

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Giovana Vitória de Souza Cantidio

**Efeito dietético de doses de *Spirulina platensis* para
frangos de corte no desempenho inicial de crescimento**

Dracena

2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Giovana Vitória de Souza Cantidio

**Efeito dietético de doses de *Spirulina platensis* para
frangos de corte no desempenho inicial de crescimento**

Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia (TCZ) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus de Dracena, como parte das exigências para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Dracena

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Efeito dietético de doses de *Spirulina platensis* para frangos de corte no desempenho inicial de crescimento

Modalidade: Trabalho de atividade de pesquisa

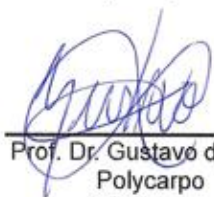
Autor: Giovana Vitória de Souza Cantidio

Orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Co-orientador(es): —

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 04/11/2025



Prof. Dr. Gustavo do Valle
Polycarpo
Orientador



Prof. Dr. Valquíria
Cação da Cruz
Membro da Banca



Prof. Dr. Leonardo
Henrique Zanetti
Membro da Banca

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, **Denilson Cantidio** e **Tatiane Angelica Souza**, cuja presença, amor e incentivo constante sustentaram cada passo da minha jornada. Vocês foram a base sobre a qual construí meus sonhos e a inspiração que tornou esta conquista possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à **Deus** pela força, sabedoria e proteção em todos os momentos. Sua presença constante, ainda que silenciosa, foi essencial para que eu nunca deixasse de acreditar no propósito desta jornada.

Aos meus pais, **Denilson Cantidio** e **Tatiane Angélica Souza**, expresso minha eterna gratidão pelo amor, apoio e pelos valores que me ensinaram, fundamentais para minha formação pessoal e profissional. Cada conquista minha reflete o carinho e dedicação de vocês.

Aos meus **avós** e **demais familiares**, pelo carinho, incentivo e confiança em minha trajetória acadêmica, que sempre me motivaram a buscar o melhor.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo**, agradeço a orientação, confiança e pelos valiosos conselhos ao longo de toda a realização deste trabalho.

Às minhas amigas, **Estela dos Santos Queiroz** e **Izabelly Marcelino da Silva**, que estiveram comigo em todos os momentos, sou grata por compartilharmos não só os desafios acadêmicos, mas também sonhos e muitas risadas.

Agradeço a todas as minhas amizades, tanto as de longa data que me acompanharam desde o início desta jornada quanto as novas que conheci em Dracena-SP. São muitas pessoas especiais, lembro de cada uma com muito carinho e gratidão, por tornarem meus dias mais leves, alegres e inesquecíveis.

À **Eva de Oliveira**, agradeço o carinho e apoio mesmo à distância, pelos conselhos sábios e pelas orações que tanto me fortaleceram.

À **Fazenda Tamanduá** pela generosa doação da *Spirulina platensis* utilizada neste estudo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da UNESP – Campus de Dracena, agradeço pela infraestrutura que possibilitou a realização desta pesquisa e pelo acolhimento institucional que me acompanhou ao longo da graduação.

À **PROPe**, pelo suporte financeiro por meio da bolsa de Iniciação Científica (Processo n.º 14475).

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "**Efeito da *Spirulina platensis* da dieta de frangos de corte: desempenho, metabolismo, qualidade bromatológica da carne e no rendimento da carcaça**" (Effect of *Spirulina platensis* in broiler chicken diet: performance, metabolism, bromatological quality of meat and carcass yield), registrada com o nº **10/2024 – CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). Valquíria Cação Cruz-Polycarpo – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **11/11/2024**.

Dracena, 11 de novembro de 2024.



Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

RESUMO

A busca por alternativas nutricionais seguras e sustentáveis tem impulsionado o uso de aditivos naturais na avicultura. Nesse cenário, a *Spirulina platensis* destaca-se como opção promissora para frangos de corte, em razão de seu elevado teor proteico e à presença de compostos bioativos. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão da *Spirulina platensis* (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5%) na dieta de frangos de corte, durante o período inicial de criação (1 a 21 dias de idade). Foram utilizados 360 pintos de um dia, da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições de 15 aves cada. A microalga foi adicionada à dieta na forma *on top*, em substituição ao caulim, um ingrediente inerte que não altera o valor nutricional da dieta, cuja formulação basal consistiu em milho e farelo de soja. As variáveis analisadas foram o peso médio final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade. Até o 7º dia, não foram observados efeitos significativos da suplementação. A partir dos 14 dias, observou-se uma resposta linear no peso médio final e no ganho de peso, indicando que o aumento das doses de *Spirulina* esteve associado a aumentos proporcionais nessas variáveis. Contudo, aos 21 dias, o efeito positivo permaneceu apenas para o peso médio final, não havendo diferenças significativas nas demais variáveis. Esses resultados indicam que a suplementação com *Spirulina platensis* favorece o desempenho inicial de frangos de corte, promovendo aumento do peso médio final e do ganho de peso a partir do 14º dia de vida, evidenciando seu potencial como aditivo funcional sem comprometer a viabilidade das aves.

Palavras-chave: Aditivos naturais. Aves. Conversão alimentar. Ganho de peso. Microalga.

ABSTRACT

The search for safe and sustainable nutritional alternatives has driven the use of natural additives in poultry production. In this context, *Spirulina platensis* stands out as a promising option for broiler chickens due to its high protein content and the presence of bioactive compounds. The present study aimed to evaluate the effect of different levels of *Spirulina platensis* inclusion (0.0; 0.5; 1.0; and 1.5%) in the diet of broiler chickens during the initial rearing period (1 to 21 days of age). A total of 360 one-day-old Cobb chicks were used, distributed in a completely randomized design with four treatments and six replicates of 15 birds each. The microalga was added to the diet on top, replacing kaolin, an inert ingredient that does not alter the nutritional value of the feed, while the basal diet was composed of corn and soybean meal. The variables analyzed were final average weight, weight gain, feed intake, feed conversion, and viability. Up to the 7th day, no significant effects of supplementation were observed. From the 14th day onward, a linear response in final body weight and weight gain was observed, indicating that increasing levels of *Spirulina* were associated with proportional increases in these variables. However, at 21 days of age, the positive effect remained only for final body weight, with no significant differences observed for the other variables. These results indicate that supplementation with *Spirulina platensis* enhances the initial performance of broiler chickens, promoting increased final body weight and weight gain from the 14th day of life, demonstrating its potential as a functional feed additive without compromising bird viability.

Keywords: Natural additives. Poultry. Feed conversion. Weight gain. Microalgae.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Vista externa do galpão experimental utilizado na criação de frangos de corte. (1) Vista lateral; (2) Vista frontal, evidenciando a entrada principal..... 19
- Figura 2** - Infraestrutura interna do galpão experimental para frangos de corte. (1) Visão do galpão durante o dia; (2) Visão noturna com campânulas ligadas para aquecimento dos pintos nos primeiros dias de vida.22
- Figura 3** - Desenvolvimento de frangos de corte do 1º ao 21º dia de criação: (1) 1º dia de criação, (2) 7º dia de criação, (3) 14º dia de criação e (4) 21º dia de criação.....24
- Figura 4** - Peso Médio Final (PMF), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 14 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.26
- Figura 5** - Ganho de Peso Médio (GPM), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 14 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.....26
- Figura 6** - Peso Médio Final (PMF), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 21 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise bromatológica da microalga <i>Spirulina platensis</i> em matéria natural (MN)	17
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos experimentais.	20
Tabela 3 - Composição nutricional e valores calculados da dieta experimental.....	20
Tabela 4 - Composição nutricional da <i>Spirulina</i> em base de matéria seca.....	22
Tabela 5 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 7 dias de idade, submetidos a diferentes doses de <i>Spirulina</i> na dieta.	24
Tabela 6 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 14 dias de idade, submetidos a diferentes doses de <i>Spirulina</i> na dieta.	25
Tabela 7 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a diferentes doses de <i>Spirulina</i> na dieta.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 <i>Spirulina platensis</i>	16
3.1.1 <i>Spirulina platensis</i> como aditivo na alimentação de frangos de corte	17
3.1.2 Benefícios da <i>Spirulina platensis</i> para frangos de corte	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Local do Experimento	19
4.2 Delineamento Experimental	19
4.3 Análise Estatística	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Desempenho dos frangos aos 07 dias de criação	24
5.2 Desempenho dos frangos aos 14 dias de criação	25
5.3 Desempenho dos frangos aos 21 dias de criação	27
6 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tradicionalmente se caracterizava por uma produção de cunho familiar, na qual pequenos produtores destinavam parte da criação para subsistência e comercializavam o excedente. Mas o setor passou por uma transformação significativa ao longo de sua evolução, estabelecendo-se como um importante segmento econômico. Essa evolução foi impulsionada pela incorporação de novas tecnologias, melhoramento genético, rigor no controle sanitário e disponibilidade de financiamentos para o setor, entre outros fatores, o que conferiu ao Brasil reconhecimento internacional pela qualidade de seus produtos e pela excelência em práticas sanitárias. (Pinheiro, 2014; Rossetti, 2014).

Conforme o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2025), a produção brasileira de carne de frango atingiu 14,972 milhões de toneladas em 2024. No mesmo período, as exportações totalizaram 5,295 milhões de toneladas, consolidando o Brasil como o terceiro maior produtor global e o líder mundial nas exportações de carne de frango.

Entre os fatores que asseguram o sucesso da avicultura moderna, destaca-se a nutrição animal. Uma alimentação equilibrada para frangos de corte requer conhecimento técnico-científico sobre os requisitos nutricionais essenciais, incluindo balanço energético, perfil de aminoácidos, suplementação mineral e vitamínica, além da hidratação adequada (Alvarenga *et al.*, 2011). A formulação correta das dietas influencia diretamente o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça, assumindo papel estratégico na produtividade (Souza *et al.*, 2008).

Com o objetivo de manter a sustentabilidade e a eficiência da produção, a pesquisa por ingredientes alternativos que otimizem o desempenho zootécnico das aves tem se intensificado. Nesse contexto, a *Spirulina platensis* surge como um ingrediente funcional promissor, com alto valor nutricional. Essa microalga apresenta elevado teor proteico, perfil completo de vitaminas e minerais biodisponíveis, aminoácidos essenciais e ácidos graxos insaturados, componentes que contribuem para a saúde intestinal, fortalecimento da imunidade e melhoria da qualidade final dos produtos avícolas (Mullenix *et al.*, 2022; Abdel-Moneim *et al.*, 2022; Ismita *et al.*, 2022; Abbas & Alaquil, 2023; Khalilnia *et al.*, 2023).

Os efeitos funcionais da *Spirulina platensis* são particularmente relevantes na fase inicial de criação, período crítico para o desenvolvimento e maturação do trato gastrointestinal das aves. Nesta fase, as exigências nutricionais são mais específicas devido aos processos fisiológicos intensos de diferenciação intestinal, estabelecimento da microbiota e desenvolvimento do sistema imune. A composição singular desse alimento atende as demandas fisiológicas específicas da fase inicial, promovendo um desenvolvimento mais uniforme e saudável dos lotes (Vonshak, 1997; Alvarenga *et al.*, 2011; Spínola *et al.*, 2024). No entanto, apesar dos benefícios relatados, a literatura apresenta divergências quanto às doses ideais de inclusão da *Spirulina* nas dietas, justificando a necessidade de estudos que investiguem seus efeitos sobre o desempenho inicial de frangos de corte.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Testar o efeito de doses de *Spirulina* em dietas de frangos de corte sobre o desempenho inicial de criação.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito de doses crescentes de *Spirulina* em dietas de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias, sobre as seguintes variáveis:

- a) Peso médio final;
- b) Ganho de peso;
- c) Consumo de ração;
- d) Conversão alimentar;
- e) Viabilidade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Spirulina platensis*

A *Spirulina platensis* (*S. platensis*), também conhecida como *Arthrospira platensis*, é um organismo procariótico antigo, classificado no filo Cyanophyta, classe Cyanophyceae e família Oscillatoriaceae (Cai *et al.*, 2022). Apresenta estruturas filamentosas, unicelulares ou multicelulares, com 200–500 µm de comprimento e 5–10 µm de largura, com células cilíndricas dispostas em padrões helicoidais frouxos ou compactos (Chaiklahan *et al.*, 2013).

É nativa de lagoas de água doce localizadas na África e na América Latina. Ela se destaca por sua capacidade de sobreviver em condições ambientais extremas, incluindo águas alcalinas ou salinas, alta luminosidade e temperaturas elevadas. Essa adaptabilidade facilitou a expansão de seu cultivo em diferentes regiões do mundo. Atualmente, a produção comercial da *Spirulina* é realizada por diversas empresas, que a destinam a diferentes aplicações, como suplementos alimentares para humanos (em pó, flocos ou comprimidos), alimentação animal, biocombustíveis e produtos farmacêuticos (Costa *et al.*, 2019).

Análises bromatológicas (**Tabela 1**) confirmam que a *Spirulina* possui um perfil nutricional completo, caracterizando-a como um alimento funcional. Rica em proteínas de alto valor biológico que representam 60 a 70% de sua composição e contêm todos os aminoácidos essenciais, a microalga também apresenta 15-20% de polissacarídeos com atividade imunomoduladora. Seu perfil lipídico inclui ácidos graxos essenciais, como o γ -linolênico, além de pigmentos bioativos (clorofila e β -caroteno) e micronutrientes essenciais, vitaminas do complexo B, vitamina E e minerais como ferro e cálcio em formas altamente biodisponíveis (Rajasekar *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2020; Guo *et al.*, 2021). Além dessas propriedades, os polissacarídeos da *Spirulina platensis* (SPPs) destacam-se como compostos bioativos essenciais, demonstrando um amplo espectro de atividades fisiológicas: (1) potencial imunomodulador através da ativação de linfócitos T (Cai *et al.*, 2022); (2) duplo efeito metabólico, reduzindo tanto lipídios quanto glicose sanguínea (Chen *et al.*, 2020); (3) proteção cardiovascular por inibição da agregação plaquetária (Zeng *et al.*, 2022); (4) atividade antiviral contra diversos patógenos (Kaji *et al.*, 2004); (5)

capacidade de neutralizar radicais livres (Elsonbaty *et al.*, 2020); e (6) modulação seletiva da microbiota intestinal, promovendo bactérias benéficas (Chen *et al.*, 2012).

Tabela 1 - Análise bromatológica da microalga *Spirulina platensis* em matéria natural (MN)

Composição	<i>Spirulina platensis</i>
Matéria Seca (%)	88,80
Energia Bruta (kcal/kg)	4.399
Proteína Bruta (%)	51,47
Fibra Bruta (%)	1,06
Extrato Etéreo (%)	0,99
Cinzas (%)	9,44
Cálcio (%)	0,33
Fósforo (%)	1,10
Sódio (%)	1,59

Fonte: Adaptado de ROZA *et al.* (2017)

3.1.1 *Spirulina platensis* como aditivo na alimentação de frangos de corte

Historicamente, o uso de antibióticos como promotores de crescimento foi comum na nutrição de frangos de corte, devido à melhora no desempenho produtivo e à redução de morbidade e mortalidade (Sugiharto, 2016). Entretanto, o desenvolvimento de resistência bacteriana em humanos e animais levou à restrição do uso desses aditivos em diversos países, criando um desafio para a avicultura moderna: manter índices produtivos satisfatórios sem comprometer a segurança alimentar ou a saúde dos animais (Pourhossein *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a *Spirulina* emerge como uma alternativa viável e multifuncional, combinando atributos nutricionais e bioativos únicos. Sua composição rica em aminoácidos essenciais, vitaminas, ficocianina, carotenoides e clorofilas, não apenas supre as deficiências deixadas pela ausência de antibióticos, mas também oferece benefícios adicionais. A ficocianina, por exemplo, exibe potente ação antioxidante e anti-inflamatória, combatendo o estresse oxidativo e fortalecendo a resposta imune das aves (Hassan *et al.*, 2022), enquanto os carotenoides (como o

betacaroteno) reforçam a função imunológica e a saúde visual (Assaye *et al.*, 2018). Além disso, estudos demonstram que a inclusão de *Spirulina* na dieta pode promover ganhos significativos no peso final e na conversão alimentar, atribuídos não apenas ao seu elevado teor proteico, mas também à presença de compostos bioativos como aminoácidos essenciais, vitaminas, polissacarídeos e pigmentos antioxidantes. (Park *et al.*, 2018). Esses efeitos são economicamente relevantes, pois uma melhor conversão de ração em massa corporal impacta diretamente a rentabilidade da produção (Mirzaie *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2018; Abdel-Moneim *et al.*, 2022). Assim, a *Spirulina* não apenas preenche a lacuna deixada pelos antibióticos, mas também se alinha com a demanda global por sistemas de produção animal mais sustentáveis e seguros.

3.1.2 Benefícios da *Spirulina platensis* para frangos de corte

A *Spirulina* tem se destacado por seu excelente perfil nutricional, sendo rica em aminoácidos essenciais, ácidos graxos, vitaminas e minerais (Abdel-Daim *et al.*, 2013; Sugiharto, 2016; Mirzaie *et al.*, 2018). Pesquisas demonstram que em frangos de corte ela pode substituir até 15% das fontes proteicas tradicionais sem prejudicar o desempenho zootécnico ou a qualidade da carne (Spolaore *et al.*, 2006; Altmann *et al.*, 2020). Os estudos empregam concentrações variáveis de 0,01% a 21% na dieta, com resultados que dependem de fatores como tipo de alimentação, categoria animal, duração do experimento e idade dos animais. Evidências pioneiras de Ross & Dominy (1990) e Venkataraman *et al.* (1994) mostraram efeitos positivos mesmo com baixas inclusões (<10%) em dietas convencionais de milho e farelo de soja, enquanto outros trabalhos obtiveram bons resultados com teores mais elevados (>10%), especialmente quando a *Spirulina* substituiu ingredientes menos nutritivos (Venkataraman *et al.*, 1994)

Parte desses benefícios na alimentação avícola são atribuídos às suas diversas propriedades funcionais, que incluem ação antioxidante, imunoestimulante, hepatoprotetora e modulação da microbiota intestinal, com aumento significativo de lactobacilos benéficos (Rasool *et al.*, 2009; Uyisenga *et al.*, 2009; Abdel-Daim *et al.*, 2013). A microalga também apresenta propriedades anti-inflamatórias e efeito protetor contra toxinas alimentares (Khan *et al.*, 2005). Essas características, somadas ao seu

perfil nutricional completo, explicam o crescente interesse pela inclusão da *Spirulina* nas dietas avícolas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Dracena, no galpão para frangos de corte do Setor de Avicultura (**Figura 1**). Todos os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA 10/2024.

Figura 1 - Vista externa do galpão experimental utilizado na criação de frangos de corte. (1) Vista lateral; (2) Vista frontal, evidenciando a entrada principal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Delineamento Experimental

Para o experimento, foram utilizados 360 pintos de corte com um dia de idade, de linhagem comercial Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos baseados na inclusão de *Spirulina platensis*, nas doses de 0,0, 0,5, 1,0 e 1,5%, com seis repetições de 15 aves por unidade experimental (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos experimentais.

TRATAMENTO	Programa de alimentação	Repetição	Aves/Repetição	Aves/Tratamento
T1	Ração basal, sem adição de aditivos	6	15	90
T2	Ração basal + 0,5% <i>Spirulina</i>	6	15	90
T3	Ração basal + 1,0% <i>Spirulina</i>	6	15	90
T4	Ração basal + 1,5% <i>Spirulina</i>	6	15	90
TOTAL				360

Fonte: Elaborado pelo autor.

A *Spirulina*, utilizada na forma de pó, foi adicionada na dieta de maneira *on top* em substituição ao material inerte caulim, seguindo uma estratégia comumente empregada na avaliação de aditivos, em que não se considera a matriz nutricional do aditivo na formulação da ração. A ração foi à base de milho e farelo de soja (**Tabela 3**), e foi formulada seguindo as recomendações de Rostagno *et al.* (2017). Tanto a ração quanto a água foram fornecidas *ad libitum*. A *Spirulina platensis* empregada no presente estudo foi doada pela Fazenda Tamanduá. Sua composição nutricional foi avaliada por meio de análise bromatológica, realizada pelo método de Weende, cujos resultados encontram-se na **Tabela 4**.

Tabela 3 – Composição nutricional e valores calculados da dieta experimental.

Ingrediente	Inclusão (%)
Milho	46,763
Farelo de soja	41,404
Óleo de soja	6,188
L-Lisina	0,202
DL-Metionina	0,350
L-Treonina	0,085
Calcário calcítico	0,981
Fosfato bicálcico	1,756
Sal	0,522
Cloreto de colina 60%	0,099
Caulim	1,500
Premix vitamínico ¹	0,100
Premix mineral ²	0,050
Total	100,000
Valores calculados	
Matéria seca (%)	89,669
Proteína bruta (%)	22,500
Extrato etéreo (%)	8,380
Fibra bruta (%)	3,057
Energia metabolizável aves (kcal/kg)	3.025
Cálcio (%)	0,909
Fósforo disponível (%)	0,381
Lisina digestível (%)	1,273
Metionina digestível (%)	0,645
Metionina + cistina digestível (%)	0,942
Treonina digestível (%)	0,840
Triptofano digestível (%)	0,260

Colina total (mg/kg)	514
Sódio (%)	0,220
Cloro (%)	0,374
Potássio (%)	0,907
Ácido linoleico (%)	4,430

¹Composição do Premix Vitamínico: Vitamina A: 2,7 g/kg; Vitamina D3: 0,0625 g/kg; Vitamina E: 25 g/kg; Vitamina K3: 1.700 mg/kg; Nicotinamida: 1.182,6 mg/kg; Niacina: 38 g/kg; Vitamina B5: 13 g/kg; Ácido fólico: 1.000 mg/kg; Biotina: 80 mg/kg; Selênio: 280 mg/kg.

²Composição do Premix Mineral: Ferro: 70 g/kg; Cobre: 18 g/kg; Manganês: 140 g/kg; Zinco: 130 g/kg; Iodo: 20 mg/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Composição bromatológica da *Spirulina* em base de matéria seca.

Nutriente	% da MS
Matéria Seca (MS)	97,20
Matéria Mineral (MM)	11,68
Fibra Bruta (FB)	0,33
Extrato Etéreo (EE)	1,82
Proteína Bruta (PB)	51,16

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os frangos foram criados em piso, em boxes com 1,00 m de largura por 2,50 m de comprimento, equipados com comedouros tubulares e bebedouros do tipo pendular. **(Figura 2)**

Figura 2 - Infraestrutura interna do galpão experimental para frangos de corte. (1) Visão do galpão durante o dia; (2) Visão noturna com campânulas ligadas para aquecimento dos pintos nos primeiros dias de vida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desempenho dos frangos, na fase inicial, foi avaliado semanalmente (1 a 7, 1 a 14 e 1 a 21 dias) (**Figura 3**) por meio da pesagem das aves e das rações fornecidas, para obtenção do peso médio final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade.

O peso médio final (PMF) foi calculado pela média dos pesos individuais das aves ao final de cada período, conforme:

$$\text{PMF} = \Sigma \text{ peso individual} / \text{número de aves.}$$

O ganho de peso (GP) foi determinado pela diferença entre o peso médio final e o peso médio inicial das aves em cada período, conforme:

$$\text{GP} = \text{peso médio final} - \text{peso médio inicial.}$$

O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e a quantidade de ração remanescente ao final do período, conforme:

$$\text{CR} = \text{ração fornecida} - \text{ração sobra.}$$

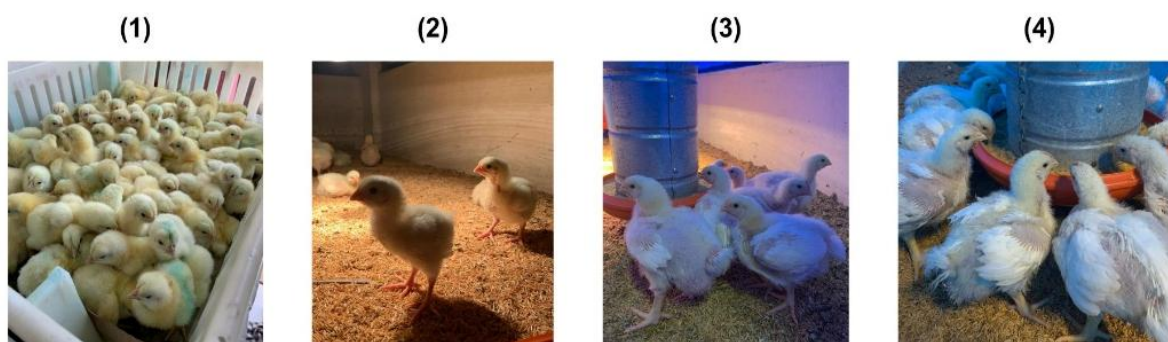
A conversão alimentar (CA) foi obtida pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves no período, conforme:

$$\text{CA} = \text{consumo de ração} / \text{ganho de peso.}$$

A viabilidade (VB) foi calculada em porcentagem pela diferença entre a quantidade de frangos que iniciaram o experimento e a quantidade de frangos mortos, conforme segue:

$$VB (\%) = 100 - \text{mortalidade.}$$

Figura 3 - Desenvolvimento de frangos de corte do 1º ao 21º dia de criação: (1) 1º dia de criação, (2) 7º dia de criação, (3) 14º dia de criação e (4) 21º dia de criação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística pelo software SAS, considerando 5% de probabilidade de erro, utilizando regressões polinomiais lineares, após verificação de normalidade dos resíduos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho dos frangos aos 07 dias de criação

Aos 7 dias de criação, a suplementação com *Spirulina platensis* não resultou em efeitos significativos sobre o desempenho dos frangos ($p > 0,05$) (**Tabela 5**). Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que, nos primeiros dias, o trato gastrointestinal das aves ainda se encontra em processo de adaptação, o que pode limitar a eficácia dos aditivos nutricionais.

Tabela 5 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 7 dias de idade, submetidos a diferentes doses de *Spirulina* na dieta.

Variáveis ¹	Doses de <i>Spirulina</i> , %				EPM ²	Probabilidade	
	0,0	0,5	1,0	1,5		Linear	Quadrático
PMI	40,43	40,62	41,38	40,90	0,190	0,210	0,386
PMF	188,51	189,88	190,16	190,45	0,710	0,349	0,712
GPM	148,08	149,28	148,78	149,55	0,677	0,531	0,879
CRM	145,76	144,85	146,83	152,00	2,161	0,296	0,494
CA	0,987	0,970	0,987	1,016	0,0139	0,416	0,429
VIAB	98,88	100,00	100,00	100,00	0,278	0,185	0,319

¹PMI: Peso médio inicial; PMF: Peso médio final; GPM: Ganho de peso médio; CRM: Consumo de ração médio; CA: Conversão alimentar; VIAB: Viabilidade.

²EPM: Erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Situação semelhante foi observada em outros estudos, que também relataram ausência de resposta significativa aos aditivos nesse período (ALAGBE *et al.*, 2024; ZAMPINGA *et al.*, 2024). Além disso, os resultados aqui obtidos são consistentes com os de Abdelfatah *et al.* (2024), os quais indicaram que os efeitos positivos da *Spirulina* se tornam mais evidentes apenas após os 14 dias de idade, quando o sistema digestório está mais desenvolvido e apto a absorver e metabolizar os compostos bioativos da dieta.

5.2 Desempenho dos frangos aos 14 dias de criação

Aos 14 dias de idade, observou-se efeito positivo da suplementação com *Spirulina platensis* sobre o desempenho dos frangos de corte (**Tabela 6**). O peso médio final (PMF) aumentou de 474,33 g no tratamento controle para 494,80 g na inclusão de 1,5% de *Spirulina* (+4,31%), evidenciando resposta linear positiva ao incremento do aditivo. A taxa de incremento linear observada no PMF foi de 12,622 g a cada 1% de aumento na inclusão de *Spirulina platensis* (**Figura 4**). De modo semelhante, o ganho de peso médio (GPM) passou de 433,88 g para 453,88 g (+4,61%), com taxa de incremento linear de 12,2 g por 1% de inclusão (**Figura 5**).

Tabela 6 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 14 dias de idade, submetidos a diferentes doses de *Spirulina* na dieta.

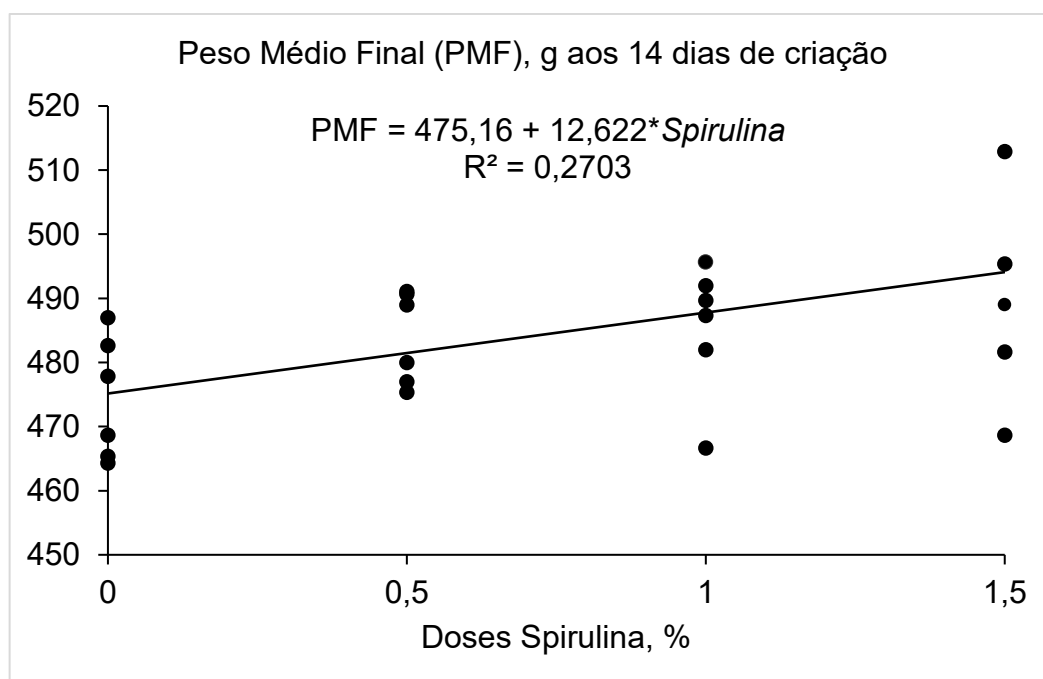
Variáveis ¹	Doses de <i>Spirulina</i> , %				EPM ²	Probabilidade	
	0,0	0,5	1,0	1,5		Linear	Quadrático
PMF	474,33	483,85	485,56	494,80	2,829	0,009	0,978
GPM	433,88	443,25	444,15	453,88	2,784	0,011	0,971
CRM	631,51	632,86	643,33	649,90	4,505	0,105	0,771
CA	1,128	1,111	1,118	1,124	0,0052	0,912	0,316
VIAB	97,77	97,77	100,00	94,44	0,967	0,381	0,157

¹PMF: Peso médio final; GPM: Ganho de peso médio; CRM: Consumo de ração médio; CA: Conversão alimentar; VIAB: Viabilidade.

²EPM: Erro padrão da média.

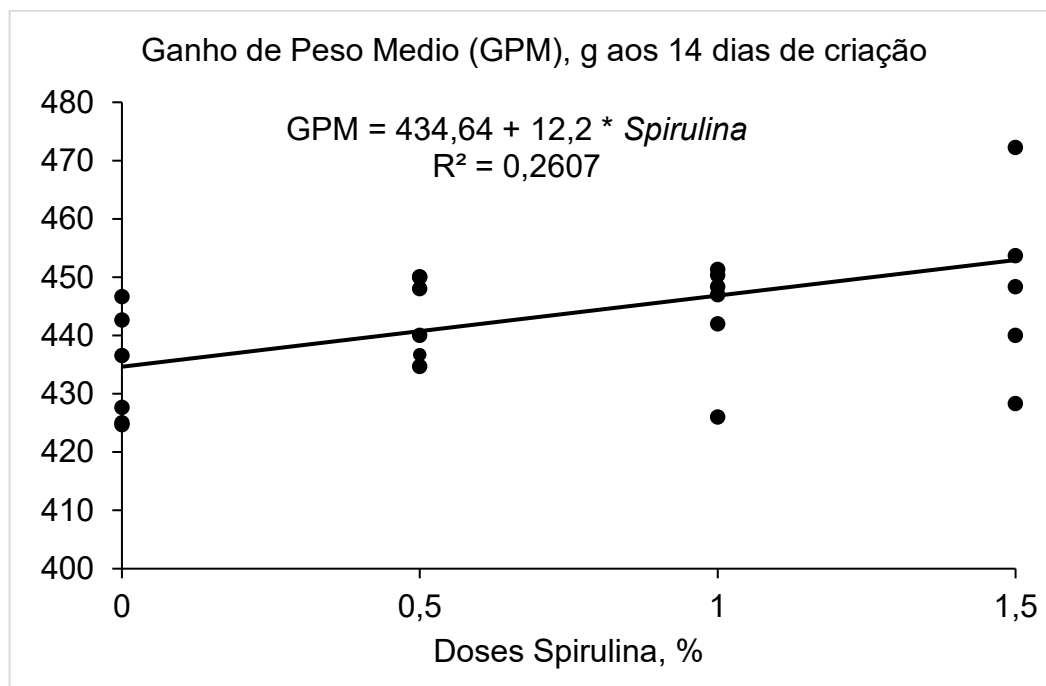
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Peso Médio Final (PMF), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 14 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Ganho de Peso Médio (GPM), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 14 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Sugiharto *et al.* (2018), os primeiros 14 dias apresentaram respostas semelhantes ou discretamente melhores em comparação ao grupo controle, sendo que os efeitos benéficos da *Spirulina* tornaram-se mais evidentes a partir da segunda semana de vida. Tal evidência reforça a hipótese de que a *Spirulina* atua de forma mais eficaz quando o sistema digestivo e imunológico das aves já ultrapassou a fase inicial de desenvolvimento, favorecendo a absorção dos compostos bioativos e a expressão dos seus efeitos funcionais sobre o metabolismo, imunidade e desempenho dos frangos.

5.3 Desempenho dos frangos aos 21 dias de criação

Aos 21 dias de idade, a suplementação com *Spirulina* continuou a apresentar efeitos positivos sobre o desempenho dos frangos de corte no peso médio final (PMF) (**Tabela 7**) que variou de 941,30 g no tratamento controle para 989,58 g na inclusão de 1,5% de *Spirulina* (+5,13%), evidenciando resposta linear positiva ao incremento

do aditivo. A taxa de incremento linear observada no PMF foi de 29 g a cada 1% de aumento na inclusão de *Spirulina platensis* (**Figura 6**). Já sobre as demais variáveis resposta de desempenho, não houve efeito significativo da *Spirulina platensis*.

Tabela 7 - Médias de desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a diferentes doses de *Spirulina* na dieta.

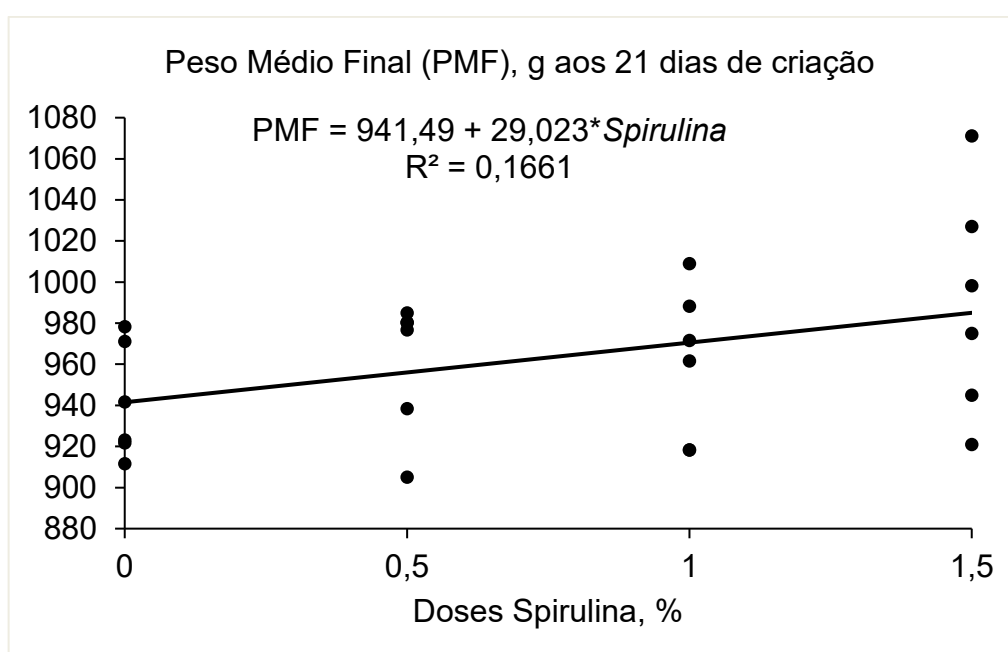
Variáveis ¹	Doses de <i>Spirulina</i> , %				EPM ²	Probabilidade	
	0,0	0,5	1,0	1,5		Linear	Quadrático
PMF	941,30	960,98	961,20	989,58	8,301	0,048	0,786
GPM	900,85	920,36	919,81	948,66	8,261	0,051	0,770
CRM	1716,0	1726,8	1741,9	1757,8	9,60	0,103	0,892
CA	1,219	1,203	1,195	1,194	0,0068	0,184	0,588
VIAB	96,66	96,66	98,89	93,33	1,133	0,455	0,233

¹PMF: Peso médio final; GPM: Ganho de peso médio; CRM: Consumo de ração médio; CA: Conversão alimentar; VIAB: Viabilidade.

²EPM: Erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - Peso Médio Final (PMF), em gramas, de frangos de corte comerciais aos 21 dias de criação, em função de diferentes doses de suplementação com *Spirulina* (%). Os valores representam a média \pm desvio padrão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses ganhos são atribuídos à elevada concentração de proteína e de aminoácidos essenciais, ao conteúdo de ácidos graxos insaturados, pigmentos (carotenoides), vitaminas, minerais e compostos antioxidantes presentes na *Spirulina* (Park *et al.*, 2018), que podem promover maior desenvolvimento intestinal, melhora na digestibilidade e suporte imunitário nos períodos posteriores às adaptações iniciais do trato digestório.

6 CONCLUSÃO

A suplementação dietética com *Spirulina platensis* melhora o desempenho inicial de frangos de corte (1 a 21 dias), promovendo incremento linear no peso médio final e no ganho de peso a partir dos 14 dias de criação.

REFERÊNCIAS

ABDELFATAH, S. H.; YASSIN, A. M.; KHATTAB, M. S. *et al.* *Spirulina platensis* como estimulante do crescimento de frangos de corte: insights sobre seus efeitos nutricionais, moleculares, imuno-histopatológicos e moduladores da microbiota. **BMC Veterinary Research**, [S. l.], v. 20, n. 11, 2024.

ABDEL-MONEIM, A. M. E.; SHETA, A. M.; MOHAMED, N. G. *et al.* Synergistic effect of *Spirulina platensis* and selenium nanoparticles on growth performance, serum metabolites, immune responses, and antioxidant capacity of heat-stressed broiler chickens. **Biological Trace Element Research**, New York, v. 200, p. 768–779, 2022.

ALAQIL, A. A.; ABBAS, A. O. The effects of dietary *Spirulina platensis* on physiological responses of broiler chickens exposed to endotoxin stress. **Animals**, Basel, v. 13, n. 3, p. 363, 2023.

ALAGBE, E. O.; SCHULZE, H.; ADEOLA, O. Dietary *Spirulina* effects in Eimeria-challenged broiler chickens: growth performance, nutrient digestibility, intestinal morphology, serum biomarkers, and gene expression. **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 102, 2024.

ALTMANN, B. A.; WIGGER, R.; CIULU, M.; MÖRLEIN, D. The effect of insect or microalga alternative protein feeds on broiler meat quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 100, n. 11, p. 4292–4302, 2020.

ALVARENGA, R. R.; RODRIGUES, P. B.; CANTARELLI, V. S. *et al.* Energy values and chemical composition of *Spirulina* (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 992–996, 2011.

ASSAYE, H.; BELAY, A.; DESSE, G.; GRAY, D. Seasonal variation in the nutrient profile of *Arthrospira fusiformis* biomass harvested from an Ethiopian soda lake, Lake Chitu. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 30, p. 1597–1606, 2018.

Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. Relatório anual. 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

ABDEL-DAIM, M. M.; ABUZEAD, S. M.; HALAWA, S. M. Protective role of *Spirulina platensis* against acute deltamethrin-induced toxicity in rats. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 9, p. e72991, 2013.

CAI, B.; ZHAO, X.; LUO, L. *et al.* Structural characterization and in vitro immunostimulatory and antitumor activity of an acid polysaccharide from *Spirulina platensis*. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 196, p. 46–53, 2022.

CHAIKLAHAN, R.; CHIRASUWAN, N.; TRIRATANA, P. *et al.* Polysaccharide extraction from *Spirulina* sp. and its antioxidant capacity. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 58, p. 73–78, 2013.

CHEN, H.; YANG, T.; CHEN, M. *et al.* Application of power plant flue gas in a photobioreactor to grow *Spirulina* algae, and a bioactivity analysis of the algal water-soluble polysaccharides. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 120, p. 256–263, 2012.

CHEN, Y.; WAN, X.; WU, D. *et al.* Characterization of the structure and analysis of the antioxidant effect of microalga *Spirulina platensis* polysaccharide on *Caenorhabditis elegans* mediated by modulating microRNAs and gut microbiota. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 163, p. 2295–2305, 2020.

COSTA, J. A. V.; FREITAS, B. C. B.; ROSA, G. M.; MORAES, L.; MORAIS, M. G.; MITCHELL, B. G. Operational and economic aspects of *Spirulina*-based biorefinery. **Bioresource Technology**, v. 292, 121946, 2019.

ELBAZ, A. M.; AHMED, A. M. H.; ABDEL-MAQSoud, A. *et al.* Potential ameliorative role of *Spirulina platensis* in powdered or extract forms against cyclic heat stress in broiler chickens. **Environmental Science and Pollution Research**, Berlim, v. 29, p. 45578–45588, 2022.

ELSONBATY, S. M.; ISMAIL, A. F. M. Nicotine encourages oxidative stress and impairment of rats' brain mitigated by *Spirulina platensis* lipopolysaccharides and low-dose ionizing radiation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v. 689, p. 108382, 2020.

GUO, W.; ZHU, S.; LI, S. *et al.* Microalgae polysaccharides ameliorates obesity in association with modulation of lipid metabolism and gut microbiota in high-fat-diet fed C57BL/6 mice. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 182, p. 1371–1383, 2021.

HASSAN, R. I. M.; REFAIE, M. S.; EL-SHOUKARY, R. D. *et al.* Effect of dietary microalgae (*Spirulina platensis*) on growth performance, ingestive behavior, hemato-biochemical parameters, and economic efficiency of Fayoumi broilers. **Life**, Basel, v. 12, p. 1892, 2022.

ISMITA, J.; ISLAM, K. M. S.; AL-MAMUN, M.; DEBI, M. R. Comparative efficacy of citric acid, *Spirulina platensis*, and their combination as alternatives to an antibiotic growth promoter on the performances of broilers. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, Dacca, v. 9, n. 1, p. 1–7, 2022.

KAJI, T.; OKABE, M.; SHIMADA, S. *et al.* Sodium spirulan as a potent inhibitor of arterial smooth muscle cell proliferation in vitro. **Life Sciences**, Amsterdam, v. 74, n. 19, p. 2431–2439, 2004.

KHALILNIA, F.; MOTTAGHITALAB, M.; MOHITI, M.; SEIGHALANI, R. Effects of dietary supplementation of probiotic and *Spirulina platensis* microalgae powder on growth performance, immune response, carcass characteristics, gastrointestinal microflora and meat quality in broiler chicks. **Veterinary Medicine and Science**, Hoboken, p. 1–9, 2023.

MIRZAI, S.; ZIRAK-KHATTAB, F.; HOSSEINI, S. A.; DONYAEI-DARIAN, H. Effects of dietary *Spirulina* on antioxidant status, lipid profile, immune response and performance characteristics of broiler chickens reared under high ambient temperature. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 31, n. 4, p. 556–563, 2018.

MULLENIX, G. J.; MAYNARD, C. J.; OWENS, C. M. *et al.* *Spirulina platensis* meal inclusion effects on broilers fed a reduced protein diet. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 100199, 2022.

PINHEIRO, C. Integração: produtores e indústria em sintonia no mercado avícola. **Casa da Agricultura**, São Paulo, ano 17, n. 3, p. 29–31, 2014.

POURHOSSEIN, Z.; QOTBI, A. A.; SEIDAVI, A. *et al.* Effect of different levels of dietary sweet orange (*Citrus sinensis*) peel extract on humoral immune system responses in broiler chickens. **Animal Science Journal**, Tóquio, v. 86, n. 1, p. 105–110, 2015.

RAJASEKAR, P.; PALANISAMY, S.; ANJALI, R. *et al.* Isolation and structural characterization of sulfated polysaccharide from *Spirulina platensis* and its bioactive potential: in vitro antioxidant, antibacterial activity and Zebrafish growth and reproductive performance. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 141, p. 809–821, 2019.

RASOOL, M. K.; SABINA, E. P.; NITHYA, P. *et al.* Suppressive effect of *Spirulina fusiformis* on lysosomal acid hydrolases, lipid peroxidation, antioxidant status, and inflammatory mediator TNF-alpha on experimental gouty arthritis in mice. **Advances in Traditional Medicine**, Heidelberg, v. 9, n. 2, p. 164–173, 2009.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, J. L. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 5. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2024.

ROZA, L. F.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. *et al.* Chemical composition of *Spirulina platensis* evaluated for poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 5, p. 409–415, 2017.

ROSS, E.; DOMINY, W. The nutritional value of dehydrated, blue green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. **Poultry Science**, Oxford, v. 69, n. 5, p. 794–800, 1990.

ROSSETTI, J. C. Avicultura: atividade de peso para a economia brasileira. **Casa da Agricultura**, São Paulo, ano 17, n. 3, p. 3, 2014.

SOUZA, L. M. G.; MURAKAMI, A. E.; MARCATO, S. M.; MASSUDA, E. M. Diferentes programas de alimentação na ração para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p. 133, 2008.

SPÍNOLA, M. P.; COSTA, M. M.; TAVARES, B. *et al.* Impact of long-term feeding a high level of *Spirulina* combined with enzymes on growth performance, carcass traits and meat quality in broiler chickens. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 11, p. 1451516, 2024.

SPOLAORE, P.; JOANNIS-CASSAN, C.; DURAN, E.; ISAMBERT, A. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 101, n. 2, p. 87–96, 2006.

SUGIHARTO, S. Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riyadh, v. 15, n. 2, p. 99–111, 2016.

SUGIHARTO, S.; YUDIARTI, T.; ISROLI, I.; WIDIASTUTI, E. Effect of feeding duration of *Spirulina platensis* on growth performance, haematological parameters, intestinal microbial population and carcass traits of broiler chicks. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 48, n. 1, p. 98–104, 2018.

UYISENGA, J. P.; NZAYINO, P.; SENEZA, R. *et al.* In vitro study of antibacterial and antifungal activity of *Spirulina platensis*. **International Journal of Ecology and Development**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 80–88, 2009.

VENKATARAMAN, L. V.; SOMASEKARAN, T.; BECKER, E. W. Replacement value of blue-green alga (*Spirulina platensis*) for fishmeal and a vitamin-mineral premix for broiler chicks. **British Poultry Science**, Oxford, v. 35, p. 373–381, 1994.

VONSHAK, A. *Spirulina: growth, physiology and biochemistry*. Sede Boker: The French Associates Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, 1997.

ZAMPIGA, M.; LAGHI, L.; SOGLIA, F. *et al.* Partial substitution of soybean meal with microalgae meal (*Arthrospira* spp. – *Spirulina*) in grower and finisher diets for broiler chickens: implications on performance parameters, footpad dermatitis occurrence, breast meat quality traits, amino acid digestibility and plasma metabolomics profile. **Poultry Science**, Oxford, v. 103, n. 8, 2024.

ZENG, J.; LUAN, F.; HU, J. *et al.* Recent research advances in polysaccharides from *Undaria pinnatifida*: isolation, structures, bioactivities, and applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 206, p. 325–354, 2022.