



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA ANIMAL**

MIRIAN LIMA FERNANDES

**ADITIVOS MELHORADORES DA DIGESTIBILIDADE
LIPÍDICA PARA FRANGOS DE CORTE: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DE LITERATURA COM METANÁLISE**

ILHÉUS- BAHIA, 2022

MIRIAN LIMA FERNANDES

**ADITIVOS MELHORADORES DA DIGESTIBILIDADE LIP
ÍDICA PARA FRANGOS DE CORTE: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DE LITERATURA COM METANÁLISE**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de doutor em Ciência Animal.

Linha de pesquisa: Produção e comportamento animal

Sub-área: Produção e nutrição de não-ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Matheus Ramalho de Lima

Co-orientador: Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira

ILHÉUS- BAHIA, 2022

F363 Fernandes, Mirian Lima.
Aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica para frangos de corte: uma revisão sistemática de literatura com metanálise / Mirian Lima Fernandes. – Ilhéus, BA: UESC, 2022.
102 f. : il.

Orientador: Matheus Ramalho de Lima.
Co-orientador: Bruno Serpa Vieira.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.
Inclui referências.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Frango de corte – Criação. 3. Desempenho. I. Título.

CDD 636.5130855

RESERVADO PARA A FICHA CATALOGRÁFICA

MIRIAN LIMA FERNANDES

**ADITIVOS MELHORADORES DA DIGESTIBILIDADE LIPÍDICA PARA
FRANGOS DE CORTE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA COM
METANÁLISE**

Ilhéus- Bahia, 24/02/2022

Matheus Ramalho de Lima - Dsc
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
(Orientador)



Bruno Serra Vieira - Dsc
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – IFMT
(Co-orientador)
Membro extra



Rafael Barbosa de Souza- Dsc
DeHeus

Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito - Dsc
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia –UFRB



Daniela Cristina Pereira Lima - Dsc
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA



Edna Teles dos Santos

Edna Teles dos Santos - Dsc
Universidade Estadual do Piauí-UESPI

ILHÉUS- BAHIA, 2022

Ao Senhor Deus, criador de todas as coisas, grande arquiteto do universo, Pai celestial, por ter me dado forças e coragem sustentando a minha fé durante toda essa longa caminhada, e por me abraçar nos momentos mais difíceis, com seu amor incondicional, me direcionando sempre pelo melhor caminho fazendo com que eu chegasse até aqui.

Porque o SENHOR dá a sabedoria e da sua boca vem a inteligência e o entendimento (Provérbios 2:6). “Porque dele, e por meio dele, e para ele, são todas as coisas, a ele seja dada toda honra e toda glória, eternamente”. Amém (Romanos 11:36).

À minha Mãe e ao meu Pai

A minha irmã e ao meu irmão e aos meus sobrinhos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus Criador do Universo, o Rei da glória, pela força transmitida e bênçãos concedidas. Ele é o único suficiente para ser a chave central de todo conhecimento. Ele é a fonte da sabedoria, sua palavra basta.

A minha família, por todo amor, carinho, preocupação e confiança, mesmo distantes, por que eu moro longe, mesmo assim sempre estiveram presentes. Minha Mãe Rosilda Viana Lima e meu Pai Moacir Fernandes Messias, por serem guerreiros, e que tanto me inspiram.

Ao meu cunhado João Castro de Souza, e minha irmã Merisolda Lima Fernandes (Mery), meu irmão Paulo Lima Fernandes, pela amizade, palavras de apoio e por sempre estarem do meu lado e aos meus queridos sobrinhos que tanto amo, Vitor Emanuel Fernandes e Lorenzo Fernandes Castro. Sou eternamente grata. Amo vocês!

Aos meus tios, em especial o meu padrinho João Nivalton Gomes Cerqueira e tia Rosenilde Viana Lima e aos meus primos e primas pelo o incentivo e por sempre acreditarem em mim. Em especial a minha prima Camila Lima Cerqueira pois além de prima é minha amiga e também uma quase irmã (e até somos né, em Cristo Jesus)...É muito bom poder contar com sua amizade e ter sua presença na minha vida, obrigada por tudo, te amo!

A minha prima Andréia Lima Siqueira e família em especial minhas sobrinhas Nicole Siqueira de Souza e Chloe Silveria Siqueira de Souza por amizade e pelos momentos de gargalhadas e descontrações via ligações e chamada de vídeo, momentos como esses fizeram bastante diferença durante essa jornada. Amo vocês!

À Universidade Estadual de Santa Cruz, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA - UESC), em especial ao servidor Eduardo Viana Góes por sua gentileza e disponibilidade, e aos professores que por meio de seus ensinamentos, conduziram ao meu progresso na formação acadêmica e profissional.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Matheus Ramalho de Lima, pelo exemplo de profissionalismo, pelos ensinamentos, incentivo, compressão e pelas lições aprendidas. Agradeço por seus conselhos e por cada reunião que de fato era uma “sessão de terapia acadêmica” (risos), aos quais levarei para minha vida. Obrigada por acreditar e confiar a mim o desafio de desenvolver um trabalho que ao meu ver não teria capacidade e o senhor acreditou em mim, quando eu mesma não acreditei. Obrigada por tudo.

A minha Co-orientadora Profa. Dra. Camila Meneghetti pela atenção, carinho e confiança, sua disposição em ajudar na parte de planejamento e execução do trabalho de campo foi muito importante. O experimento, infelizmente, não foi possível a sua conclusão devido à pandemia do Covid 19, mas sua contribuição fez muita diferença na minha vida durante essa jornada.

Ao meu outro Co-orientador Prof. Dr. Bruno Serpa Vieira. Não tenho dúvidas que você foi um iluminado por Deus na minha vida! Obrigada por responder aquele primeiro e-mail e colocar-se à disposição para contribuir com minha formação na elaboração dessa tese mesmo sem saber quem eu era. Sempre foi solícito esclarecendo minhas dúvidas todas as vezes que precisei. Obrigada por acreditar em mim e por toda paciência, ensinamento e orientação, sem você nada disso teria acontecido.

Ao nosso grupo de pesquisa Produção e Nutrição Animal pelas contribuições e troca de conhecimento, em especial ao Daniel Sales do Nascimento e Anilma Sampaio Cardoso por terem sido verdadeiros parceiros no desenvolvimento deste trabalho de Tese, vocês não têm ideia do quanto sou grata a DEUS pela vida de vocês. Muito obrigada! A Iva Carla Ayres de Brito e a Giovanna França Bispo da Gama pelo apoio e ajuda durante a execução da pesquisa em campo, a Iva com sua energia positiva e seu jeito extrovertido fizeram muita diferença na minha vida. Gratidão eterna.

À cidade de Ilhéus, por sua história e receptividade, onde as belezas de sua natureza me trouxeram inspiração e coragem para encarar o dia-a-dia com leveza e alegria.

Ao quinteto como chamamos (Aline Freire dos Santos, Cristiane Maria Santiago, Marília Gomes dos Santos Oliveira e Maiane Gomes dos Santos) foram com elas que eu dividi os primeiros sete meses da minha vida quando cheguei em Ilhéus. Obrigada por tanto carinho e amizade de vocês. Levarei cada uma para sempre no meu coração. Amo vocês.

Aos amigos e colegas do curso de doutorado pela parceria nessa caminhada em especial minha amiga Camile Carvalho Pacheco (in memoriam), que deixou muitas saudades, a sua partida nos deixou triste, mas também nos deu força para lutar e ter vontade de viver, pois foi assim que você fez mesmo nos dias mais difíceis que passou por essa terra.

A minha amiga do curso Nina Gabriela Silva Gualberto, por sua amizade verdadeira, por ser uma pessoa do coração grande sempre disposta a ajudar. Obrigada por tudo nega.

A minha amiga Josivanda Santos Almeida (Josi) obrigada pela amizade, pelo companheirismo, pelas caminhadas no campo da UESC, pelo incentivo de sempre. As minhas amigas Renata, Rafaela, Elisângela obrigada por toda parceria no início dessa jornada.

Aos meus amigos do Piauí (Marcelo Bruno, Reynaldo, Tereza Beatriz e Milena) foram minha segunda família quando cheguei aqui em Ilhéus, em especial ao Marcelo Bruno Araújo Queiroz que me acolheu desde o processo seletivo do doutorado. Pessoa que levo para sempre no coração Gratidão!

Às minhas amigas de longas datas: Paulinha, Regina (s), Érica, Francisca (Tikinha), Lizandra, Aline, Raíza, mesmo estando distante suas vibrações positivas se fizeram presente me incentivando e dando forças. Em especial aquelas que tanto me inspiram como Edna Teles dos Santos e Daniela Cristina Pereira Lima por todo apoio dado durante essa caminhada e pelo exemplo de profissionalismo e por sempre acreditarem em mim. Amo vocês amigas!

À minha família cristã de Bom Jesus-PI em especial a Raquel (Tia kel). À minha outra família cristã que encontrei aqui em Ilhéus-BA da Congregação Presbiteriana Perseverança em Salobrinho, em nome do Presbítero Vicente Lucio Gouveia de Deus e Diácono Otacilio José da Silva Santos (passarinho) obrigada pelas orações, carinho, amizade e por cuidarem tão bem de mim. Vocês são minha família nesse lugar, não tenho palavras para agradecer. Que Deus abençoe cada um de vocês.

As minhas amigas e irmãs em Cristo Naiara, Cátia, Luciene, Rayane e nossa saudosa Daniela (*in memoriam*) pelos momentos de descontração, com cafés e almoços improvisados (maria isabel, escondidinho de carne seca, cuscuz, tapioca entre outros) fizeram total diferença na minha vida. Vocês são muito queridas. Obrigada pela amizade de cada uma.

A tia Gildete, “tia da igreja” como a chamo e família por todo carinho e por cuidar tanto de mim como uma mãe, obrigada por me acolher em sua família e pelos inúmeros almoços e cafés que a senhora sempre fez questão da minha presença todo esse cuidado e acolhimento suavizou minha estadia no Salobrinho. Te amo tia Dete.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001, pela concessão de bolsa de estudos.

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), em especial aos servidores principalmente aos da guarita, sempre foram solícitos e prestativos no período da atividade em campo.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, e sugestões fornecidas.

A todos os amigos e pessoas queridas que sempre torceram e acreditaram em mim e me deram forças para superar as adversidades.

E a todos aqueles que não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

Muito obrigada

RESUMO

Aditivos alimentares tem sido utilizados com o intuito de beneficiar o aproveitamento energético das dietas e influenciar no desempenho das aves. Pensando nessa estratégia realizou-se uma revisão sistemática de literatura com metanálise sobre “emulsificante ou lipase para frangos de corte”. Uma revisão sistemática procura reunir todas as evidências empíricas pertinentes a um assunto de interesse, por meio de uma pesquisa extensa e padronizada em diferentes bases de dados, para responder a uma pergunta de pesquisa específica. Dessa forma o objetivo da metanálise foi quantificar o efeito de emulsificante ou lipase exógena sobre o desempenho, rendimento de cortes e gordura abdominal de frangos de cortes. As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Science. Também foi realizada a busca individual por estudos diretamente no acervo de alguns periódicos não indexados às bases de dados utilizadas. Foram considerados aptos na pesquisa, um total de 2669 estudos identificados, contudo, baseado no refinamento desejado, 25 compuseram o banco de dados para a metanálise, considerando dados de um total de 14.643 frangos de corte. A medida do tamanho do efeito adotada para cada variável foi a diferença média entre os grupos de comparação. Diferentes pesos foram atribuídos aos estudos pelo método do inverso da variância. A significância da diferença média geral foi obtida pelo teste Z. A heterogeneidade entre estudos foi verificada pelo teste de qui-quadrado, e sua magnitude foi estimada pelo índice de inconsistência, adotando um modelo de efeitos aleatórios. Além disso, foram realizadas análises de subgrupo para avaliar o nível de interferência do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo do aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem das aves sobre os resultados gerais. Esses resultados demonstram haver evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora o ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito de frangos de corte no período de ciclo completo. Em conclusão, a ação desses aditivos sofre interferência do sexo das aves, da fonte lipídica e da sua concentração de uso, do tipo de aditivo e de sua concentração de uso, do nível energético da ração e da linhagem da ave. O uso isolado do aditivo emulsificante aumenta o ganho de peso em 1,62g/dia e reduz a conversão alimentar em 0,04 g/g. Não há evidência de que a lipase exógena utilizada de forma isolada melhora o ganho de peso ou a conversão alimentar de frangos de corte no período de ciclo completo, e esse resultado pode estar condicionado ao pequeno número de estudos com esse aditivo, não significando, nesse momento, ausência de potencial benefício. Não há evidência de incremento de rendimento de coxa e redução da gordura abdominal de frangos de corte durante todo o período avaliado, por isso mais investigações futuras devem ser realizadas sobre este tema.

Palavras-chave: desempenho, emulsificante, gordura abdominal, lipase, rendimento de cortes

ABSTRACT

Feed additives have been used in order to benefit the energy use of diets and influence the performance of birds. With this strategy in mind, a systematic literature review was carried out with a meta-analysis on the topic “emulsifier or lipase for broilers”. A systematic review aims to gather all the empirical evidence pertinent to a subject of interest, through an extensive and standardized search in different databases, to answer a specific research question. Thus, the objective of this meta-analysis was to evaluate the effect of emulsifier or exogenous lipase on performance, cut yield and abdominal fat of broilers. Searches were performed in PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus and Web of Science databases. An individual search was also carried out for studies directly in the collection of some journals not indexed to the databases used. A total of 2669 identified studies were considered suitable for the research, however, based on the desired refinement, 25 composed the database for the meta-analysis, considering data from a total of 14,643 broilers. The effect size measure adopted for each variable was the mean difference between the comparison groups. Different weights were assigned to studies using the inverse of variance method. The significance of the overall mean difference was obtained by the Z test. The heterogeneity between studies was verified by the chi-square test, and its magnitude was estimated by the inconsistency index, adopting a random effects model. In addition, subgroup analyzes were performed to assess the level of interference of sex, lipid source and concentration (%), additive type and concentration (%), feed metabolizable energy (kcal/kg) and lineage of the birds on the general results. These results demonstrate that there is evidence in the literature that supplementation with emulsifier or lipase improves weight gain, feed conversion and breast yield of broilers in the complete cycle period. In conclusion, the action of additives is influenced by the sex of the birds, the lipid source and its concentration of use, the type of additive and its concentration of use, the energy level of the feed and the bird's lineage. The isolated use of the emulsifier additive increases weight gain by 1.62g/day and reduces feed conversion by 0.04g/g. There is no evidence that exogenous lipase used alone improves weight gain or feed conversion of broilers in the complete cycle period, and this result may be conditioned to the small number of studies with this additive, not meaning, lack of potential benefit. There is no evidence of increased yield on thigh yield and reduction of abdominal fat in broilers during the entire period evaluated, so further investigations should be carried out on this topic.

Keywords: performance, emulsifier, abdominal fat, lipase, cut yield,

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1-** Fluxograma do procedimento da revisão sistemática.....46
- Figura 2-** Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado no ganho de peso (g/ave/dia) de frangos de corte suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase.....51
- Figura 3-** Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado na conversão alimentar de frangos de corte suplementado com dietas contendo emulsificante ou lipase.....55
- Figura 4-** Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para ganho de peso (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com aditivos (emulsificante ou lipase)61
- Figura 5-** Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para conversão alimentar (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com aditivos (emulsificante ou lipase)61

CAPITULO II

- Figura 1-** Fluxograma do procedimento da revisão sistemática.....80
- Figura 2-** Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado no rendimento de peito (%) de frangos de corte suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase.....82
- Figura 3-** Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado no rendimento de coxa (%) de frangos de corte suplementado com dietas contendo emulsificante ou lipase.....83
- Figura 4-** Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado na deposição de gordura abdominal (%) de frangos de corte suplementado com dietas contendo emulsificante ou lipase.....86
- Figura 5-** Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para rendimento de peito (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com aditivos (emulsificante ou lipase)90

Figura 6- Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para deposição de gordura abdominal (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com aditivos (emulsificante ou lipase)90

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1- Resumo dos estudos incluídos na metanálise.....46

Tabela 2- Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos no ganho de peso.....52

Tabela 3- Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos na conversão alimentar56

CAPITULO II

Tabela 1- Resumo dos estudos incluídos na metanálise.....80

Tabela 2- Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos no rendimento de coxa.....84

Tabela 3- Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos na deposição de gordura abdominal87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Produção de frangos de corte.....	16
3.2 Digestão lipídica associada ao sistema anatômico e fisiológico da ave.....	17
3.3 Aditivos para melhorar a digestão lipídica em frangos de corte.....	20
3.3.1 Uso de emulsificante ou lipase nas rações.....	20
3.3.2. Efeito do emulsificante ou lipase sobre ganho de peso e conversão alimentar...	21
3.3.3. Efeito do emulsificante ou lipase sobre o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal.....	22
4 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE.....	24
4.1. Definição da questão e critérios de elegibilidade.....	26
4.2. Busca por estudos.....	27
4.3. Extração e análise dos dados.....	27
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
6 CAPITULO I.....	37
USO DE EMULSIFICANTE OU LIPASE MELHORA O GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE.....	37
Abstract.....	39
1. Introdução.....	41
2. Material e métodos.....	42
3. Resultados.....	45
4. Discussão.....	62

5. Conclusões.....	67
6. Referências.....	68
7 CAPITULO II.....	73
USO DE EMULSIFICANTE OU LIPASE MELHORA O RENDIMENTO DE PEITO, COXA E GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE CICLO COMPLETO? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE.....	73
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	75
1 INTRODUÇÃO.....	76
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3 RESULTADOS.....	79
4 DISCUSSÃO.....	90
5 CONCLUSÃO.....	93
6 REFERÊNCIAS.....	94
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98

1 INTRODUÇÃO GERAL

A energia é o principal componente de formulação das rações para não ruminantes. Ao formular dietas para frangos de corte, surgem questionamentos sobre os limites de utilização de energia pelas aves, seja pelo o pico máximo de crescimento ou mesmo pela limitação fisiológica devido a taxa de síntese e secreção das enzimas, incluindo aquelas relacionada à digestão de lipídeos (lipase), e a capacidade para sintetizar e recircular ácidos e sais biliares, especialmente em aves jovens.

O nível de energia nas dietas tem grande importância na definição do desempenho e dos custos de produção da carne de frangos de corte. Com a crescente alta nos custos dos alimentos energéticos, aumentou o interesse da indústria avícola em maximizar o uso de óleos e gorduras principais fontes de energia nas formulações de rações (GHAZALAH *et al.*, 2021a).

Nesse contexto o produtor avícola tem buscado programas nutricionais que visam impulsionar a digestão dos lipídeos, redução dos custos e minimizar as perdas no processo produtivo sem comprometer o desempenho. Com isso a suplementação exógena de aditivos como os emulsificantes e lipases vem sendo utilizada a fim de beneficiar o aproveitamento energético das dietas e influenciar no desempenho das aves.

O uso de emulsificante nas rações pode ser considerado como uma estratégia para melhorar a digestibilidade dos lipídios por facilitar a ação da lipase, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, potencializando a absorção pela mucosa intestinal (WANG *et al.*, 2016). Os emulsificantes agem aumentando a superfície de contato dos lipídeos, permitindo a ação da enzima lipase, o qual hidrolisa as moléculas de triglicérides em monoacilglicerol, para formação de micelas. Essas são as etapas essenciais para a absorção dos lipídeos, que irá criar um gradiente de difusão para aumentar a absorção de outros nutrientes (ZHAO; KIM, 2017).

A utilização da enzima lipase exógena na nutrição de aves, é recomendada visando melhorar a digestibilidade lipídica de frações na ração, que o frango não consegue digerir. Além disso podem complementar a atividade enzimática endógena, principalmente em aves jovens que apresentam menor capacidade de produção de bile e da lipase pancreática, tendo como resposta a melhoria da eficiência de utilização da energia (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O número de estudos publicados na literatura utilizando lipase exógena na alimentação de frangos de corte é relativamente pequeno em relação ao número de estudos com emulsificante, geralmente são mais utilizadas como complementação enzimática em forma de blend como os complexos enzimáticos. Por isso há uma tendência na indústria para desenvolver produtos tecnológicos e assim, fornecer lipases como aditivos alimentares (WANG *et al.*, 2016). É importante destacar que tanto os emulsificantes quanto a lipase atuam de maneiras diferentes no organismo animal, e por isso são considerados aditivos potenciais, que podem melhorar a digestibilidade lipídica e, como consequência o aproveitamento das rações.

Nesse sentido, hipotetizamos que a suplementação exógena com emulsificante ou lipase melhora a digestibilidade lipídica das rações e como consequência desse efeito têm-se melhor aproveitamento da energia pelas as aves. Para testar essa hipótese realizamos uma revisão sistemática de literatura com metanálise com objetivo de quantificar o tamanho do efeito do emulsificante ou lipase exógena sobre o desempenho, rendimento de cortes e gordura abdominal de frangos de cortes no período de ciclo completo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do emulsificante ou lipase exógena sobre o desempenho, rendimento de cortes e gordura abdominal de frangos de cortes por meio de uma revisão sistemática de literatura e metanálise.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito do emulsificante ou lipase sobre o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de ciclo completo;
- Avaliar o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com dieta contendo emulsificante ou lipase no período de ciclo completo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de frangos de corte

A avicultura de corte ocupa posição de destaque na economia nacional e internacional, alcançando cada vez mais status no contexto do agronegócio, fazendo frente às demandas alimentares e nutricionais de diversos países, em relação às demais atividades. Esse destaque tem ocorrido devido a contribuição da ciência e tecnologia para a geração de produtos de qualidade num curto período de tempo, e ao fato de ter a possibilidade de uma estrutura organizacional verticalizada e por ser uma proteína de baixo custo, o que atrai consumidores de diferentes classes sociais.

A produção brasileira de carne de frango chegou a 13,845 milhões de toneladas no ano de 2020, consolidando o país no ranking de maior exportador e terceiro produtor de carne de frango do mundo (ABPA, 2021). Essa evolução deve-se a resultados da introdução de inovações e avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, ambiência, manejo e sanidade, resultando em um frango de corte de crescimento rápido possibilitando melhoria significativa na taxa de conversão alimentar (SCHMIDT; SILVA, 2018).

Com esse avanço na cadeia produtiva, a criação de frangos de corte, vem passando por momentos de alta nos custos de produção, principalmente das matérias primas da ração. De acordo com a Central de Inteligência de Aves e Suínos da Embrapa os custos com a nutrição representam cerca de 76% (EMBRAPA, SUINOS e AVES, 2022). Com esse aumento as formulações nunca custaram tanto aos produtores, como nos tempos atuais. O uso de aditivos como alternativa para reduzir os custos de produção tem sido amplamente estudado e de maneira específica, aditivos (emulsificantes e lipase exógena) podem atuar na melhoria da digestibilidade lipídica e como consequência melhorar o aproveitamento das rações (NAGARGOJE *et al.*, 2016) sendo enquadrados nesse contexto como alternativas importantes.

Dessa forma os emulsificantes e lipases exógenas vem sendo utilizados pelos nutricionistas como ferramentas importantes no intuito de maximizar a digestão e absorção dos lipídeos, pois aumentam a utilização de energia pelas aves, isto permite a reformulação de dietas para reduzir os níveis energéticos, consequentemente os custos de produção sem perda no desempenho das aves (ROVERS; EXCENTIALS, 2014; UPADHAYA *et al.*, 2017a).

Para melhor compreensão de como atuam os emulsificantes e a lipase exógena é necessário entender os lipídeos e o processo da digestão e absorção destes pelas aves.

Os lipídeos são fontes de energia prontamente disponível e de ácidos graxos essenciais, por isso, são utilizados nas rações para aumentar a densidade energética. Participam como componentes não proteicos das membranas biológicas, precursores de compostos essenciais, agentes emulsificantes, isolantes, vitaminas (A, D, E, K), fonte e transporte de combustível metabólico e componentes de sinalização intra e intercelulares (MURAKAMI *et al.*, 2010). Além disso, são utilizados nas rações para melhorar a palatabilidade, favorecer a conversão alimentar e propiciar uma melhoria na consistência e redução da pulverulência nas rações (DUARTE *et al.*, 2010).

As fontes de óleos e gorduras podem ser de origem animal ou vegetal. As propriedades físicas, químicas e nutricionais dependem da natureza dos ácidos graxos que os compõem. Segundo Rostagno *et al.* (2017) uma recomendação prática da inclusão do nível de óleos vegetais em dietas para frangos de corte é de 3%, e o nível máximo de 7%. A inclusão de 2 a 3% já é suficiente para garantir o valor extra calórico, favorecendo assim o desempenho do animal.

Apesar dessas recomendações sabe-se que a inclusão do nível de óleo depende do custo das fontes lipídicas e dos ingredientes utilizados, de tal modo, existem as questões sobre os limites de utilização dos níveis de energia pelas aves, seja devido ao pico máximo de crescimento ou a limitação fisiológica devido a síntese de enzimas, incluindo aquelas relacionada a digestão dos lipídeos (lipase), (MURAKAMI *et al.*, 2009; UPADHAYA *et al.*, 2017a).

3.2 Digestão lipídica associada ao sistema anatômico e fisiológico da ave

Após a eclosão o sistema digestório das aves sofre uma série de alterações morfológicas como por exemplo aumento do comprimento e densidade das vilosidades intestinais e alterações fisiológicas como aumento da produção de enzimas digestivas (YADAV *et al.*, 2010).

Nas primeiras semanas de vida das aves pode ser verificada uma menor digestibilidade dos nutrientes, além do menor aproveitamento da energia metabolizável. Porém esta digestibilidade aumenta com o avanço da idade (TANCHAROENRAT *et al.*, 2013). As aves jovens apresentam uma menor capacidade fisiológica de digerir a gordura em relação as aves adultas, devido uma habilidade inferior de produção de lipase pancreática e sais biliares pelos órgãos envolvidos na digestão (DOURADO *et al.*, 2014). Assim, a compreensão dessas

modificações torna-se uma ferramenta necessária para oferecer dietas cada vez mais ajustadas as exigências nutricionais dos frangos de corte.

A digestão dos alimentos compreende desde a apreensão do alimento até a excreção dos resíduos não digeridos e faz-se por intermédio de enzimas digestivas. O alimento é preparado na cavidade oral, faringe, esôfago e papo das aves para que ocorra a digestão enzimática na moela e no intestino delgado (principalmente no duodeno) (YANG *et al.*, 2013).

Na cavidade oral o alimento é umedecido pela água e por saliva secretadas pelas glândulas salivares. De acordo com Artoni *et al.* (2014) a saliva de aves domésticas apresenta amilase e uma lipase inativa que, no entanto, não representam atividade enzimática significativa, de modo que a secreção de saliva tem como função principal a lubrificação e umidificação do alimento, auxiliando na sua deglutição.

No papo o alimento é armazenado e amolecido e no proventrículo (estômago glandular) é embebido por ácido clorídrico e pró-enzimas digestivas (pepsinogênio) do proventrículo o alimento é impulsionado para a moela. Essa estrutura apresenta uma musculatura circular desenvolvida com contrações rítmicas e intensas, responsáveis pela trituração mecânica do alimento (ARTONI *et al.*, 2014).

As contrações gástricas, controladas pela atividade mecânica da moela, não somente estão envolvidas com o processo de triturar o alimento, como também de misturar e permitir o refluxo do alimento na moela para o proventrículo e também o refluxo alimentar do duodeno para a moela, para que os sais biliares e monoglicerídeos da digesta refluxada dispersem os lipídios na emulsão (RAVINDRAN *et al.*, 2016).

A digestão lipídica ocorre em quatro fases ao longo do sistema digestório das aves: 1) emulsificação; 2) hidrólise; 3) formação de micelas e 4) absorção e excreção.

A fase de emulsificação começa no estômago químico (proventrículo) à medida que os lipídios são aquecidos à temperatura corpórea e submetidos à mistura, agitação intensa e ação de trituração e maceração na porção distal do estômago. Esta atividade do estômago distal tende a quebrar os glóbulos de gorduras em gotículas que passam para o intestino delgado local mais importante de digestão dos lipídeos (SILVA *et al.*, 2014).

A gordura, ao entrar no duodeno, estimula a produção do hormônio colecistoquinina (CCK), que diminui a motilidade gástrica, estimulando a liberação de lipase pelo pâncreas, e a contração da vesícula biliar, para que a bile chegue ao interior do duodeno (TAN *et al.*, 2016). Os sais biliares presentes na bile finalizarão o processo de emulsificação das gorduras tornando-as solúveis em solução aquosa (SILVA *et al.*, 2014).

Ao entrarem no intestino, os lipídios da digesta encontram um ambiente com pH mais elevado e isto permite a ação dos constituintes da bile sintetizados pelos hepatócitos (células do fígado) (SILVA *et al.*, 2014). A bile é constituída principalmente por sais biliares, colesterol, fosfolipídios, pigmentos biliares, eletrólitos e por algumas proteínas, sendo que a presença dos sais biliares e dos fosfolipídios (lecitinas) permite a solubilização dos lipídios, o que aumenta a superfície de atuação da enzima lipase na interface lipídio-água (BOYER, 2013).

A principal função da bile no organismo das aves é a emulsificação dos lipídios presentes na dieta para facilitar a digestão pela lipase pancreática. Após a fase de emulsificação, inicia-se o processo de hidrólise ou digestão dos lipídeos pela ação da lipase e colipase pancreáticas. As gotículas formadas no processo de emulsificação apresentam-se recobertas pelos sais biliares (IQBAL; HUSSAIN, 2009). Inicialmente a colipase age retirando os sais biliares da superfície das gotículas e a seguir as lipases atuam sobre triglicerídeos, quebrando as ligações ésteres entre o glicerol e os ácidos graxos, em especial nas posições 1 e 3 do triglicerídeo, liberando ácidos graxos livres e 2-monoglicerol. Este processo de hidrólise ocorre na fase luminal da digestão (RAVINDRAN *et al.*, 2016).

Os ácidos graxos livres, monogliceróis, ácidos biliares, além de lisofosfolipídeos, colesterol, ésteres de colesterol e vitaminas lipossolúveis juntam-se para formar micelas que são pequenas agregações hidrossolúveis de ácidos biliares e lipídios (KHONYOUNG *et al.*, 2015). Após a formação da micela no lúmen intestinal, ocorre a absorção dos ácidos graxos livres, monoglicerídeos e demais constituintes da micela, através do deslocamento na superfície da membrana luminal (HUSSAIN, 2014). A partir do momento que as micelas entram em contato com as microvilosidades os ácidos graxos podem ser absorvidos pela membrana celular lipofílica.

Quando os ácidos biliares atingem o íleo encontram-se num estado relativamente livre e nesta porção do intestino há a presença de um sistema de transporte específico ligado ao sódio, para a reabsorção de ácidos biliares. Após a reabsorção, os ácidos biliares são transportados de volta para o fígado pelo sistema porta- hepático onde são novamente utilizados no processo de síntese da bile (RAVINDRAN *et al.*, 2016).

Conforme o que foi abordado, a digestão dos lipídios ocorre efetivamente no intestino delgado mais especificamente na porção do duodeno e jejuno, no lúmen intestinal e requer a participação das secreções pancreáticas e biliares e com auxílio de enzimas e de emulsificantes, permitem maior área para a ação da enzima lipase pancreática. Sabe-se que durante as primeiras semanas de vida, as enzimas digestivas das aves não atuam de forma

eficiente sobre a digestão de gorduras. Este fato justificaria a utilização de aditivos que possam facilitar estes processos, tais como, os emulsificantes e lipases exógenas adicionados às rações das aves, uma vez que, a eficiência nos processos de digestão e absorção de óleos e gorduras depende da emulsificação e quebra de moléculas (hidrólise).

Nesse sentido os emulsificantes agem aumentando a superfície ativa das gorduras, permitindo a ação da lipase e colipase, atuam como potencializadores da absorção de gorduras para as aves, fazendo com que tenha o maior aproveitamento da energia metabolizável e fornecendo uma justificativa para o uso em rações com densidade energéticas reduzida, sendo mais econômicas e sem perda de desempenho (GUERREIRO NETO *et al.*, 2011).

As lipases exógenas também têm papel importante na digestibilidade lipídica, devido às suas propriedades, como alta estabilidade em condições de baixo pH e especificidade pelo substrato (ALOULOU *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2017). Além disso podem complementar a atividade enzimática endógena, principalmente em aves jovens que apresentam menor capacidade de produção de bile e da lipase pancreática, tendo como resposta a melhoria da eficiência de utilização da energia (WANG *et al.*, 2017).

Neste contexto, a digestão e a absorção lipídica podem ser potencialmente otimizados com o uso de emulsificante ou lipase, e com isso a suplementação exógena desses aditivos poderiam beneficiar o aproveitamento energético das dietas e influenciar no desempenho dos frangos de corte.

3.3 Aditivos para melhorar a digestão lipídica em frangos de corte

3.3.1 Uso de emulsificante ou lipase nas rações

Os emulsificantes são aditivos utilizados nas rações avícolas, sua estrutura é composta por uma parte hidrofílica, que interage com a fase aquosa, e outra lipofílica, que interage com a fase oleosa, permitindo que elas se misturem formando uma emulsão (mistura de líquidos imiscíveis que formam uma dispersão de gotículas em uma fase contínua) facilitando a digestão das gorduras com melhor aproveitamento de energia fornecido por elas (ZHAO *et al.*, 2015).

O uso de produtos como os emulsificantes exógenos para favorecer a emulsificação de óleos e gorduras nas rações de frangos de corte fundamenta-se no fato de que essa ação aumenta a superfície ativa nos lipídios da dieta para a ação da lipase, facilitando a hidrólise das moléculas de triglicerídeos em ácidos graxos e monoglicerol (NAGARGOJE *et al.*, 2016), além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, e potencializar a absorção

pela mucosa intestinal permitindo que as enzimas lipídicas realizem a digestão (FONSECA *et al.*, 2018).

A lipase exógena, é um composto proteico, que tem a capacidade de auxiliar na degradação de componentes específicos presentes nos alimentos (BARBOSA *et al.*, 2012), com o intuito de melhorar o desempenho das aves e digestibilidade dos nutrientes (KRABBE; MAZZUCO, 2011).

Em geral, as enzimas exógenas são utilizadas na alimentação de frangos de corte com dois objetivos bem definidos: complementar a ação das enzimas endógenas, estas produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes ou fornecer enzimas que eles não conseguem sintetizar (DALÓLIO *et al.*, 2016).

A utilização de lipases exógenas tem atraído o interesse dos pesquisadores na nutrição animal, para várias aplicações biotecnológicas devido as suas propriedades exclusivas como segurança, alta estabilidade em condições de baixos valores de pH e especificidade do substrato (WANG *et al.*, 2017), visando impulsionar a digestão e absorção dos lipídeos, bem como reduzir os custos e minimizar as perdas no processo de produção sem comprometer o desempenho da ave.

O uso de lipase exógena em rações para frangos de corte tem sido uma alternativa para melhorar a digestão de óleos ou gorduras principalmente em rações com fontes de energia de natureza lipídica ou valor energético reduzido (MURAKAMI *et al.*, 2009). Este aspecto pode ser eficiente, principalmente nas fases pré-inicial e inicial, visto que, a capacidade de absorção e digestão de lipídios em frangos de corte nestas fases é baixa devido as funções fisiológicas imaturas e baixo nível de produção de lipase natural (DOURADO *et al.*, 2014).

3.3.2. Efeito do emulsificante ou lipase sobre ganho de peso e conversão alimentar

A inclusão de emulsificantes nas dietas de frangos de corte visa aumentar a eficiência dos lipídios como fonte de energia, por favorecer a atuação da lipase e a absorção dos compostos lipossolúveis, facilitando o processo de emulsão gerando aumento na digestibilidade de óleos e gorduras o que pode resultar em aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar das aves (ZHAO; KIM, 2017).

Zhang *et al.* (2011) ao avaliarem a utilização do emulsificante a base de lisofosfatidilcolina em rações com diferentes fontes de energia (óleo de soja, sebo e gordura de frango) para frangos de corte durante o período de 1 a 21 dias de idade, constataram aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar em resposta a inclusão do emulsificante, independente da fonte lipídica utilizada.

De modo similar, Wang *et al.* (2020) utilizando um emulsificante a base de 1,3-diacylglicerol com inclusão de 0,1% em dietas com óleo de soja, observaram que houve melhora para ganho de peso aos 42 dias e conversão alimentar aos 35 dias de idade. Os autores relatam que apesar da literatura enfatizar resultados mais robustos de efeitos do uso de emulsificante em dietas à base de gordura animal é possível comprovar o potencial do efeito destes na melhoria da energia em dietas à base de óleos vegetais.

Zampiga *et al.* (2016) utilizando emulsificantes a base de lisolectina verificaram melhora na conversão alimentar das aves ao final do ciclo de criação, o que sugere, segundo os autores, a existência de uma relação entre a inclusão de emulsificante com uma melhor eficiência de utilização da energia da dieta e maior absorção dos nutrientes da ração, comprovando o aproveitamento de energia em resposta a um melhor desempenho das aves.

Com o objetivo de investigar o efeito de ácidos biliares e suplementação da enzima lipase em dietas de baixa energia para frangos de corte, Arshad *et al.* (2020), observaram que a inclusão dietética da lipase separadamente ou em combinação com os ácidos biliares não afetou o ganho de peso, nem a conversão alimentar durante todo o período experimental.

Resultados semelhantes foram encontrados por Movagharnejad *et al.* (2020), que avaliaram dietas com um emulsificante e complementação da enzima lipase com base em dietas de baixa energia sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que a suplementação da lipase não mostrou melhora significativa para o ganho de peso e conversão alimentar.

Estes resultados são diferentes dos encontrados por Oliveira *et al.* (2019) que avaliaram o efeito da suplementação da lipase exógena e um emulsificante em dietas com redução de energia para frangos de corte, no período de 1 a 37 dias de idade, estes autores observaram maior ganho de peso para o grupo das aves que receberam dieta com lipase em relação ao grupo suplementado com emulsificante isoladamente. Da mesma forma o uso de lipase resultou em um maior ganho de peso e pior conversão alimentar comparado ao grupo das aves que receberam dieta com a inclusão de lipase e emulsificante juntos.

Do mesmo modo Castro e Kim (2021), objetivando investigar o efeito da suplementação da lipase exógena sobre o desempenho de frangos de corte em dietas com nível padrão de energia (CP=Controle positivo) ou redução do nível de energia (CN=Controle negativo) concluíram que na fase 1 a 42 dias o ganho de peso foi maior para as aves alimentadas com dieta CP+lipase do que aquelas alimentadas com dieta CN+lipase respectivamente sem adição da lipase. A conversão alimentar foi melhor para as aves que receberam dieta CP+lipase em relação as que receberam dieta CN+lipase.

3.3.3. Efeito do emulsificante ou lipase sobre o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal

Com objetivo de avaliar a efetividade de diferentes tipos de emulsificantes em dietas com redução de energia para frangos de corte, Fonseca *et al.* (2018) relataram que dietas com níveis de energia reduzidos aliados a uma suplementação em conjunto com emulsificantes, proporcionaram maior rendimento de peito. No entanto não houve efeito significativo do uso de emulsificante sobre o rendimento de coxa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Wang *et al.* (2020), que ao avaliarem o efeito da suplementação de emulsificante 1,3- diacilglicerol em dietas com energia reduzida constataram aumento para o rendimento de peito e coxa em frangos de corte em comparação com o grupo que recebeu dieta com energia reduzida sem a suplementação de emulsificante. Em contrapartida os autores relatam que não foram encontradas diferenças significativas para a gordura abdominal em relação ao emulsificante e níveis energéticos utilizados.

Diferentemente dos resultados encontrados por Zhao e Kim (2017) que ao utilizarem dietas suplementadas com emulsificante e diferentes níveis de energia observaram uma redução no percentual de gordura abdominal das aves aos 42 dias de idade.

Arshad *et al.* (2020), observaram que a inclusão dietética da lipase separadamente ou em combinação com os ácidos biliares não afetou o rendimento do peito nem a gordura abdominal de frangos de corte aos 35 dias de idade.

De igual modo Movagharnejad *et al.* (2020), trabalhando com um emulsificante e complementação da enzima lipase em dietas com redução de energia (CN=controle negativo) para frangos de corte, não constataram efeito significativo da dieta CN+lipase para o rendimento de peito em relação a dieta controle negativo sem inclusão do aditivo. Não houve diferença significativa para o rendimento de coxa, no entanto os autores relatam que houve uma redução para a gordura abdominal favorecendo a dieta CN + lipase.

Em consonância Hu *et al.* (2018) observaram uma redução na gordura abdominal quando as aves foram suplementadas com lipase em dietas de baixa energia em comparação com a dieta basal.

A suplementação de aditivos em dietas avícolas vem sendo estudada há anos por sua capacidade de melhorar a eficiência de produção. Dentre eles vários efeitos benéficos foram associados com o uso de emulsificante ou lipase exógena incluindo a melhoria na digestibilidade de óleos ou gorduras e aproveitamento de nutrientes através da energia das dietas.

Embora a literatura possua um acervo de estudos com resultados positivos em relação ao uso de emulsificantes e lipase exógena na alimentação avícola, ainda é possível encontrar resultados inconsistentes quanto ao uso destes e principalmente de lipase exógena na alimentação de frangos de corte (HU *et al.*, 2018). Na verdade, o número de estudos utilizando apenas a lipase e não como parte de uma preparação enzimática ainda são muito limitados. No entanto, há uma tendência crescente na indústria para desenvolver lipases como aditivos na alimentação animal (WANG *et al.*, 2017).

Com isso percebe-se a necessidade de avançar em mais pesquisas para investigar os efeitos e níveis de inclusão desses aditivos na alimentação de frangos de corte principalmente em dietas com fontes de energia, a fim de proporcionar redução dos custos de produção e contribuir para o desempenho das aves. Com o intuito de diminuir as tendências em relação aos resultados inconsistentes quanto ao uso de emulsificante e lipase exógenas na alimentação de frangos de corte realizou-se um estudo mais aprofundado através de uma pesquisa sistemática aplicando um método estatístico.

4 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE

Revisar a literatura é uma atividade essencial no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e científicos. Com o aumento das informações disponíveis torna-se mais difícil obter uma estimativa precisa do real efeito de um tratamento. Assim, em uma era da informação que produz um número cada vez maior de publicações, identificar a pesquisa relevante e suas interconexões tornou-se uma tarefa cada vez mais desafiadora e valiosa (LASSERSON *et al.*, 2021).

Nesse sentido a realização de uma revisão de literatura evita a duplicação e erros de estudos cometidos anteriormente; desenvolve estudos que cubram brechas na literatura trazendo real contribuição para um campo científico; permite conhecer os recursos necessários para a construção de um estudo com características específicas; propõe temas, problemas, hipóteses e metodologias inovadoras de pesquisa; otimiza recursos disponíveis em prol da sociedade, do campo científico, das instituições e dos governos que subsidiam a ciência (ROUSSEAU; ROUSSEAU, 2017). Não por acaso, artigos que apresentam revisões de literatura estão usualmente entre os mais procurados pelos leitores de publicações científicas (BAEK *et al.*, 2018).

Revisão da literatura é o processo de busca, análise e descrição de um corpo do conhecimento em busca de resposta a uma pergunta específica. É possível encontrar diversos

artigos de revisão de literatura que apresentam diferentes abordagens para as diferentes etapas do desenvolvimento desses trabalhos (GALVÃO; RICARTE, 2019). Sousa *et al.* (2018) identificaram 14 diferentes tipos de revisões, variando desde a visão geral até as revisões sistemáticas e metanálises. Porém, uma diferenciação básica precisa ser estabelecida entre a revisão de literatura narrativa ou tradicional e a revisão sistemática de literatura.

A *revisão narrativa (tradicional)* é aquela na qual o pesquisador reúne e discorre sobre um conjunto de trabalhos científicos que julga importante para o tratamento de uma temática. É normalmente mais rápida e fácil de ser conduzida, mas é subjetiva, portanto, propensa a um maior número de vieses e erros (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Este tipo de revisão não descreve o processo de pesquisa da literatura, a seleção dos artigos ou a avaliação da qualidade dos estudos para que possa ser reproduzida por outros pesquisadores. Costuma ser parcial, representando a visão dos autores sobre o tema (DONATO; DONATO, 2019). Esta modalidade de revisão é adequada para a fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de cursos (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Por outro lado, a *revisão sistemática da literatura* vai muito além disso. Procura reunir todas as evidências empíricas pertinente a um assunto de interesse, através de uma pesquisa extensa e padronizada em diferentes bases de dados, que se enquadram nos critérios de elegibilidade predefinidos para responder a uma pergunta de pesquisa específica de maneira objetiva e imparcial (CHANDLER *et al.*, 2021). É reprodutível, visa reduzir o viés através do uso de métodos explícitos para realizar uma pesquisa bibliográfica abrangente e avaliar criticamente os estudos individuais (PAGE *et al.*, 2018).

Donato e Donato. (2019) apontam quatro critérios essenciais que contribuem para o desenvolvimento das revisões sistemáticas: (i) toda a literatura relevante na área deve ser incluída, tornando a pesquisa de caráter exaustivo; (ii) deve seguir uma metodologia rigorosa; (iii) a estratégia de pesquisa deve ser rigorosamente de alta sensibilidade a fim de encontrar todos os artigos relevantes; (iv) necessita do envolvimento de pelo menos duas pessoas especialmente para triagem de artigos e extração de dados. Além disso, elencam as principais etapas na condução de uma revisão sistemática:

Etapa 1-Planejamento

- Formular uma questão de investigação
- Desenvolvimento da proposta ou protocolo da revisão

Etapa 2- Execução

- Definir critérios de inclusão

- Definir a estratégia de busca
- Definir as bases de dados e buscar os estudos
- Seleção dos artigos através dos títulos, abstracts e texto na íntegra
- Avaliação da qualidade dos estudos
- Extração dos dados

Etapa 3- Análise e interpretação dos resultados

- Redigir, apresentar e publicar os resultados

A revisão sistemática tem como características principais: uma definição clara dos objetivos e critérios de inclusão e exclusão de estudos na base de dados; metodologia explícita e reproduzível; compreende uma busca sistemática por dados para identificar todos os estudos que atendem os critérios de elegibilidade; avaliação da qualidade dos estudos, extração dos dados e sintetização dos resultados (DONATO; DONATO, 2019).

A revisão sistemática se restringe a análise quantitativa dos dados, por outro lado quando são usados métodos estatísticos para combinar os resultados de dois ou mais estudos, é necessária uma revisão sistemática quantitativa denominada de *metanálise*. Assim, a metanálise está preocupada com: a estimativa; o relato semelhante de resultados quantitativos; análise dos estudos que seguem o mesmo desenho de pesquisa quantitativa, fornecendo estimativas mais precisas do que qualquer estudo individual incluso em uma revisão (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

Dito isso, revisões sistemáticas podem ou não conter uma metanálise, entretanto metanálises devem ser realizadas em dados previamente revisados de forma sistemática, reduzindo assim o risco de viés nas conclusões (HIGGINS; GREEN, 2011).

4.1. Definição da questão e critérios de elegibilidade

Uma boa revisão sistemática inicia com uma questão de investigação ou objetivo bem definido, a qual deve englobar o tipo de população, de intervenção e de variáveis a serem estudadas. Existem várias formas de o fazer: o método mais comum é dividir a questão de acordo com o modelo definido pelo acrônimo PICO (do inglês “*Population ou Participants*”; “*Intervention*” “*Comparison*” e “*Outcome*”) no qual relembra quais detalhes a questão deve abranger, tendo, portanto, os participantes bem definidos, quais intervenções serão estudadas e quais variáveis serão posteriormente comparadas (HIGGINS; GREEN, 2021; THOMAS *et al.*, 2021)

Como já foi mencionado, a estrutura PICO é a forma mais comum de formular uma pergunta para investigação, mas geralmente na pesquisa não se incluem todas as partes da questão PICO, o foco deverá ser na população e na intervenção (DONATO; DONATO, 2019).

Os critérios de elegibilidade são uma combinação de aspectos importantes da pergunta da revisão associados a especificações concernentes ao tipo de estudo que serve para responder à pergunta da revisão. Complementam a questão de pesquisa estruturada e definem quais estudos serão incluídos ou excluídos na base de dados, sendo esta a principal diferença em relação a revisões de literatura (HIGGINS; GREEN, 2021; MCKENZIE *et al.*, 2021).

4.2. Busca por estudos

Existem diversas fontes que podem ser consultadas para uma revisão sistemática. As bases de dados científicos costumam ser a primeira opção, pois indexam um número elevado de revistas científicas e podem ser facilmente consultadas (DONATO; DONATO, 2019). Delimitada a questão de investigação que será tratada na revisão, é importante realizar a pesquisa em várias bases de dados, é interessante adequar as bases de dados a sua área de pesquisa, sendo que a Cochrane recomenda usar pelo menos três (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Os resultados de uma metanálise dependem criticamente dos estudos ou publicações que são incluídas na base de dados, e para isso os métodos de decisão devem ser claros e transparentes, diminuindo o risco de viés ou conclusões tendenciosas (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

4.3. Extração e análise dos dados

Os dados dos artigos originais selecionados devem ser extraídos para que a sistematização e a metanálise possam ser executadas. A coleta dos dados pode ser fonte de viés devido a duas condições: a primeira, erro na transcrição ou na coleta de informações relevantes para responder à pergunta da revisão sistemática; e a segunda, pelo processo de extração devido à subjetividade e interpretação do revisor (WHITING *et al.*, 2016). Nessa etapa compete a importância da definição dos critérios de elegibilidade e rigorosidade envolvendo os pesquisadores.

Assim que todos os critérios de inclusão forem aplicados e a lista final de estudos identificados para a análise, os dados serão extraídos. Os requisitos de extração de dados variam de revisão para revisão, e os formulários de extração devem ser adaptados à pergunta da revisão do tema de interesse. Esses formulários de coleta de dados podem ser lista de

verificação em papel ou alguma ferramenta computacional como planilhas eletrônicas (HARRIS *et al.*, 2014; FERENHOF; FERNANDES, 2016; PETROU *et al.*, 2018).

Para análise de dados dicótomos, o método estatístico mais comum é o de relação de risco ou risco relativo, enquanto que para dados contínuos o método mais prevalente é o de tamanho de efeito, também chamado de diferença média (LEAN *et al.*, 2009).

Todos os métodos analíticos devem possibilitar a determinação de pesos para cada estudo, sendo este reflexo do número de animais analisados (para dados dicotomizados) ou da combinação do número de animais e da variância de cada estudo (em caso de dados contínuos). Desta forma, estudos mais precisos em termos de número de repetições e com menor variabilidade de dados (indicado por menor variância) têm maior contribuição com o resultado meta-analítico final, do que estudos pequenos e com muita variabilidade (LEAN *et al.*, 2009). Esse método de ponderação dos estudos por meio da precisão de suas estimativas recebe o nome de inverso da variância.

Os testes de significância da hipótese nula permitem apenas uma decisão de forma dicótoma, isto é, rejeição ou aceite da hipótese de nulidade. Entretanto, necessitam de informações importantes para a inferência estatística, sendo elas a estimativa de tamanho do efeito de interesse e a precisão da estimativa, neste caso o intervalo de confiança do tamanho do efeito (NAKAGAWA; CUTHILL, 2007). Com a utilização de técnicas meta-analíticas, podemos determinar se dentre as variáveis estudadas há algum efeito, se este é positivo ou negativo e obter uma sumarização da estimativa do tamanho do efeito (LEAN *et al.*, 2009).

Para execução da metanálise, uma vez identificado a natureza do dado e estabelecido qual será a medida de efeito a ser calculada, através de uma estimativa global ponderada, deve-se definir o modelo de análise se é modelo de efeito fixo ou modelo de efeito randômico (aleatório) (PEREIRA; GALVÃO, 2014a).

No modelo de *efeito fixo*, assume-se uma metodologia de ponderar os estudos de dar peso totalmente diferente para cada um, os efeitos das intervenções são semelhantes em todos os estudos, ou seja, não leva em conta a variabilidade entre eles, sendo que dessa forma a heterogeneidade estatística é não significativa. No modelo de *efeitos randômicos (aleatório)* a abordagem é mais conservadora, considera-se que os efeitos entre as pesquisas não são idênticos, ou seja, existem muitas diferenças metodológicas entre os estudos interferindo nos resultados. Atribui-se um efeito aleatório que tem a metodologia de ponderar o peso desses estudos através do método do inverso da variância, ou seja, quanto menor a variância, mais peso será atribuído a este estudo, sendo recomendado quando há heterogeneidade significativa (PEREIRA; GALVÃO, 2014a; BRASIL, 2012).

Para evitar distorções nos resultados da metanálise, é interessante ter alguns cuidados no que dizem a respeito da heterogeneidade entre os estudos e viés de publicação (PEREIRA; GALVÃO, 2014b). Entende-se por heterogeneidade as diferenças na variabilidade entre os estudos na estimativa de efeito (PEREIRA; GALVÃO, 2014a).

A análise pode ser influenciada pela quantidade de dados disponíveis e, com isto, a heterogeneidade precisa ser avaliada para cada resultado. Algumas informações podem não estar claramente relatadas nos artigos originais como por exemplo a mudança na definição de produtos utilizados, período de avaliação e efeito nas diferentes populações, são pontos em que o pesquisador precisa estar atento (ROEVER, 2016).

Para identificar a heterogeneidade nos achados, são aplicadas técnicas estatísticas com a finalidade de verificar se as diferenças notadas nos resultados podem ser explicadas ou não pelo acaso. O teste do qui-quadrado é um dos mais empregados para avaliar a significância da heterogeneidade, sendo convencionado um nível de significância mais conservador de $p < 0,10$, em lugar do usual $p < 0,05$ (HIGGINS; GREEN, 2011).

A magnitude da heterogeneidade é averiguada principalmente pelo cálculo do I-quadrado, que varia de 0 a 100%. Um I-quadrado igual ou próximo a 0% indica não heterogeneidade entre os estudos, próximo a 25% indica baixa heterogeneidade, próximo a 50% indica heterogeneidade moderada e próximo ou acima de 75% indica alta heterogeneidade entre os estudos (HIGGINS; GREEN, 2011). Quanto maior a heterogeneidade, maior o questionamento sobre a validade de combinar resultados. Na presença de heterogeneidade, recomenda-se investigar suas causas por meio de análise de sensibilidade (PEREIRA; GALVÃO, 2014b).

Há diversas formas de *análise de sensibilidade* as principais são: *exclusão de outliers*-consiste em retirar da análise os estudos distantes responsáveis pela heterogeneidade observada, desde de que essa retirada seja guiada por uma justificativa de cunho metodológico; *análise de subgrupos*- tenta explicar a heterogeneidade, a partir de variáveis categóricas e *metarregressão*- diferente da análise de subgrupo se propõe a explicar a heterogeneidade a partir de variáveis contínuas (PEREIRA; GALVÃO, 2014b).

O *viés de publicação* está condicionado a tendência de os resultados publicados estarem sistematicamente diferentes da realidade (PEREIRA; GALVÃO, 2014b). Nas revisões sistemáticas, a presença desse viés pode ser identificada por meio do gráfico de dispersão em funil (*Funnel plot*) e de testes estatísticos (HIGGINS; GREEN, 2011).

A utilização dessas técnicas é recomendada para metanálises com dez estudos ou mais e baseia-se em questões de estimativa e de precisão. Os estudos pouco precisos, em geral

realizados com amostras de tamanho pequeno, poderão encontrar resultados positivos ou negativos (estatisticamente significativos ou não) por influência do acaso. Eles estariam distribuídos simetricamente na parte mais larga do funil. Estudos de maior precisão, em geral em menor número, estariam mais próximos do valor real e situados na parte mais estreita do funil (PEREIRA; GALVÃO, 2014b; BRASIL, 2012).

E por último não menos importante a maneira mais usual de apresentar os resultados de uma metanálise é através do gráfico *forest plot*. Este particulariza as informações individuais dos estudos incluídos e os resultados da metanálise (RODRIGUES; ZIEGELMANN, 2010). Cada estudo é apresentado em linhas horizontais, e pode ser identificado por nome do autor seguidos do ano de publicação. Ao lado da identificação do estudo estão os dados do desfecho (Exemplo: média das variáveis e seus respectivos desvios padrão, e número total de animais/repetição utilizados em cada estudo do grupo intervenção e controle) (BRASIL, 2012).

Para cada estudo o gráfico apresenta a medida de efeito e seu intervalo de confiança, sendo que a medida de efeito é representada por um símbolo que pode, por exemplo, ser um quadrado (■), um círculo (●), ou outra figura dependendo do software. O tamanho deste símbolo é proporcional ao peso do estudo na metanálise, quanto maior o peso, maior o tamanho do símbolo da medida de efeito. Também é exibido em torno da estimativa da medida de efeito uma linha horizontal () que é o respectivo (IC) - Intervalo de Confiança (geralmente com 95% IC), sendo que quanto maior esta linha, maior é a variabilidade dentro do estudo (RODRIGUES; ZIEGELMANN, 2010). E a metanálise propriamente dita é o diamante negro (losango) que aparece em baixo das estimativas dos estudos incluídos (BRASIL, 2012).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório anual** 2021. Janeiro de 2022. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf. Acesso em: 14 jan. 2022.

ALOULOU, A.; SCHUÉ, M.; PUCCINELLI, D.; MILANO, S.; DELCHAMBRE, C.; LEBLOND, Y.; LAUGIER, R.; CARRIÈRE, F. Yarrowia lipolytica lipase 2 is stable and highly active in test meals and increases fat absorption in an animal model of pancreatic exocrine insufficiency. **Gastroenterology**, v. 149, p. 1910-1919, 2015. <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2015.08.047>

ARSHAD, M. A.; BHATTI, S. A.; HASSAN, I.; RAHMAN, M. A.; REHMAN, M. S. Effects of bile acids and lipase supplementation in low-energy diets on growth performance, fat digestibility and meat quality in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.22, n.2, p. 001-008, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1258>

ARTONI, S. M. B.; NAKAGHI, L. S.; BORGES, L. L.; MACARI, M. Sistema digestório das aves. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. São Paulo, Funep, p.3- 15, 2014.

BAEK, S.; YOON, D. Y.; LIM, K. J.; CHO, Y. K.; SEO, Y. L.; YUN, E. J. The most downloaded and most cited articles in radiology journals: A comparative bibliometric analysis. **Radiological Education**, v. 11, p. 4832-4838, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5423-1>

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; BONATO, M. A.; HAUSCHIL, L.; RONDON, E. O. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1497-1502, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000800027>

BOYER, J. L. Bile Formation and Secretion. **American Physiological Society. Compr Physiol**, 3:1035-1078, 2013. DOI: [10.1002/cphy.c120027](https://doi.org/10.1002/cphy.c120027)

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência Tecnologia e Insumos Estratégicos; Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas**: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados. Brasília: Ministério da Saúde, (Série A: Normas e manuais técnicos), 2012.

CASTRO, F. L. S.; KIM, W. K. Applied Research Note: Exogenous lipase supplementation to low-energy, low-protein, and low-amino acid diets for broiler chickens from one to 42 d. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 30. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.100117>

CHANDLER J.; CUMPSTON, M.; THOMAS, J.; HIGGINS, J. P. T.; DEEKS, J. J.; CLARKE, M. J. Capítulo I: Introdução. In: HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M, L. I. T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A.; (editors). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2** (updated February 2021). Cochrane, 2021. Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 14 jan. 2022.

DALÓLIO, F. S.; MOREIRA, J.; VAZ, D.P.; ALBINO, L. F.T.; VALADARES, L. R.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.17, n. 2, p. 149-161, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402016000200003>

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Revista Científica da Ordem dos Médicos**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>

DOURADO, L. R. B.; BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. São Paulo: Funep, p. 360- 371, 2014.

DUARTE, F. D.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; TEIXEIRA, J. L. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 439-444, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000200025>

EMBRAPA AVES e SUÍNOS, 2020. Disponível: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/icpfrango>. Acesso: 09 de março de 2022.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB**, v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FONSECA, S. S.; DA SILVA, V. C.; VALENTIM, J. K.; GERALDO, A. Efeito da adição de diferentes emulsificantes na dieta sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, p. 1-13, 2018. DOI: 10.7213/1981-4178.2018.16010

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21728/logeion.2019>

GHAZALAH, A. A.; ABD-ELSAMEE, M. O.; IBRAHIM, M. M.; GONZALEZ-SANCHEZ, D.; WEALLEANS, A. L.; ABDELKADER, M. Effect of Lysolecithin Supplementation to Low-energy Broiler Diets on Performance and Subsequent Cost-benefit Analysis. **Journal of World Poultry Research**, v. 11, n. 2, p. 168-173, 2021a. DOI: [org/10.36380/jwpr.2021.20](https://doi.org/10.36380/jwpr.2021.20)

GUERREIRO NETO, A. C.; PEZZATO, A. C.; SARTORI, J. R.; MORI, C.; CRUZ, V. C.; FASCINA, V. B.; PINHEIRO, D. F.; MADEIRA, L. A.; GONÇALVES, J. C. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 2, p. 119-125, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2011000200006>

HARRIS, J. D.; QUATMAN, C. E.; MANRING, M. M.; SISTON, R. A.; FLANIGAN, D. C. How to write a systematic review. **The American Journal of Sports Medicine**, v.42, n.11, p. 2761-8, 2014. DOI: 10.1177/0363546513497567

HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A (editores). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2** (updated February 2021). Cochrane, 2021. Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 15 de jan. 2021.

HIGGINS, J. P. T.; GREEN, S. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0** [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011.

Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 15 de jan. 2021.

HU, Y. D.; LAN, D.; ZHU, Y.; PANG, H. Z.; MU, X. P.; HU, X. F. Effect of diets with different energy and lipase levels on performance, digestibility and carcass trait in broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n.8, p. 1275-1284, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0755>

HUSSAIN, M. M. Intestinal lipid absorption and lipoprotein formation. **Curr Opin Lipidol**, v.25, n. 3, p. 200-206, 2014. DOI: 10.1097/MOL.0000000000000084.

IQBAL, J.; HUSSAIN, M. M. Intestinal lipid absorption. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 296, n. 6, p. 1183-1194, 2009. DOI: 10.1152/ajpendo.90899.2008.

KHONYOUNG, D.; YAMAUCHI, K.; SUZUKI, K. Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. **Livestock Science**, v.176,p. 111-120, 2015.DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.011>

KRABBE, E.; MAZZUCO, H. O uso de enzimas em dietas para poedeiras comerciais. **Revista Avicultura Industrial**, n.6, p.16-23, 2011.

LASSERSON, T. J.; THOMAS, J.; HIGGINS, J. P. T. Chapter 1: Starting a review. In: HIGGINS J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.,; LI, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A (editors). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2** (updated February 2021). Cochrane, 2021. Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 14 jan. 2022.

LEAN, I. J.; RABIEE, A. R.; DUFFIELD, T. F.; DOHOO, I. R. Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science*, v. 92 n. 8, p. 3545-3565, 2009. DOI: 10.3168/jds.2009-2140

MCKENZIE, J. E.; BRENNAN, S. E.; RYAN, R. E.; THOMSON, H. J.; JOHNSTON, R. V.; THOMAS, J.; CHAPTER: Defining the criteria for including studies and how they will be grouped for the synthesis. In: HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A (editores) **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2** (updated February 2021). Cochrane, 2021. Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 14 jan. 2022

MOVAGHARNEJAD, M.; KAZEMI-FARD, M.; REZAEI, M.; TEIMURI-YANSARI, A. Effects of Lysophospholipid and Lipase Enzyme Supplementation to Low Metabolizable Energy Diets on Growth Performance, Intestinal Morphology and Microbial Population and Some Blood Metabolites in Broiler Chickens, **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, n.2, p. 001-010, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1118>

MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. M.; MARTINS, E. N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A. F. G. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1256-1264, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700014>

MURAKAMI, K. T. T.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; NETO, M. G. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 401-407, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000400008>

NAGARGOJE, S. B.; DHUMAL, M. V.; NIKAM, M. G.; KHOSE, K. K. Effect of crude soy lecithin with or without lipase on performance and carcass traits, meat keeping quality and economics of broiler chicken. **International Journal of Livestock Research**, v. 6, n. 12, p. 46-54, 2016. DOI: 10.5455/ijlr.20161218124154

NAKAGAWA, S.; CUTHILL, I. C. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. **Cambridge Philosophical Society**, v. 82, p. 591- 605, 2007. DOI:10.1111/j.1469-185X.2007.00027.x

OLIVEIRA, L. S.; BALBINO, E. M.; SILVA, T. N. S.; ILY, L.; DA ROCHA, T. C.; DE STRADA, E. S. O.; PINHEIRO, A. M.; DE BRITO, J. A. G. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. **Semina Ciências Agrárias**, v. 40, n. 63, p. 3181-3196, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181

PAGE, M. J.; ALTMAN, D. G.; SHAMSEER, L.; MCKENZIE, J. E.; AHMADZAI, N.; WOLFE, D.; YAZDI, F.; CATALA-LOPEZ, F.; TRICCO, A. C.; MOHER, D. Reproducible research practices are underused in systematic reviews of biomedical interventions. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 94, p. 8-18, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.10.017>

PEREIRA, G. P.; GALVÃO, T. F. Extração, avaliação da qualidade e síntese dos dados para revisão sistemática **Epidemiol Serviços da Saúde**, v. 23, n. 3, p. 577-578, 2014(a). doi: 10.5123/S1679-49742014000300021

PEREIRA, G. P.; GALVÃO, T. F. Heterogeneidade e viés de publicação em revisões sistemáticas. **Epidemiol Serviços da Saúde**, v. 23. N. 4, p. 775-778, 2014(b). doi: 10.5123/S1679-49742014000400021

PETROU, S.; KWON, J.; MADAN, J. A practical guide to conducting a systematic review and meta-analysis of health state utility values. **Pharmacoeconomics**, v. 36, p. 1043-1061, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40273-018-0670-1>

RAVINDRAN, V.; TANCHAROENRAT, P.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 1-21. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>

RODRIGUES, C.; ZIEGELMANN, P. Metanálise: um guia prático. **Revista HCPA**, v. 30, n. 4, p. 435-446, 2010.

ROEVER, L. Compreendendo os estudos de revisão sistemática. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2017.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PARAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.;

OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. 4 ed. Viçosa/MG: departamento de zootecnia; 488p, 2017.

ROUSSEAU, S.; ROUSSEAU, R. Being metric-wise: Heterogeneity in bibliometric knowledge. **El profesional de la información**, v. 26, n. 3, p. 480-487, 2017.
DOI:[10.3145/epi.2017.may.14](https://doi.org/10.3145/epi.2017.may.14)

ROVERS, M.; EXCENTIALS, O. Saving energy and feed costs with nutritional emulsifier. **International Poultry Production**, Driffiedl, v. 22, n. 4, p. 7-8, 2014.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 467-482, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560307>

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. **Annual Review of Psychology**, v. 70, n. 1, p. 747-770, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>

SILVA, J. H. V.; LIMA, R. B.; LACERDA, P. B.; OLIVEIRA, A. C. Digestão e absorção de lipídios. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. São Paulo, Funep, 2014, p.64- 76.

SOUSA, L. M. M.; FIRMINO, C. F.; MARQUES-VIEIRA, C. M. A.; SEVERINO, S. S. P. S.; PESTANA, H. C. F. C. Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem. **Revista portuguesa de enfermagem de reabilitação**, v. 1, n. 1, p. 45-54, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33194/rper.2018.v1.n1.07.4391>

TAN, H. S.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A. S.; GOH, Y. M.; CROES, E.; PARTHA, S. K.; TEE, A. K. Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. **Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 7-10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.54987/jobimb.v4i1.281>

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRANA, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Influence of age on the apparent metabolisable energy and total tract apparent fat digestibility of different fat sources for broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, p. 186-192, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.10.013>

THOMAS, J.; KNEALE, D.; MCKENZIE, J. E.; BRENNAN, S. E.; BHAUMIK, S.; CHAPTER: Determining the scope of the review and the questions it will address. In: HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A (editores) **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.2** (updated February 2021). Cochrane, 2021. Available from: www.training.cochrane.org/handbook . Acesso em: 15 de jan. 2021.

UPADHAYA, S. D.; PARK, J. W.; PARK, J. H.; KIM, I. H. Efficacy of 1,3-diacylglycerol as fat emulsifier in low-density diet for broilers. **Poultry Science**, v. 96, p. 1672-1678, 2017.
Doi.org/[10.3382/ps/pew425](https://doi.org/10.3382/ps/pew425)

WANG, J.; CHOI, H.; KIM, W. Effects of dietary energy level and 1,3-diacylglycerol on growth performance and carcass yield in broilers. **Journal of Applied Animal Research**, v. 29, p. 665-672, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.04.004>

WANG, Y.; YAN, J.; ZHANG, X.; HAN, B. Tolerance properties and growth performance assessment of *Yarrowia lipolytica* lipase in broilers. **Journal of Applied Animal Research**, 46: 486-491, 2017. DOI: 10.1080/09712119.2017.1340298

WANG, J. P.; ZHANG, Z. F.; YAN, L.; KIM, I. H. Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 250-256, 2016. DOI: 10.1111/asj.12412

WHITING, P.; SAVOVIC, J.; HIGGINS, J. P.; CALDWELL, D. M.; REEVES, C. B.; SHEA, B.; DAVIES, P.; KLEIJNEN, J.; CHURCHILL, R.; THE ROBIS GROUP. ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 69, p. 225-234, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.06.005>

YADAV, G. B.; KADAM, A. S.; PACHPANDE, A. M.; LAMBATE, S. B.; LONKAR, V. D.; MAINI, S.; RAVIKANTH, K. 2010. Post hatch histo-morphological studies of small intestinal development in chicks fed with herbal early chick nutritional supplement. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, p. 851-855, 2010. DOI:10.3923/ijps.2010.851.855

YANG, H. M.; WANG, W.; WANG, Z. Y.; WANG, J.; CAO, Y. J.; CHEN, Y. H. Comparative study of intestine length, weight and digestibility on different body weight chickens. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, p. 5097-5100, 2013. DOI:10.5897/AJB11.4014

ZAMPIGA, M.; MELUZZI, A.; SIRRI, F. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v.15, n. 3, p. 521-528, 2016. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1192965

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y.; BARRI, A.. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. **Animal Feed Science and Technology**, v. 163, p. 177-184, 2011. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2010.10.004

ZHAO, P. Y.; KIM, I. H. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. **Poultry Science**. v. 9, n. 6, p. 1341-1347, 2017. DOI: [Doi.org/10.3382/ps/pew469](https://doi.org/10.3382/ps/pew469)

ZHAO, P. Y.; LI, H. L.; HOSSAIN, M. M.; KIM, I. H. Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 207, p. 190-195, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew469>

5 CAPITULO I

USO DE EMULSIFICANTE OU LIPASE MELHORA O GANHO DE PESO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE

Este capítulo será apresentado em formato de artigo científico, submetido ao periódico
Animal Feed Science and Technology

Uso de emulsificante ou lipase melhora o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte? Uma revisão sistemática de literatura e metanálise

Mirian Lima Fernandes ^a, Daniel Sales do Nascimento ^b, Anilma Sampaio Cardoso ^c,
Bruno Serpa Vieira ^d, *Matheus Ramalho de Lima ^e

^a Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia BR 415, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, mirianlima.lima48@hotmail.com

^b Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia BR 415, km 16, 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil, dan.sales26@gmail.com

^c Pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação em Biosistemas, Universidade Federal do Sul da Bahia, Avenida BR-415, 45613-204, Itabuna, Bahia, Brasil, anilma5@hotmail.com

^d Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso, Rodovia MT 208, Lote 143-A, Loteamento Aquarela - Hamoa, 78580-000, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil, vieirabs@hotmail.com

^e Universidade Federal do Sul da Bahia, Avenida BR-415, 45613-204 Itabuna, Bahia, Brasil, mlmatheus@gmail.com

*Autor correspondente: E-mail: mlmatheus@gmail.com

Abstract

Emulsifier and exogenous lipase are additives used in broiler diets in order to increase the lipid utilization of diets. A meta-analysis was carried out with the objective of evaluating the effect of an emulsifier or exogenous lipase as an improver of lipid digestibility on weight gain (BWG, g/broiler/d) and feed conversion (FCR, g/g) of broilers in the full cycle period. Data were obtained from PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus and Web of Science databases. There were 2669 studies identified, and 25 composed the database for the meta-analysis, considering data from a total of 14,643 broilers. The mean difference in weight gain and feed conversion between birds supplemented and not supplemented with emulsifier and/or lipase was adopted as a measure of effect size for the meta-analysis. Different weights were assigned to studies using the inverse of variance method. The significance of the overall mean difference was obtained by the Z test. The heterogeneity between studies was verified by the chi-square test, and its magnitude was estimated by the inconsistency index, adopting a random effects model. In addition, subgroup analyzes were performed to assess the level of interference of sex, lipid source and concentration (%), additive type and concentration (%), feed metabolizable energy (kcal/kg) and lineage of the birds on the results. general. These results demonstrate that there is evidence in the literature that supplementation with emulsifier or lipase improves weight gain and feed conversion of broilers in the complete cycle period. However, the action of the additives is influenced by the sex of the birds, the lipid source and concentration, the type of additive and concentration, the energy level of the ration and strain. The isolated use of the emulsifier additive increases weight gain by 1.62g/day and reduces feed conversion by 0.04. However, there is no evidence that exogenous lipase used alone improves weight gain or feed conversion of broilers in the full cycle period. This result may be conditioned to the small number of studies with

the additive in question, rather than the possible effects of the additive's action on weight gain and feed conversion and therefore more future investigations should be carried out on this topic.

Keywords: additives, lipid utilization, performance, energy, lipid source

1. Introdução

A energia dietética é essencial para a nutrição avícola, pois é um componente importante no custo das dietas e tem grande definição no desempenho de frangos de corte (Wickramasuriya et al., 2020). As gorduras e óleos estão entre as principais fontes de energia utilizadas nas formulações de rações, e com o aumento da produção avícola, o controle do custo com a alimentação tem se tornado uma tarefa difícil, principalmente com a volatilidade nos preços dos alimentos energéticos (Ghazalah et al., 2021).

A indústria avícola tem buscado otimizar a digestão lipídica com o uso de aditivos como os emulsificantes e lipases exógenos, visando reduzir os custos de produção e melhorar o desempenho das aves (Oliveira et al., 2019), exatamente porque uma atenção especial deve ser dada a composição da ração em relação a complementação com as fontes de energia. Os emulsificantes exógenos são aditivos estudados na nutrição de aves com o objetivo de melhorar a absorção dos lipídeos, auxiliando na formação das micelas de gorduras, formando assim uma emulsão que é melhor absorvido pelo animal (Zhao and Kim, 2017).

A lipase exógena também tem sido utilizada como ferramenta dietética para melhorar a utilização da gordura que a ave não consegue digerir, complementando a atividade enzimática endógena. Essa estratégia é sugerida principalmente nos primeiros estágios de vida das aves, quando elas apresentam menor capacidade de produção da bile e lipase pancreática, buscando melhoria na eficiência de utilização da energia (Oliveira et al., 2019).

Aditivos com alvos e modos de ação específicos, como os emulsificantes e lipases possuem similar impacto e objetivos quando usados, que é o aproveitamento das gorduras

nas dietas de frangos de corte. Ainda há, contudo, lacunas importantes a serem elucidadas. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi quantificar, por meio de uma revisão sistemática de literatura e metanálise, o tamanho do efeito do emulsificante e da lipase exógena sobre o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de ciclo completo.

2. Material e métodos

2.1 Busca na literatura e seleção de estudos

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura por meio da formulação da pergunta a ser respondida, construção da estratégia de busca e definição das bases a serem consultadas, localização dos estudos relevantes, avaliação crítica dos estudos, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados.

O algoritmo de busca foi construído utilizando descritores formais das bases DeCS e MeSH, em conjunto com palavras-chave organizadas em blocos de conceito de acordo com o acrônimo PICO (participantes, intervenção, comparação e resultados) (Moher et al., 2015). Diversas estratégias de busca foram elaboradas e testadas de diversas formas. A que melhor se adequou à questão de investigação foi definida como: (chickens OR broiler OR "gallus gallus") AND (lipase OR "emulsifying agents" OR emulsifier).

A mesma foi ajustada de acordo com as premissas da base de dados científicos utilizada, mantendo-se sempre os descritores definidos. Nenhum filtro automático foi aplicado para que todos os estudos publicados pudessem ser acessados. Quando a base de dados permitia, limitava-se a busca ao título, resumo e palavras-chave. As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Science, na data de referência 26 de janeiro de 2022. Também foi realizada a busca individual por

estudos diretamente no acervo de alguns periódicos locais, não indexados às bases de dados utilizadas.

Os resultados obtidos nas diferentes bases de dados foram extraídos e compilados no software gerenciador de referências (Zotero). As duplicações (estudos identificados em mais de uma base de dados) foram automaticamente eliminadas, e os demais estudos foram submetidos a uma análise pela leitura de título e resumo, sendo que nessa etapa foram eliminados todos aqueles que claramente não se relacionavam aos objetivos da pesquisa.

Em seguida realizou-se uma análise mais detalhada pela leitura do texto na íntegra para selecionar aqueles que atendiam os seguintes critérios: 1) estudos com frangos de corte, que apresentavam linhagem e sexo das aves e que avaliaram o ganho de peso e conversão alimentar; 2) estudos que avaliaram emulsificante ou lipase de maneira isolada, não em combinação; 3) estudos que apresentaram no mínimo dois tratamentos diferentes (um grupo controle sem lipase ou emulsificante e um grupo com inclusão de lipase ou emulsificante); 4) estudos que apresentaram a composição das dietas experimentais e que trouxeram a média, medida de dispersão e número de repetições de cada tratamento; 5) estudos que compararam tratamentos com o mesmo teor de energia e mesmo tipo e concentração de fonte lipídica; 6) estudos que avaliaram frangos em seu ciclo completo (considerou-se aves no ciclo completo aquelas que foram avaliadas com período mínimo de até 35 dias e período máximo até 44 dias). Nesta revisão foram incluídos apenas os estudos que atenderam a todos esses critérios.

2.2 Extração e gerenciamento dos dados

Os artigos foram analisados por um pesquisador e reanalisados por outro pesquisador para identificação de possíveis erros na coleta de dados.

Dados de ganho de peso (BWG, g/broiler/d) e conversão alimentar (FCR, g/g), foram extraídos manualmente, digitados e organizados em planilhas eletrônicas, juntamente com suas medidas de dispersão e números de participantes (repetições por tratamento e número de aves por repetição). De cada estudo foram extraídos dados de um ou mais grupos controle (sem emulsificante ou lipase), comparado com um ou mais grupos intervenção (com emulsificante ou lipase). Junto a esses dados quantitativos, informações qualitativas como ano de publicação, local do experimento (país), linhagem, sexo, idade em dias, fonte lipídica e concentração, tipo de aditivo e concentração, níveis de energia em kcal/kg, foram também extraídos dos estudos.

Transformações foram realizadas nos dados para comparações estatísticas. O ganho de peso total foi ajustado para ganho de peso diário, por isso o BWG é dado em g/broiler/d. A medida de dispersão utilizada para as comparações foi o desvio padrão, transformando aquelas que não estavam nesse formato. Os níveis das fontes lipídicas e os níveis de uso dos aditivos foram transformados em % para equalizar as comparações. Quando o estudo apresentou mais de uma comparação para os grupos controle e intervenção, cada comparação foi considerada uma observação dentro da metanálise.

2.3 Análise de dados

A medida do tamanho do efeito adotada para cada variável foi a diferença média (DM) entre os grupos de comparação, controle (grupo não suplementado) e intervenção (grupo suplementado), sendo:

$$DM = \{(m\u00e9dia \text{ grupo suplementado}) - (m\u00e9dia \text{ grupo n\u00e3o suplementado})\}$$

Diferentes pesos foram atribuídos aos estudos pelo método do inverso da variância permitindo equilíbrio entre as contribuições individuais dos estudos para a metanálise com base em seu nível de precisão das estimativas (médias) dos tratamentos. 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 estudos foi verificada pelo teste de qui-quadrado (χ^2) ($p < 0.10$). A magnitude foi estimada pelo índice de inconsistência ($I^2 = Ch^2 - DF / Ch^2 \times 100$), onde DF são os graus de liberdade do teste de Ch^2 (Higgins et al., 2003; Higgins and Thompson, 2002). A heterogeneidade entre estudos foi incorporada à metanálise, adotando um modelo de efeitos aleatórios para avaliar os efeitos gerais e sua significância estatística. Além disso, foram realizadas análises de subgrupo para avaliar o nível de interferência do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo do aditivo, e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem das aves sobre os resultados gerais.

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 viés de publicação. Estudos 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 RevMan5 (RevMan, 2014).

3. Resultados

3.1 Estudos e participantes

A aplicação do algoritmo de busca nas diferentes bases de dados retornou um total de 2669 estudos. Após todo o processo de triagem e seleção, apenas 25 estudos atenderam aos critérios de inclusão e compuseram o banco de dados para a metanálise. Na Figura 1 é apresentada uma ilustração abrangente do procedimento de revisão

sistemática e as causas de rejeição dos estudos que falharam na fase de elegibilidade. Na Tabela 1 está o resumo das principais características de cada um dos estudos incluídos na presente metanálise.

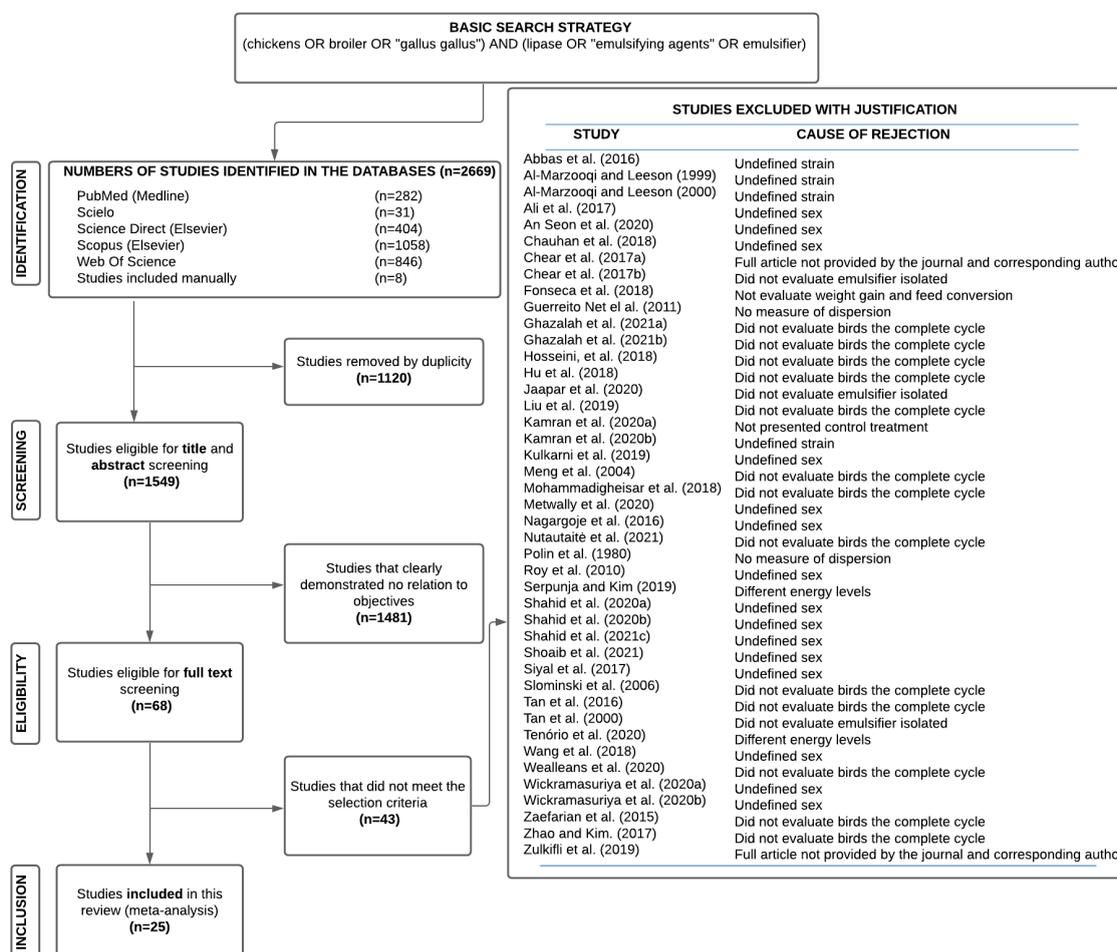


Figura 1. Fluxograma do procedimento da revisão sistemática

Tabela 1- Resumo dos estudos incluídos na metanálise

Estudo	Participantes	Grupo controle	Grupo intervenção
Aguilar et al. (2013)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=320); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2977kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Allahyari-Bake e Jahanian. (2017) (Experimentos I e II)	Frangos de corte Ross 308, misto, com um dia de idade	Dieta sem emulsificante; fonte lipídica de origem	Dieta controle + emulsificante (0,1%)

	(n=576 experimentos I e II); 1 aos 42 dias.	vegetal; Nível de EM 2957kcal/kg	
Arshad et al. (2020)	Frangos de corte Cobb 500, misto, com um dia de idade (n=280); 1 a 35 dias.	Dieta sem Lipase; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 2968kcal/kg	Dieta controle + Lipase (0,018%)
Bontempo et al. (2015)	Frangos de corte Cobb 500, fêmea, com um dia de idade (n=480); 1 aos 34 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3075kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,07%)
Bontempo et al. (2018)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=600); 1 aos 44 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3178 kcal/kg	Dietas controle + emulsificante (0,07%)
Castro e Kim. (2021)	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=480); 1 aos 42 dias.	Dieta sem Lipase; Fonte lipídica de origem vegetal; Níveis de EM 3083 e 2983 kcal/kg	Dieta controle + Lipase (0,01%)
Cho et al. (2012)	Frangos de corte Ross 308, macho, com dois dias de idade (n=216); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Dabbou et al. (2019)	Frangos de corte Ross 708, misto, com um dia de idade (n=224); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3509 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Haetinger et al. (2021)	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=1050); 1 aos 42 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3142 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Kaczmarek et al. (2015)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=384); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3072 e 2972 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,04%)
Liu et al. (2020a)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n= 480); 1 aos 35 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 3179 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,1%)

Liu et al. (2020b)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=1024); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3169 e 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,15%)
Majdolhosseini et al. (2019)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=800); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3093 e 3017 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,1%)
Movagharnejad et al. (2020)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=120); 1 aos 38 dias.	Dieta sem Lipase e/ou emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2911 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,15%); lipase (ND)
Oliveira et al. 2019	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=840); 1 aos 37 dias.	Dieta sem Lipase e/ou emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3036 kcal/kg	Dieta controle + Lipase e/ou emulsificante (0,1%)
Park et al. (2018)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=816); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3100 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,03, 0,06,09%)
Saleh et al. (2020)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=200); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2436 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Shen et al. (2021)	Frangos de corte Arbor Acres, macho, com um dia de idade (n=192); 1 aos 42 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3000 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,01%)
Silva et al. (2018)	Frangos de corte Cobb 500, misto, com um dia de idade (n=768); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3067 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,025;0,025;0,035%)
Upadhaya et al. (2017a)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=384); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3120 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,075;0,10;0,15%)

Upadhaya et al. (2017b)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=768); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3010 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05; 0,075;0,010%)
Wang et al. (2016)	Frangos de corte Ross, macho, com dois dias de idade (n=216); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Wang et al. (2020)	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=640); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3101 e 3026 kcal/kg	Dieta com emulsificante (0,1%)
Zampiga et al. (2016)	Frangos de corte Ross, macho, com um dia de idade (n=1765); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3131 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,15% e 0,1%)
Zhang et al. (2011)	Frangos de corte Arbor Acres, macho, com um dia de idade (n=252); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 4168 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)

Após a filtragem das variáveis e grupos/tratamentos de interesse, restaram um total de 51 comparações para ganho de peso e 51 para conversão alimentar. No total, os dados coletados dos estudos incluídos envolveram 13.875 frangos (11547 machos, 480 fêmeas, 1848 mistos), distribuídos em 26 experimentos.

Dos 25 estudos incluídos nessa metanálise 24 relataram dados de um único experimento com exceção de Allahyari-Bake and Jahanian. (2017), que realizaram dois experimentos diferenciando um do outro pela dieta utilizada, experimento I (milho + farelo de soja) e experimento II (milho + farelo de soja + farelo de trigo).

Em todos os estudos os pintainhos foram alimentados com dietas experimentais contendo emulsificante ou lipase desde o primeiro dia de vida, exceto para Wang et al. (2016) e Cho et al. (2012) que suplementaram as aves a partir do segundo dia de idade.

80% dos estudos incluídos foram com frangos de corte machos, 4% fêmeas e 16% com sexo misto. Dos estudos incluídos 52% utilizaram fonte lipídica de origem vegetal (sendo estas 82% correspondente ao óleo de soja; 6% óleo de palma; 6% gordura de palma e 6% ácidos graxos livres de soja) enquanto que 36% utilizaram fontes de origem animal (dentre estas 64% foram com sebo; 27% gordura de frango e 9% graxa amarela) e apenas 12% das fontes utilizadas foram de origem mista incluindo (óleo de soja, gordura de frango e banha).

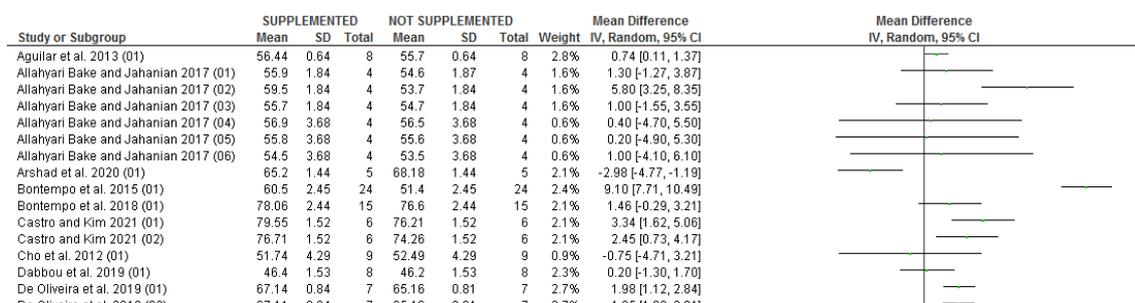
A média de inclusão das fontes lipídicas foi 3,10% variando entre 0,88% (Saleh et al., 2020) e 4,80% (Bontempo et al., 2018). Quanto ao tipo de aditivo utilizado 88% dos estudos foram com emulsificante e 12% com lipase exógena. A média da concentração de inclusão dos aditivos (emulsificante ou lipase) foi de 0,08% com variação entre 0,01% (Castro and Kim, 2021; Shen et al., 2021) e 0,15% (Liu et al. 2020 (b); Movagharnejad et al., 2020; Upadhaya et al. 2017 (a); Zampiga et al., 2016).

A média do nível de energia metabolizável das dietas foi 3113 (kcal/kg), variando de 2436 (kcal/kg), (Saleh et al., 2020) a 4168 (VERIFICAR ESSE DADO) (kcal/kg), (Zhang et al., 2011); e 64% dos estudos incluídos utilizaram a linhagem Ross, enquanto que 28% a Cobb e apenas 8% a Arbor Acres.

3.2 Metanálise

3.2.1. Ganho de peso

A Figura 2 resume a metanálise para ganho de peso diário. O efeito geral mostrou que há evidência na literatura de que frangos suplementados com emulsificante ou lipase,



aumentam o ganho de peso, ou seja, as aves do grupo suplementado ganharam 1,59 g/dia a mais do que aquelas do grupo não suplementado ($P < 0,00001$).

Figura 2. *Forest plot* da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado no ganho de peso (g/ave/dia) de frangos de corte suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase.

Houve heterogeneidade significativa ($P < 0,00001$; $I^2 = 85\%$), indicando que existe diferenças metodológicas entre os estudos o que direciona para análises de subgrupos.

Para explorar a heterogeneidade realizou-se a análise estatística de subgrupos avaliando as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para aditivos (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos no ganho de peso

Ganho de peso							
Study or subgroup	(k)	Mean Difference (MD)			Heterogeneity		
		IV, Random, 95% CI		p-value	Tau ²	p-value	I ²
Sexo							
Macho	39	1.46 [1.07, 1.85]		<0.00001	0.91	<0.00001	78%
Fêmea	01	9.10 [7.71, 10.49]		<0.00001	NA	NA	NA
Misto	11	1.24 [-0.24, 2.73]		0.10	4.30	<0.0001	75%
Fonte lipídica							
Origem animal	20	1.52 [0.97, 2.07]		<0.00001	1.04	<0.00001	80%
Origem vegetal	27	1.25 [0.70, 1.80]		<0.00001	0.97	<0.00001	68%
Origem mista	04	3.42 [-0.17, 7.01]		0.06	13.01	<0.00001	98%
Concentração da fonte lipídica (%)							
Até 2%	20	2.36 [1.56, 3.17]		<0.00001	0.00	0.91	0%
De 2 a 3,5%	27	1.00 [0.48, 1.52]		0.0002	1.31	<0.00001	76%
Mais de 3,5%	04	2.52 [1.71, 3.34]		<0.00001	2.01	<0.00001	89%

Tipo de aditivo						
Emulsificante	46	1.62 [1.15, 2.10]	<0.00001	1.80	<0.00001	85%
Lipase	05	1.23 [-1.12, 3.58]	0.31	5.12	<0.00001	90%
Concentração do aditivo (%)						
Até 0,05%	20	1.04 [0.41, 1.66]	0.001	1.35	<0.00001	81%
De 0,05 a 0,1%	25	2.01 [1.29, 2.74]	<0.00001	2.30	<0.00001	86%
Mais de 0,1%	05	1.83 [0.87, 2.78]	0.0002	0.58	0.03	65%
Não informado	01	NE	NE	NE	NE	NE
Energia metabolizável da ração (kcal/kg)						
Até 3000 kcal/kg	14	1.22 [-0.10, 2.55]	0.07	3.35	<0.00001	83%
De 3000 a 3200 kcal/kg	33	1.88 [1.36, 2.40]	<0.00001	1.61	<0.00001	84%
Mais de 3200 kcal/kg	04	0.26 [-0.85, 1.38]	0.64	0.98	0.004	77%
Linhagem						
Arbor Acres	04	1.16 [-1.57, 3.90]	0.41	7.46	<0.00001	96%
Cobb	12	2.02 [0.45, 3.59]	0.01	6.41	<0.00001	94%
Ross	35	1.65 [1.26, 2.04]	<0.00001	0.64	<0.00001	66%

IV= inverso da variância; Random=modelo aleatório; k= quantidade de comparações de cada nível de subgrupos; NA= not applicable; NE= not estimable

A primeira análise de subgrupos (Tabela 2) mostrou que frangos de corte machos aumentam o ganho de peso em (DM=1,46 g/dia; $P<0,00001$) quando suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase, comparado com as do grupo não suplementado. O mesmo ocorreu para as fêmeas que tiveram aumento no ganho de peso de (DM=9,10 g/dia; $P<0,00001$), quando suplementados com emulsificante ou lipase, em relação as aves do grupo não suplementado. No entanto para as aves do sexo misto não foi possível verificar efeito significativo dos aditivos ($P=0,10$).

Na segunda análise de subgrupos foi estudado o efeito das fontes lipídicas de origem animal, vegetal e mista sobre a ação dos aditivos (emulsificante ou lipase) (Tabela 2). As aves que receberam suplementação de dietas com fontes lipídicas de origem animal ou vegetal e adição de emulsificante ou lipase, tiveram aumento no ganho de peso de (DM=1,52 g/ave/dia; $P<0,00001$; DM=1,25 g/ave/dia; $P<0,00001$, respectivamente) em relação aquelas aves do grupo não suplementado. Já para as aves que receberam uma

dieta com fonte lipídica mista e os aditivos emulsificante ou lipase não tiveram influência no seu ganho de peso ($P=0,06$).

Na terceira análise de subgrupos é possível observar a melhoria significativa para todos os níveis de concentração da fonte lipídica estudados (Tabela 2). Há evidência na literatura de que as aves que receberam suplementação com concentração da fonte lipídica de até 2%; e emulsificante ou lipase ganharam mais peso ($DM=2,36$ g/ave/dia; $P<0,00001$) em relação as do grupo não suplementado. Quando aumentou a concentração da fonte lipídica de 2 a 3,5%, as aves continuaram ganhando peso ($DM=1,00$ g/ave/dia; $P<0,0002$) em relação ao grupo não suplementado. Sendo que o maior nível de concentração da fonte lipídica, ou seja, acima de 3,5% demonstram um efeito muito maior da adição do emulsificante ou lipase proporcionando um maior ganho de peso ($DM=2,52$ g/ave/dia; $P<0,00001$) do que de maneira geral em relação as aves que não receberam dieta suplementada com os aditivos.

Na quarta análise de subgrupo foi estudado o tipo de aditivo (Tabela 2). Observa-se que a suplementação das dietas com emulsificante foi estatisticamente significativa. Há evidência na literatura de que aves suplementadas com emulsificante melhoram o ganho de peso ($DM=1,62$ g/ave/dia; $P<0,00001$) em relação as do grupo não suplementado. No entanto quanto ao uso da lipase não foi possível constatar evidência significativa ($P=0,31$) para o ganho de peso.

Na quinta análise de subgrupo é possível observar diferença significativa para todos os níveis de concentração do aditivo do grupo suplementado para o ganho de peso (Tabela 2). Há evidência na literatura de que a concentração de até 0,05% proporciona um ganho significativo de ($DM=1,04$ g/ave/dia; $P= 0,001$) para as aves do grupo suplementado em relação as do grupo não suplementado. Do mesmo modo as aves que receberam dietas com concentração de 0,05 a 0,1% do aditivo tiveram ganho de peso

maior (DM=2,01 g/ave/dia; $P<0,00001$) do que aquelas do grupo não suplementado. Assim como as aves que receberam dieta com concentração de mais de 0,1% do aditivo também tiveram um aumento significativo no ganho de peso de (DM=1,83 g/ave/dia; $P<0,0002$) favorecendo o grupo suplementado.

Na sexta análise de subgrupos, energia metabolizável (Tabela 2), adotou-se três níveis: até 3000; de 3000 a 3200 e acima de 3200 kcal/kg. Observa-se diferença estatística somente para o nível de energia de 3000 a 3200 kcal/kg, no qual a adição de emulsificante ou lipase aumentou o ganho de peso das aves em 1,88 g/ dia ($P<0,00001$). No entanto, nos níveis de energia que estão abaixo ou acima destes não foi possível detectar efeito significativo da suplementação com emulsificante ou lipase sobre o ganho de peso das aves.

Na última análise de subgrupos estudada (Tabela 2) não foi possível detectar efeito significativo para a linhagem Arbor Acres ($P=0,41$), apenas para as linhagens Cobb e Ross. Há evidência na literatura de que as aves da linhagem Cobb do grupo suplementado ganharam mais peso (DM=2,02 g/ave/dia; $P<0,01$) do que as do grupo não suplementado. Da mesma forma foram as aves da linhagem Ross, com um ganho de peso significativo de (DM=1,65 g/ave/dia; $P<0,00001$), comparando com as aves do grupo não suplementado.

3.2.2. Conversão alimentar

Os mesmos estudos foram utilizados para calcular o efeito geral do emulsificante ou lipase na conversão alimentar. O efeito geral (Figura 3) mostrou que há evidência na literatura de que frangos suplementados com emulsificante ou lipase, tem melhor conversão alimentar (DM= -0,04; $P<0,00001$), em relação aos do grupo não suplementado.

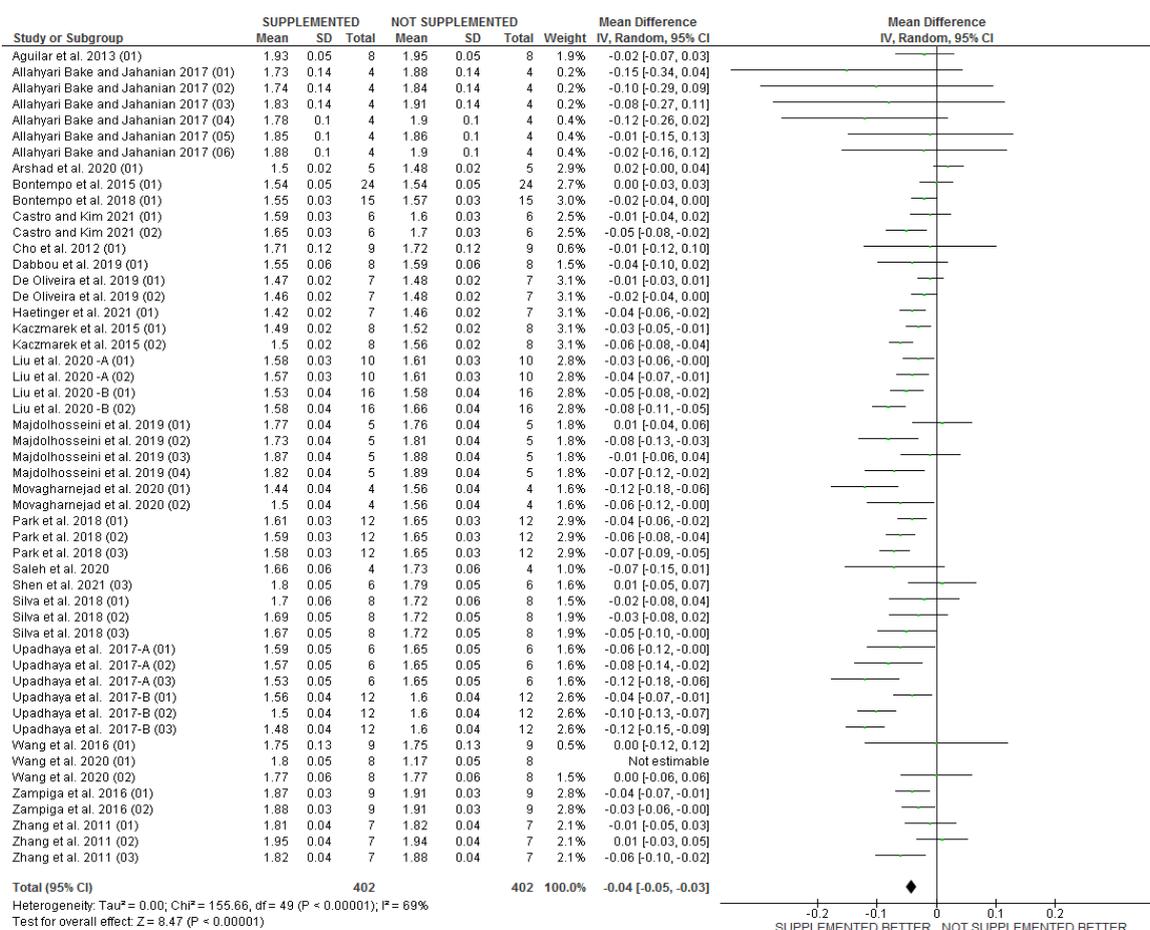


Figura 3. Forest plot da metanálise no efeito geral comparando o grupo suplementado versus não suplementado na conversão alimentar de frangos de corte suplementado com dietas contendo emulsificante ou lipase.

As diferenças metodológicas entre os estudos foram identificadas através da significância da heterogeneidade ($P < 0,00001$; $I^2 = 69\%$), e dessa forma a exploração da mesma foi realizada com as análises de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre a ação dos aditivos (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da

ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos na conversão alimentar

Conversão alimentar						
Study or subgroup	(k)	Mean Difference		Heterogeneity		
Sexo		IV, Random, 95% CI	p-value	Tau²	p-value	I²
Macho	39	-0.04 [-0.05,-0.03]	<0.00001	<0.00	<0.00001	69%
Fêmea	01	0.00 [-0.03,0.03]	1.00	NA	NA	NA
Misto	11	-0.04 [-0.07,-0.01]	0.02	<0.00	0.001	66%
Fonte lipídica						
Origem animal	20	-0.06 [-0.07,-0.04]	<0.00001	<0.00	<0.00001	78%
Origem vegetal	27	-0.03 [-0.04,-0.02]	<0.00001	<0.00	0.21	18%
Origem mista	04	0.00 [-0.01,0.01]	1.00	<0.00	1.00	0%
Concentração da fonte lipídica (%)						
Até 2%	20	-0.06 [-0.09, -0.03]	0.0005	<0.00	0.03	59%
De 2 a 3,5%	27	-0.04 [-0.05, -0.02]	<0.00001	<0.00	<0.00001	64%
Mais de 3,5%	04	-0.04 [-0.06,-0.03]	<0.00001	<0.00	<0.00001	76%
Tipo de aditivo						
Emulsificante	46	-0.04 [-0.05, -0.04]	<0.00001	<0.00	<0.00001	63%
Lipase	05	-0.03 [-0.03, 0.01]	0.29	<0.00	0.04	60%
Concentração do aditivo (%)						
Até 0,05%	20	-0.03 [-0.04, -0.02]	<0.00001	<0.00	0.005	50%
De 0,05 a 0,1%	25	-0.04 [-0.06, -0.03]	<0.00001	<0.00	<0.00001	73%
Mais de 0,1%	05	-0.07 [-0.10, -0.05]	<0.00001	<0.00	0.01	69%
Não informado	01	-0.06 [-0.12, -0.00]	0.03	NA	NA	NA
Energia metabolizável da ração (kcal/kg)						
Até 3000 kcal/kg	14	-0.04 [-0.07, -0.01]	0.003	<0.00	<0.0001	69%
De 3000 a 3200 kcal/kg	33	-0.04 [-0.05, -0.03]	<0.00001	<0.00	<0.00001	70%
Mais de 3200 kcal/kg	04	-0.02 [-0.06, 0.01]	0.15	<0.00	0.11	51%
Linhagem						
Arbor Acres	04	-0.01 [-0.05, -0.02]	0.41	<0.00	0.09	55%
Cobb	12	-0.02 [-0.03, -0.00]	0.02	<0.00	0.06	43%
Ross	35	-0.05 [-0.06, 0.04]	<0.00001	<0.00	<0.00001	59%

IV= inverso da variância; Random=modelo aleatório; k= quantidade de comparações de cada nível de subgrupos; NA= not applicable

Na primeira análise de subgrupos (Tabela 3) é possível verificar diferença significativa para frangos machos e mistos. Há evidência na literatura de que frangos de corte machos têm melhor conversão alimentar em (-0,04; P<0,00001) assim como os mistos (-0,04; P=0,02) quando suplementados com dieta contendo emulsificante ou

lipase em relação aos do grupo não suplementado. No entanto não foi possível constatar diferença significativa para as fêmeas quanto a presença dos aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica ($P=1,00$) na conversão alimentar.

Na segunda análise de subgrupos fonte lipídica (Tabela 3) a diferença significativa é observada para as fontes de origem animal e vegetal. Há evidência na literatura de que aves que receberam dieta suplementada com fonte lipídica de origem animal e emulsificante ou lipase tiveram melhor conversão alimentar ($DM= -0,06$, $P<0,00001$), comparada as do grupo não suplementado. O mesmo ocorreu para as aves que receberam dieta com suplementação da fonte lipídica de origem vegetal e emulsificante ou lipase, apresentaram melhor conversão alimentar ($DM= -0,03$, $P<0,00001$) em relação as do grupo não suplementado. Já para a fonte mista não houve diferença significativa da influência dos aditivos na conversão alimentar das aves ($P= 0,1$).

Na terceira análise de subgrupos estudada (Tabela 3) é possível verificar melhoria significativa na conversão alimentar para todos os níveis de concentração da fonte lipídica estudados. Há evidência na literatura de que a suplementação com concentração lipídica de até 2% e adição de emulsificante ou lipase melhoram a conversão alimentar das aves em ($DM= -0,06$, $P<0,0005$), quando comparada com as do grupo não suplementado. Do mesmo modo a concentração de 2 a 3,5% de inclusão da fonte lipídica com emulsificante ou lipase proporcionaram efeito significativo na conversão alimentar favorecendo o grupo suplementado ($DM= -0,04$; $P<0,00001$) em relação ao não suplementado. Sendo que o maior nível de concentração da fonte lipídica, ou seja, acima de 3,5% continua demonstrando um efeito positivo da adição de aditivos proporcionando melhor conversão alimentar ($DM= -0,04$; $P<0,00001$) em relação as aves que não receberam dieta suplementada com os aditivos.

A quarta análise de subgrupos foi realizada para o tipo de aditivo (Tabela 3). Há evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante melhora a conversão alimentar de frangos de corte (DM= -0,04; $P < 0,00001$), quando comparados com as aves que não foram suplementadas com os aditivos. Não foi possível encontrar evidência na literatura de que a suplementação com lipase exógena melhora a conversão alimentar das aves ($P = 0,29$).

Na quinta análise de subgrupos concentração do aditivo (Tabela 3) é possível observar diferença significativa para todos os níveis de concentração. Há evidência na literatura de que a concentração de emulsificante ou lipase de até 0,05% melhora a conversão alimentar de frangos de corte (DM= -0,03; $P < 0,00001$) em relação as aves do grupo não suplementado.

De igual modo a suplementação com a concentração de 0,05 a 0,1%, (DM= -0,04; $P < 0,00001$), assim como a de mais de 0,1% (DM= -0,04; $P < 0,00001$) proporcionaram um resultado positivo para a conversão alimentar das aves do grupo suplementado, em relação ao não suplementado. Até quando a concentração do aditivo não foi informada pelo estudo (Movagharnejad et al., 2020), é possível verificar diferença estatística sobre a presença do aditivo na dieta para a conversão alimentar, evidenciando que houve diferença significativa para o grupo suplementado em relação ao não suplementado (DM= -0,06; $P < 0,03$).

O sexto subgrupo estudado (Tabela 3) observa diferença estatística para as aves do grupo suplementado com emulsificante ou lipase e níveis de energia até 3000; e de 3000 a 3200 kcal/kg. Há evidência na literatura de que frangos de corte suplementados com nível de energia de até 3000kcal/kg e emulsificante ou lipase apresentam melhor conversão alimentar (DM= -0,04; $P = 0,003$) comparado com o grupo não suplementado.

Da mesma forma a melhoria na conversão alimentar pode ser evidenciada para as aves que receberam dieta com nível de energia de 3000 a 3200kcal/kg no grupo suplementado (DM= -0,04; $P < 0,00001$) em relação ao grupo não suplementado. No entanto o nível de energia acima de 3200 kcal/kg não proporcionou diferença significativa ($P = 0,15$) para a conversão alimentar das aves quando receberam suplementação do aditivo na dieta.

A última avaliação de subgrupos foi para o tipo de linhagem (Tabela 3), não foi possível constatar diferença significativa ($P = 0,41$) para a linhagem Arbor Acres, ou seja, não houve evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora a conversão alimentar de frangos de corte em relação aos que não receberam suplementação de aditivos dessa linhagem. Enquanto que para frangos de corte das linhagens Cobb e Ross é possível observar que existem diferenças significativas. Há evidência na literatura de que aves da linhagem Cobb quando suplementadas com aditivos melhoram a conversão alimentar (DM= -0,02; $P = 0,02$) assim como as da linhagem Ross (DM= -0,05; $P = 0,00001$) comparadas as do grupo não suplementado.

3.2.3. Viés de publicação

Após a análise de efeito geral, do ganho de peso e conversão alimentar verificando a presença da heterogeneidade o banco de dados foi ainda mais explorado através do viés de publicação e análise de sensibilidade.

O viés de publicação foi verificado através do gráfico de funil (Funnel plot) observando se os resultados estavam distribuídos em volta do eixo central do gráfico ou se havia um número muito maior de estudos de um lado do gráfico em relação ao outro (Figuras 4 e 5).

3.2.4. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade teve a função detectar os possíveis outliers, também por meio do gráfico de funil (Funnel plot), (valores muito fora da área de normalidade/pirâmide) e, em seguida retirá-los um a um da metanálise observando se esses estudos tinham alguma influência significativa no resultado geral.

Alguns estudos que apresentaram valores de diferença média fora da área de normalidade no ganho de peso (Figura 4), como os de Movagharnejad et al. (2020) (01) -16.65 [-18.11, -15.19]; Movagharnejad et al. (2020) (02) -20.52 [-21.98, -19.06]; Saleh et al. (2020) 15.34 [14.15, 16.53]; Wang et al. (2020) (02) 11.41 [9.86, 12.96]. E na conversão alimentar apenas um estudo sendo este Wang et al., 2020 (01) 0.63 [0.58, 0,68] (Figura 5). Tais estudos estão presentes no gráfico, mas foram excluídos dos cálculos da metanálise por meio da atribuição do valor zero ao seu peso relativo. Desta forma, eles não contribuíram para a composição do efeito geral ou do teste Z, ou seja, não foram estimados no valor final, não comprometendo de maneira significativa o resultado da metanálise.

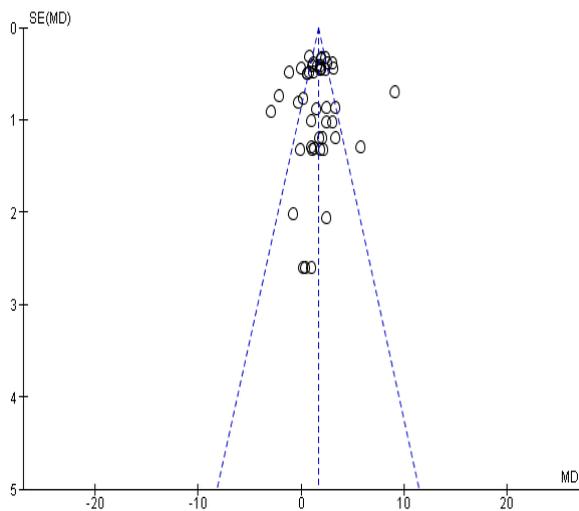


Figura 4. Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para ganho de peso (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com emulsificante ou lipase.

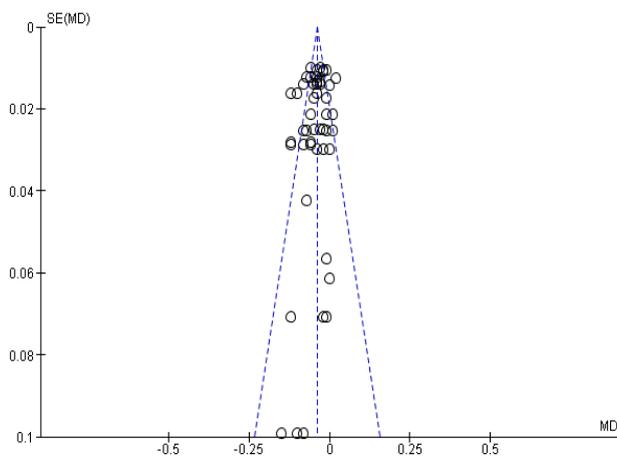


Figura 5. Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para conversão alimentar (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com emulsificante ou lipase.

4. Discussão

Conforme apresentado nos gráficos Forest plot (Figuras 2 e 3), os resultados desta metanálise no efeito geral indicam que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora o desempenho de frangos de corte no período de ciclo completo em relação aqueles que receberam dieta sem a suplementação de aditivos.

As análises de subgrupos indicam as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre a ação dos aditivos no ganho de peso (Tabela 2) e conversão alimentar (Tabela 3).

No subgrupo sexo os frangos de corte machos e fêmeas tiveram melhor ganho de peso (Tabela 2), enquanto que para a conversão alimentar foram para machos e mistos (Tabela 3). O aumento no ganho de peso para os machos que receberam suplementação com emulsificante e lipase foi de 1,46g/dia. Assim como também para as fêmeas de 9,10 g/dia. Apesar da literatura mostrar evidência de que os aditivos melhoradores de digestibilidade têm efeitos positivos sobre o ganho de peso das fêmeas, esse resultado deve ser melhor investigado, devido não apresentar a mesma robustez comparado aos demais sexos, uma vez que, somente um estudo compõe esse subgrupo.

A suplementação com emulsificante ou lipase não influenciou no ganho de peso das aves do sexo misto. Tal fato pode estar relacionado a dois aspectos: primeiro as diferenças médias entre os estudos das aves mistas são menores em relação as aves sexadas, as quais apresentam menor efeito de tratamento; segundo apresentam maior variabilidade das médias. Ambos aspectos provavelmente podem estar relacionados a maior variabilidade do grupo de aves analisado (diferenças de pesos e exigências nutricionais entre machos e fêmeas) o que pode ter maior contribuição com o resultado meta-analítico.

A melhoria significativa na conversão alimentar para frangos de corte machos ou mistos que receberam a suplementação com emulsificante ou lipase foi de 4 pontos (0,04g/g). Supostamente a ausência de efeito significativo dos aditivos na conversão alimentar do sexo feminino pode estar relacionada a digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes, em que nos machos é bem mais proeminente do que nas fêmeas por apresentarem maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Assim como também pode estar relacionado ao pequeno número de estudos (Bontempo et al., 2015), com efeitos positivos dentro desse subgrupo o que impede de maior força e poder estatístico para esse resultado.

As aves quando receberam dietas suplementadas com fonte lipídica de origem animal e adição de emulsificante ou lipase tiveram aumento no ganho de peso de 1,52g/dia (Tabela 2) e melhoria na conversão alimentar de 6 pontos (0,06g/g) (Tabela 3), o mesmo ocorreu para as aves que receberam dieta com suplementação da fonte lipídica de origem vegetal e emulsificante ou lipase, apresentaram maior ganho de peso, ou seja, um ganho significativo de 1,25g a mais por dia (Tabela 2) com melhoria de 3 pontos (0,03g/g) na conversão alimentar (Tabela 3).

Provavelmente esse aumento no ganho de peso e melhoria na conversão alimentar deve-se a maior eficiência na atuação dos aditivos na digestão e absorção dos lipídeos, uma vez que, os aditivos têm função de melhorar a digestibilidade das gorduras ou óleos. No entanto, houve maior dificuldade de detecção de efeito significativo dos aditivos para ganho de peso e conversão alimentar quando as fontes lipídicas ofertadas às aves foram de origem mista. Tal fato possivelmente está mais relacionado à menor quantidade de estudos dentro desse subgrupo (menor número de repetições, menor poder estatístico) (Bontempo et al., 2015; Bontempo et al., 2018; Kaczmarek et al., 2015) do que a possíveis diferenças de modo de ação dos aditivos em função da fonte lipídica.

Em relação a concentração das fontes lipídicas, em todos os níveis de inclusão evidenciamos efeito positivo dos aditivos no ganho de peso (Tabela 2) e conversão alimentar (Tabela 3). Visto que o maior nível de concentração da fonte lipídica proporcionou um maior ganho de peso em 2,52 g/dia. Essa superioridade pode ser explicada pelas propriedades inerentes das fontes de óleos ou gorduras e que a adição de aditivos (emulsificante ou lipase) agem com efeitos positivos na digestibilidade dos lipídeos, proporcionando um melhor aproveitamento dos nutrientes consequentemente melhor ganho de peso e conversão alimentar.

Quando os aditivos foram avaliados separadamente foi possível verificar que as dietas com emulsificante proporcionaram aumento significativo no ganho de peso de 1,62 g/dia (Tabela 2) e melhoria de 4 pontos (0,04g/g) na conversão alimentar das aves no período de ciclo completo (Tabela 3). Nesse subgrupo a lipase quando utilizada isoladamente não se mostrou eficiente no ganho de peso e conversão alimentar das aves.

Embora alguns estudos incluídos nesta meta metanálise detectaram efeito positivo da lipase sobre o ganho de peso e conversão alimentar (Oliveira et al. 2019; Castro and Kim, 2021), nessa comparação da metanálise não foi possível encontrar evidências de que a lipase quando utilizada de forma isolada melhora o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte. Esse resultado deve ser analisado com mais atenção pois o pequeno número de estudos com lipase pode ter prejudicado o poder estatístico da metanálise neste subgrupo.

Quanto ao subgrupo nível de concentração dos aditivos, vale destacar que em todos os níveis utilizados observamos efeitos positivos sobre o ganho de peso (Tabela 2) e conversão alimentar das aves (Tabela 3), embora tenha sido observado maior diferença de ganho de peso no nível de concentração intermediário (0,05 a 0,1%) do aditivo. Fica evidente a eficiência do efeito dos aditivos independentemente do nível de concentração

utilizado, nos permitindo dizer que os pesquisadores estão utilizando doses adequadas dos produtos, uma vez que os animais do grupo suplementado ganharam mais peso e tiveram melhor conversão alimentar do que os animais não suplementados.

No subgrupo níveis de energia observamos efeito positivo da ação dos aditivos somente para níveis de energia de 3000 a 3200 kcal/kg com aumento significativo de 1,88g/dia no ganho de peso (Tabela 2) e nos níveis de energia de 3000 kcal/kg e 3000 a 3200kcal/kg (Tabela 3) com melhoria de 4 pontos (0,04g/g) na conversão alimentar.

Embora a maioria dos estudos incluídos nesta metanálise foram com níveis de energia de 3000 a 3200kcal/kg, e que os níveis abaixo, ou seja, até 3000kcal/kg (Aguilar et al., 2013; Allahyari Bake; Jahanian, 2017; Arshad et al., 2020; Castro and Kim, 2021; Kaczmarek et al., 2015; Shen et al., 2021) ou acima de 3200 kcal/kg (Dabbou et al., 2019; Zhang et al., 2011), nessas comparações não foi possível encontrar evidências de que a suplementação com aditivos melhorasse a eficiência de energia no ganho de peso.

O mesmo ocorreu para a conversão alimentar não foi possível evidenciar efeito positivo da suplementação dos aditivos com a inclusão do nível de energia metabolizável acima de 3200 kcal/kg. A não significância desse nível de energia pode estar relacionada com o número reduzido de estudos nessa comparação o que pode ter impedido de uma força maior no poder estatístico da metanálise neste subgrupo. No entanto esse resultado deve ser analisado mais criteriosamente, uma vez que, o mesmo é sustentado também pela ausência de efeito no ganho de peso de frangos de corte quando suplementados com nível de energia e aditivos.

Dessa forma o nível intermediário de energia metabolizável pode ser indicado como possível ideal para as futuras formulações de dietas visando o melhor desempenho dos frangos de corte.

Efeitos positivos em relação ao desempenho também é visto nas linhagens Cobb e Ross que receberam suplementação com emulsificante ou lipase durante o período de ciclo completo. Frangos de corte da linhagem Cobb tiveram aumento no ganho de peso de 2,02 g/dia assim como os da linhagem Ross com 1,65 g/dia (Tabela 2). Do mesmo modo frangos de corte da linhagem Cobb tiveram redução de (-0,02g/g) e os da linhagem Ross de (-0,05 g/g) na conversão alimentar quando comparadas com as aves do grupo não suplementado (Tabela 3).

A não detecção de efeito significativo da linhagem Arbor Acres dentro desse subgrupo sobre a ação dos aditivos para ganho de peso e conversão alimentar, provavelmente estar relacionada ao pequeno número de estudos (menor número de repetições, menor poder estatístico) o que impede de trazer mais força estatística para esse resultado (Zhang et al., 2011; Shen et al., 2021) do que a possíveis diferenças do modo de ação dos aditivos em função da linhagem.

No geral os aditivos em estudo são utilizados na nutrição avícola com intuito de melhorar a digestibilidade das gorduras ou óleos e assim favorecer efeitos positivos no desempenho de frangos de corte. Essa eficiência pode ser provada com os resultados obtidos nesta metanálise com o uso de emulsificante ou lipase que proporcionaram melhor ganho de peso e melhor conversão alimentar dos frangos de corte no período de ciclo completo.

5. Conclusões

Os resultados desta metanálise indicam que a suplementação de frangos com aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica promove maior ganho de peso e melhor conversão alimentar ao longo de todo o ciclo de produção. No entanto, enquanto há fortes evidências desses efeitos positivos com o uso isolado de emulsificantes, o mesmo

não pode ser dito para as lipases. Além disso, variáveis como o sexo dos animais, fonte e concentração lipídica, tipo e concentração dos aditivos, nível energético da ração e linhagem afetam significativamente a ação desses aditivos, influenciando nas estimativas de tamanho de efeito aqui obtidas.

Assim, para que estimativas de tamanho de efeito mais robustas sejam geradas, sugerimos um maior volume de publicações nesta temática, em especial com aves do sexo feminino e com diferentes tipos de lipases. Além disso, descrições mais completas das características da população avaliada e dos tratamentos testados devem ser apresentadas nos estudos, evitando-se a sua exclusão de metanálises futuras pela simples ausência de informações qualitativas adequadas.

6. Referências

- Aguilar, Y.M., Becerra, J.C., Bertot, R.R., Peláez, J.C., Lin, G., Hurtado, C.B., 2013. Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil. *J. Agric. Food Environ.* 11, 629-633.
- Allahyari-Bake, S., Jahanian, R., 2017. Effects of dietary fat source and supplemental lysophosphatidylcholine on performance, immune responses, and ileal nutrient digestibility in broilers fed corn/soybean meal- or corn/wheat/soybean meal-based diets. *Poult Sci.* 96, 1149-1158. doi:10.3382/ps/pew330
- Arshad, M.A., Bhatti, S.A., Hassan, I., Rahman, M.A., Rehman, M.S., 2020. Effects of bile acids and lipase supplementation in low-energy diets on growth performance, fat digestibility and meat quality in broiler chickens. *Braz. J. Poult. Sci.* 22, 001-008. doi:1590/1806-9061-2020-1258
- Bontempo, V., Comi, M., Jiang, X.R., 2015. The effects of a novel synthetic emulsifier product on growth performance of chickens for fattening and weaned piglets. *T. Anim. Consort.* 10, 592-597. doi: 10.1017/S1751731115002189
- Bontempo, V., Comi, M., Jiang, X.R., Rebucci, R., Caprarulo, V., Giromini, C., Gottardo, D., Fusi, E., Stella, S., Tirloni, E., Cattaneo, D., Baldi, A., 2018. Evaluation of a synthetic emulsifier product supplementation on broiler chicks. *Anim. Feed Sci. Tech.* 240, 157-164. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.04.010

- Castro, F.L.S., Kim, W.K., 2021. Applied Research Note: Exogenous lipase supplementation to low-energy, low-protein, and low-amino acid diets for broiler chickens from one to 42 d. *J. Appl. Poul. Res.* 30, 100-117. doi: org/10.1016/j.japr.2020.100117
- Cho, J.H., Zhao, P., Kim, I.H., 2012. Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. *J. Agri. Sci.* 4, 161-168. doi:10.5539/jas.v4n10p161
- Dabbou, S., Schiavone, A., Gai, F., Martinez, S., Madrid, J., Hernandez, F., Marin, A.L.M., Soglia, D., Sartore, S., Kalmar, I.D., Gasco, L., Nery, J., 2018. Effect of dietary globin, a natural emulsifier, on the growth performance and digestive efficiency of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 96, 1-8. doi: 10.1080/1828051X.2018.1547127
- Ghazalah, A.A., Abd-Elsamee, M.O., Ibrahim, M.M., Gonzalez-Sanchez, D., Wealleans A.L., Abdelkader, M., 2021. Effect of Lysolecithin Supplementation to Low-energy Broiler Diets on Performance and Subsequent Cost-benefit Analysis. *J. World Poul. Res.* 11, 168-173. doi:0.36380/jwpr.2021.20
- Higgins, J.P.T., Thompson, S.G., 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat. Med.* 21, 1539–1558. doi:10.1002/sim.1186
- Higgins, J.P.T., Thompson, S.G., Deeks, J.J., Altman, D.G., 2003. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 327, 557–560. doi:10.1136/bmj.327.7414.557

- Liu, X., Yun, K.S., Kim, I.O., 2020b. Evaluation of Sodium Stearoyl-2-Lactylate and 1, 3-Diacylglycerol Supplementation in Diets with Different Energy Content on the Growth Performance, Meat Quality, Apparent Total Tract Digestibility, and Blood Lipid Profiles of Broiler Chickens. *Poult. Sci.* 57, 55-62. doi:10.2141/jpsa.0190007
- Kaczmarek, S. A., Bochenek, M., Samuelsson, A-C., Rutkowski, A., 2015. Effects of glyceryl polyethylene glycol ricinoleate on nutrient utilisation and performance of broiler chickens. *Arch. Anim. Nutr.* 69, 285-296, doi: 10.1080/1745039X.2015.1061722
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L.A., 2015. Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (PRISMA-P) statement. *Syst. Rev.* 4, 1-9. doi:10.1186/2046-4053-4-1
- Movagharnjad, M., Kazemi-fard, M., Rezaei, M., Teimuri-yansari, A., 2020. Effects of Lysophospholipid and Lipase Enzyme Supplementation to Low Metabolizable Energy Diets on Growth Performance, Intestinal Morphology and Microbial Population and Some Blood Metabolites in Broiler Chickens, *Braz. J. Poult. Sci.* 22, 001-010. doi:10.1590/1806-9061-2019-1118
- Oliveira, L.S., Balbino, E.M., Silva, T.N.S., Ily, L. Da Rocha, T.C., De Strada, E.S. O., Pinheiro, A.M., De Brito, J.A.G., 2019. Use of emulsifier and lipase in feeds for

broiler chickens. *Semin. Ciênc. Agr.* 40, 3181-3196.
doi:10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181

RevMan, 2014. Review Manager. Version 5.3. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration.

Saleh, A., Amber, K.A., Mousa, M.M., Nada, A.L., Awad, W., Dawood, M.A.O., El – Monteim, E.A., Ebeid, T.A., Daim-Abel, M.M., 2020. A Mixture of Exogenous Emulsifiers Increased the Acceptance of Broilers to Low Energy Diets: Growth Performance, Blood Chemistry, and Fatty Acids Trait. *Anim.* 10, 1-10.
doi:10.3390/ani10030437

Shen, Y., Zhang, S., Zhao, X., Shi, S., 2021. Evaluation of a Lecithin Supplementation on Growth Performance, Meat Quality, Lipid Metabolism, and Cecum Microbiota of Broilers. *Anim.* 11, 1-13. doi:0.3390/ani11092537

Upadhaya, S. D., Park, J.W., Park, J.H., Kim, I.H., 2017a. Efficacy of 1,3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. *Poult. Sci.* 96, 1672-1678.
doi:10.3382/ps/pew425

Wang, J. P., Zhang, Z. F., Yan, L., Kim, I. H., 2016. Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. *Anim. Sci. J.* 87, 250-256. doi: 10.1111/asj.12412

- Wang, J., Choi, H., Kim, W., 2020. Effects of dietary energy level and 1,3-diacylglycerol on growth performance and carcass yield in broilers. *J. Appl. Poul. Res.* 29, 665-672. doi:10.1016/j.japr.2020.04.004
- Wickramasuriya, S.S., Cho, H. M., Macelline, S.P., Kim, E., Shin, T. K., Yi, Y.J., Park, S.H., Lee, K.B., Heo, J.M., 2020. Effect of calcium stearoyl-2 lactylate and lipase supplementation on growth performance, gut health, and nutrient digestibility of broiler chickens. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 33, 981-991. doi:10.5713/ajas.19.0595.
- Zampiga, M., Meluzzi, A., Sirri, F., 2016. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 15, 521-528, doi: 10.1080/1828051X.2016.1192965
- Zhang, B., Haitao, L., Zhao, D., Guo, Y., Barri, A., 2011. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Anim. Feed Sci. Tech.* 163, 177-184. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.10.004
- Zhao, P. Y.; Kim, I. H., 2017. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poultry Science*, 96:1341-1347. doi:10.3382/ps/pew469

CAPITULO II

USO DE EMULSIFICANTE OU LIPASE MELHORA O RENDIMENTO DE PEITO, COXA E GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE CICLO COMPLETO? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE

Elaborado conforme a resolução do PPGCA/UESC, 2022, normas para elaboração de dissertações e teses

USO DE EMULSIFICANTE OU LIPASE MELHORA O RENDIMENTO DE PEITO, COXA E GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE CICLO COMPLETO? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE

RESUMO

Objetivou-se com esta metanálise avaliar o efeito de emulsificante ou lipase exógena como melhorador da digestibilidade lipídica sobre o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo. As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Science. Do total de 2669 estudos identificados, apenas 18 compuseram o banco de dados para a metanálise envolvendo um total de 9387 frangos. A diferença média de rendimento de peito, coxa e gordura abdominal entre aves suplementadas e não-suplementadas com emulsificante e/ou lipase foi adotada como medida do tamanho de efeito para a metanálise. Diferentes pesos foram atribuídos aos estudos pelo método do inverso da variância. A significância da diferença média geral foi obtida pelo teste Z. A heterogeneidade entre estudos 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 sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo do aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem das aves sobre os resultados gerais. Esses resultados demonstram haver evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora o rendimento de peito, porém não melhora o rendimento de coxa nem a deposição de gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo. Assim como a ação dos aditivos não sofreu interferência do sexo das aves, da fonte lipídica e concentração, do tipo de aditivo e concentração, do nível energético da ração e da linhagem. É necessária mais investigação sobre essa temática para quantificar o impacto desses aditivos nos resultados aqui apresentados.

Palavras-chave: aditivos, aproveitamento lipídico, energia, fonte lipídica, rendimento de cortes

DOES USE OF EMULSIFYING OR LIPASE IMPROVE BREAST, THIGH AND ABDOMINAL FAT PERFORMANCE OF BREAKFAST CHICKENS IN THE FULL CYCLE PERIOD? A SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE AND META-ANALYSIS

ABSTRACT

The objective of this meta-analysis was to evaluate the effect of an emulsifier or exogenous lipase as an improver of lipid digestibility on the breast, thigh and abdominal fat yield of broilers in the complete cycle period. Searches were performed in PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus and Web of Science databases. Of the total of 2669 studies identified, only 18 composed the database for the meta-analysis involving a total of 9387 chickens. The mean difference in breast, thigh and abdominal fat yield between birds supplemented and not supplemented with emulsifier and/or lipase was adopted as a measure of effect size for the meta-analysis. Different weights were assigned to studies using the inverse of variance method. The significance of the overall mean difference was obtained by the Z test. The heterogeneity between studies was verified by the chi-square test, and its magnitude was estimated by the inconsistency index, adopting a random effects model. In addition, subgroup analyzes were performed to assess the level of interference of sex, lipid source and concentration (%), additive type and concentration (%), feed metabolizable energy (kcal/kg) and lineage of the birds on the results general. These results demonstrate that there is evidence in the literature that supplementation with emulsifier or lipase improves breast yield, but does not improve thigh yield or abdominal fat deposition of broilers in the complete cycle period. As well as the action of the additives, there was no interference from the sex of the birds, the lipid source and concentration, the type of additive and concentration, the energy level of the ration and the strain. More research on this topic is needed to quantify the impact of these additives on the results presented here.

Keywords: additives, lipid utilization, energy, lipid source, cutting yield

1 INTRODUÇÃO

Frangos de corte de crescimento rápido, requerem dietas com alto teor de energia (JOHNSON *et al.*, 2020) e atender a esses requisitos levam uma maior eficiência alimentar, mas também aumenta os custos da dieta, especialmente quando o preço das principais fontes de energia como as gorduras e óleos são volatilizados tornando cada vez mais difícil o controle dos custos com a alimentação (GHAZALAH *et al.*, 2021b). A manipulação dietética de nutrientes através de suprimentos de uma maior eficiência alimentar tem sido utilizada como uma abordagem para minimizar os custos de produção. Portanto, atenção especial deve ser dada à composição da ração em relação a complementação com as fontes de energia (NUTAUTAITÊ *et al.*, 2021).

Como o fornecimento de energia geralmente é responsável por uma alta proporção dos custos totais da dieta, otimizar a disponibilidade de energia dietética para frangos de corte é essencial para uma produção econômica (GHAZALAH *et al.*, 2021a). Dessa forma os nutricionistas têm formulado dietas buscando eficiência na digestão lipídica com o uso de aditivos como os emulsificantes e lipases, visando reduzir os custos de produção e melhorar o desempenho das aves (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

A digestão de lipídios é um processo complexo, com as etapas sequenciais de emulsificação, hidrólise e absorção. Porém, a digestão da gordura e sua absorção variam conforme a idade das aves, uma vez que, aves jovens apresentam restrições fisiológicas para absorver o nutriente (RAVINDRAN *et al.*, 2016). Esses problemas podem ser evitados utilizando emulsificantes exógenos com o objetivo de aumentar a utilização da gordura na dieta, estimulando a assimilação dos ácidos graxos nas micelas, formando assim uma emulsão que é melhor absorvido pelo animal (ALI *et al.*, 2017; ZHAO e KIM, 2017).

A lipase exógena também tem sido utilizada como ferramenta dietética para melhorar a utilização da gordura que a ave não consegue digerir, complementando a atividade enzimática endógena. Essa estratégia é sugerida principalmente nos primeiros estágios de vida das aves, quando elas apresentam menor capacidade de produção da bile e lipase pancreática, buscando melhoria na eficiência de utilização da energia (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Assim, o objetivo desse estudo foi quantificar, por meio de uma revisão sistemática de literatura e metanálise, o

tamanho do efeito do emulsificante e da lipase exógena sobre o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, o processo envolve formulação da pergunta a ser respondida, construção da estratégia de busca e definição das bases a serem consultadas, localização dos estudos relevantes, avaliação crítica dos estudos, coleta de dados, análise e interpretação dos resultados.

O algoritmo de busca foi construído utilizando descritores formais das bases DeCS e MeSH, em conjunto com palavras-chave organizadas em blocos de conceito de acordo com o acrônimo PICO (participantes, intervenção, comparação e resultados) (MOHER *et al.*, 2015). Diversas estratégias de busca foram elaboradas e testadas de diversas formas. A que melhor se adequou à questão de investigação foi definida como: (chickens OR broiler OR "gallus gallus") AND (lipase OR "emulsifying agents" OR emulsifier).

A mesma foi ajustada de acordo com as premissas da base de dados científicos utilizada, mantendo-se sempre os descritores definidos. Nenhum filtro automático foi aplicado para que todos os estudos publicados pudessem ser acessados. Quando a base de dados permitia, limitava-se a busca ao título, resumo e palavras-chave.

As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Web of Science, na data de referência 26 de janeiro 2022. Também foi realizada a busca individual por estudos diretamente no acervo de alguns periódicos locais, não indexados às bases de dados utilizadas. Os resultados obtidos nas diferentes bases de dados foram extraídos e compilados no software gerenciador de referências (Zotero). As duplicações (estudos identificados em mais de uma base de dados) foram automaticamente eliminadas, e os demais estudos foram submetidos a uma análise pela leitura de título e resumo, sendo que nessa etapa foram eliminados todos aqueles que claramente não atendiam aos objetivos da pesquisa.

Em seguida foi realizada uma análise mais detalhada pela leitura do texto na íntegra para selecionar aqueles que atendiam os seguintes critérios: 1) estudos com frangos de corte, que apresentavam linhagem e sexo das aves e que avaliaram o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal; 2) estudos que avaliaram emulsificante ou lipase de maneira isolada, não em combinação; 3) estudos que apresentaram no mínimo dois tratamentos diferentes (um grupo controle sem lipase ou emulsificante e um grupo com inclusão de lipase ou

emulsificante); 4) estudos que apresentaram a composição das dietas experimentais e que trouxeram a média, medida de dispersão e número de repetições de cada tratamento; 5) estudos que compararam tratamentos com o mesmo teor de energia e mesmo tipo e concentração de fonte lipídica; 6) estudos que avaliaram frangos em seu ciclo completo (considerou-se estudos que avaliaram aves no período total mínimo de 35 dias e período total máximo de 44 dias). Nesta revisão foram incluídos apenas os estudos que atenderam a todos esses critérios.

2.2 Extração e gerenciamento dos dados

Para evitar possíveis erros na etapa de coleta dos dados os artigos foram analisados por uma pessoa e reanalisados por outra pessoa, identificando os que atendiam os critérios de inclusão.

Dados de rendimento de peito, coxa e gordura abdominal, foram extraídos manualmente, digitados e organizados em planilhas eletrônicas, juntamente com suas medidas de dispersão e números de participantes (repetições por tratamento e número de aves por repetição).

De cada artigo científico foram extraídos dados de um ou mais grupos controle (sem emulsificante ou lipase), comparado com um ou mais grupos intervenção (com emulsificante ou lipase). Junto a esses dados quantitativos, informações qualitativas como ano de publicação, local do experimento (País), linhagem, sexo, idade em dias, fonte lipídica e concentração, tipo de aditivo e concentração, níveis de energia em kcal/kg, foram também extraídos dos estudos.

Quando necessárias transformações foram realizadas nos dados para que ficassem com a mesma unidade (por exemplo, a medida de dispersão todas foram transformadas para desvio padrão). Além disso, a fim de garantir consistência no banco de dados os níveis dietéticos das fontes lipídicas e inclusão dos níveis de aditivos utilizados foram transformados padronizando-os em uma única unidade (%). Quando o estudo apresentou mais de uma comparação para os grupos controle e intervenção, cada comparação foi considerada uma observação dentro da metanálise.

2.3 Análise de dados

A medida do tamanho do efeito adotada para cada variável foi a diferença média (DM) entre os grupos de comparação, controle (grupo não suplementado) e intervenção (grupo suplementado), sendo:

$$DM = \{(m\acute{e}dia \text{ grupo suplementado}) - (m\acute{e}dia \text{ grupo n\~{a}o suplementado})\}$$

Diferentes pesos foram atribuídos aos estudos pelo método do inverso da variância permitindo equilíbrio entre as contribuições individuais dos estudos 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 estudos foi verificada pelo teste de qui-quadrado (χ^2) ($p < 0.10$). E sua magnitude foi estimada pelo índice de inconsistência ($I^2 = Ch^2 - DF / Ch^2 \times 100$), onde DF são os graus de liberdade do teste de Ch^2 (HIGGINS *et al.*, 2003; HIGGINS e THOMPSON, 2002). A heterogeneidade entre estudos 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 sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo do aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem das aves sobre os resultados gerais.

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 viés de publicação. Estudos 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 RevMan5 (RevMan, 2014).

3 RESULTADOS

3.1 Estudos e participantes

A inserção do algoritmo de busca nas diferentes bases de dados retornou um total de 2669 estudos. Após todo o processo de triagem e seleção, apenas 18 estudos atenderam aos critérios de inclusão e compuseram o banco de dados para a metanálise. Uma ilustração abrangente do procedimento de revisão sistemática e as causas de rejeição dos estudos que falharam na fase de elegibilidade são apresentados na figura 1. Na Tabela 1 está o resumo das principais características de cada um dos estudos incluídos na presente metanálise.

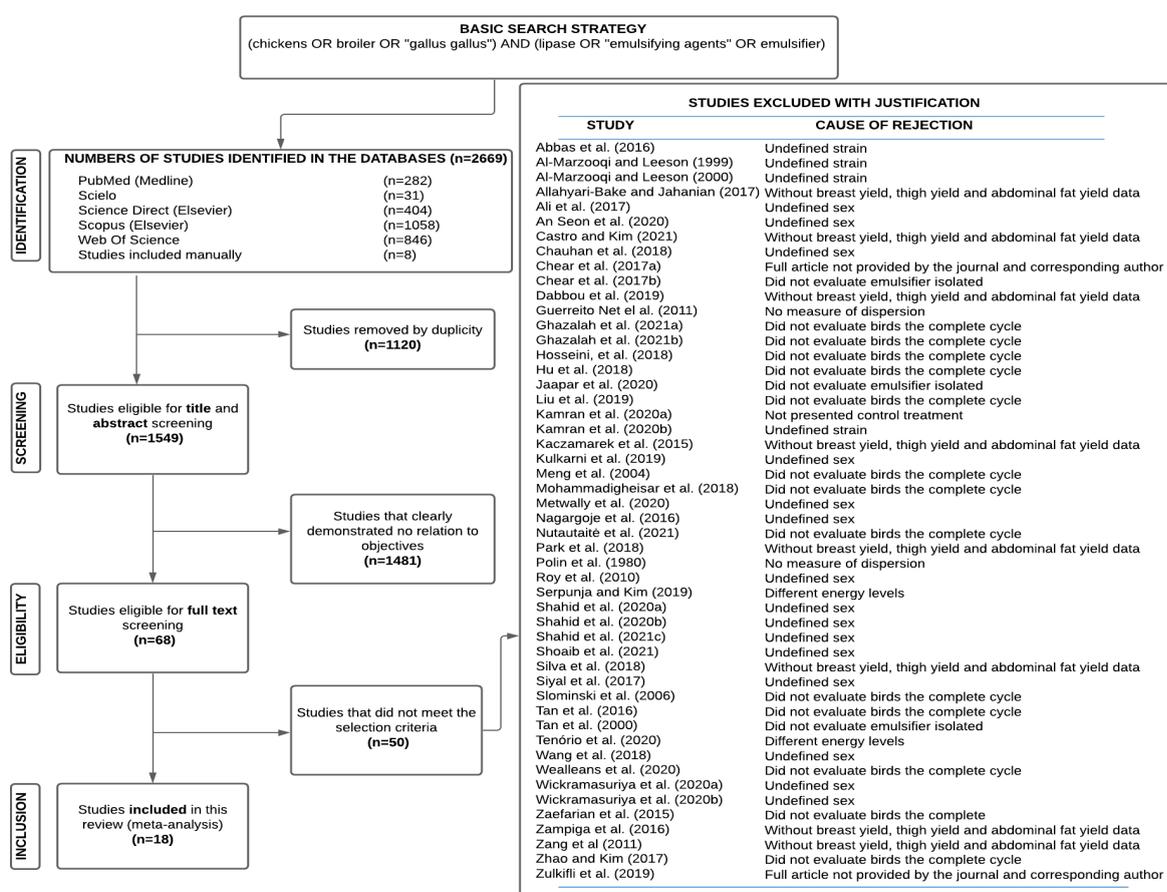


Figura 1. Fluxograma do procedimento da revisão sistemática.

Tabela 1- Resumo dos estudos incluídos na metanálise

Aguilar et al. (2013)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=320); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2977kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Arshad et al. (2020)	Frangos de corte Cobb 500, misto, com um dia de idade (n=280); 1 a 35 dias.	Dieta sem Lipase; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 2968kcal/kg	Dieta controle + Lipase (0,018%)

Bontempo et al. (2015)	Frangos de corte Cobb 500, fêmea, com um dia de idade (n=480); 1 aos 34 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3075kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,07%)
Bontempo et al. (2018)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=600); 1 aos 44 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3178 kcal/kg	Dietas controle + emulsificante (0,07%)
Cho et al. (2012)	Frangos de corte Ross 308, macho, com dois dias de idade (n=216); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
De Oliveira et al. 2019	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=840); 1 aos 37 dias.	Dieta sem Lipase e/ou emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3036 kcal/kg	Dieta controle + Lipase e/ou emulsificante (0,1%)
Fonseca et al. (2018)	Frangos de corte Cobb 500, macho, fêmea, misto com um dia de idade. De 1 aos 42 dias (n=768)	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3067 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,025 e 0,035%)
Haetinger et al. (2021)	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=1050); 1 aos 42 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3142 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Liu et al. (2020a)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n= 480); 1 aos 35 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Nível de EM 3179 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,1%)
Liu et al. (2020b)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=1024); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3169 e 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,15%)
Majdolhosseini et al. (2019)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=800); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal e animal; Níveis de EM 3093 e 3017 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,1%)
Movagharnejad et al. (2020)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=120); 1 aos 38 dias.	Dieta sem Lipase e/ou emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2911 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,15%); lipase (ND)
Saleh et al. (2020)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=200); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 2436 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Shen et al. (2021)	Frangos de corte Arbor Acres, macho, com um dia de idade (n=192); 1 aos 42 dias	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3000 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,01%)
Upadhaya et al. (2017a)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=384); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3120 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,075;0,10;0,15 %)

Upadhaya et al. (2017b)	Frangos de corte Ross 308, macho, com um dia de idade (n=768); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3010 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05; 0,075;0,010%)
Wang et al. (2016)	Frangos de corte Ross, macho, com dois dias de idade (n=216); 1 aos 35 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem animal; Níveis de EM 3070 kcal/kg	Dieta controle + emulsificante (0,05%)
Wang et al. (2020)	Frangos de corte Cobb 500, macho, com um dia de idade (n=640); 1 aos 42 dias.	Dieta sem emulsificante; Fonte lipídica de origem vegetal; Nível de EM 3101 e 3026 kcal/kg	Dieta com emulsificante (0,1%)

EM=energia metabolizável; ND=não discriminou a concentração da lipase utilizada

Após a filtragem das variáveis e grupos/tratamentos de interesse, restaram um total de 32 comparações para rendimento de peito, 12 para rendimento de coxa e 30 para gordura abdominal. No total, os dados coletados dos estudos incluídos envolveram 9378 frangos (8106 machos, 736 fêmeas, 536 mistos), distribuídos em 18 experimentos.

Todos os estudos incluídos dessa metanálise relataram dados de um único experimento. Os pintainhos foram alimentados com dietas experimentais contendo emulsificante ou lipase desde o primeiro dia de vida, exceto para Wang et al. (2016) e Cho et al. (2012) que suplementaram as aves a partir do segundo dia de idade.

86% dos estudos incluídos foram com frangos de corte machos, 7% fêmeas e 7% com sexo misto. Dos estudos incluídos 47% utilizaram fonte lipídica de origem vegetal (óleo de soja e óleo de palma), enquanto 42% utilizaram fontes de origem animal (gordura de frango, graxa amarela e sebo) e apenas 11% das fontes utilizadas foram de origem mista incluindo (óleo de soja, gordura de frango e banha).

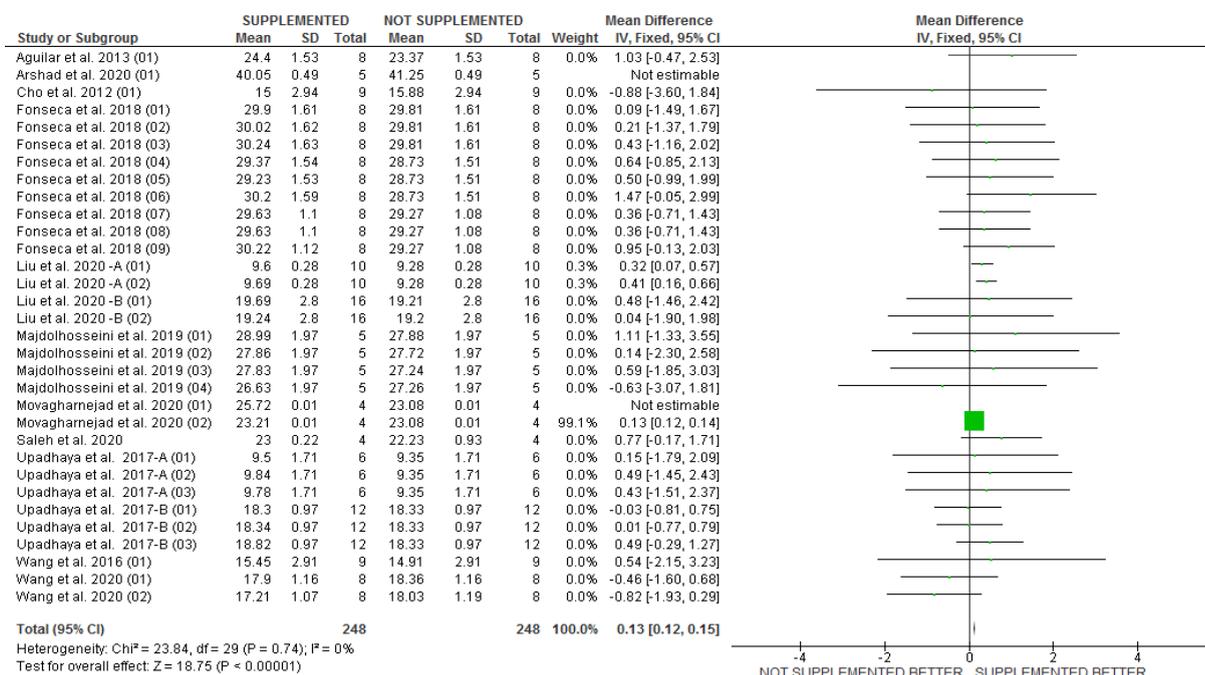
A média de inclusão das fontes lipídicas foi 3,37% variando entre 0,88% (Saleh et al., 2020) e 4,80% (Bontempo et al., 2018). Quanto ao tipo de aditivo utilizado 86% dos estudos foram com emulsificante e 14% com lipase exógena. A média da concentração de inclusão dos aditivos (emulsificante ou lipase) foi de 0,07% com variação entre 0,01% (SHEN *et al.*, 2021) e 0,15% (LIU *et al.* 2020 (b); MOVAGHARNEJAD *et al.*, 2020; UPADHAYA *et al.* 2017a).

A média do nível de energia metabolizável foi 3046 (kcal/kg), variando de 2436 (kcal/kg), (SALEH *et al.*, 2020) a 3179 (kcal/kg), (LIU *et al.*, 2020a); e 61% dos estudos incluídos utilizaram a linhagem Ross, enquanto 33% a Cobb e apenas 6% a Arbor Acres.

3.2 Metanálise

3.2.1. Rendimento de peito

A Figura 2 resume a metanálise para o rendimento de peito. O efeito geral mostrou que há evidência na literatura de que frangos suplementados com emulsificante ou lipase,



aumentam o rendimento de peito em 0,13% em relação aos do grupo não suplementado ($P < 0,00001$). A heterogeneidade entre os estudos não foi significativa ($P = 0,97$; $I^2 = 0\%$), indicando que não há variabilidade entre os estudos e dessa forma consideramos não necessário a realização de análises de subgrupo para esta variável.

Figura 2. Forest plot da metanálise comparando o grupo suplementado versus não suplementado no rendimento de peito (%) de frangos de corte suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase.

3.2.2. Rendimento de coxa

Na análise de efeito geral para rendimento de coxa (Figura 3) não foi possível detectar diferença significativa ($P = 0,28$) para frangos de corte suplementados com emulsificante ou lipase comparando com os do grupo não suplementado. No entanto a heterogeneidade foi significativa ($P < 0,00001$; $I^2 = 96\%$), indicando que existe diferenças metodológicas entre os estudos, o que permite realizar análises de subgrupos.

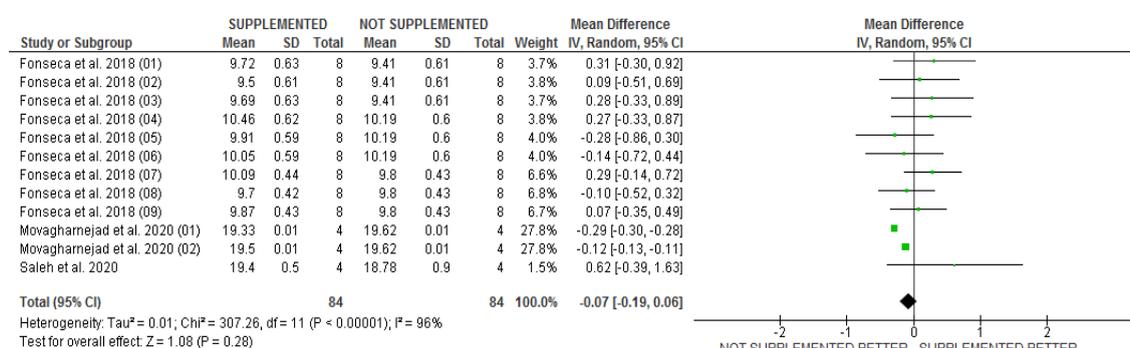


Figura 3. *Forest plot* da metanálise comparando o grupo suplementado versus não suplementado no rendimento de coxa (%) de frangos de corte suplementados com dietas contendo emulsificante ou lipase no período de ciclo completo.

A heterogeneidade presente entre os estudos foi explorada através da análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, concentração da fonte lipídica (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para aditivos. Vale ressaltar que não houve estudos com dados para o subgrupo fonte lipídica especificamente para as fontes de origem animal e mista, desta forma não faz sentido realizar a análise estatística apenas para a fonte de origem vegetal (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, concentração da fonte lipídica (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos no rendimento de coxa

Rendimento de coxa						
Study or subgroup	(k)	Mean Difference (MD) (%)		Heterogeneity		
Sexo		IV, Random, 95% CI	p-value	Tau²	p-value	I²
Macho	06	-0.16 [-0.31, -0.01]	0.03	0.01	<0.00001	98%
Fêmea	03	0.23 [0.12, 0.57]	0.21	0.00	0.86	0%
Misto	03	NE	NE	NE	NE	NE
Concentração da fonte lipídica (%)						
Até 2%	03	-0.18 [-0.35, -0.02]	0.03	0.01	<0.00001	99%
Mais de 3,5%	09	0.08 [-0.09, 0.25]	0.35	0.00	0.76	0%
Tipo de aditivo						
Emulsificante	11	0.03 [-0.18, 0.24]	0.76	0.06	0.004	62%
Lipase	01	-0.12 [-0.13, -0.11]	<0.00001	NA	NA	NA
Concentração do aditivo (%)						
Até 0,05%	10	0.10 [-0.7, -0.27]	0.26	0.00	0.73	0%
De 0,05 a 0,1%	01	-0.29 [-0.30, -0.28]	<0.00001	NA	NA	NA
Não informado	01	-0.12 [-0.13, -0.11]	<0.00001	NA	NA	NA
Energia metabolizável da ração (kcal/kg)						
Até 3000 kcal/kg	03	-0.18 [-0.35, -0.02]	0.03	0.01	<0.00001	99%
De 3000 a 3200 kcal/kg	09	0.08 [-0.09, 0.25]	0.35	0.00	0.76	0%
Linhagem						
Cobb	09	0.08 [-0.09, 0.25]	0.35	0.00	0.76	0%
Ross	03	-0.18 [-0.35, -0.02]	0.03	0.01	<0.00001	99%

IV= inverso da variância; Random=modelo aleatório; k= quantidade de comparações de cada nível de subgrupos; NA= not applicable

Na primeira análise de subgrupos (Tabela 2), a diferença significativa é observada apenas para frangos de corte machos (P=0,03). A suplementação com emulsificante ou lipase

não beneficiou o rendimento de coxa das aves em relação ao grupo não suplementado. O efeito significativo proporcionou redução de -0,16% no rendimento de coxa do grupo não suplementado com aditivos. No entanto não houve efeito significativo para frangos de corte fêmeas quando suplementados com os aditivos e para aves mistas o resultado não foi estimado no valor final por isso não está presente na tabela.

Ao analisar o segundo subgrupo concentração da fonte lipídica (%) (Tabela 2) é possível verificar diferença estatística somente para a concentração de até 2%. A suplementação com aditivos e concentração da fonte lipídica não favoreceu o rendimento de coxa de frangos de corte no período de ciclo completo. No entanto o grupo não suplementado teve menos -0,18% no rendimento de coxa ($P=0,03$) quando comparado com o grupo suplementado. Não teve estudos com dados para a concentração da fonte lipídica de 2 a 3,5%. Assim como não foi possível observar diferença significativa ($P=0,35$) para o rendimento de coxa quando frangos de corte foram suplementados com concentração da fonte lipídica acima de 3,5% e adição de emulsificante ou lipase.

A análise do terceiro subgrupos foi para o tipo de aditivo (Tabela 2). A suplementação com emulsificante não foi significativa para o rendimento de coxa ($P=0,76$), no entanto houve diferença significativa em relação a suplementação com lipase ($P<0,00001$). O grupo que recebeu suplementação com lipase não incrementou o rendimento de coxa de frangos de corte no período de ciclo completo. Em contrapartida teve redução de -0,12% no rendimento de coxa das aves do grupo não suplementado em relação ao grupo suplementado.

É importante ressaltar que apesar desse subgrupo apresentar diferença significativa para as aves do grupo não suplementado com lipase, este é um resultado que precisa ser melhor investigado, pois o número reduzido de estudos pode comprometer a força do resultado dentro da metanálise.

Na análise de subgrupos concentração do aditivo (%) (Tabela 2), não houve diferença significativa ($P=0,26$) para a concentração de até 0,05%, apenas para a concentração de 0,05 a 0,1% e concentração não informada. Não teve estudos dentro do banco de dados para o subgrupo concentração do aditivo com mais de 0,1%.

Essa diferença significativa favorece o grupo não suplementado com aditivos ($P<0,00001$), com redução de -0,29% no rendimento de coxa em relação ao grupo suplementado nos níveis de concentração de 0,05 a 0,1% do aditivo. O mesmo ocorreu para o subgrupo concentração não informada do aditivo ($P<0,00001$), a redução é de -0,12% favorecendo o grupo não suplementado no rendimento de coxa.

Para o subgrupo nível de energia (Tabela 2), é possível observar diferença significativa somente para o grupo suplementado com nível de 3000kcal/kg. Os resultados obtidos evidenciam que a suplementação com emulsificante ou lipase não beneficiou o rendimento de coxa de frangos de corte no período de ciclo completo. O efeito significativo com menos -0,18% no rendimento de coxa é observada para o grupo das aves que receberam dieta sem a suplementação de aditivos (P=0,03). Os aditivos em estudo não proporcionaram efeito significativo nos teores de energia de 3000 a 3200kcal/kg para o rendimento de coxa. Dentro do banco de dados desse subgrupo não houve estudos com níveis de energia com mais de 3200 kcal/kg.

Na última análise de subgrupos para linhagem (Tabela 2), é importante ressaltar que nesse subgrupo não apresentou dados da linhagem Arbor Acres para serem analisados. Não foi possível detectar efeito significativo (P=0,35), para a linhagem Cobb, quando suplementadas com emulsificante ou lipase. A diferença estatística é observada apenas para linhagem Ross (P=0,03). A suplementação com emulsificante ou lipase não melhora o rendimento de coxa de frangos de corte da linhagem Ross. A diferença estatística é observada para o grupo das aves que não receberam a suplementação com aditivos com redução de -0,18% no rendimento de coxa em relação ao grupo suplementado.

3.2.3. Gordura abdominal

A figura 4 resume a metanálise no efeito geral para gordura abdominal. Não foi possível detectar diferença significativa (P=0,23) para frangos de corte suplementados com emulsificante ou lipase comparando com os do grupo não suplementado. Não há evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora a deposição de gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo. No entanto a heterogeneidade foi significativa (P<0,00001; $I^2=63\%$), indicando que existe diferença metodológicas entre os estudos. Sendo assim uma investigação mais detalhada foi realizada através da análise estatística de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre a ação dos aditivos (Tabela 3).

Study or Subgroup	SUPPLEMENTED			NOT SUPPLEMENTED			Weight	Mean Difference IV, Random, 95% CI	Mean Difference IV, Random, 95% CI
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total			
Aguilar et al. 2013 (01)	1.56	0.48	8	1.48	0.48	8	2.1%	0.08 [-0.39, 0.55]	
Arshad et al. 2020 (01)	2.03	0.11	5	2.01	0.11	5	5.9%	0.02 [-0.12, 0.16]	
Cho et al. 2012 (01)	1.84	1.05	9	1.5	1.05	9	0.7%	0.34 [-0.63, 1.31]	
Fonseca et al. 2018 (01)	1.7	0.41	8	1.58	0.38	8	2.8%	0.12 [-0.27, 0.51]	
Fonseca et al. 2018 (02)	1.54	0.37	8	1.58	0.38	8	2.9%	-0.04 [-0.41, 0.33]	
Fonseca et al. 2018 (03)	1.85	0.45	8	1.58	0.38	8	2.6%	0.27 [-0.14, 0.68]	
Fonseca et al. 2018 (04)	1.67	0.53	8	1.38	0.44	8	2.1%	0.29 [-0.19, 0.77]	
Fonseca et al. 2018 (05)	1.64	0.52	8	1.38	0.44	8	2.1%	0.26 [-0.21, 0.73]	
Fonseca et al. 2018 (06)	1.74	0.56	8	1.38	0.44	8	2.0%	0.36 [-0.13, 0.85]	
Fonseca et al. 2018 (07)	1.69	0.3	8	1.48	0.26	8	3.9%	0.21 [-0.07, 0.49]	
Fonseca et al. 2018 (08)	1.59	0.28	8	1.48	0.26	8	4.1%	0.11 [-0.15, 0.37]	
Fonseca et al. 2018 (09)	1.8	0.32	8	1.48	0.26	8	3.8%	0.32 [0.03, 0.61]	
Liu et al. 2020 -A (01)	3.48	0.22	10	3.57	0.22	10	5.1%	-0.09 [-0.28, 0.10]	
Liu et al. 2020 -B (01)	3.17	0.44	16	3.2	0.44	16	3.6%	-0.03 [-0.33, 0.27]	
Liu et al. 2020 -B (02)	3.19	0.44	16	3.21	0.44	16	3.6%	-0.03 [-0.33, 0.27]	
Majidhosseini et al. 2019 (01)	1.23	0.19	5	1.25	0.19	5	4.5%	-0.02 [-0.28, 0.22]	
Majidhosseini et al. 2019 (02)	1.4	0.19	5	1.58	0.19	5	4.5%	-0.18 [-0.42, 0.06]	
Majidhosseini et al. 2019 (03)	1.06	0.19	5	1.09	0.19	5	4.5%	-0.03 [-0.27, 0.21]	
Majidhosseini et al. 2019 (04)	1.06	0.19	5	1.11	0.19	5	4.5%	-0.05 [-0.29, 0.19]	
Movagharnjad et al. 2020 (01)	0.72	0.004	4	1.52	0.004	4	0.0%	-0.80 [-0.81, -0.79]	
Movagharnjad et al. 2020 (01)	0.61	0.004	4	1.52	0.004	4	0.0%	-0.91 [-0.92, -0.90]	

Figura 4. *Forest plot* da metanálise comparando o grupo suplementado versus não suplementado na gordura abdominal de frangos de corte suplementado com dietas contendo emulsificante ou lipase no período de ciclo completo

Tabela 3. Análise de subgrupos para avaliar as possíveis interferências do sexo, fonte lipídica e concentração (%), tipo de aditivo e concentração (%), energia metabolizável da ração (kcal/kg) e linhagem dos frangos de corte sobre o efeito geral observado para os aditivos na deposição de gordura abdominal

Gordura abdominal						
Study or subgroup	(k)	Mean Difference (MD) (%)		Heterogeneity		
		IV, Random, 95% CI	p-value	Tau²	p-value	I²
Sexo						
Macho	23	0.02 [-0.08, 0.13]	0.69	0.04	<0.00001	70%
Fêmea	03	0.11 [-0.12, 0.33]	0.35	0.00	0.54	0%
Misto	04	0.12 [-0.01, 0.26]	0.07	0.01	0.24	29%
Fonte lipídica						
Origem animal	14	-0.01[-0.08, -0.05]	0.72	0.00	0.78	0%
Origem vegetal	16	0.12 [-0.01, 0.24]	0.08	0.03	0.0005	64%
Concentração da fonte lipídica (%)						
Até 2%	04	0.17 [-0.15, 0.49]	0.29	0.04	0.04	77%
De 2 a 3,5%	12	-0.05 [-0.14, 0.04]	0.28	0.01	0.22	23%
Mais de 3,5%	14	0.09 [0.01, 0.16]	0.03	0.00	0.42	3%
Tipo de aditivo						
Emulsificante	28	0.05 [-0.03, 0.14]	0.24	0.03	<0.00001	63%
Lipase	02	0.02 [-0.12, 0.16]	0.77	NA	NA	NA
Concentração do aditivo (%)						
Até 0,05%	16	0.12 [0.00, 0.25]	0.05	0.03	0.0001	66%
De 0,05 a 0,1%	09	-0.02 [-0.10, 0.06]	0.60	0.00	0.72	0%
Mais de 0,1%	04	-0.03 [-0.21, 0.15]	0.74	0.00	1.00	0%
Não informado	01	NA	NE	NE	NE	NE
Energia metabolizável da ração (kcal/kg)						
Até 3000 kcal/kg	06	-0.01 [-0.31, 0.29]	0.94	0.07	<0.00001	91%
De 3000 a 3200 kcal/kg	24	0.03 [-0.03, 0.09]	0.27	0.00	0.50	0%
Linhagem						
Arbor Acres	01	-0.58 [-0.94,-0.22]	0.002	NA	NA	NA
Cobb	10	0.12 [0.03, 0.21]	0.007	0.00	0.60	0%
Ross	19	0.02 [-0.09, 0.13]	0.69	0.03	<0.00001	69%

IV= inverso da variância; Random=modelo aleatório; k= quantidade de comparações de cada nível de subgrupos; NA= not applicable; NE= not estimable

No primeiro subgrupo analisado (Tabela 3) não foi possível constatar diferença significativa para nenhum dos sexos avaliados. Não há evidência na literatura de que a suplementação com emulsificante ou lipase melhora a deposição de gordura abdominal de frangos de corte machos, fêmeas e mistos no período de ciclo completo.

No segundo subgrupo avaliou-se as fontes lipídicas de origem animal e vegetal. No entanto não foi possível encontrar estudos com dados para a fonte de origem mista nesse subgrupo (Tabela 3). Não houve diferença significativa para as fontes de origem animal ($P=0,72$) e vegetal ($P=0,08$), evidenciando que a suplementação com emulsificante ou lipase não foi capaz de reduzir a deposição de gordura abdominal de frangos de corte em relação ao grupo não suplementado no período de ciclo completo.

Na terceira análise de subgrupos concentração da fonte lipídica (%) (Tabela 3), não foi possível verificar efeito significativo na deposição de gordura abdominal dos frangos de corte quando receberam dietas suplementadas com níveis de concentração até 2% e de 2 a 3,5% da fonte lipídica e adição de emulsificante ou lipase. No entanto houve diferença significativa para a concentração com mais de 3,5% da fonte lipídica ($P=0,03$). A suplementação dos aditivos com concentração da fonte lipídica não favoreceu redução na deposição de gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo. No entanto o grupo não suplementado proporcionou um aumento de 0,09% na deposição de gordura abdominal ($P=0,03$) quando comparado com o grupo suplementado.

A quarta análise de subgrupos foi realizada para o tipo de aditivo (Tabela 3) não foi possível constatar diferença significativa para a suplementação com emulsificante ($P=0,24$), ou lipase ($P=0,77$). Não há evidência na literatura de que frangos de corte suplementados com emulsificante ou lipase melhora a deposição de gordura abdominal em relação aos do grupo não suplementado.

O subgrupo concentração do aditivo foi a quinta análise realizada (%) (Tabela 3), é possível observar diferença significativa somente para a concentração de até 0,05% ($P=0,05$). Evidenciando que a suplementação com os níveis de concentração do aditivo não favoreceu a deposição de gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo. Essa diferença significativa favorece o grupo não suplementado proporcionando aumento de 0,12% na deposição de gordura abdominal em relação ao grupo suplementado.

Não houve efeito significativo para os níveis intermediários de 0,05 a 0,1% ($P=0,60$) e acima de 0,1% ($P=0,74$). Não foi possível encontrar evidência na literatura de que estes níveis de emulsificante ou lipase tivessem efeitos sobre a gordura abdominal de frangos de corte no

período de ciclo completo. Na avaliação da concentração não informada do aditivo não foi possível constatar resultado devido o mesmo não ter sido estimado.

Quanto ao sexto subgrupo estudo para energia metabolizável (Tabela 3) não teve dados para o subgrupo de energia com mais de 3200kcal/kg, apenas para os níveis de 3000 e de 3000 a 3200kcal/kg. Dessa forma não houve efeito significativo para frangos de corte suplementados com emulsificantes ou lipase e níveis de energia até 3000 ($P=0,94$); e de 3000 a 3200 kcal/kg ($P=0,27$). A literatura não evidencia de que a suplementação com aditivos e níveis de energia até 3200kcal/kg melhore a deposição de gordura abdominal de frangos de corte no período de ciclo completo dentro desse subgrupo.

A última avaliação de subgrupos foi para o tipo de linhagem (Tabela 3), foi possível constatar diferença significativa para as linhagens Arbor Acres ($p=0,002$) e Cobb ($P=0,007$), enquanto a linhagem Ross não apresentou diferença significativa ($P=0,69$) em relação ao tipo de aditivo utilizado.

Apesar da linhagem Arbor Acres apresentar apenas um estudo dentro desse subgrupo, há evidência na literatura que a suplementação com emulsificante ou lipase reduz a deposição de gordura abdominal em - 0,58% de frangos de corte, em relação ao grupo não suplementado. No entanto ocorreu o inverso para frangos de corte da linhagem Cobb, do grupo não suplementado tiveram aumento de 0,12% na deposição de gordura abdominal em relação ao grupo suplementado com aditivos.

3.2.3. Viés de publicação

O viés de publicação foi verificado observando se os resultados estavam distribuídos em volta do eixo central do gráfico ou se havia um número maior de estudos de um lado do gráfico em relação ao outro (Figuras 5 e 6).

Após analisar o efeito geral das variáveis em estudo não foi possível identificar viés de publicação gráfico de funil (Funnel plot) para rendimento de coxa (Figura 7). Valores discrepantes foram identificados apenas rendimento de peito e gordura abdominal. Sendo que a para rendimento de peito a heterogeneidade foi não significativa. A presença da heterogeneidade no rendimento de coxa e gordura abdominal permitiu ser explorada através do viés de publicação e análise de sensibilidade ambos por meio do gráfico de funil (Funnel plot).

3.2.4. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade teve a função de detectar os possíveis outliers, (valores muito fora da área de normalidade/pirâmide), e em seguida retirá-los um a um da metanálise observando se esses estudos tinham alguma influência significativa no resultado geral, tais como os estudos do rendimento de peito (Figura 5) (Movagharnejad et al., 2020 (01); Arshad et al., 2020) (01)) e gordura abdominal (Movagharnejad et al., 2020 (01); Movagharnejad et al., 2020 (02) (Figura 6), estes foram excluídos do cálculo da metanálise por meio da atribuição do valor zero ao seu peso relativo. Desta forma, eles não contribuíram para a composição do efeito geral ou do teste Z, ou seja, não foram estimados no valor final, não comprometendo de maneira significativa o resultado da metanálise tornando o banco de dados mais homogêneo.

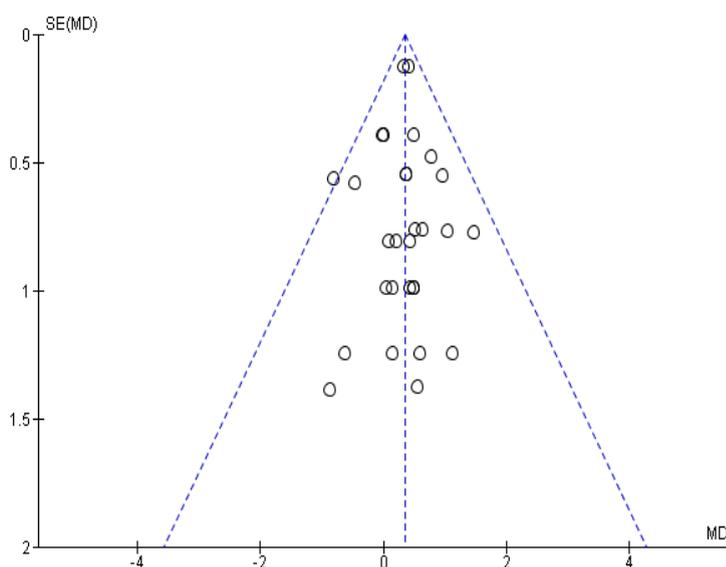


Figura 5. Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para rendimento de peito (%) (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com emulsificante ou lipase.

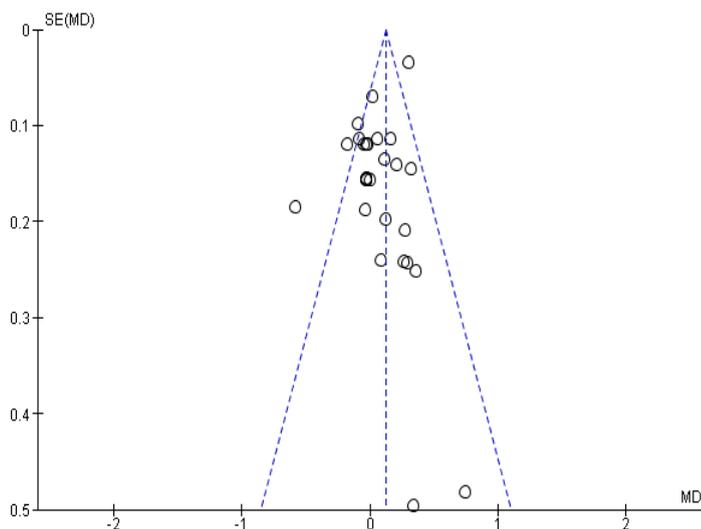


Figura 6. Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para deposição de gordura abdominal (%) (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com emulsificante ou lipase.

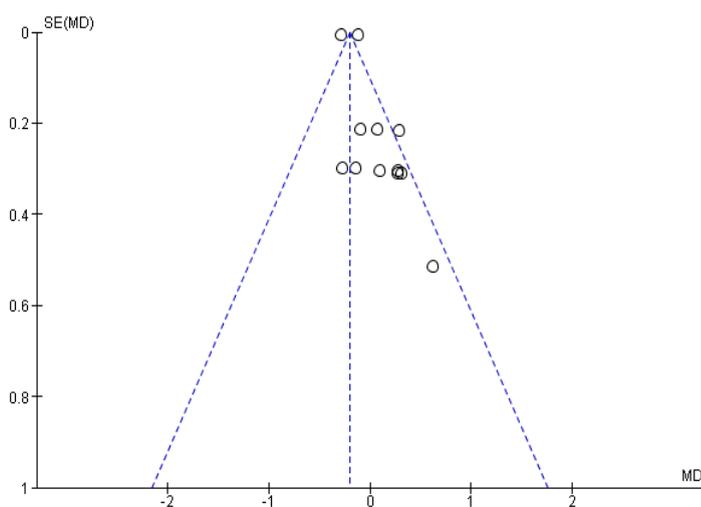


Figura 7. Gráfico de funil de diferenças médias (DM) contra seus erros padrão inversos (SE) para deposição de rendimento de coxa (%) (círculos representam os estudos individuais incluídos na metanálise) estudos com emulsificante ou lipase.

4 DISCUSSÃO

Os resultados desta metanálise indicam o efeito geral dos aditivos para o rendimento de peito, coxa e gordura abdominal, de frangos de corte no período de ciclo completo, gráficos Forest plot (Figuras 2, 3 e 4 respectivamente).

A suplementação com emulsificante ou lipase aumenta o rendimento de peito de frangos de corte em 0,13%, o que provavelmente está relacionado a ação benéfica da digestibilidade dos nutrientes que favorece a deposição de proteína muscular. A utilização de aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica como os emulsificantes ou lipases exógenas em dietas para frangos de corte, têm sido amplamente relatados por alguns autores na literatura (Fonseca et al., 2018; Liu et al., 2020b) e os resultados dessa metanálise confirmam esses achados, porém é importante enfatizar os efeitos benéficos destes aditivos para o rendimento de peito em que estão sendo organizados e discutidos pela primeira vez em uma metanálise.

Como a heterogeneidade entre os estudos avaliados para o rendimento de peito não foi significativa considera-se, portanto, diferenças metodológicas mínimas ou não existentes dentro do banco de dados, dessa forma o efeito fixo foi adotado e não houve necessidade da realização de análise de subgrupos para esta variável.

No efeito geral, a suplementação com emulsificante ou lipase não proporcionou efeito significativo sobre o rendimento de coxa (Figura 3) e deposição da gordura abdominal (Figura 4) de frangos de corte no período de ciclo completo. Contudo, houve heterogeneidade significativa entre os trabalhos avaliados e esse pode ter sido o motivo, pois tal efeito ocorreu no rendimento de coxa (Tabela 2) e na deposição de gordura abdominal (Tabela 3) e, com base nisso, as análises em subgrupos mostraram resultados mais detalhados.

Na análise de subgrupos a suplementação com emulsificante ou lipase não beneficiou o rendimento de coxa de frangos de corte machos no período de ciclo completo (Tabela 2), e nem têm influência significativa para frangos de corte fêmeas e mistos. No entanto o efeito significativo mostra uma redução de -0,16% no rendimento de coxa proporcionado pelo grupo não suplementado em relação ao grupo suplementado. Fica evidente a ineficiência dos aditivos em estudos para melhorar o rendimento de coxa. O mesmo ocorreu com o subgrupo concentração da fonte lipídica (Tabela 2), a suplementação com aditivos e níveis de concentração lipídica não beneficiou o rendimento de coxa, a significância estatística nessa comparação favorece o grupo não suplementado com redução de -0,18% no rendimento de coxa em relação ao grupo suplementado.

No subgrupo tipo de aditivo (Tabela 2), mesmo sendo considerado um estudo a suplementação com lipase não beneficiou o rendimento de coxa, sendo que as aves do grupo não suplementado tiveram uma redução de -0,12% no rendimento de coxa em relação ao grupo suplementado. De igual modo ocorreu para o subgrupo concentração do aditivo (Tabela 2) o efeito significativo foi para os níveis de concentração de 0,05 a 0,1% e concentração não informada. A suplementação com os níveis de concentração do aditivo não favoreceu o rendimento de coxa de frangos de corte no período de ciclo completo em relação ao grupo não suplementado.

No subgrupo nível de energia metabolizável (Tabela 2) o efeito significativo foi somente para o nível de 3000kcal/kg. A suplementação dos aditivos com níveis de energia não proporcionou melhoria no rendimento de coxa das aves no período de ciclo completo, no entanto as aves que receberam dieta sem a suplementação com aditivos tiveram pior rendimento de coxa em -0,18% o mesmo ocorreu para frangos de corte da linhagem Ross

(Tabela 2) que também tiveram pior rendimento de coxa -0,18% quando receberam dieta sem suplementação com emulsificante ou lipase.

De maneira geral nesta metanálise o rendimento de coxa não foi beneficiado com a suplementação de emulsificante ou lipase no período de ciclo completo. Provavelmente esse resultado pode estar relacionado ao teor de lipídeos presente na dieta que não foi absorvido com eficiência, conseqüentemente a digestibilidade das gorduras não foi aproveitada para ser convertida em proteína muscular. Ou então estar relacionado ao pequeno número de estudos dentro desses subgrupos o que pode ter interferido na força dos resultados dessa metanálise do que mesmo a efeito dos aditivos utilizados.

Em relação aos subgrupos da variável gordura abdominal a suplementação com aditivos não influenciou na deposição de gordura abdominal de frangos de corte machos, fêmeas e mistos (Tabela 3). De igual modo a suplementação com aditivos e fontes lipídicas, bem como a concentração da fonte lipídica de 2% e de 2 a 3,5% não influenciaram na deposição de gordura abdominal das aves no período de ciclo completo (Tabela 3). No entanto quando a suplementação com níveis de concentração da fonte lipídica foi superior a 3,5%, houve piora na deposição de gordura abdominal do grupo suplementado em relação ao grupo não suplementado (0,09%) com aditivos (Tabela 3). Tal fato pode ser explicado devido a ineficiência da digestibilidade aprimorada dos nutrientes e absorção da gordura pelos frangos de corte no período avaliado.

Para o subgrupo tipo de aditivo a suplementação com emulsificante ou lipase quando avaliados de forma isolados não influenciaram na deposição de gordura abdominal das aves em relação ao grupo não suplementado (Tabela 3). Quanto aos níveis de concentração dos aditivos o efeito significativo é visto somente para o nível de 0,05%. A suplementação com níveis de concentração do aditivo não favoreceu a deposição de gordura abdominal, no entanto as aves do grupo não suplementado tiveram aumento de 0,12% de deposição de gordura abdominal em relação as aves que receberam a suplementação com aditivos. Sendo que os níveis intermediários de 0,05 a 0,1% e acima de 0,1% não influenciaram na deposição de gordura abdominal das aves (Tabela 3).

A suplementação com níveis de energia e adição de aditivos não influenciaram na deposição de gordura abdominal das aves (Tabela 3). Já para o subgrupo linhagem é possível observar efeito significativo para as linhagens Arbor Acres e Cobb. Apesar de apenas um estudo na comparação da linhagem Arbor Acres, houve redução de -0,58% no teor de gordura abdominal de frangos de corte quando suplementados com emulsificante ou lipase em relação ao grupo não suplementado. No entanto ocorreu o inverso para as aves da linhagem Cobb

tiveram aumento de 0,12% na deposição de gordura abdominal quando não foram suplementadas com os aditivos (Tabela 3). Embora a literatura mostra evidência da ação dos aditivos com efeitos positivos sobre a deposição de gordura abdominal de frangos de corte da linhagem Arbor Acres (SHEN *et al.*, 2021) esse resultado deve ser melhor investigado, devido não apresentar a mesma robustez comparado aos demais linhagens, uma vez que, somente um estudo compõe esse subgrupo.

No geral os aditivos em estudo utilizados como melhoradores da digestibilidade lipídica proporcionaram efeito positivo somente para rendimento de peito, enquanto que para rendimento de coxa e redução da gordura abdominal não foi possível observar a eficiência da ação dos mesmos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados da metanálise indicam que utilizar aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica, como emulsificante ou lipase, aumenta o rendimento de peito, mas não há evidências de efeitos positivos sobre o rendimento de coxa e redução da gordura abdominal de frangos de corte durante todo o período avaliado. É necessária mais investigação sobre essas temáticas para quantificar o impacto desses aditivos nos resultados aqui apresentados.

6 REFERÊNCIAS

ALI, S.F.; CHAO, W.; XIAOLI, W.; JINTIAN, H.; MINGFA, W.; ABD EL-HACK, M. E.; LILI, Z.; XIANG, Z.; TIAN, W. Growth, serum biochemical indices, antioxidant status and meat quality of broiler chickens fed diet supplemented with sodium stearoyl-2 Lactylate. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 37, p. 445-449, 2017.

BONTEMPO, V.; COMI, M.; JIANG, X. R. The effects of a novel synthetic emulsifier product on growth performance of chickens for fattening and weaned piglets. **The Animal Consortium**. v. 10, p. 592-597, 2015. DOI: doi:10.1017/S1751731115002189

BONTEMPO, V.; COMI, M.; JIANG, X. R.; REBUCCI, R.; CAPRARULO, V.; GIROMINI, C.; GOTTARDO, D.; FUSI, E.; STELLA, S.; TIRLONI, E.; CATTANEO, D.; BALDI, A.; Evaluation of a synthetic emulsifier product supplementation on broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v. 240, p. 157-164, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.010>

CHO, J. H.; ZHAO, P., KIM, I. H. Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 4, p. 161-168, 2012. DOI: 10.5539/jas.v4n10p161

FONSECA, S. S.; DA SILVA, S.C.; VALENTIM, J. K.; GERALDO, A. Efeito da adição de diferentes emulsificantes na dieta sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, p. 1-13, 2018. DOI: 10.7213/1981-4178.2018.16010

GHAZALAH, A. A.; ABD-ELSAMEE, M. O.; IBRAHIM, M. M.; GONZALEZ-SANCHEZ, D.; WEALLEANS, A. L.; ABDELKADER, M. Effect of Lysolecithin Supplementation to Low-energy Broiler Diets on Performance and Subsequent Cost-benefit Analysis. **Journal of World Poultry Research**, v. 11, n. 2, p. 168-173, 2021a. DOI: [org/10.36380/jwpr.2021.20](https://doi.org/10.36380/jwpr.2021.20)

GHAZALAH, A.; ABD-ELSAMEE, M.; IBRAHIM, M.; ABDELGAYED, S. S.; ABDELKADER, M.; GONZALEZ-SANCHEZ, D.; WEALLEANS, A. Effects of a Combination of Lysolecithin, Synthetic Emulsifier, and Monoglycerides on Growth Performance, Intestinal Morphology, and Selected Carcass Traits in Broilers Fed Low-Energy Diets. **Animals**, v.11, p, 1-12, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11113037>

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

HIGGINS, J. P. T.; THOMPSON, S. G.; Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. **Statistics In Medicine**, v. 21, p.1539-1558. DOI:10.1002/sim.1186

JOHNSON, C. A.; DUONG, T.; LATHAM, R. E.; SHIRLEY, R. B.; LEE, J. T. Effects of amino acid and energy density on growth performance and processing yield of mixed-sex Cobb 700 × MV broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 29, n. 1, p. 269-283, 2020. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.014>.

LIU, X.; YUN, K. S.; KIM, I.O. Evaluation of Sodium Stearoyl-2-Lactylate and 1, 3-Diacylglycerol Supplementation in Diets with Different Energy Content on the Growth Performance, Meat Quality, Apparent Total Tract Digestibility, and Blood Lipid Profiles of Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 57, n. 1, p. 55-62. 2020, DOI:10.2141/jpsa.0190007

MOVAGHARNEJAD, M.; KAZEMI-FARD, M.; REZAEI, M.; TEIMURI-YANSARI, A. Effects of Lysophospholipid and Lipase Enzyme Supplementation to Low Metabolizable Energy Diets on Growth Performance, Intestinal Morphology and Microbial Population and Some Blood Metabolites in Broiler Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, n.2, p. 001-010, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1118>

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M, GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A. Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1-9. 2015. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1

NUTAUTAITĖ, M.; RACEVIČIŪTĖ-STUPELIENĖ, A.; ANDALIBIZADEH, L.; ŠAŠYTĖ, V., BLIZNIKAS, S.; POCKEVIČIUS, A.; VILIENĖ, V. Improving broiler chickens' health by using lecithin and lysophosphatidylcholine emulsifiers: a comparative analysis of physiological indicators. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 22, n. 1, p. 33-39, 2021, DOI: 10.22099/ijvr.2021.37028.5411.

OLIVEIRA, L. S.; BALBINO, E. M.; SILVA, T. N. S.; ILY, L.; DA ROCHA, T. C.; DE STRADA, E. S. O.; PINHEIRO, A. M.; DE BRITO, J. A. G. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. **Semina Ciências Agrárias**, v. 40, n. 63, p. 3181-3196, 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181

RAVINDRAN, V.; TANCHAROENRAT, P.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 1-21. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>

REVMAN, 2014. Review Manager. Version 5.3. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration.

SALEH, A.; AMBER, K. A.; MOUSA, M. M.; NADA, A. L.; AWAD, W.; DAWOOD, M. A. O.; EL – MONEIM, A. E., EBEID, T. A.; DAIM-ABEL, M. M. A Mixture of Exogenous Emulsifiers Increased the Acceptance of Broilers to Low Energy Diets: Growth Performance, Blood Chemistry, and Fatty Acids Trait. **Animals**, v.10, p. 437, 2020, DOI:10.3390/ani10030437

SHEN, Y.; ZHANG, S.; ZHAO, X.; SHI, S. Evaluation of a Lecithin Supplementation on Growth Performance, Meat Quality, Lipid Metabolism, and Cecum Microbiota of Broilers. **Animals**, v. 11, p. 1-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11092537>

WANG, J. P.; ZHANG, Z. F.; YAN, L.; KIM, I. H. Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. **Animal Science Journal**, v. 87, p. 250-256, 2016. DOI: 10.1111/asj.12412

ZHAO, P. Y.; KIM, I. H. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. **Poultry Science**, v. 9, n. 6, p. 1341-1347, 2017. DOI: [Doi.org/10.3382/ps/pew469](https://doi.org/10.3382/ps/pew469)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa revelou a importância da utilização dos aditivos melhoradores da digestibilidade lipídica, como emulsificante ou lipase nas dietas para frangos de corte, com incremento significativo no ganho de peso, redução na conversão alimentar e aumento no rendimento de peito no período de ciclo completo, no entanto não foi possível encontrar evidências na literatura que estes aditivos têm efeito positivo no rendimento de coxa e redução na deposição da gordura abdominal.

Os resultados aqui apresentados demonstram a ação positiva dos aditivos estudados sobre a digestibilidade dos nutrientes favorecendo o desempenho e rendimento de peito dos frangos de corte. No entanto quando os aditivos foram estudados de forma isolados é possível notar maior evidência nos achados com emulsificantes do que com a enzima lipase. Esse fato pode estar relacionado ao número de estudos com emulsificante que é bem maior em relação ao número de estudos com lipase. Ou também pelo simples fato decorrente da ação benéfica da lipase não ter sido eficiente na digestibilidade dos nutrientes devido as diferenças fisiológicas das aves, ou pelas propriedades inerentes de cada fonte lipídica estudadas.

Embora ainda existem lacunas a serem preenchidas em relação a efeitos sobre o uso do emulsificante ou lipase nas dietas para frangos de corte, é importante destacar que os resultados aqui obtidos estão sendo estudados e discutidos pela primeira vez em uma metanálise. Estes resultados confirmam a efetividade positiva no desempenho e deposição proteica muscular de frangos de corte no período de ciclo completo.