triptofano. Todas as fases seguiram o mesmo padrão, alterando-se apenas os valores de exigências para cada categoria. Todas as formulações foram feitas utilizando o software Optimal Fórmula – V. 12.2.

Além do milho de cada país, foram utilizados os seguintes ingredientes: farelo de soja com 48% de proteína bruta, óleo de soja, sal, fosfato bicálcico, calcário, DL metionina, L-Lysine, L-Threonine, e espaço para premix vitamínico e mineral. O premix foi fixado em 0,15% da mistura total.

Com as rações prontas, os dados foram organizados em planilha eletrônica. A tabela brasileira para aves e suínos forneceu a informação do consumo de ração em cada fase de vida do frango de corte (ROSTAGNO, et al., 2017). Com isso, estimou-se quantidade de ração necessária para alimentar um lote hipotético de 30.000 aves durante os 42 dias. Multiplicando-se a quantidade de ração necessária pelos percentuais dos ingredientes, obteve-se então a quantidade necessária de cada ingrediente em cada uma das formulações.

Tomando Brasil como referência, foi calculada a variação de quantidade de cada ingrediente na formulação em função da substituição do milho brasileiro pelo milho dos outros países. Além disso, utilizando valores de mercado para cada insumo, foi calculado o impacto econômico que a substituição do milho teve sobre o custo com os ingredientes. Da mesma forma, o Brasil entrou como referência, sendo calculada a diferença de custos entre as formulações usando o milho do Brasil e as formulações usando o milho de cada país avaliado.

2.2. RESULTADOS

Com base na Figura 1, é possível observar que no efeito geral existe uma evidência estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) favorável ao tratamento controle, onde o milho brasileiro apresentou 0,3441 pontos percentuais de proteína bruta a mais que o milho dos outros países, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

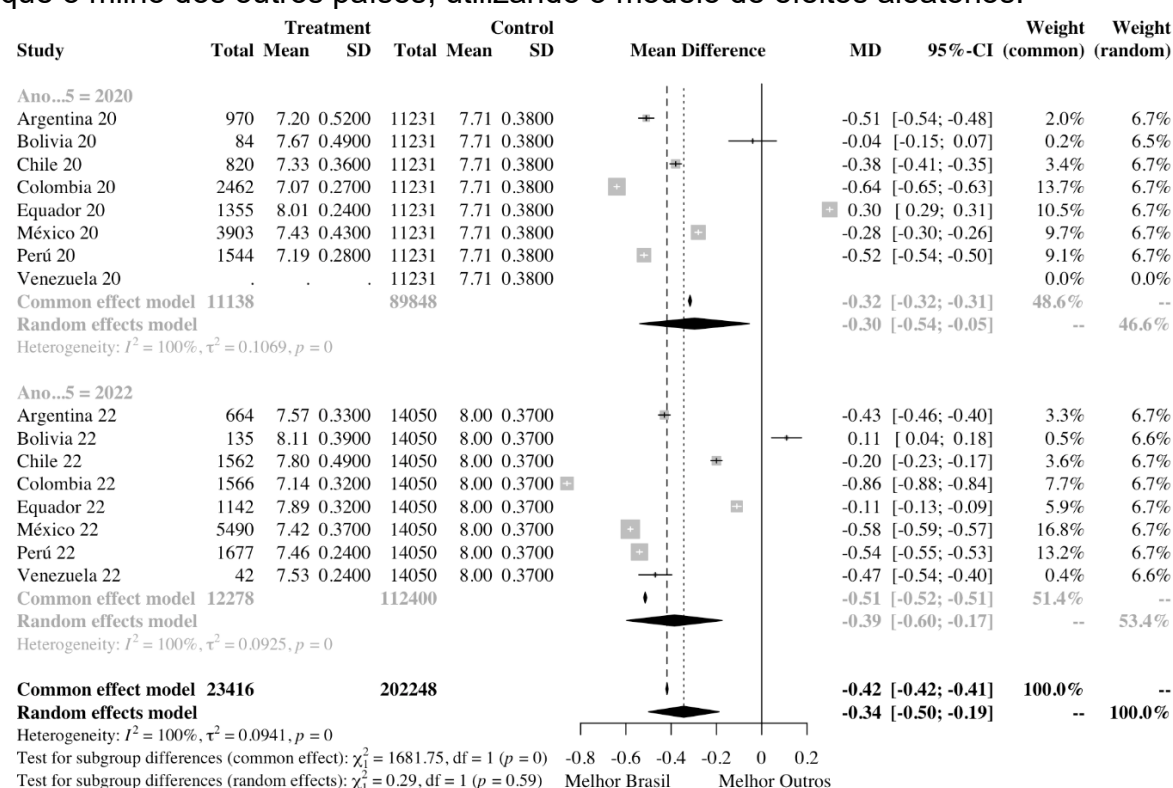


Figura 1. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Proteína Bruta do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

A Figura 2 resume a metanálise para a lisina total do milho. Onde, o efeito geral mostrou que há evidências estatisticamente significativas ($p < 0,0043$) favorecendo o controle. Com base nesses dados, o milho brasileiro apresentou 0,0045 pontos percentuais a mais em comparação com os outros países avaliados, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

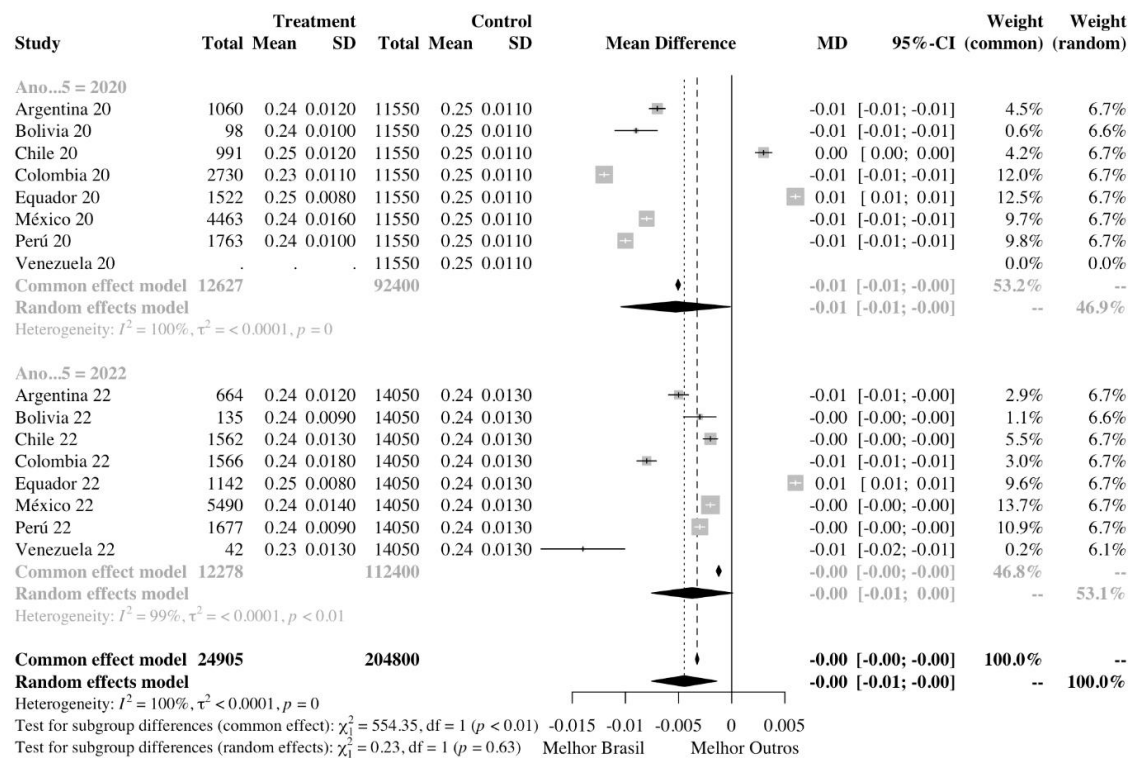


Figura 2. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Lisina do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

Avaliando a Figura 3, evidencia-se a existência de efeito estatisticamente significativo ($p < 0,0095$) favorável ao controle, onde o milho brasileiro apresentou, em média, 0,0057 pontos percentuais de lisina digestível a mais em comparação com os outros países avaliados, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

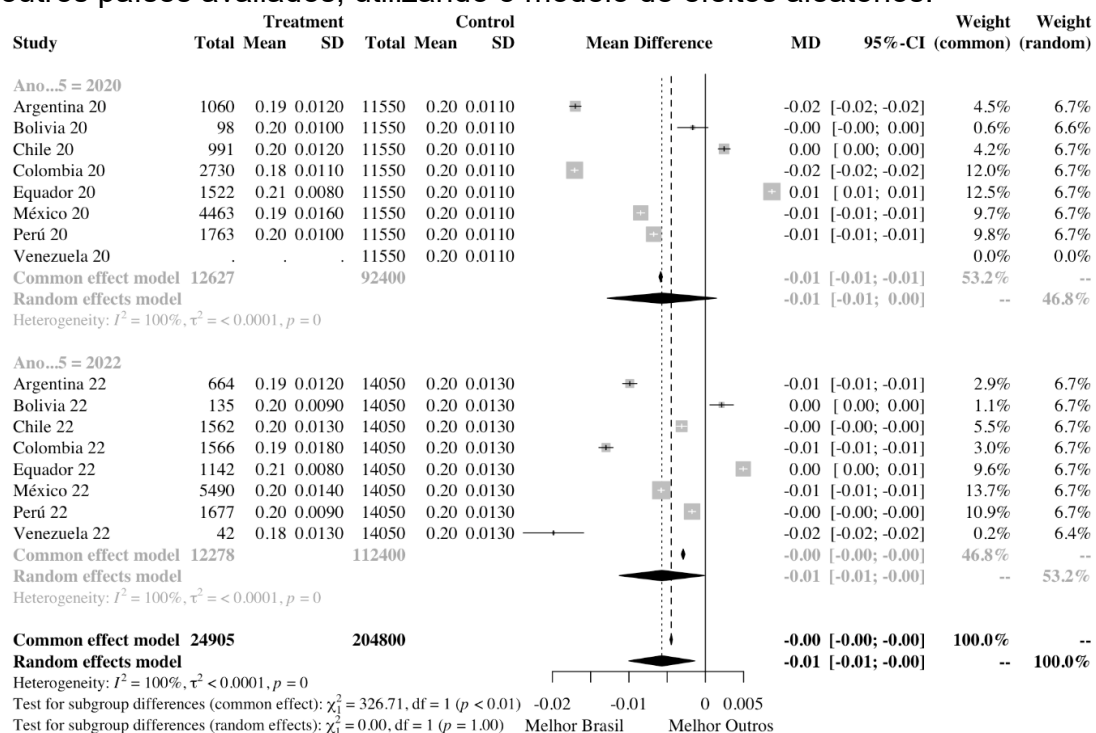


Figura 3. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Lisina digestível do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

Com base na Figura 4, é possível observar que no efeito geral existe uma evidência estatisticamente significativa ($p < 0,0003$) favorável ao controle, onde o milho brasileiro apresentou 0,0048 pontos percentuais de metionina total a mais que o milho dos outros países, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

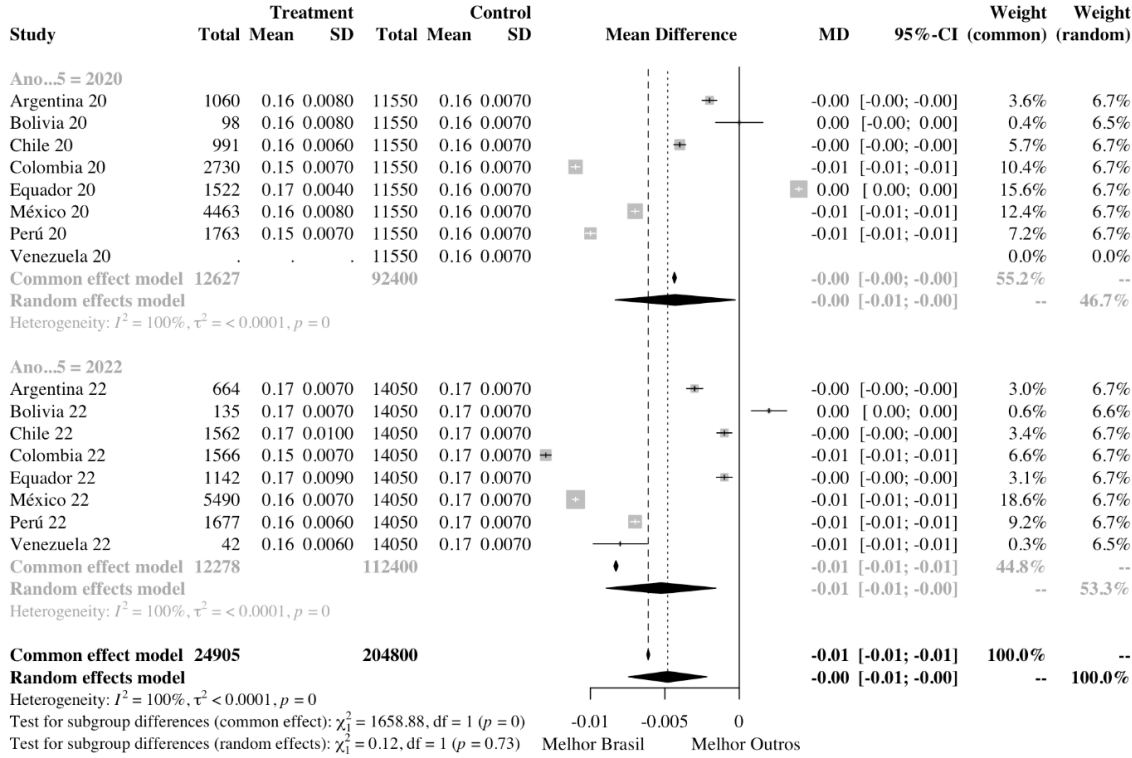


Figura 4. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Metionina do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

A Figura 5 resume a metanálise para a metionina digestível do milho. O efeito geral mostrou que há evidências estatisticamente significativas ($p < 0,004$). com base nesses dados, o milho brasileiro apresentou 0,0070 pontos percentuais a mais em comparação com os outros países avaliados, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

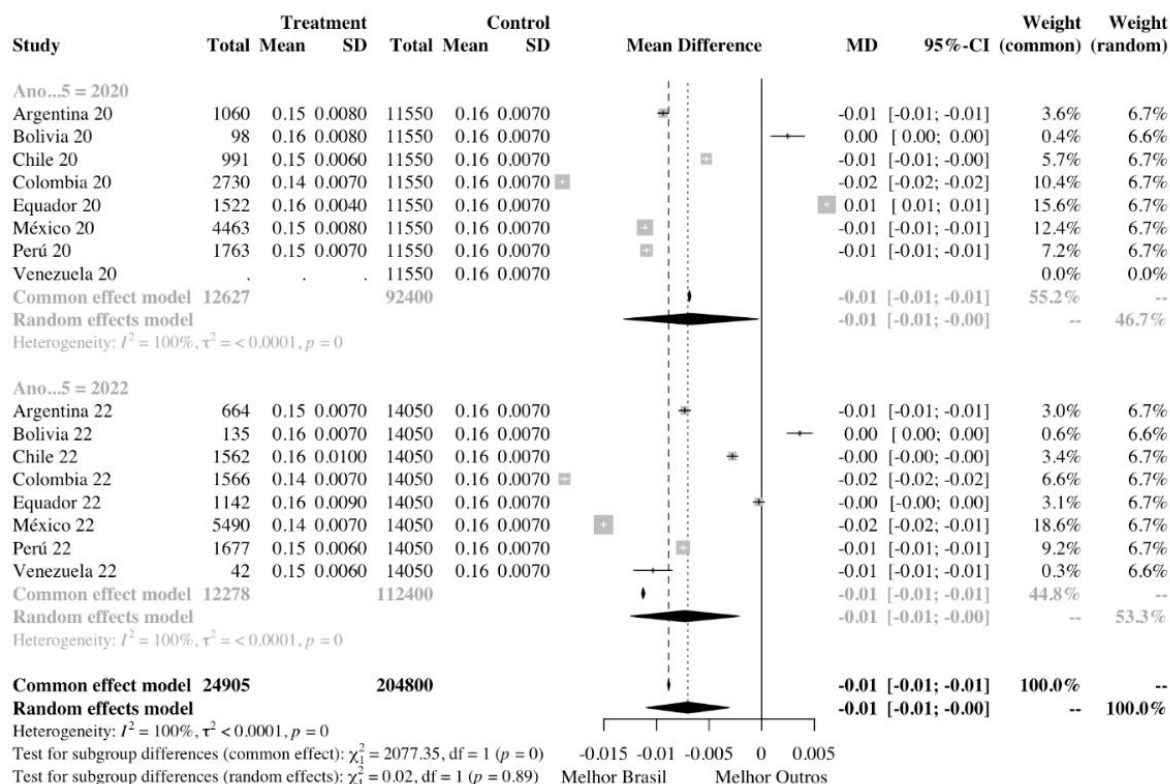


Figura 5. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Metionina digestível do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

Avaliando a Figura 6, inferisse que não há um resultado estatisticamente significativo ($p < 0,6497$) para a energia metabolizável aparente, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

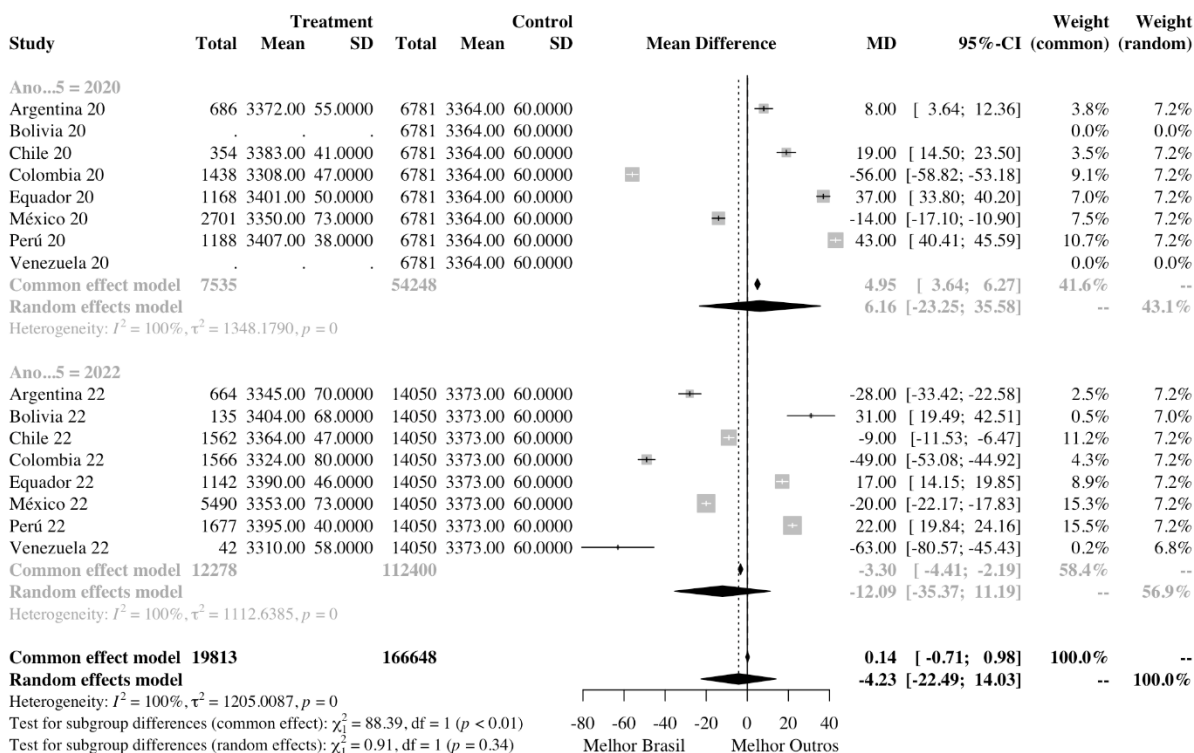


Figura 6. Análise do efeito geral e por ano dos países sobre o nível de Energia metabolizável aparente do milho do Brasil como Controle, e de países da América Latina como outros.

Os dados mostram uma heterogeneidade significativa ($P < 0,05$; $I^2 > 99\%$), por isso, foi incluído o efeito do ano na análise para avaliação mais ampla. A fim de explorar essa heterogeneidade, realizou-se a análise estatística de subgrupos, avaliando as possíveis interferências do ano de publicação dos dados sobre o efeito geral observado para proteína bruta, lisina total, lisina digestível, metionina total, metionina digestível e energia metabolizável aparente (Tabela 1).

Tabela 1 Análise de efeitos gerais e de subgrupos 2020 e 2022 para explorar a heterogeneidade do estudo - ano sobre proteína bruta, lisina total, lisina digestível, metionina total, metionina digestível e energia metabolizável.

PROTEINA BRUTA							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	15	-0.3441	[-0.4998; -0.1885]	< 0.0001	0.0941	<0.05	99.9%
Subgrupo 2020	7	-0.2966	[-0.5393; -0.0538]	0.5876*	0.1069	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-0.3856	[-0.5968; -0.1744]		0.0925	<0.05	100%
LISINA							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	15	-0.0045	[-0.0075; -0.0014]	0.0043	< 0.0001	<0.05	99.8%
Subgrupo 2020	7	-0.0053	[-0.0104; -0.0001]	0.6339*	<0.0001	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-0.0037	[-0.0075; 0.0001]		<0.0001	<0.01	99%
LISINA DIGESTÍVEL							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	15	-0.0057	[-0.0100; -0.0014]	0.0095	< 0.0001	<0.05	99.9%
Subgrupo 2020	7	-0.0057	[-0.0128; 0.0015]	0.9996*	< 0.0001	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-0.0057	[-0.0113; -0.0001]		< 0.0001	<0.05	100%
METIONINA							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	15	-0.0048	[-0.0074; -0.0022]	0.0003	< 0.0001	<0.05	99.9%
Subgrupo 2020	7	-0.0043	[-0.0083; -0.0003]	0.7320*	< 0.0001	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-0.0053	[-0.0089; -0.0016]		< 0.0001	<0.05	100%
METIONINA DIGESTÍVEL							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	15	-0.0070	[-0.0109; -0.0031]	0.0004	< 0.0001	<0.05	100%
Subgrupo 2020	7	-0.0067	[-0.0131; -0.0003]	0.8903*	< 0.0001	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-0.0073	[-0.0125; -0.0021]		< 0.0001	<0.05	100%
ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE							
Item	Diferença Média (MD) (UNIDADE*)				Heterogeneidade		
	k	Média	[IC 95 %]	Valor P	Tau²	Valor P	I²
Efeito geral	14	-4.2314	[-22.4942; 14.0315]	0.6497	1205.01	<0.05	99.7%
Subgrupo 2020	6	6.1612	[-23.2533; 35.5757]	0.3403*	1348.18	<0.05	100%
Subgrupo 2022	8	-12.088	[-35.3682; 11.1924]		1112.64	<0.05	100%

Fonte: autoria própria (2024)

K= quantidade de comparações de cada nível de subgrupos; IC 95%= intervalo de confiança com 95% de probabilidade; Tau²= variância entre os estudos; I²= heterogeneidade; *= valor de P para o teste de diferenças de subgrupos, efeito entre os grupos.

Todas as análises de subgrupo (Tabela 1) mostraram que não foi possível encontrar efeito significativo para a característica ano de publicação dos dados.

O tipo e a magnitude da heterogeneidade podem impactar a atividade zootécnica de diferentes maneiras. Quando se substitui um ingrediente, é necessário

reformular a ração. A partir daí, é possível verificar o impacto causado por essa substituição.

Neste sentido, foram feitas simulações com a formulação de diferentes rações, modificando-se entre elas a origem do milho (Tabela 2). O que impactou na variação na quantidade de cada ingrediente para um lote de 30.000 frangos de corte alimentados até os 42 dias, essa variação pode ser observada nas Figuras 7, 8 e 9.

Tabela 2 - Formulações de rações para diferentes categorias de frango de corte.

FRANGO DE CORTE 1 – 7 DIAS									
Item	BRA	ARG	BOL	CHI	COL	EQU	MEX	PER	VEN
MILHO	47,58	46,63	48,10	47,17	45,78	47,59	46,48	46,98	46,21
Óleo de Soja	4,07	4,43	3,76	4,21	4,72	3,95	4,40	4,02	4,75
Farelo de Soja 48%	44,47	45,08	44,26	44,75	45,66	44,59	45,26	45,15	45,17
Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20
Lisina	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06
Treonina	0,02	0,01	0,02	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01
Outros	3,60	3,60	3,61	3,60	3,59	3,60	3,59	3,60	3,59
FRANGO DE CORTE 8 – 21 DIAS									
Item	BRA	ARG	BOL	CHI	COL	EQU	MEX	PER	VEN
MILHO	49,19	48,20	49,72	48,77	47,33	49,20	48,06	48,57	47,77
Óleo de Soja	5,21	5,59	4,89	5,35	5,89	5,09	5,56	5,16	5,91
Farelo de Soja 48%	42,06	42,69	41,84	42,35	43,29	42,19	42,88	42,76	42,79
Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20
Lisina	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06
Treonina	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Outros	3,24	3,23	3,25	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
FRANGO DE CORTE 22 – 33 DIAS									
Item	BRA	ARG	BOL	CHI	COL	EQU	MEX	PER	VEN
MILHO	52,83	51,78	53,41	52,38	50,83	52,84	51,62	52,17	51,31
Óleo de Soja	6,04	6,44	5,68	6,18	6,76	5,90	6,40	5,97	6,79
Farelo de Soja 48%	37,85	38,53	37,62	38,16	39,17	37,99	38,73	38,61	38,63
Metionina	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20	0,19	0,19
Lisina	0,10	0,09	0,11	0,10	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Treonina	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Outros	2,95	2,94	2,95	2,95	2,93	2,95	2,94	2,94	2,95
FRANGO DE CORTE 34 – 42 DIAS									
Item	BRA	ARG	BOL	CHI	COL	EQU	MEX	PER	VEN
MILHO	62,39	61,14	63,07	61,86	60,03	62,40	60,96	61,61	60,60
Óleo de Soja	5,05	5,52	4,63	5,22	5,90	4,89	5,48	4,98	5,93
Farelo de Soja 48%	29,80	30,60	29,53	30,17	31,37	29,97	30,84	30,70	30,73
Metionina	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina	0,14	0,12	0,14	0,13	0,11	0,13	0,11	0,11	0,13
Treonina	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
Outros	2,42	2,42	2,43	2,42	2,41	2,42	2,42	2,42	2,42

Fonte: Autoria própria (2024)

BRA=Brasil; ARG= Argentina; BOL= Bolívia; CHI= Chile; COL= Colômbia; EQU= Equador; MEX= Mexico; PER= Peru; VEN= Venezuela; F. Bicálcico= Fosfato bicálcico. Outros= Percentual equivalente a soma dos percentuais de sal, fosfato bicálcico, calcário e premix completo.

Quantidade dos ingredientes por fase: **1 – 7**, Sal = 0,53, Fosfato bicálcico = 1,89 $\pm$ 0,01, calcário = 1,03 $\pm$ 0,01, premix = 0,15; **8 – 21**, Sal = 0,51, Fosfato bicálcico = 1,64 $\pm$ 0,01, calcário = 0,93 $\pm$ 0,01, premix = 0,15; **22 – 33**, Sal = 0,49, Fosfato bicálcico = 1,41 $\pm$ 0,01, calcário = 0,89, premix = 0,15; **34 – 42**, Sal = 0,46, Fosfato bicálcico = 1,06 $\pm$ 0,01, calcário = 0,75 $\pm$ 0,01, premix = 0,15.

A Figura 7 apresenta a variação do milho, óleo de soja e farelo de soja 48% de proteína bruta. É possível observar que com exceção do milho boliviano e equatoriano, todos os outros milhos tiveram uma redução na demanda de milho, com o colombiano e venezuelano apresentando as maiores reduções, 3.176,1 kg/ciclo e 2.410,2 kg/ciclo, respectivamente (Tabela 2).

Por outro lado, com o óleo e farelo de soja ocorreu o inverso, a maioria dos países tiveram um aumento na quantidade desses ingredientes, com destaque para a Colômbia, incrementando óleo (1.147,56 kg/ciclo) e farelo de soja (2.105,33 kg/ciclo). As exceções neste caso foram da Bolívia, Equador e Peru, que tiveram redução de óleo, além disso, a ração utilizando milho boliviano foi a única que apresentou redução na quantidade de farelo de soja (364,44 kg/ciclo), é possível que isso seja devido ao maior teor de proteína presente neste milho, mesmo que não apresente diferença estatisticamente significativa, esse maior teor de proteína consegue alterar a quantidade dos ingredientes dessa forma.

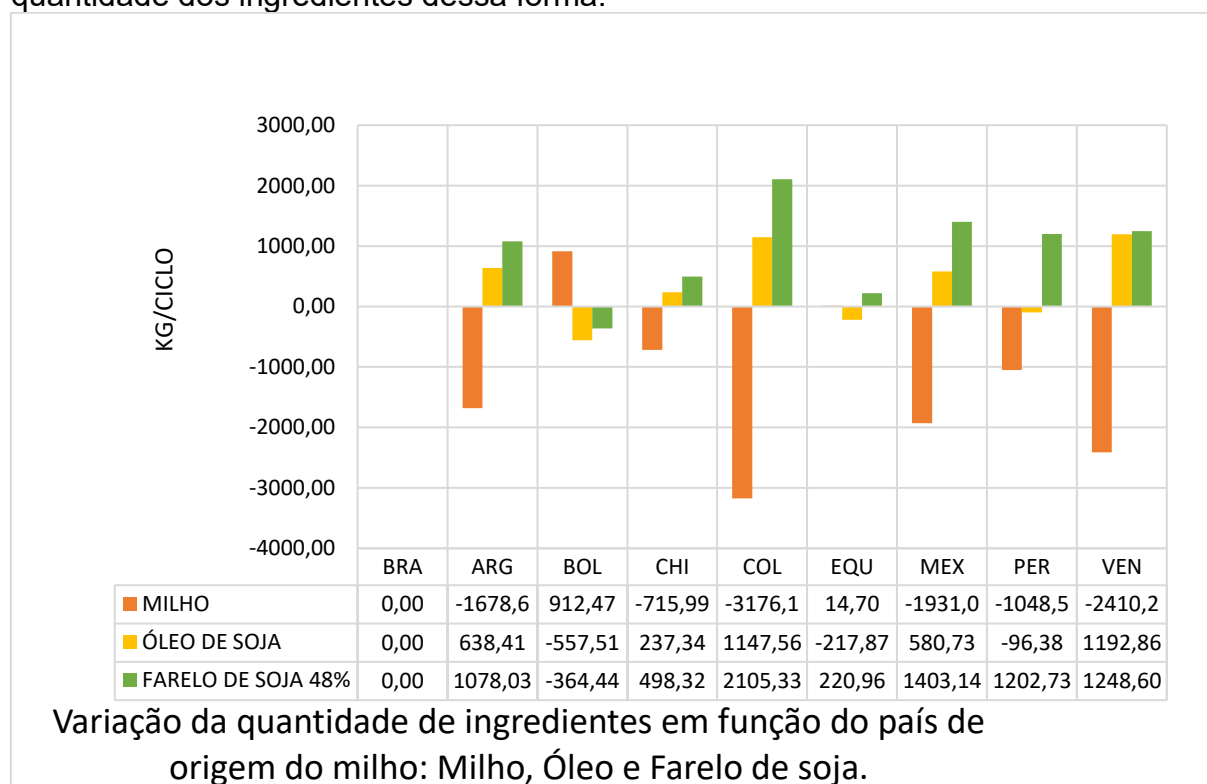


Figura 7 - Gráfico sobre variação da quantidade de ingredientes: Milho, Óleo de soja e Farelo de soja.

A Figura 8 mostra a variação do sal, fosfato bicálcico e calcário em formulações de cada país. A Bolívia apresentou comportamento contrário aos outros países, de maneira semelhante ao que foi observado na Figura 7. Neste caso, a Bolívia apresentou aumento do consumo de fosfato bicálcico (0,18 kg/ciclo) e calcário (2,10 kg/ciclo), enquanto os outros países tiveram uma redução do consumo desses ingredientes. O sal apresentou pequenas variações próximas a 0, onde, o máximo de variação foi na Colômbia com incremento de 0,51 kg/ciclo.

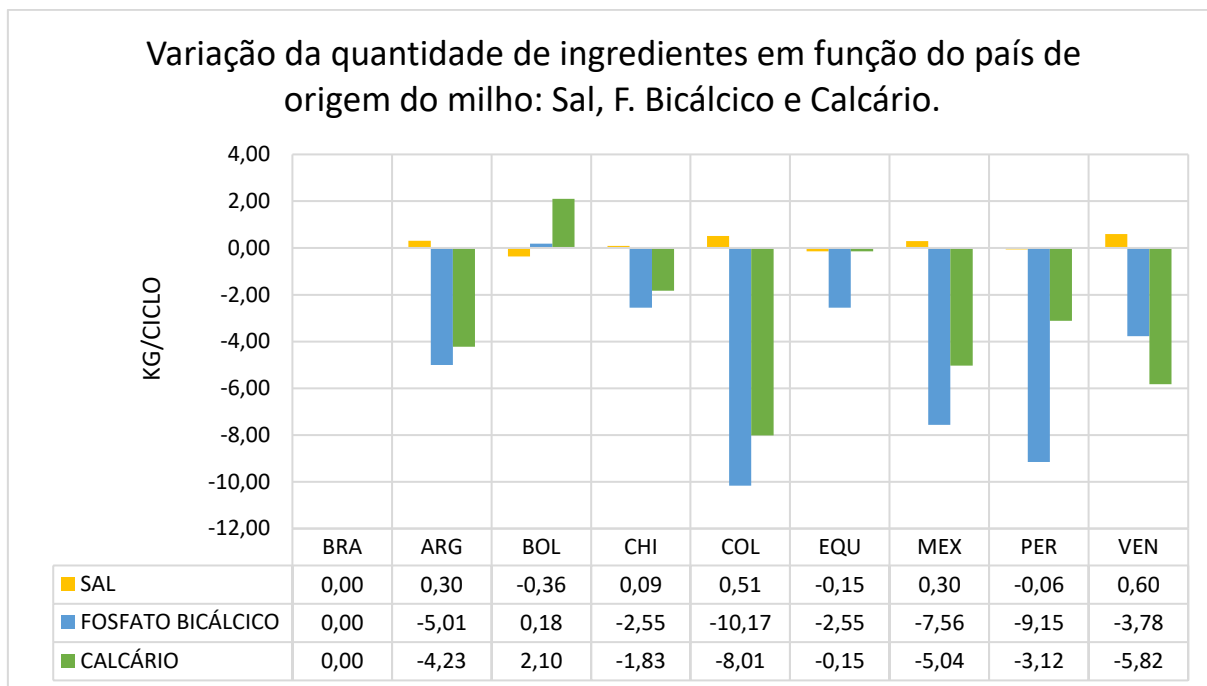


Figura 8 - Gráfico sobre a variação da quantidade de ingredientes: Sal, Fosfato bicálcico e calcário.

Por fim, os últimos ingredientes que tiveram a variação avaliados foram: metionina, lisina e treonina. A Figura 9 apresenta essa variação, novamente, o padrão de variação entre os países se repete, onde, todos os países tiveram redução do consumo de lisina e treonina, com a exceção da Bolívia. O destaque para redução de lisina (40,05 kg/ciclo) e treonina (26,43 kg/ciclo) foi a Colômbia. Já com relação a metionina, todos os países tiveram aumento do consumo do ingrediente, as exceções foram as formulações com milho da Bolívia e do equador.

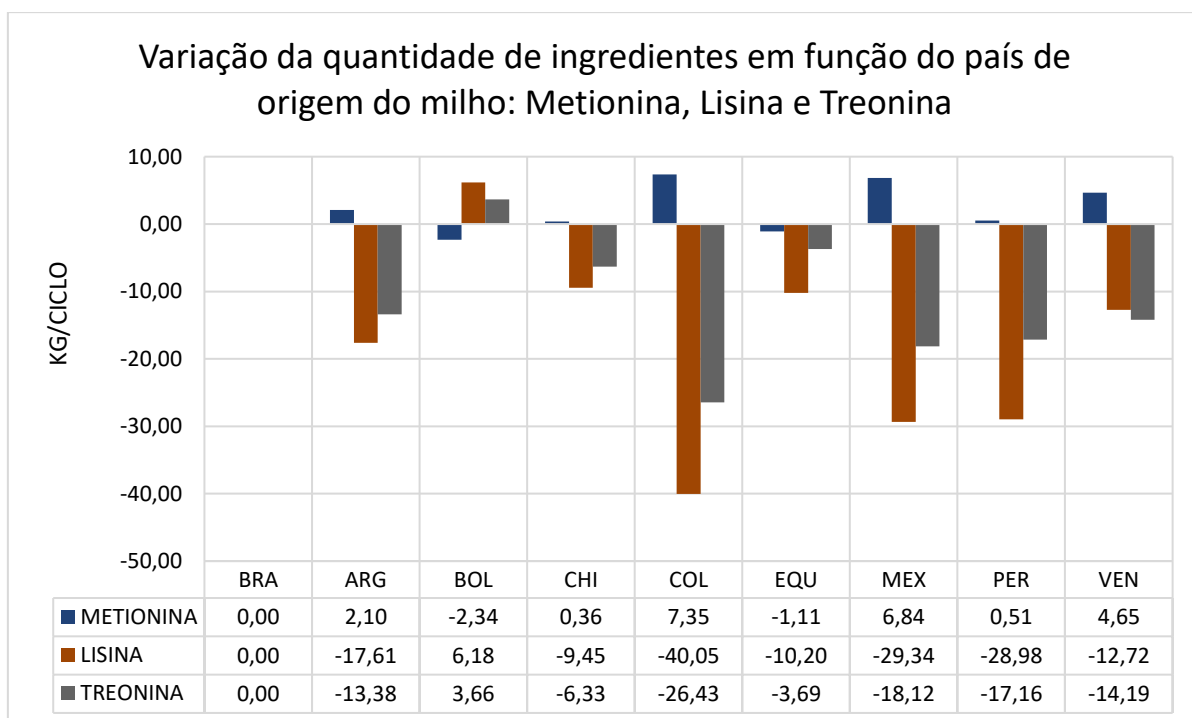


Figura 9 - Gráfico sobre a variação da quantidade de ingredientes: Metionina, Lisina e Treonina.

O simples fato de ocorrer alteração na quantidade de ingredientes não é uma informação completa para servir de parâmetro de avaliação e tomada de decisão. Partindo dessa premissa, a Figura 10 apresenta a simulação do impacto econômico que a substituição da fonte de milho tem sobre os custos com os ingredientes em diferentes formulações.

A partir da análise da Figura 10, é possível observar que todos os países tiveram um aumento nos custos com os ingredientes em comparação a formulação usando milho brasileiro, as exceções foram as rações utilizando o milho da Bolívia (-R\$ 2.532,81) e do Equador (-R\$ 915,72), que tiveram redução nos custos com ingredientes para o ciclo completo de alimentação de 30.000 frangos de corte até os 42 dias.

Com relação ao aumento dos custos, Colômbia (+R\$ 5.818,41) e Venezuela (+R\$ 5.701,43) são destaques, apresentando os maiores incrementos em custos com os ingredientes.

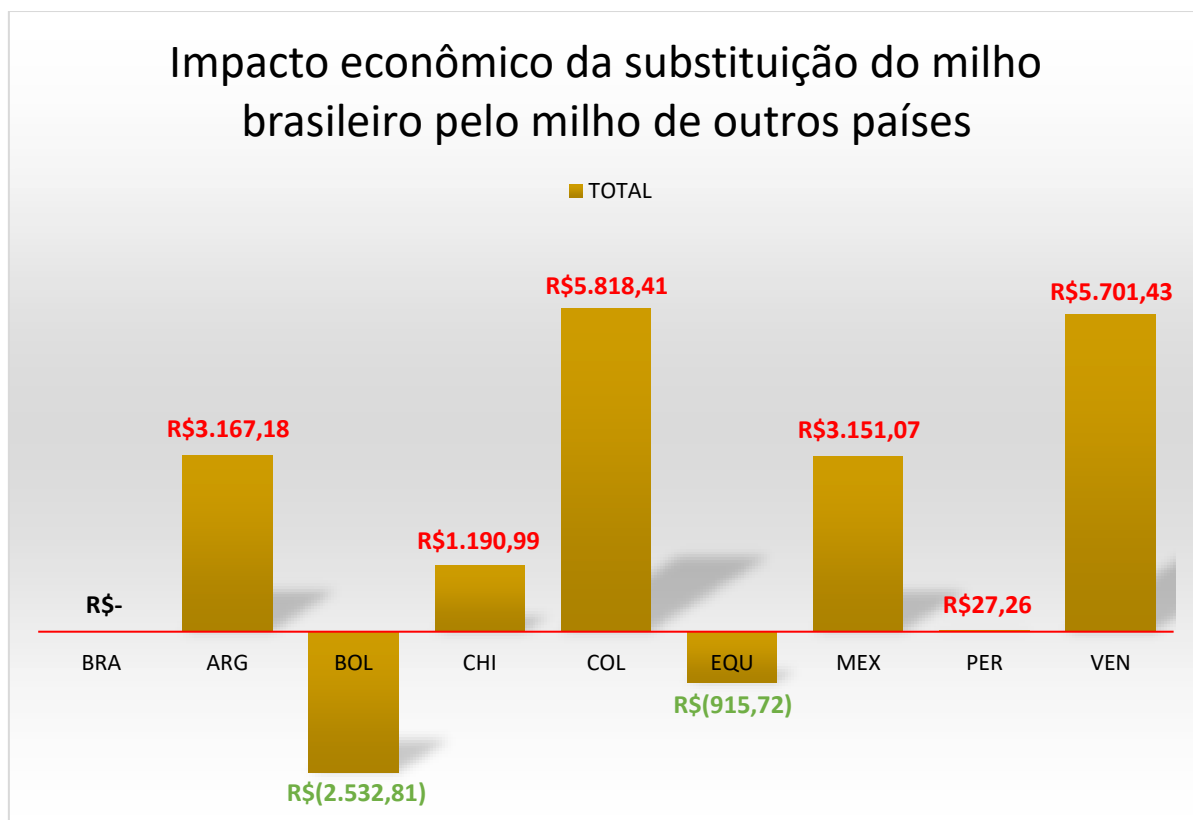


Figura 10 - Gráfico do impacto econômico da substituição do milho do Brasil por milho de outros países.

2.3. DISCUSSÃO

Em conformidade ao que foi apresentado nas análises de proteína bruta (Figura 1), lisina (Figura 2), lisina digestível (Figura 3), metionina (Figura 4), metionina digestível (Figura 5) e energia metabolizável aparente (Figura 6). Os resultados desta metanálise no efeito geral assimilam que o milho brasileiro é superior ao milho dos outros países avaliados em todos esses nutrientes, com exceção da energia metabolizável aparente., que não apresentou diferença estatisticamente significava ($p>0,05$) e com base nos materiais utilizados com base de dados.

As análises de subgrupo apontam que não existem interferências do ano sobre os valores de cada nutriente em seus respectivos países.

A composição nutricional do milho pode variar em função de diversos outros pontos, como os métodos de plantio, cultivares utilizadas, dados geográficos, além de objetivos e protocolos dos experimentos de digestibilidade para aminoácidos e energia com frangos, métodos analíticos laboratoriais, estocagem e processamento do milho.

O perfeito balanceamento da dieta depende das informações nutricionais de cada ingrediente. A utilização de valores de composição química presentes em tabelas de composição de alimentos ou encontrados em outras literaturas deve ter apenas a finalidade de orientação, não sendo uma informação precisa para todas as situações. A desatenção nesse tema pode ocasionar um desbalanceamento das dietas, e ser responsável pela viabilidade ou inviabilidade econômica de um empreendimento avícola.

A variação nas quantidades de todos os ingredientes de uma ração (Tabela 2) mostra que o simples fato de alterar um ingrediente pode causar diferentes impactos nas formulações das rações e respostas biológicas. Sendo de extrema importância o conhecimento da composição bromatológica de cada ingrediente que está sendo ofertado aos animais, além disso, os ajustes nas formulações devem ser feitos assim que ocorrer alguma alteração nos ingredientes.

A análise da composição e a comparação entre diferentes formulações requer bastante atenção. É interessante a utilização de elementos visuais que facilitem a compreensão da magnitude do impacto das diferentes formulações no ciclo completo. Gráficos acabam auxiliando bastante, permitindo um mapeamento de dados e atualização em tempo real. Por exemplo, a utilização do milho da colômbia resultou em uma redução de aproximadamente 2 pontos percentuais na utilização do milho, e isso na prática resultou em uma redução de mais de 3 toneladas de milho em um ciclo completo (Figura 7). O processamento de dados em informações úteis é uma característica imprescindível para quem almeja o destaque empresarial.

Por outro lado, essa mesma redução de milho, foi acompanhada de um acréscimo na utilização de óleo e farelo de soja (Figura 7). O milho é uma fonte de energia e proteínas, ao reduzir a sua utilização, é necessário inserir ingredientes que possam fornecer esses nutrientes. Neste caso, o óleo de soja é inserido com a finalidade de suprir a demanda por energia, e o farelo de soja por suprir as demandas de aminoácidos.

A formulação envolvendo a utilização do milho brasileiro ficou bastante próxima da formulação utilizando o milho equatoriano. Seria interessante buscar informações sobre a origem desse milho, pois, existe a possibilidade que esse milho utilizado no Equador seja importado do Brasil ou o contrário.

As figuras 7 e 9 apresentam a variação nas quantidades de diferentes ingredientes, um ponto que chama atenção é o fato de que existiram formulações que diminuíram a utilização de milho, por outro lado, houve uma redução da quantidade de suplementação com lisina e treonina, mesmo o milho brasileiro apresentando melhor qualidade em níveis de lisina digestível. Isso sugere que ao reduzir a quantidade de milho, os outros ingredientes que foram incrementados apresentaram maior quantidade desses aminoácidos, resultando em uma menor necessidade com suplementação.

Ao verificar os níveis de lisina presentes no farelo de soja e no milho, foi constatado que o farelo de soja apresenta cerca de 10 vezes mais lisina que o milho utilizado nas formulações, comprovando a hipótese de que o ingrediente que ocupou o espaço do milho apresenta maiores teores desse aminoácido (Figura 7). Por outro lado, ao reduzir a quantidade de milho, ocorreu um acréscimo na suplementação de metionina (Figura 9).

Todas essas alterações na composição das dietas refletem em diferentes custos com alimentação.

Os custos com alimentação representam uma grande parcela do custo de produção total. Existe a possibilidade de que o aumento nos custos com alimentação (Figura 10) seja oriundo do incremento de utilização de óleo e farelo de soja nas formulações desses países que tiveram aumento nos custos com relação ao controle. Por outro lado, o milho boliviano teve uma redução na utilização desses insumos, o que refletiu em uma redução nos custos com ingredientes.

A partir dessas informações, fica clara a importância do conhecimento das composições bromatológicas, preços do kg de cada ingrediente e disponibilidade do produto na região. Além disso, a viabilidade econômica deve ser calculada antes mesmo de se iniciar a criação dos animais, e todas as tomadas de decisão devem partir de indicadores eficazes.

A alteração da composição dos milhos dos diferentes países foi apenas um exemplo que comprova que os alimentos apresentam diferentes composições bromatológica, não só o milho, como a maioria dos ingredientes. Além disso, essa variação não é só entre ingredientes de diferentes países, pode ocorrer variação do milho de diferentes fornecedores da região, ou ainda dentro de um mesmo lote. Por isso, a avaliação da composição deve ser feita dentro da fazenda, durante o recebimento do insumo e no momento que ele for utilizado, para que se tenham uma maior garantia de que os animais estão recebendo nutrientes adequados.

3. CONCLUSÃO

O milho utilizado no Brasil apresenta maior quantidade de proteína bruta, lisina total, lisina digestível, metionina total e metionina digestível do que os grãos de milho utilizados nos outros países da América Latina. Com relação a energia metabolizável aparente, os grãos de milho apresentam níveis semelhantes. O conhecimento da composição bromatológica auxilia na tomada de decisão. Alterações nas quantidades de nutrientes impactam em mudanças nas quantidades dos ingredientes das dietas e nos custos de produção.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. M. A. et al. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.2, p.326-332, 2012. DOI 10.1590/S1516-35982012000200014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 7 dez. 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho: Importância socioeconômica. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 8 Dez. 2023.

HIGGINS, J.P.T., THOMPSON, S.G. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. Stat. Med. 21, 1539–1558, 2002. doi:10.1002/sim.1186

HIGGINS, J.P.T., THOMPSON, S.G., DEEKS, J.J., ALTMAN, D.G. Measuring inconsistency in meta-analyses. BMJ 327, 557–560, 2003. doi:10.1136/bmj.327.7414.557

MOHAMED, R.; ESSIEN, E. N. Efeitos da suplementação dietética de aminoácidos sobre o desempenho de crescimento e perfis sanguíneos de frangos de corte durante o período inicial. **Revista Contemporânea Internacional de Educação Científica e Tecnologia**, [S. l.], v. 2, 2023. Disponível em: <https://journals.iapaar.com/index.php/AAJSET/article/view/134>. Acesso em: 11 abr. 2024.

MONTEIRO, J. S. **Controle de qualidade das principais matérias-primas utilizadas na alimentação animal**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75601>. Acesso em: 11 abr. 2024.

NIDERA. O milho e a nutrição animal: entenda o papel do cereal na pecuária. 2021. Disponível em: <https://somosmilhoes.com/o-milho-e-a-nutricao-animal/>. Acesso em: 8 Dez. 2023

QUINTELAS, C; RODRIGUES, C.; SOUSA, C.; FERREIRA, E. C.; AMARAL, A. L. Cookie composition analysis by Fourier transform near infrared spectroscopy coupled to chemometric analysis, **Food Chemistry**, Volume 435, 2024, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137607>. Acesso em: 11 abr. 2024.

REZENDE, F. P.; MATAVELI, M. Impactos da mancha branca nos custos de produção do camarão no Nordeste. Brasília: CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1067425>. Acesso em: 7 Dez. 2023.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. Viçosa: UFV, 2017. 488p.

SHIRISHA, R. et al. Effect of L-Threonine supplementation on broilerchicken: A review. **The Pharma Innovation Journal**;7(3):490-493, 2018. Disponível em: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2018/vol7issue3/Parth/7-3-84-195.pdf>. Acesso em: 11 Abr. 2024.

VITALLTECH. Proteína ideal na nutrição de suínos. Sarandi: Vitalltech do Brasil. 2021. Disponível em: <https://vitalltechdobrasil.com.br/noticia/proteina-ideal-na-nutricao-de-suinos/>. Acesso em: 8 Dez. 2023