

Lignocelulose amorfa na alimentação de frangos de corte

Ana Maria Vilas Boas Morais^{[1]*}, Alana Maria Barbosa Melo^[2], Stéfane Alves Sampaio^[3], Ana Paula Cardoso Gomide^[4], Weslane Justina da Silva^[5], Cibele Silva Minafra^[6]

^[1] anamariavbm@outlook.com. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5562-7816>

^[2] alana.maria@estudante.ifgoiano.edu.br. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2775-1138>

^[3] stefanesamp@gmail.com. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1302-2001>

^[4] ana.gomide@ifgoiano.edu.br. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-7313>

^[5] weslanejds@gmail.com. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3240-4977>

^[6] cibele.minafra@ifgoiano.edu.br. Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Rio Verde, Goiás, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4286-2982>

* autora correspondente

Resumo

A fibra alimentar é conhecida por influenciar o desenvolvimento intestinal, a ingestão de ração e a taxa de passagem, a absorção de nutrientes, a função da microbiota e sua taxonomia, o pH intestinal, a perda endógena de nutrientes, a sustentabilidade ambiental e o bem-estar animal. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, a biometria de órgãos e a bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com e sem lignocelulose amorfa nas rações. Foram utilizados 120 pintainhos Ross® distribuídos em 12 boxes de acordo com delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos – Sem Arbocel (ração controle) e Com Arbocel (ração controle + 0,3% Arbocel® RC Fine) – e seis repetições de 10 aves cada, a fim de avaliar o efeito da inclusão de 0,3% de fibra Arbocel® RC Fine na dieta. As dietas foram formuladas para o período de 1 a 42 dias de idade, período no qual foram avaliados o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça, a biometria do trato gastrointestinal e o perfil bioquímico sanguíneo dos animais. Os dados foram submetidos a teste F a 5% de probabilidade com o teste de Tukey. A inclusão de 0,3% de fibra Arbocel® RC Fine na dieta de frangos de corte não afetou significativamente o desempenho zootécnico, o consumo de ração, o ganho de peso ou a conversão alimentar em todas as fases de desenvolvimento das aves – pré-inicial, inicial, crescimento e final –, e não houve impacto no rendimento de carcaça, na biometria do trato gastrointestinal ou no perfil bioquímico sanguíneo aos 43 dias de idade. Concluiu-se que a suplementação com 0,3% de Arbocel® RC Fine em dietas à base de milho e farelo de soja não apresentou efeitos significativos sobre os parâmetros avaliados em frangos de corte de 1 até 42 dias de idade.

Palavras-chave: carcaça; desempenho zootécnico; digestibilidade; fibra insolúvel; metabolismo.

Amorphous lignocellulose in broiler feed

Abstract

Dietary fiber is known to influence intestinal development, feed intake and passage rate, nutrient absorption, microbiome taxonomy and function, intestinal pH, endogenous nutrient losses, environmental sustainability, and animal welfare. This study aimed to evaluate productive performance, organ biometry, and blood biochemical parameters of broiler chickens fed diets with or without amorphous lignocellulose. A total of 120 Ross® chicks were allocated to 12 pens according to a completely randomized design with

two treatments: without Arbocel (control diet) and with Arbocel (control diet + 0.3% Arbocel® RC Fine), with six replicates of 10 birds each, to evaluate the effect of including 0.3% Arbocel® RC Fine fiber in the diet. The diets were formulated for the period from 1 to 42 days of age, during which productive performance, carcass yield, gastrointestinal tract biometry, and blood biochemical profile were evaluated. Data were subjected to F-test at a 5% probability level, and means were compared using Tukey's test. The inclusion of 0.3% Arbocel® RC Fine fiber in broiler diets did not significantly affect productive performance, feed intake, weight gain, or feed conversion in any phase of bird development (pre-starter, starter, grower, and finisher). No effects were observed on carcass yield, gastrointestinal tract biometry, or blood biochemical profile at 43 days of age. It was concluded that supplementation with 0.3% Arbocel® RC Fine in corn- and soybean meal-based diets did not exert significant effects on the evaluated parameters in broiler chickens from 1 to 42 days of age.

Keywords: carcass; digestibility; insoluble fiber; metabolism; productive performance.

1 Introdução

A produção brasileira de frangos de corte é amplamente reconhecida como uma das mais avançadas e eficientes indústrias avícolas do mundo, resultado de expressivos investimentos em genética, nutrição, manejo, biossegurança e na implementação de programas de qualidade que priorizam o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental (Silva *et al.*, 2025).

Nos últimos 30 anos, o peso vivo médio dos frangos de corte dobro alcançando uma média de 2,8 kg, revelando um incremento anual aproximado de 30,2 g, concomitante à redução da taxa de conversão alimentar em cerca de 0,036% ao ano, devido aos avanços na nutrição dos frangos influenciada por melhorias na escolha dos ingredientes que cooperando com a genética, ambiente e desenvolvimento saudável do animal consolidou assim o uso de formulas mais precisas e eficientes na produção de carne de frango (Stangierski *et al.*, 2019; Zschornack; Freitas, 2024).

A formulação de dietas para aves deve, portanto, contemplar ingredientes capazes de proteger a mucosa intestinal e favorecer o equilíbrio da microbiota, de modo a manter a homeostase do sistema digestivo (Alexandrino *et al.*, 2020). A negligência desses fatores pode resultar em alterações entéricas, elevando os custos de produção em razão da necessidade de tratamentos e do aumento da mortalidade (Mahmood; Guo, 2020).

Entre as estratégias nutricionais destinadas à promoção da saúde intestinal das aves, destaca-se a adição de fibras alimentares como aditivos funcionais. A inclusão de fibras em concentrações inferiores a 3% pode contribuir significativamente para a maturação do sistema imunológico, o desenvolvimento da microbiota do trato digestivo e a melhoria da morfologia das estruturas intestinais (Hetland; Choct; Svihus, 2004; Hetland; Svihus; Choct, 2005; Das *et al.*, 2012).

Contudo, o termo “fibra” representa um desafio para os nutricionistas, uma vez que não se refere a uma substância única. Dependendo de sua estrutura, a fibra pode exercer efeitos benéficos, neutros ou até mesmo prejudiciais ao desempenho animal. A generalização do conceito de “fibra alimentar” oferece pouca precisão quanto aos seus efeitos fisiológicos, principalmente devido às limitações analíticas que dificultam a correlação entre estrutura e função (Bedford; Svihus; Cowieson, 2024).

O termo “fibra alimentar” compreende polissacarídeos não digeríveis, como o amido resistente, a lignina e os polissacarídeos não amiláceos solúveis e insolúveis. Em espécies avícolas, a fibra alimentar pode exercer efeitos tanto benéficos quanto prejudiciais sobre o processo digestivo, dependendo de suas características (Mateos *et al.*, 2012). É amplamente reconhecido que o fornecimento de fibra estrutural influencia a função da moela, o desenvolvimento do trato digestivo, a secreção de enzimas e o pH intestinal. A fibra também é essencial para estimular a motilidade intestinal, promovendo movimentos peristálticos e antiperistálticos da digesta (Hetland; Svihus; Choct, 2005). Por outro lado, níveis elevados de fibra podem comprometer a eficiência das enzimas gastrointestinais na digestão de seus substratos (Kheravii *et al.*, 2018).

De acordo com Wang *et al.* (2023), as fibras presentes nos alimentos de origem vegetal, celulose,

hemicelulose e lignina aumentam a atividade muscular e o tamanho da moela, intensificando a trituração dos alimentos e promovendo melhor mistura com as secreções gástricas. Hetland, Svihus e Choct (2005) observaram que a presença de fibra insolúvel (IDF) aumenta o refluxo do conteúdo da moela para o proventrículo, potencializando a ação enzimática da pepsina e otimizando a digestibilidade proteica. Esse processo também pode estimular a liberação de colecistocinina (CCK), hormônio que ativa a secreção pancreática e favorece a digestão de amido e lipídios.

A composição estrutural da fibra, especialmente a identidade e os tipos de ligações entre monossacarídeos que influenciam diretamente suas propriedades físico-químicas, como viscosidade e fermentabilidade. Frutanos e β -1,3-1,4-glucanos, por exemplo, são mais facilmente fermentados do que β -1,4-arabinosilanos e celulose. Além disso, glucanos e arabinosilanos apresentam maior potencial de viscosidade em comparação com frutanos e celulose (Bach Knudsen, 2014; Maugeri Filho; Goldbeck; Manera, 2019).

As fibras insolúveis (IDF) podem proporcionar benefícios específicos. Quando adicionadas em níveis entre 2% e 5% nas dietas, modulam positivamente a digestão de amido, gordura e proteína bruta (Tejeda; Kim, 2020). A fibra insolúvel permite uma taxa de passagem que favorece maior contato da digesta com as enzimas, melhorando a digestibilidade de todos os nutrientes, especialmente dos aminoácidos (Bertechini; Carvalho, 2022).

A composição dos açúcares, a estrutura da cadeia principal, o tipo de substituições e a classificação de uma fibra como solúvel ou insolúvel ainda não explicam integralmente sua funcionalidade. Fibras solúveis de alto peso molecular podem aumentar a viscosidade intestinal, dificultando a digestão (Bedford; Classen, 1992). À medida que o peso molecular diminui, o potencial de viscosidade reduz-se rapidamente, enquanto a fermentabilidade da fibra aumenta (Bach Knudsen, 2014). Quando o peso molecular é suficientemente reduzido, tornando a fibra um oligossacarídeo com grau de polimerização igual ou inferior a seis, essas moléculas – dependendo da estrutura – podem ser absorvidas diretamente em várias espécies e atuar na regulação positiva de transportadores e enzimas degradadoras de fibras (Choct *et al.*, 2010; Chang *et al.*, 2022). A fibra funcional refere-se àquela isolada, extraída ou sintética, capaz de oferecer benefícios à saúde e desempenhar diversas funções fisiológicas (Sharma *et al.*, 2016).

Os concentrados de fibra bruta à base de lignocelulose são produzidos por meio de técnicas específicas de moagem que conferem alta capacidade de retenção de água (Montagne; Pluske; Hampson, 2003). A lignocelulose, componente das paredes celulares das plantas, é formada principalmente por celulose insolúvel, hemicelulose parcialmente solúvel em água e lignina, um biopolímero (Liu; Jiang; Yu, 2015). Nessa perspectiva, a lignocelulose pode ser utilizada como aditivo alimentar tanto para humanos quanto para animais, apresentando efeitos potencialmente benéficos sobre a fisiologia digestiva (Röhe; Zentek, 2021). Devido à rápida taxa de passagem da digesta, ao curto comprimento do trato digestório e à estrutura anatômica do ceco, as galinhas possuem capacidade limitada de utilizar polissacarídeos não amiláceos insolúveis e apresentam baixa atividade celulolítica microbiana no intestino posterior (Tejeda; Kim, 2021; Röhe; Zentek, 2021). Estudos demonstraram que a inclusão de lignocelulose dietética em baixos níveis pode estimular o desenvolvimento do trato digestivo, aumentar a taxa de passagem e favorecer a atividade enzimática em frangas e galinhas poedeiras (Sun; Hou; Yang, 2022; Sobhi *et al.*, 2025), além de promover melhor desenvolvimento da mucosa em frangos de corte (Souza *et al.*, 2020).

Algumas pesquisas também relataram que a lignocelulose dietética pode influenciar positivamente a qualidade da cama, reduzindo a umidade das excretas (Kheravii *et al.*, 2018).

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de 0,3% de fibra Arbocel RC Fine (lignocelulose amorfa) nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça, a biometria do trato gastrointestinal e sobre parâmetros bioquímicos sanguíneos durante o período de 1 a 42 dias de idade.

Após esta introdução, o presente estudo está dividido nas seguintes seções: seção 2, que trata do material e dos métodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa; seção 3, que apresenta os resultados observados no desempenho sobre o rendimento de carcaça, a biometria do trato gastrointestinal dos frangos de corte e os efeitos observados no plasma sanguíneo, tendo sido feita, a partir dos resultados,

uma discussão baseada em achados na literatura científica; e, por fim, seção 4, em que está apresentada a conclusão deste estudo.

2 Material e métodos

Nesta seção são apresentados os métodos utilizados para condução do estudo, com a descrição do local, das instalações e do manejo, da espécie da ave, de como procedeu-se com as avaliações de desempenho dos frangos, abate e coleta de amostras, delineamento e análise dos dados observados.

2.1 Local de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura – onde foram criados os animais e coletados dados de desempenho e onde se realizou também o abate – e nos Laboratórios de Bioquímica e Metabolismo Animal – onde se fizeram análises de bioquímica no sangue – do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde (GO). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Uso de Animais dessa mesma instituição, sob o protocolo de número 4282240225.

2.2 Aves, instalações e manejo experimental

Foram utilizados 120 pintainhos de 1 dia de idade, machos, da linhagem comercial Ross®. As aves foram alojadas em boxes com dimensões de 2,0 m x 1,5 m x 2,0 m, com densidade de 10 aves por box. Cada unidade experimental foi composta por um box contendo um comedouro e um bebedouro tipo calha. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, que teve duração de 42 dias. O ingrediente teste foi adicionado de forma *on top*, sem considerar sua contribuição nutricional na formulação da dieta.

A temperatura e a umidade relativa máxima e mínima foram registradas diariamente por meio de um termo-higrômetro digital posicionado no interior do galpão, as médias de temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram comutadas e estão apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Médias das temperaturas e umidade, máximas e mínimas, no período experimental

Fase (dias)	Temperatura °C		Umidade %	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1 a 7	31,09 ± 0,14°C	25,99 ± 0,84°C	59% ± 0,01	52% ± 0,01
8 a 21	28,13 ± 0,67°C	24,91 ± 0,45°C	65% ± 0,01	53% ± 0,01
22 a 35	25,66 ± 0,21°C	23,68 ± 0,24°C	64% ± 0,01	57% ± 0,01
36 a 42	24,99 ± 1,30°C	23,96 ± 0,98°C	64% ± 0,01	60% ± 0,01

±: equivale ao desvio padrão.
Fonte: dados da pesquisa.

2.3 Delineamento, tratamentos e rações experimentais

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e seis repetições, com 10 aves em cada box. Os tratamentos foram:

- Ausência de fibra Arbocel® (Sem Arbocel): Ração controle, a base de milho e farelo de soja;
- Presença de fibra Arbocel® (Com Arbocel): Milho, farelo de soja com inclusão de 0,3% do Arbocel RC Fine.

As rações foram produzidas de acordo com as fases: Pré-inicial (1-7 dias); Inicial (8-21 dias); Crescimento (22-35 dias); e Terminação (36-42 dias), seguindo-se as recomendações de Rostagno (2017).

O concentrado de fibra bruta Arbocel® RC Fine é um produto de lignocelulose amorfa (Arbocel® Rettenmaier & Söhne GmbH + Co. KG, Rosenberg, Alemanha) com teor de fibra bruta entre 65 g/100 g e 70 g/100 g, lignina acima de 20 g/100 g, umidade de 7,7% e capacidade de inchaço de 800%. Sua composição inclui 65,3% de fibra bruta, 25,1% de compostos nitrogenados não proteicos, 1,0% de proteína total, 0,3% de gordura bruta e 0,5% de cinzas.

A inclusão de Arbocel® RC Fine nas formulações das rações foi realizada de forma *on top*, na proporção de 0,3%, sem alteração dos níveis nutricionais das rações.

Na Tabela 2 são apresentados a composição centesimal e níveis nutricionais calculados nas diferentes fases das rações utilizadas durante o experimento.

Tabela 2 – Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das rações experimentais

Ingredientes (g/kg)	Fases			
	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Milho Grão	55,30	56,02	61,40	67,00
Farelo de Soja 45%	39,37	37,93	32,20	26,90
Óleo de Soja	0,80	1,70	2,90	2,80
Calcário	2,2	1,20	0,19	0,20
Fosfato Bicálcico	0,06	1,25	1,48	1,10
Premix Vit./Min.	1,00 ¹	1,00 ¹	0,80 ²	1,20 ²
DL-Metionina	0,26	0,50	0,29	0,20
L-Lisina HCL	0,30	0,27	0,22	0,40
L-Treonina	0,19	0,07	0,10	0,07
Sal Comum	0,50	0,49	0,48	0,45
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Calculados				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.000,00	3.100,00	3.147,54	3.201,18
Proteína Bruta (%)	25,31	24,50	20,64	18,68
Lisina digestível (%)	1,36	1,31	1,12	1,14
Metionina digestível (%)	0,55	0,53	0,58	0,46
Cálcio (%)	1,01	0,84	0,75	0,66
Fósforo Disponível (%)	0,48	0,43	0,33	0,28
Sódio (%)	0,23	0,21	0,20	0,19

¹ Premix Vitaminico Mineral (níveis nutricionais por quilo de produto): Metionina (Mín.): 290 g/kg, Ferro (Mín.): 5.000 mg/kg, Cobre (Mín.): 1.500 mg/kg, Manganês (Mín.): 14 g/kg, Zinco (Mín.): 12 g/kg, Iodo (Mín.): 28 mg/kg, Selênio (Mín.): 70 mg/kg, Vitamina A (Mín.): 1.500.000 UI/kg, Vitamina D3 (Mín.): 500.000 UI/kg, Vitamina E (Mín.): 3.333 UI/kg, Vitamina K3 (Mín.): 250 mg/kg, Vitamina B1 (Mín.): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Mín.): 1.000 mg/kg, Vitamina B6 (Mín.): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Mín.): 3.333 mcg/kg, Niacina (Mín.): 6.667 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (Mín.): 2.000 mg/kg, Ácido Fólico (Mín.): 280 mg/kg, Biotina (Mín.): 8.3 mg/kg, Cloreto de Colina (Mín.): 70 mg/kg.

² Premix Vitaminico Mineral (níveis nutricionais por quilo de produto): Metionina (Mín.): 300 g/kg, Ferro (Mín.): 6.000 mg/kg, Cobre (Mín.): 1.850 mg/kg, Manganês (Mín.): 16.8 g/kg, Zinco (Mín.): 14.5 g/kg, Iodo (Mín.): 330 mg/kg, Selênio (Mín.): 84 mg/kg, Vitamina A (Mín.): 1.500.000 UI/kg, Vitamina D3 (Mín.): 500.000 UI/kg, Vitamina E (Mín.): 3.600 UI/kg, Vitamina K3 (Mín.): 240 mg/kg, Vitamina B1 (Mín.): 300 mg/kg, Vitamina B2 (Mín.): 1.100 mg/kg, Vitamina B6 (Mín.): 500 mg/kg, Vitamina B12 (Mín.): 3.600 mcg/kg, Niacina (Mín.): 7.000 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (Mín.): 2.000 mg/kg, Ácido Fólico (Mín.): 320 mg/kg, Biotina (Mín.): 6 mg/kg, Cloreto de Colina (Mín.): 65 mg/kg.

Fonte: dados da pesquisa.

2.4 Desempenho

As aves e as rações foram pesadas no início e ao final de cada fase experimental para a avaliação do peso corporal aos 7, 14, 21 e 42 dias de idade. Com base nesses dados, foram determinadas as variáveis de desempenho zootécnico: ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA). A taxa de sobrevivência foi calculada para cada intervalo de tempo, sendo os valores de consumo e conversão alimentar devidamente corrigidos com base na mortalidade observada.

Ao final do período experimental, aos 42 dias de idade, após um jejum alimentar de oito horas, foi selecionada uma ave por unidade experimental, com o peso médio da parcela, totalizando 12 aves. Estas foram insensibilizadas e submetidas ao abate por deslocamento cervical.

2.5 Rendimento de carcaça

Logo após a sangria, as aves foram submetidas aos procedimentos de escaldagem, depenagem e evisceração, com a finalidade de realizar a avaliação do rendimento de carcaça e dos principais cortes comerciais: peito, coxa com sobrecoxa e gordura abdominal.

O rendimento de carcaça (%) foi calculado com base na relação entre o peso da carcaça fria, limpa e eviscerada desprovida de pés, cabeça e pescoço e o peso da ave após o jejum pré-abate. Já os rendimentos (peito, coxa com sobrecoxa e gordura abdominal) foram expressos em porcentagem, obtidos pela razão entre o peso individual de cada e o peso da carcaça fria.

2.6 Biometria do trato gastrointestinal (TGI)

Para a avaliação da biometria dos órgãos do aparelho digestivo, foi realizada a coleta das vísceras que compõem o trato gastrointestinal (TGI) das aves abatidas, as quais tiveram seus órgãos retirados e medidos e pesados conforme metodologia descrita por Minafra *et al.* (2010). O comprimento total do TGI foi determinado desde a inserção do esôfago na orofaringe até a junção do intestino grosso com a cloaca. Posteriormente, foi realizada a pesagem individual dos seguintes segmentos e órgãos: esôfago com papo; proventrículo com moela (incluindo o conteúdo residual); pâncreas, previamente separado da alça duodenal; intestino delgado, delimitado entre o término do estômago muscular e o início dos cecos; intestino grosso, incluindo cecos, cólon e reto; e fígado, considerado sem a vesícula biliar.

Os valores de peso obtidos foram utilizados para o cálculo do peso relativo de cada órgão, utilizando a fórmula proposta por Stringhini *et al.* (2003):

$$\text{Peso relativo do órgão (\%)} = (\text{peso do órgão} / \text{peso corporal vivo}) \times 100$$

2.7 Perfil bioquímico do sangue

Para a avaliação do perfil bioquímico sérico, uma ave representativa por repetição foi abatida em cada tratamento experimental. A coleta de sangue foi realizada no momento do deslocamento cervical e subsequente degola, sendo as amostras identificadas individualmente e processadas em seguida.

O sangue coletado foi submetido à centrifugação a 6.000 rpm, durante 10 minutos, para separação do soro, o qual foi imediatamente armazenado em congelamento a baixa temperatura até o momento das análises laboratoriais. No soro, foram determinados os níveis de colesterol total (Col), glicose (Glc), cálcio (Ca), fósforo (P) e proteínas totais (PT), utilizando-se kits comerciais específicos, conforme metodologia descrita por Minafra *et al.* (2010).

2.8 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) utilizando o software SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014). As médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade, seguido pelo teste de Tukey para múltiplas comparações.

3 Resultados e discussão

Os resultados apresentados sobre o desempenho, desenvolvimento do trato gastrointestinal e perfil sanguíneo foram observados e analisados estatisticamente, com discussões embasadas nas publicações científicas sobre os possíveis efeitos da dieta estudada na produção dos frangos de corte.

Os resultados de desempenho de frangos de corte aos 7, 21 e 42 dias, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja e com inclusão da fibra Arbocel® RC Fine, foram mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Desempenho de frangos de corte alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com e sem inclusão da fibra Arbocel® RC Fine

Parâmetros	Tratamentos		P-Valor	EP**	CV*
	Sem Arbocel	Com Arbocel			
		1 a 7 dias			
CR (kg)	0,148	0,150	0,546	0,001	2,17
GP (kg)	0,144	0,145	0,474	0,001	2,14
CA (kg)	1,03	1,02	0,817	0,003	0,830
		1 a 21 dias			

CR (kg)	1,416	1,450	0,614	0,045	7,75
GP (kg)	1,122	1,130	0,874	0,020	4,42
CA (kg)	1,262	1,285	0,588	0,029	5,59
1 a 42 dias					
CR (kg)	4,583	4,600	0,938	0,149	7,99
GP (kg)	2,739	2,715	0,765	0,054	4,91
CA (kg)	1,673	1,695	0,759	0,049	7,14

CV*: coeficiente de variação; EP**: erro padrão.

CR = consumo de ração; kg = quilograma; GP = ganho de peso; CA= conversão alimentar.

Fonte: dados da pesquisa.

A inclusão de fibra insolúvel, como a Arbocel® RC Fine, em dietas de frangos de corte visa melhorar a digestão e o desempenho zootécnico, atuando principalmente na estimulação mecânica do trato gastrointestinal. Esperava-se que seus efeitos sejam mais evidentes nas fases iniciais e intermediárias da criação, quando o sistema digestivo ainda está em desenvolvimento. No presente estudo, a inclusão de 0,3% de Arbocel® RC Fine não resultou em diferenças significativas para nenhum dos parâmetros produtivos avaliados nas idades de 7, 21 e 42 dias, sugerindo que esse nível foi insuficiente para promover efeitos fisiológicos ou zootécnicos expressivos.

No que se refere ao consumo de ração, a fibra insolúvel é geralmente associada a um leve aumento na ingestão alimentar, devido ao estímulo mecânico e ao maior volume no trato digestivo. Contudo, os resultados do experimento demonstraram que a inclusão de Arbocel® não alterou o consumo, o que está em concordância com os achados de Urban *et al.* (2023) que também não observaram diferenças no consumo entre grupos com e sem fibra, mesmo com níveis maiores (até 1,2%). Da mesma forma, González-Alvarado *et al.* (2007) relataram manutenção no consumo mesmo com inclusão de até 3% de fibra, indicando que o comportamento alimentar das aves não é diretamente afetado por fibras insolúveis em níveis moderados.

Em relação ao ganho de peso, espera-se que a fibra insolúvel promova melhorias na digestibilidade e na morfologia intestinal, favorecendo a absorção de nutrientes. No entanto, no presente estudo, não houve efeito significativo da inclusão de Arbocel® RC Fine sobre o ganho de peso em nenhuma das fases. Esse resultado pode estar relacionado ao baixo nível de inclusão utilizado (0,3%), visto que Urban *et al.* (2023) identificaram melhor desempenho em aves que receberam entre 0,6% e 1,2% de fibra. Mesmo níveis intermediários (0,2% a 0,8%) apresentaram efeito positivo, embora menor. Já González-Alvarado *et al.* (2007) observaram melhorias no ganho de peso entre 14 e 21 dias com o uso de 3% de casca de aveia ou soja, reforçando a importância do nível de inclusão e da fase de criação para a efetividade da fibra.

Por fim, na conversão alimentar, a expectativa é que a fibra insolúvel melhore a eficiência digestiva e o aproveitamento dos nutrientes, especialmente nas fases iniciais. No estudo analisado, embora não tenha havido diferenças estatísticas, observou-se uma leve melhora na conversão alimentar nas primeiras fases, alinhada com a função fisiológica da fibra nesse período. Urban *et al.* (2023) destacou que aves sem fibra apresentaram a melhor conversão alimentar, mas com maior mortalidade, o que compromete a eficiência produtiva. Já aquelas com maior inclusão de fibra tiveram bom desempenho e menor mortalidade, demonstrando maior equilíbrio entre desempenho e saúde. González-Alvarado *et al.* (2007) também relataram melhor conversão alimentar entre 14 e 21 dias com inclusão de fibra, o que pode estar ligado à adaptação do trato gastrointestinal nessa fase.

Os resultados de rendimento de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idades alimentados com ração à base de milho e farelo de soja e inclusão da fibra Arbocel® RC Fine são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Rendimento de carcaça, de peito, de coxa e sobrecoxa e gordura abdominal (expressos em percentagem) dos frangos de corte alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com e sem inclusão da fibra Arbocel® RC Fine, aos 42 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos		P-Valor	EP**	CV*
	Sem Arbocel	Com Arbocel			

RC (%)	69,08	68,44	0,562	0,753	2,68
RP (%)	30,67	30,65	0,969	0,235	1,88
RC+S (%)	29,83	30,09	0,632	0,373	3,05
GORABD (%)	1,629	1,710	0,140	0,036	5,29

CV*: coeficiente de variação; EP**: erro padrão

RC (%): rendimento de carcaça; RP (%): rendimento de peito; RC+S (%): rendimento de coxa e sobrecoxa; GORABD (%): gordura abdominal.

Fonte: dados da pesquisa.

A inclusão de fibra insolúvel, como a Arbocel® RC Fine, em dietas de frangos de corte é estudada por seu potencial em modular o trânsito intestinal, melhorar a digestibilidade e influenciar a composição da carcaça, especialmente em relação à deposição de proteína e gordura. No entanto, os resultados do presente estudo indicaram que a inclusão de 0,3% de Arbocel® RC Fine não promoveu alterações significativas nos rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, asa ou gordura abdominal aos 42 dias de idade. Isso sugere que, nesse nível de inclusão, a fibra não exerceu influência suficiente para alterar os parâmetros de rendimento avaliados.

Esses achados são coerentes com os estudos de Bockor (2013) e Krás (2010), que também não observaram diferenças na retenção de proteína em frangos alimentados com dietas mais fibrosas. Por outro lado, trabalhos como os de Jiménez-Moreno *et al.* (2010) e Amerah e Ravindran (2008) indicaram que os efeitos da fibra variam conforme sua fonte, tipo e características físico-químicas, podendo impactar positivamente a retenção de nitrogênio ou reduzir o acúmulo de gordura corporal. Assim, para que o potencial funcional da fibra seja plenamente aproveitado, é necessário considerar fatores como o tamanho de partícula, a solubilidade e a estrutura da fibra, conforme destacado por Santos *et al.* (2026), bem como utilizar ferramentas analíticas adequadas que permitam avaliar sua real atuação no organismo das aves.

Os resultados de biometria do trato gastrointestinal de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho e farelo de soja e com inclusão da fibra Arbocel® RC Fine estão mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 – Biometria do trato gastrointestinal de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com e sem inclusão da fibra Arbocel® RC Fine

Parâmetros	Tratamentos		P-Valor	EP**	CV*
	Sem Arbocel	Com Arbocel			
CTGI (cm)	184,333	184,000	0,874	1,456	1,94
PTGI (g)	188,833	188,000	0,775	2,011	2,62
ESO+PAP (g)	0,564	0,568	0,778	0,009	4,16
PRO+MOE (g)	2,080	2,084	0,826	0,014	1,69
ID (g)	2,009	2,062	0,142	0,023	2,83
IG (g)	1,035	1,048	0,629	0,018	4,45
FIG (g)	1,046	1,078	0,262	0,019	4,43
PAN (g)	0,193	0,213	0,174	0,009	11,44

CV*: coeficiente de variação; EP**: erro padrão

CTGI (cm): comprimento do trato gastrointestinal; PTGI (g): peso total do trato gastrointestinal; ESO+PAP (g): esôfago e papo; PRO+MOE (g): pro-ventrículo e moela; ID (g): intestino delgado; IG (g): intestino grosso; PAN (g): pâncreas; FIG (g): fígado.

Fonte: dados da pesquisa.

A fibra alimentar, especialmente a do tipo insolúvel como a Arbocel® RC Fine, é amplamente reconhecida por promover alterações benéficas na morfologia e funcionalidade do trato gastrointestinal das aves. Sabe-se que a inclusão de fibras na dieta tem a capacidade de estimular o desenvolvimento de órgãos como moela, intestino e fígado, além de favorecer a motilidade intestinal e a atividade enzimática, contribuindo assim para maior eficiência digestiva. No entanto, a inclusão de 0,3% de Arbocel® RC Fine na dieta de frangos de corte aos 42 dias de idade não resultou em diferenças significativas em nenhum dos parâmetros biométricos avaliados, como comprimento e peso do trato gastrointestinal, peso relativo de esôfago, papo, moela, intestinos, fígado e pâncreas. Isso sugere que, nesse nível de inclusão, a fibra não foi suficiente para promover alterações morfológicas evidentes no trato digestivo das aves.

Esses resultados contrastam com achados de outros estudos que utilizaram níveis mais elevados de

fibra. Jha e Mishra (2021) destacaram que dietas com teores moderados de fibra, como as contendo farelo de ervilha, estimulam o crescimento de órgãos do trato gastrointestinal, melhorando a absorção de nutrientes. Da mesma forma, Jiménez-Moreno *et al.* (2010) relataram benefícios como maior sensação de saciedade, desenvolvimento da moela e modulação da microbiota. Além disso, Sklan, Smirnov e Plavnik (2003) e Tejeda e Kim (2020) demonstraram que o aumento do teor de fibra bruta, de 2% a 9%, promove o alongamento das vilosidades intestinais, embora níveis excessivos possam comprometer o desempenho por causar perdas de aminoácidos endógenos. Assim, os efeitos da fibra sobre o trato gastrointestinal dependem fortemente da dose e da composição da fibra utilizada. A ausência de efeitos significativos neste estudo pode estar relacionada ao baixo nível de inclusão adotado, reforçando a necessidade de ajustes na formulação e de uma caracterização mais detalhada das fibras usadas em dietas para frangos de corte.

Os resultados do perfil bioquímico sanguíneo de frangos de corte aos 42 dias de idades alimentados com ração à base de milho e farelo de soja e com inclusão da fibra Arbocel® RC Fine estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Perfil bioquímico sanguíneo de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com e sem inclusão da fibra Arbocel® RC Fine

Parâmetros	Tratamentos		P-Valor	EP**	CV*
	Sem Arbocel	Com Arbocel			
P	6,13	6,12	0,970	0,118	4,73
Ca (mg/dL)	9,07	9,06	0,990	0,611	7,32
Relação Ca/P	1,48	1,47	0,984	0,046	7,63
PT (g/dL)	9,04	9,02	0,916	0,137	3,72
Glc (mg/dL)	95,43	94,77	0,729	1,306	3,37
Col (mg/dL)	180,88	180,86	0,999	0,407	0,55

CV*: coeficiente de variação; EP**: erro padrão; Ca (mg/dL): cálcio; P (mg/dL): fósforo; Ca/P (mg/dL): relação entre cálcio e fósforo; PT (g/dL): proteínas totais; Glc (mg/dL): glicose; Col (mg/dL): colesterol.
Fonte: dados da pesquisa.

A avaliação do perfil bioquímico sanguíneo é uma ferramenta importante para identificar possíveis efeitos nutricionais ou metabólicos provocados por aditivos na dieta de frangos de corte. No presente estudo, a inclusão de 0,3% de fibra insolúvel Arbocel® RC Fine não resultou em alterações significativas nos níveis sanguíneos de fósforo, cálcio, glicose, proteínas totais ou colesterol aos 42 dias de idade. Esses resultados indicam que essa fibra, por ser predominantemente insolúvel, não comprometeu a digestão nem a absorção de nutrientes. Tal constatação é compatível com Jha e Mishra (2021), que relataram que fibras solúveis são mais propensas a interferir negativamente na difusão de enzimas e absorção de nutrientes. A estabilidade dos indicadores, especialmente glicose e proteína total, reforça a segurança metabólica da inclusão de Arbocel® RC Fine na dieta.

Complementando, estudos como os de González-Alvarado *et al.* (2007) indicaram que certos tipos de fibras, inclusive as insolúveis, podem melhorar a utilização de minerais ao estimular o funcionamento da moela e reduzir o pH gástrico, favorecendo a atividade enzimática e a solubilização de nutrientes. Embora neste estudo não tenham sido observadas alterações nos níveis de cálcio e fósforo, a estabilidade desses indicadores reforça o caráter funcional e seguro da fibra utilizada. Da mesma forma, apesar de relatos na literatura sobre a capacidade das fibras em modular o metabolismo lipídico, como a redução do colesterol sérico, os dados aqui obtidos mostram que a Arbocel® RC Fine, nesse nível de inclusão, não afetou o perfil lipídico das aves. Por fim, conforme destacado por Goulart *et al.* (2016), mesmo em níveis abaixo de 3%, fibras podem exercer ação prebiótica, contribuindo para a saúde intestinal e imunológica das aves, o que sustenta seu uso como aditivo funcional promissor na nutrição de frangos de corte.

4 Conclusão

A suplementação com 0,3% de Arbocel® RC Fine em dietas à base de milho e farelo de soja não

promoveu efeitos significativos sobre o desempenho zootécnico, o rendimento de carcaça, o desenvolvimento do trato gastrointestinal ou os parâmetros metabólicos de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade. Esses resultados indicam que, nas condições avaliadas, a inclusão de lignocelulose amorfa não compromete o desempenho produtivo das aves, evidenciando sua segurança como ingrediente fibroso em dietas convencionais. Entretanto, considerando os desafios crescentes enfrentados pela avicultura moderna, como pressões sanitárias, variações na qualidade dos ingredientes e condições ambientais adversas, torna-se fundamental aprofundar as investigações sobre a relação entre a estrutura físico-química da fibra, especialmente da lignocelulose amorfa, e sua concentração na dieta. Estudos futuros que incluam situações de maior desafio, como dietas de menor qualidade nutricional ou ambientes sanitariamente desafiadores, poderão elucidar melhor o potencial funcional dessa fibra na modulação da saúde intestinal, da microbiota e da eficiência digestiva. Adicionalmente, a fibra dietética desempenha papel relevante no comportamento ingestivo, na motilidade intestinal e na estabilidade fisiológica das aves, aspectos diretamente relacionados ao bem-estar animal. Nesse contexto, a lignocelulose amorfa pode representar uma estratégia nutricional promissora para promover maior equilíbrio gastrointestinal e resiliência metabólica, contribuindo para sistemas de produção mais sustentáveis, eficientes e alinhados às exigências de bem-estar na avicultura contemporânea.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Declaração do Conselho de Ética

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Uso de Animais do Instituto Federal Goiano, sob o protocolo de número 4282240225.

Nota

Este artigo é derivado do trabalho de conclusão do curso de Zootecnia do Instituto Federal Goiano (IF Goiano) – Campus Rio Verde, intitulado “Lignocelulose amorfa na alimentação de frangos de corte”, disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5562>.

Contribuições ao artigo

MORAIS, A. M. V. B.: concepção ou delineamento do estudo/pesquisa; coleta, análise e interpretação dos dados; redação inicial e revisão substantiva do manuscrito; **MELO, A. M. B.:** coleta, análise e interpretação dos dados; revisão crítica com contribuição intelectual relevante; **SAMPAIO, S. A.:** redação inicial e revisão substantiva do manuscrito; revisão crítica com contribuição intelectual relevante; **GOMIDE, A. P. C.:** revisão crítica com contribuição intelectual relevante; supervisão geral do projeto ou coordenação técnica; **SILVA, W. J.:** revisão crítica com contribuição intelectual relevante; **MINAFRA, C. S.:** concepção ou delineamento do estudo/pesquisa; revisão crítica com contribuição intelectual relevante; supervisão geral do projeto ou coordenação técnica. Todos os autores participaram da escrita, discussão, leitura e aprovação da versão final do artigo.

Referências

ALEXANDRINO, S. L. S. A.; COSTA, T. F.; SILVA, N. G. D.; ABREU, J. M.; SILVA, N. F.; SAMPAIO, S. A.; CHRISTOFOLI, M.; CRUZ, L. C. F.; MOURA, G. F.; FARIA, P. P.; MINAFRA, C. S. Microbiota intestinal e os fatores que influenciam na avicultura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, e87963098, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3098>.

AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V. Influence of method of whole-wheat feeding on the performance, digestive tract development and carcass traits of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 4, p. 326-339, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.01.014>.

BACH KNUDSEN, K. E. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. **Poultry Science**, v. 95, n. 9, p. 2380-2393, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03902>.

BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H. L. Reduction of Intestinal Viscosity through Manipulation of Dietary Rye and Pentosanase Concentration is Effected through Changes in the Carbohydrate Composition of the Intestinal Aqueous Phase and Results in Improved Growth Rate and Food Conversion Efficiency of Broiler Chicks. **The Journal of Nutrition**, v. 122, n. 3, p. 560-569, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/122.3.560>.

BEDFORD, M. R.; SVIHUS, B.; COWIESON, A. J. Dietary fibre effects and the interplay with exogenous carbohydrases in poultry nutrition. **Animal Nutrition**, v. 16, p. 231-240, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.09.007>.

BERTECHINI, A. G.; CARVALHO, A. C. Novos conceitos do uso de fibras nas dietas de aves. **O Presente Rural**, Toledo, 1 jul. 2022. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/novos-conceitos-do-uso-de-fibras-nas-dietas-de-aves/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

BOCKOR, L. **Metabolismo energético de frangos de corte: efeito da fibra e proteína da dieta e da frequência alimentar**. 2013. 167 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/78783>. Acesso em: 25 jun. 2025.

CHANG, L.; DING, Y.; WANG, Y.; SONG, Z.; LI, F.; HE, X.; ZHANG, H. Effects of Different Oligosaccharides on Growth Performance and Intestinal Function in Broilers. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 852545, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.852545>.

CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J.; PEISKER, M. Soy Oligosaccharides and Soluble Non-starch Polysaccharides: A Review of Digestion, Nutritive and Anti-nutritive Effects in Pigs and Poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 10, p. 1386-1398, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90222>.

DAS, L.; BHAUMIK, E.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTU, R. Role of nutraceuticals in human health. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 173-183, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0269-4>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effect of Type of Cereal, Heat Processing of the Cereal, and Inclusion of Fiber in the Diet on Productive Performance and Digestive Traits of Broilers. **Poultry Science**, v. 86, n. 8, p. 1705-1715, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/86.8.1705>.

GOULART, F. R.; ADORIAM, T. J.; MOMBACH, P. I.; SILVA, L. P. Importância da fibra alimentar na

nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26669/2448-4091104>.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 4, p. 415-422, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1079/WPS200325>.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber in gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 38-46, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/14.1.38>.

JHA, R.; MISHRA, P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 1, 51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00576-0>.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; GONZALEZ-SÁNCHEZ, D.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, v. 89, n. 10, p. 2197-2212, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00771>.

KHERAVII, S. K.; SWICK, R. A.; CHOCT, M.; WU, S.-B. Nutrient digestibility response to sugarcane bagasse addition and corn particle size in normal and high Na diets for broilers. **Poultry Science**, v. 97, n. 4, p. 1170-1176, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex403>.

KRÁS, R. V. **Efeito do nível de fibra da dieta, da linhagem e da idade sobre desempenho, balanço energético e o metabolismo da digesta em frangos de corte**. 2010. 82 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/26795>. Acesso em: 26 ago. 2026.

LIU, W.-J.; JIANG, H.; YU, H.-Q. Thermochemical conversion of lignin to functional materials: a review and future directions. **Green Chemistry**, v. 17, n. 11, p. 4888-4907, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5gc01054c>.

MAHMOOD, T.; GUO, Y. Dietary fiber and chicken microbiome interaction: Where will it lead to? **Animal Nutrition**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.11.004>.

MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. P.; LÁZARO, R. P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 1, p. 156-174, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477>.

MAUGERI FILHO, F.; GOLDBECK, R.; MANERA, A. P. Produção de oligossacarídeos. In: LIMA, U. A. (org.). **Coleção Biotecnologia Industrial**: volume 3: Processos fermentativos e enzimáticos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2019. cap. 7, p. 253-280.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; SANTOS, J. S.; MORAES, G. H. K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2691-2696, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200020>.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal**

Feed Science and Technology, v. 108, n. 1-4, p. 95-117, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9).

RÖHE, I.; ZENTEK, J. Lignocellulose as an insoluble fiber source in poultry nutrition: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, 82, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00594-y>.

ROSTAGNO, H. S. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 576 p.

SANTOS, A. B. R.; MONTEIRO, K. V. L.; CARVALHO, J. B.; ALMEIDA, S. M.; SANTOS NETO, J. P.; SOUZA, L. L.; SILVA, A. F. S.; SILVA, V. F. A.; SILVA, J. N.; SILVA, C. R.; SILVA, F. E. R.; BICHARA, C. M. G.; SILVA, O. L. L.; SILVA, P. A. O papel essencial das fibras: para além da alimentação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 12, n. 4, 2026. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v12i4.24215>.

SHARMA, S. K.; BANSAL, S.; MANGAL, M.; DIXIT, A. K.; GUPTA, R. K.; MANGAL, A. K. Utilization of Food Processing By-products as Dietary, Functional, and Novel Fiber: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 10, p. 1647-1661, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.794327>.

SILVA, R. A.; SANSEVERINO, E. C.; CERETTA, G. S.; MATTE, A.; ABRAMOVAY, R. A viabilidade da produção de aves e suínos não deve (e não pode) depender de antibióticos. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 30, e20037, 2025. DOI: <https://doi.org/10.17058/redes.v30i1.20037>.

SKLAN, D.; SMIRNOV, A.; PLAVNIK, I. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. **British Poultry Science**, v. 44, n. 5, p. 735-740, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660310001643750>.

SOBHI, B. M.; HASSAN, N. H.; ISMAEL, E.; ELLEITHY, E. M. M.; FAHMY, K. N. E. Effects of eubiotic lignocellulose supplementation on production, blood biomarkers, intestinal health, and litter quality in broiler chickens. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 15, n. 3, e12815, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55251/jmbfs.12815>.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M.; JUSTINO, L. R.; LIMA, M. F.; CHAVES, A. S.; CARDOSO, V. S.; SOUSA, F. D. R.; COSTA, T. F.; MINAFRA, C. S.; LIMA, C. A. R. Importance of intestinal health in broilers. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, e86932475, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475>.

STANGIERSKI, J.; TOMASZEWSKA-GRAS, J.; BARANOWSKA, H. M.; KRZYWDZINSKA-BARTKOWIAK, M.; KONIECZNY, P. The effect of deep pectoral myopathy on the properties of broiler chicken muscles characterised by selected instrumental techniques. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 2, p. 459-467, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3177-2>.

STRINGHINI, J. H.; RESENDE, A. D.; CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. A. Efeito do peso inicial dos pintos e do período da dieta pré-inicial sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 353-360, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000200014>.

SUN, B.; HOU, L.; YANG, Y. Effects of adding eubiotic lignocellulose on the performance, the gut microbiota, and short-chain fatty acids of layer chickens. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 53, n. 4, p. 2205-2213, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42770-022-00796-0>.

TEJEDA, O. J.; KIM, W. K. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. **Animals**, v. 11, n. 2, 461, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11020461>.

TEJEDA, O. J.; KIM, W. K. The effects of cellulose and soybean hulls as sources of dietary fiber on the growth performance, organ growth, gut histomorphology, and nutrient digestibility of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 99, n. 12, p. 6828-6836, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.081>.

URBAN, J.; JAWORSKI, S.; LANGE, A.; BIEN, D.; MATUSZEWSKI, A.; MICHALCZUK, M. Effects of the addition of crude fiber concentrate on performance, welfare, and selected caecal bacteria of broilers. **Animals**, v. 13, n. 24, 3883, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13243883>.

WANG, Y.; WU, W.-J.; ZHANG, T.; ZHANG, M.-Z.; WU, Q.-Q.; LIU, K.-Q.; LU, L.-N.; CHEN, S.-S.; WANG, J. The digestive system. In: SUN, K. (ed.). **In Utero Pediatrics: Research and Practice**. Singapura: Springer Nature Singapore, 2023. p. 139-171. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-9538-5_9.

ZSCHORNACK, A. F.; FREITAS, E. S. Avaliação do desempenho de frangos de corte criados em diferentes instalações. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 7, n. 1, p. 7-16, 2024. Disponível em: <https://revistas.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/view/2025/1768>. Acesso em: 28 ago. 2026.