

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Escola de Veterinária  
Programa de Pós Graduação em Zootecnia

Erivelto Vilela Filho

**Níveis de energia, casca de soja e complexo enzimático na nutrição de frangos de corte**

Belo Horizonte

2022

Erivelto Vilela Filho

**Níveis de energia, casca de soja e complexo enzimático na nutrição de frangos de corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição de não-ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara

Belo Horizonte

2022

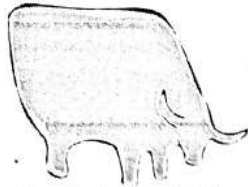
V699n Vilela Filho, Erivelto , 1972 -  
Níveis de energia, casca de soja e complexo enzimático na nutrição de frangos de corte / Erivelto  
Vilela Filho . – 2022.  
50.:il.

Orientador: Leonardo José Camargos Lara  
Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas  
Gerais para obtenção do título de Mestre em Zootecnia  
Área de concentração: Produção de não-ruminantes  
Bibliografia: f. 27 a 34; f. 48 a 49  
Anexo: f. 50.

1. Frango de corte - Teses - 2. Alimentação e rações - Teses - 3. Dieta em Veterinária - Teses  
I. Lara, Leonardo José Camargos - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de  
Veterinária – III. Título.

**CDD – 636.085**

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569  
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



Escola de Veterinária  
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte- MG  
TELEFONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pos-graduacao  
E-mail cpgzootec@vet.ufmg.br

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE ERIVELTO VILELA FILHO**

Às 08:00 horas do dia 31 de maio de 2022, reuniu-se no Auditório da Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, a Comissão Examinadora de Tese, indicada pelo colegiado no dia 03 de maio de 2022, para julgar, em exame final, a defesa da tese intitulada:

NÍVEIS DE ENERGIA, CASCA DE SOJA E COMPLEXO ENZIMÁTICO NA NUTRIÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

\_\_\_\_\_, como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração Produção Animal.

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Leonardo José Camargos Lara, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de Tese, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da tese, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof.(a)/Dr.(a) <u>Itallo Conrado Sousa de Araújo</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) <u>NELSON CARNEIRO BAIÃO</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) <u>LEONARDO JOSÉ CAMARGOS LARA</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a):  Aprovado (a)

Reprovado (a)

Para concluir o Doutorado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da tese acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da tese apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 31 de maio de 2022.

Assinatura dos membros da banca:

[Assinatura] \_\_\_\_\_  
[Assinatura] \_\_\_\_\_  
[Assinatura] \_\_\_\_\_

(Vide Normas Regulamentares da defesa de Tese no verso)

1;

Doutorado/Atadefesa.doc

Prof. Angela Maria Quintão Lana  
Coordenadora do Colegiado de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
[Assinatura]

**Dedico este trabalho a minha querida esposa Débora e aos meus filhos Enzo e Lucca por me apoiarem e me acompanharem na minha jornada.**

## AGRADECIMENTOS

À DEUS todo poderoso que me permitiu chegar até aqui.

Ao meu pai (*in memoriam*) e minha mãe por me criarem com valores sólidos.

À minha esposa amiga e companheira Débora e aos nossos filhos Enzo e Lucca inspiração e razão das nossas vidas.

Ao amigo e Orientador, Professor Leonardo Lara, pelo acolhimento e disponibilidade.

Aos colegas Lorena Salim de Sousa, Giovana Maria Xavier Dias, Larissa Moreira Gonçalves, Natália Pereira Bernardes, Mariana Cristina Vieira, César Andrés Guato Guamán, Matheus Barros Santini e Alexandre Rodrigues Cardoso pelo apoio no desenrolar do experimento.

Ao professor Ricardo Reis pelo apoio e orientação no LAMA.

Ao professor Itallo Conrado no apoio na realização das análises estatísticas.

Aos amigos José Paulo e Rafael Coelho que ajudaram na preparação do LAMA para o experimento.

A empresa Frango Ferreira que possibilitou a realização deste trabalho através da produção da ração peletizada.

Ao professor Décio Graça e a Empresa Improveter pela doação da casca de soja.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização de óleo de soja em dietas de baixo valor energético por meio da inclusão de fibra dietética oriunda da casca de soja e complexo enzimático em frangos de corte de 20 a 36 dias de idade. Foram utilizados 360 frangos de corte machos da linhagem Ross<sup>®</sup>, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso utilizando seis tratamentos isoproteicos com 19,5% PB: tratamento A (controle) 3.150 kcal/ kg; tratamento B com 3.120 kcal/ kg de energia e uso de óleo de soja; tratamento C com 3.120 kcal/kg de energia, com inclusão de casca de soja e uso de óleo de soja da ração controle; tratamento D com 3.150 kcal/kg de energia e inclusão de complexo enzimático; tratamento E com 3.150 kcal/ kg com uso de óleo de soja da ração controle, inclusão de casca de soja como fonte de fibra e inclusão de complexo enzimático; tratamento F com 19,5% PB, 3.120 kcal/ kg com a inclusão de óleo de soja da ração controle, inclusão de casca de soja como fonte de fibra e inclusão de complexo enzimático. Quatro repetições foram utilizadas para cada tratamento. Foram avaliadas qualidade do pélete produzido e variáveis de desempenho das aves tais como: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade, índice de eficiência produtiva e custo da ração/ kg ração. Após o abate das aves, aos 36 dias, foram avaliados os rendimentos de carcaça, cortes e órgãos digestivos. Houve efeito dos tratamentos na qualidade do pélete ( $P < 0,05$ ), sendo o tratamento D o que apresentou melhor durabilidade dos péletes em relação aos demais tratamentos. Os resultados apresentados demonstram que não houve efeito dos tratamentos no desempenho e rendimento de carcaça ( $P > 0,05$ ), porém o custo de produção foi menor no tratamento D ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos tratamentos em relação aos níveis de energia da dieta. Casca de soja pode ser utilizada como fonte de fibra em dietas de frangos de corte sem afetar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. A utilização de enzimas reduziu o custo do frango produzido mesmo sem a inclusão da casca de soja. A qualidade do pélete é fundamental no desempenho e custo de produção de ração em frangos de corte.

**Palavras-chave:** fibra alternativa, óleo, baixa energia, enzima, viscosidade, polissacarídeos não amiláceos.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of soybean oil in low-energy diets through the inclusion of dietary fiber from soybean hulls and an enzyme complex in broilers from 20 to 36 days of age. A total of 360 Ross® male broilers were used, distributed in a completely randomized design using six isoprotein treatments with 19.5% CP: treatment A (control) 3,150 kcal/kg; treatment B with 3,120 kcal/kg of energy and use of soybean oil; treatment C with 3,120 kcal/kg of energy, including soybean hulls and use of soybean oil in the control diet; treatment D with 3,150 kcal/kg of energy and inclusion of an enzymatic complex; treatment E with 3,150 kcal/kg with the use of soybean oil from the control diet, inclusion of soybean hulls as a source of fiber and inclusion of an enzymatic complex; treatment F with 19.5% CP, 3,120 kcal/kg with the inclusion of soybean oil in the control diet, inclusion of soybean hulls as a source of fiber and inclusion of an enzymatic complex. Four replicates were used for each treatment. The quality of the pellet produced and performance variables of the birds were evaluated, such as: feed consumption, weight gain, feed conversion, viability, productive efficiency index and feed cost/kg feed. After the birds were slaughtered, at 36 days, carcass, cuts and digestive organs yields were evaluated. There was an effect of the treatments on the quality of the pellet ( $P < 0.05$ ), with treatment D being the one that showed the best durability of the pellets in relation to the other treatments. The results presented show that there was no effect of treatments on performance and carcass yield ( $P > 0.05$ ), but the production cost was lower in treatment D ( $P < 0.05$ ). There was no effect of treatments on dietary energy levels. Soybean hulls can be used as a fiber source in broiler diets without affecting the performance and carcass yield of broilers. The use of enzymes reduced the cost of chicken produced even without the inclusion of soybean hulls. Pellet quality is critical to the performance and cost of feed production in broilers.

**Keywords:** alternative fiber, oil, low energy, enzyme, viscosity, non-starch polysaccharides.



---

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Estrutura molecular das xilanases .....	23
<b>Figura 2</b> Ação da xilanase .....	23

---

---

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1:</b> Concentração de Polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) em porcentagem (%) no farelo de trigo e na casca de soja.....	22
<b>Tabela 1 (artigo):</b> Composição das rações experimentais .....	42
<b>Tabela 2 (artigo):</b> Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações ...	43
<b>Tabela 3 (artigo):</b> Avaliação de qualidade do pélete .....	45
<b>Tabela 4 (artigo):</b> Desempenho de frangos de corte de 20 a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos e custo kg/ração .....	47
<b>Tabela 5 (artigo):</b> Desempenho de frangos de corte de 20 a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos.....	48
<b>Tabela 6 (artigo):</b> Rendimento de carcaça, cortes e órgãos digestivos de frangos de corte aos 36 dias de idade.....	49
<b>Tabela 7 (anexo):</b> Avaliações de qualidade do pélete em relação aos tratamentos .....	52

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

FD	Fibra dietética
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
kcal	Quilocaloria
g	Gramma
mg	Miligramma
mcg	Microgramma
kg	Quilogramma
PB	Proteína bruta
PNAs	Polissacarídeos não amiláceos
TGI	Trato gastrointestinal
PDI	Índice de dureza do pélete
MEP	Método Embrapa de avaliação do pélete
GPD	Ganho de peso diário
CA	Conversão alimentar
DGM	Diâmetro geométrico médio
DPG	Desvio padrão geométrico

---

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 FONTES LIPÍDICA .....	15
2.2 ENERGIA EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE .....	16
2.3 FIBRA ALIMENTAR .....	17
2.3.1 FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE .....	18
2.3.2 FONTES DE FIBRA PARA FRANGOS DE CORTE .....	21
2.4 ENZIMAS INCLUÍDAS NAS RAÇÕES DE AVES .....	22
2.5 PELETIZAÇÃO .....	25
3. OBJETIVOS .....	28
3.1 OBJETIVOS GERAIS .....	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
5. ARTIGO: <b>Níveis de energia, casca de soja e complexo enzimático na nutrição de frangos de corte.</b> .....	37
5.1 RESUMO .....	37
5.2 ABSTRACT .....	38
5.3 INTRODUÇÃO .....	39
5.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	40
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.6 CONCLUSÃO .....	50
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

Em função da constante evolução genética dos frangos, cada vez mais tem sido pesquisada uma nutrição voltada a este novo material genético. A redução dos níveis de energia nas dietas para frangos de corte tem sido uma das estratégias utilizadas em função do alto custo da suplementação energética e da maior eficiência na utilização dos nutrientes observada nas linhagens atuais. Com a redução desses níveis, o ingrediente energético de maior custo, óleos e/ou gorduras, tem suas inclusões reduzidas nas fórmulas de rações o que consequentemente têm efeitos muitas vezes negativos no desempenho das aves em função dos vários benefícios da utilização destes ingredientes nas rações para frangos de corte. Em função disso, a utilização de fontes de fibra podem trazer benefícios bem como permitir a utilização de rações de baixa energia com maiores inclusões de fontes lipídicas. Do ponto de vista do processamento de rações, maiores inclusões de fontes lipídicas (acima de 4%) podem trazer prejuízos na qualidade do pélete, porém estes prejuízos podem ser minimizados pela presença de uma fonte de fibra de qualidade nas rações.

O Brasil é um grande produtor mundial de commodities como milho e a soja com uma produção de 268,7 milhões de toneladas em 2020/ 2021 (CONAB, 2021), os resíduos produzidos por estas culturas se tornam opções para o uso na alimentação animal como fontes de matérias primas alternativas, porém para seu uso de forma segura e correta é necessária a padronização dos mesmos.

No período de 2020/2021, houve grande incremento nos custos da produção avícola. Isto ocorreu devido ao aumento no preço do milho e da soja, alavancados pelo aumento de exportações destes produtos e também por problemas climáticos ocorridos no Brasil neste mesmo período (Zeferino 2021). Ambos, milho e soja, têm a fabricação de rações para animais como principal destino nas atuais condições.

A busca por fórmulas de rações mais baratas sem alteração na produtividade tem sido o objetivo das empresas avícolas, para isso há procura por ingredientes alternativos para substituir parte da inclusão do milho ou da soja. A principal fonte de fibra utilizada em dietas avícolas é o farelo de trigo, porém se trata de um ingrediente de alto custo, sendo necessária a busca de fontes alternativas de fibras tal como a casca de soja, sendo esta já utilizada nas dietas de ruminantes. O uso desta fibra nas formulações permitiria a redução da utilização de milho abrindo a necessidade na formulação de fontes energéticas de maior custo (óleos e

gorduras) proporcionando assim dietas com energias mais baixas porém desfrutando dos benefícios do uso de óleos e gorduras tais como seus efeitos extra calóricos.

As fibras são constituídas quimicamente por um agregado de compostos entre eles os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que podem prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e consequentemente, o desempenho produtivo do animal. Segundo Englyst (1989), as arabinoses, xiloses (pentoses), galactoses e manoses (hexoses), raminoses e fucoses (deoxi-hexoses) e ácidos glucurônico e galacturônico (ácidos urônicos) constituem as moléculas de PNAs.

Animais monogástricos têm dificuldade no aproveitamento dos PNAs, tendo em vista que as ligações tipo beta destas moléculas tornam os nutrientes indisponíveis em animais não ruminantes, pelo fato de não possuírem enzimas endógenas para romper estas ligações. A solubilidade da fibra é outro fator importante que varia de acordo com a presença de PNAs, afetando o trânsito intestinal, mucosa intestinal, regulação hormonal (Knudsen, 2014). Por outro lado, a presença de PNAs insolúveis pode ser benéfica para o aproveitamento do amido após sua liberação da moela.

A utilização de enzimas exógenas pode proporcionar melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos pelas fibras por meio da quebra das ligações beta aumentando assim da disponibilidade desses nutrientes.

Objetivou-se avaliar dietas com menor nível energético mantendo maiores inclusões de óleo de soja, porém para que isso fosse possível e viável foi necessária a inclusão de fonte de fibra na dieta, para valorizar o uso da fibra foi utilizada um complexo enzimático visando melhor aproveitamento dos constituintes fibrosos e consequentemente melhora nos parâmetros avaliados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FONTES LIPÍDICAS

Óleos e gorduras são ingredientes muito utilizados nas rações como fonte concentrada de energia, permitindo a formulação de dietas de alta energia principalmente para frangos de corte (Racan Ricci et al., 2004). A incorporação destes na alimentação das aves já foi considerada um avanço da nutrição e hoje está bem estabelecida pois permite o aumento de energia com redução no incremento calórico, além disso, algumas vantagens podem ser obtidas com o uso de óleos e gorduras na alimentação de aves, como: elevação da densidade energética, melhora na palatabilidade da ração, diminuição da pulverulência das rações, diminuição da taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal, aumento de consumo, melhora na conversão alimentar, além de melhorar a absorção de vitaminas lipossolúveis (Lara et al., 2005).

Segundo Scaife et al. (1994) e Hrdinka et al. (1996), em frangos, a composição de ácidos graxos da gordura abdominal, músculo do peito e da coxa pode ser manipulada mediante mudança na composição de ácidos graxos da dieta.

Segundo Hassan et al. (2018), a inclusão de 8% de óleos vegetais em dietas para frangos de corte permitem que estes tenham maior tolerância ao estresse calórico. Youssef et al. (2021) constataram que, frangos de corte criados sob condições de alta temperatura de 20 a 40 dias de idade apresentam melhor desempenho quando alimentados com rações com de 2% de óleo. No entanto, a inclusão de 6% de óleo na dieta diminuiu acentuadamente o desempenho dos frangos de corte devido ao metabolismo lipídico, embora este tenha apresentado melhor resposta imunológica.

Atualmente no mercado, os coprodutos da industrialização de óleos disponíveis estão sendo cada vez mais usados para a produção de rações animais. A indústria avícola é o principal setor que tem utilizado destes ingredientes, devido alta densidade energética deste ingrediente. As principais fontes lipídicas de origem vegetal são: o óleo de soja degomado, o óleo ácido de soja, o óleo de girassol, o óleo de algodão, o óleo de palma, o óleo de milho, o óleo de linhaça e o óleo de canola. Dentre as de origem animal destacam-se: o óleo de vísceras de aves, o sebo bovino, o óleo de peixe e a banha suína. A escolha e a viabilidade do uso estão limitadas ao seu custo. As fontes de lipídios mais comumente utilizados nas dietas

avícolas são o óleo de vísceras de aves (gordura de aves) e o óleo de soja degomado. Segundo Rostagno (2017), a gordura de aves possui 8.681 kcal/kg de energia metabolizável para aves e o óleo de soja possui 8.790 kcal/kg de energia metabolizável para aves.

## **2.2 ENERGIA EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Os nutrientes, tais como os carboidratos, gorduras e proteínas na ração são fontes de energia necessárias para atividades físicas, vitais, reprodutivas, manutenção da temperatura corporal e crescimento de tecidos corporais dos animais (Nelson et al., 2008). Para frangos de corte, a necessidade energética varia em função de fatores como idade, taxa de crescimento e fatores ambientais como a temperatura (Rostagno et al., 2017).

A ave normalmente regula seu consumo pelo nível de energia influenciando assim o ganho de peso e a conversão alimentar (Dozier et al., 2011; Hidalgo et al., 2004; Plavnik et al., 1997). Esta capacidade sofre influência de vários fatores como idade da ave, temperatura ambiente e nível de óleos e gorduras nas rações. Oliveira et al. (2000) verificam que em frangos de corte na fase de um a 21 dias de idade o ganho de peso, o consumo de energia metabolizável e as deposições de proteína e gordura na carcaça aumentaram, enquanto a conversão alimentar dos pintos melhorou de forma linear com aumento dos níveis de energia metabolizável nas rações (2850, 2925, 3000, 3075 e 3150 kcal de EM/kg). O rendimento de carcaça das aves não foi influenciado pelos níveis de energia. Os níveis de energia modificaram a composição da carcaça e aumentaram o peso de gordura abdominal. Ferreira et al. (2015) forneceram a aves de ambos os sexos da linhagem Cobb três níveis energéticos na ração (2.800, 3.000 e 3.300 kcal/kg), com três idades ao abate (42, 49 e 56 dias) e verificaram que o consumo de ração foi menor quando o nível energético da ração foi mais alto. A conversão alimentar melhorou de forma proporcional ao aumento do nível energético da ração.

Nos manuais de linhagem as exigências em frangos machos na fase de crescimento/ final (21-42 dias) variam em torno de 3.150 a 3.250 kcal/ kg e o milho é a principal fonte desta energia tendo como um valor de referência 3.464 kcal/kg de energia metabolizável nas dietas destas aves (Rostagno et al., 2017).

Segundo Leeson e Summers (2001), o aumento da energia das rações baseado na inclusão de óleos e gorduras é a estratégia a ser utilizada, pois os óleos geram cerca de 9.400 kcal/kg de energia bruta, enquanto as proteínas e amido produzem, respectivamente, 5.500 e 4.200 kcal/ kg de energia bruta. Ainda segundo estes autores a energia dietética disponível que exce-



de a necessidade para as atividades metabólicas e crescimento normal do animal não pode ser excretada pelo organismo, sendo normalmente estocada como gordura, o que pôde ser confirmado por Silva et al. (2001) que observaram em seu experimento que a porcentagem de gordura abdominal se elevou linearmente à medida que se aumentou o nível de energia metabolizável da ração.

### **2.3 FIBRA ALIMENTAR**

No Brasil as dietas de frango de corte são baseadas principalmente em milho e farelo de soja para suprir as necessidades das aves em energia e proteína. Em outras regiões do mundo, devido aos altos custos de produção destes ingredientes, o uso de outros cereais (trigo, aveia, centeio, triticale, cevada) bem como co-produtos oriundos do beneficiamento destes e do milho e soja têm sido utilizados para a substituição parcial da principal fonte de energia das dietas, o milho.

No entanto, tanto estes co-produtos como os ingredientes alternativos, são ricas fontes de fibras. Segundo Bach Knudsen (2001), a melhor definição de fibra é “todos polissacarídeos e lignina que não são digeridos pelas secreções endógenas no trato digestivo de humanos e animais”. Do ponto de vista da morfologia vegetal, corresponde aos componentes estruturais das plantas, sendo os constituintes da parede celular dessas. Do ponto de vista fisiológico, constituem a fibra dietética (FD) os componentes resistentes à degradação por enzimas de mamíferos e aves e do ponto de vista químico é a soma dos efeitos de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) mais a lignina (Jha et al., 2021).

Vários métodos têm sido utilizados para quantificar a fração fibrosa dos alimentos para aves. Todavia, a determinação da fibra bruta e das fibras em detergente ácido (FDA) e em detergente neutro (FDN) são os métodos mais comuns. Porém a FDN pode ser uma medida importante para a caracterização da fibra das rações para aves em relação às outras duas, Jeraci e Van Soest (1990) citado por Braz et al. (2011).

Conforme Knudsen (2014) e Sakomura et al. (2014), os PNAs são constituídos por três grupos:

- 1) A celulose (insolúvel em água, álcool ou ácidos diluídos) é o polissacarídeo mais importante da parede celular encontra-se normalmente associada à lignina, sendo a relação celulose/lignina maior com o avançar da idade dos vegetais, está presente em todo tipo de

planta. Formam uma rede de microfibrilas, unidas por pontes de hidrogênio e apresentando estrutura alongada, conferindo estabilidade a esta rede. Segundo Hernández e Valdivia (1995), a celulose é resistente a ação enzimática e a hidrólise devido a sua organização molecular.

2) Os polissacarídeos não celulósicos, arabinoxilanas, que possuem ligações mistas de beta-glucanos, mananos, galactanos, xiloglucanos e fructanas e que são parcialmente solúveis em água. É um grupo bem heterogêneo de polissacarídeos que possuem estrutura complexa, com composição muito variável, porém, seu grau de polimerização em relação a celulose é inferior (Palenzuela *et al.*, 1998).

Os  $\beta$ -glucanos são formados por uma cadeia linear de glicose e manose unidas por ligações  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,4, as quais rompem a linearidade da molécula impedindo a formação de fibrilas. Os galactomananos são polímeros formados por glicose e manose unidos por ligação  $\beta$ -1,4. Os xiloglucanos são formados por uma cadeia central de glicoses unidas por ligações  $\beta$ -1,4 e uma cadeia lateral de xiloses, unidas através de ligações  $\beta$ -1,3 Rios (2014).

3) Os polissacarídeos pectínicos (ácidos poligalacturônicos, os quais podem ser substituídos por arabinanos, galactanos e arabinogalactanos, que são parcialmente solúveis em água), possuem alta capacidade de formação de gel. Possuem uma porção insolúvel encontrada na parede celular das plantas, e uma porção solúvel, encontrada no citosol das células vegetais (Palenzuela *et al.*, 1998).

A lignina não é um carboidrato, mas é tratada como tal, porque está fortemente associado a polissacarídeos da parede celular e muitos dos testes de determinação de fibra ainda incluem a lignina. Portanto é difícil discutir do aspecto das propriedades físico-químicas de degradação de carboidratos no trato gastrointestinal, sem a inclusão da lignina na descrição (Knusden, 2014).

### **2.3.1 Fibra na alimentação de frangos de corte**

A maior parte das rações avícolas é constituída por carboidratos. Este é um elemento pouco compreendido na alimentação de frangos de corte no que tange a fibra dietética (FD). A fibra dietética é um componente funcional para o sistema digestivo, porém tradicionalmente, a fibra alimentar é considerada um diluente da dieta e muitas vezes fator antinutritivo (Rougière *et al.*, 2010). Dependendo da sua solubilidade, a fibra tem grande

capacidade de absorver água, formando uma substância viscosa no trato gastrointestinal (TGI), dificultando a ação enzimática inibindo a digestão dos alimentos de modo geral e diminuindo a taxa de passagem da digesta. Segundo Hetland et al. (2004), a estrutura física da fração insolúvel da fibra não é degradada pela fermentação bacteriana em aves, exercendo influência insignificante sobre a microbiota intestinal, porém permite que a mesma seja inerte e se misture ao bolo alimentar no intestino, enquanto que a fibra solúvel pode afetar consideravelmente a microbiota (Tejeda e Kim, 2021). No entanto, quantidades moderadas de fibra podem promover o desenvolvimento do trato gastrointestinal (TGI), maior produção de enzimas, melhor digestibilidade de nutrientes nas aves e podem promover o crescimento equilibrado da microbiota nativa (Montagne et al., 2003; Mateos et al., 2012). A melhor funcionalidade da moela proporciona aumento do refluxo gastroduodenal facilitando o contato entre nutrientes e enzimas digestivas. Estes potenciais benefícios dependem das características físico-químicas da fonte de fibra que podem permitir, muitas vezes, uma melhor saúde intestinal e melhor desempenho das aves em ganho de peso. Em geral, as aves domésticas exigem uma quantidade mínima de fibra dietética para o bom funcionamento dos órgãos digestivos (Mateos *et al.*, 2012).

Na atualidade rações adensadas contendo baixos níveis de fibra são utilizadas a fim de aumentar o consumo, melhorar a conversão alimentar e o desempenho do frango de corte. Entretanto, essa concepção passou a mudar, a partir de resultados de pesquisas que têm sugerido que a inclusão moderada de fibra nas dietas pode acarretar benefícios ao desenvolvimento do trato gastrointestinal, na microbiota, na eficiência alimentar a partir da fase de crescimento (Scheideler et al., 1998; Gonzáles-Alvarado et al., 2007; Rufino et al., 2017). As fibras dietéticas em rações avícolas têm a capacidade de escapar da digestão e absorção em monogástricos, oferecendo a oportunidade de regular a morfologia intestinal, interagir com os nutrientes da digesta, com a microflora intestinal e modular a atividade geral do órgão digestivo, resultando em mudanças na utilização de nutrientes e desempenho de crescimento (Tejeda e Kim, 2021).

A utilização de fibra para frango de corte é baixa quando comparada aos de matrizes e poedeiras comerciais, variando de 3,0 a 4,0%, dependendo da idade (Swennen et al., 2010). Entretanto estudos têm evidenciado os efeitos benéficos da fibra no desempenho e crescimento, como influência na saciedade e bem estar das aves, saúde intestinal, alterações

da microbiota intestinal, atividade de moela e motilidade do trato gastrintestinal (Jimenez-Moreno et al., 2014).

Sklan et al. (2003) observaram que o aumento de fibra bruta de 2,8% para 9% em dietas (isoproteicas e isocalóricas) de perus aumentou o número e vilosidades em todas as partes do intestino delgado. Já Tejeda e Kim (2020) identificaram que o aumento da fibra bruta de 2% para 8% em dietas de frangos de corte utilizando-se casca de soja estimulou o crescimento das vilosidades do duodeno, jejum e ileo. Neste mesmo trabalho, por outro lado, o aumento do uso de fibra bruta favoreceu a perda de aminoácidos endógenos e consequentemente interferiu no desempenho dos frangos. A fibra dietética também pode atuar aumentando a atividade enzimática do pâncreas e peristaltismo reverso que pode levar a aumento na digestibilidade dos nutrientes (Tejeda e Kim, 2021).

Fibras insolúveis, quando adicionadas de 2 a 5% na dieta, muitas vezes modulam positivamente a digestão de amidos, gorduras e proteína bruta. Ao contrário dos componentes fibrosos solúveis da dieta, como pectinas e arabinosilanos que aumentam a viscosidade intestinal, reduzindo a absorção de nutrientes e diminuindo a taxa de passagem da digesta, o que cria ambientes repletos de substratos para crescimento bacteriano (Tejeda e Kim, 2021).

Em geral, melhorias na morfologia intestinal e no desenvolvimento de órgãos como moela e pró ventrículo são observadas e podem levar ao aumento absorção de nutrientes, que pode ser refletida em melhora de desempenho. Fatores como fonte de fibra (solúvel ou insolúvel), tamanho de partícula, nível de inclusão, espécie, idade, estado fisiológico, níveis de energia e proteína na dieta (aminoácidos) e duração de inclusão estão entre os fatores mais influenciam na determinação dos efeitos das fibras nas dietas de frangos de corte. Krás et al. (2013) verificaram que dietas ricas em fibras insolúveis aumentaram o peso da porção anterior do trato digestivo e diminuiu tempo de trânsito da digesta no intestino. Independente da linhagem da ave o uso de fibra reduziu a digestibilidade dos nutrientes. Porém frangos de corte de crescimento mais lento (Label Rouge) após 31 dias de idade obtiveram melhor digestibilidade com a inclusão de fibra na dieta.

### 2.3.2 Fontes de Fibra para rações de frangos de corte

Como já dito, no Brasil as rações para monogástricos são baseadas quase exclusivamente em milho e farelo de soja. Outras fontes de fibras com uma padronização adequada e confiável bem como o custo compensador devem ser desenvolvidas no país, principalmente coprodutos da soja objeto deste estudo (Pottgueter, 2011). O farelo de trigo é a principal fonte de fibra utilizada para a redução dos níveis de energia nas rações avícolas produzidas em nosso país, porém, este ingrediente em muitos momentos, oscila e possui preço mais alto que o milho, inviabilizando seu uso, pois encarece em muito as rações formuladas. A procura de outras matérias primas que possam fornecer o nível de fibra adequado, de qualidade e confiável se faz necessária, a fim de reduzir o custo das rações avícolas e proporcionando tanto um bom resultado zootécnico quanto econômico para a produção de frangos de corte (Pottgueter, 2011).

Utilizada na alimentação de ruminantes, porém, ainda muito pouco explorada na de monogástricos a casca de soja é um coproduto do beneficiamento do grão de soja, com grandes perspectivas de uso pela sua disponibilidade e valor nutricional (Garleb et al., 1988). Tal fonte ainda possui a grande vantagem por não ter competição na alimentação humana e por possuir disponibilidade em função do beneficiamento do grão de soja, sendo que 8% deste é constituída de casca (Mulrhead, 1993).

Segundo Rostagno et al. (2017), o farelo de trigo possui 15,1% de proteína bruta (PB), 29,6% de amido, 9,01% de fibra bruta (FB), 13,1% de fibra detergente ácido (FDA) e 39,8% de fibra detergente neutro (FDN) enquanto a casca da soja possui 14,4% de proteína bruta (PB), não fornece amido, possui 32,9% de fibra bruta (FB), 46,1% de fibra em detergente ácido (FDA) e 58,1% de fibra em detergente neutro (FDN).

Leguminosas como a soja possuem fatores antinutricionais, sendo o mais importante os inibidores da tripsina, por isso o tratamento térmico é de grande importância, pois pode reduzir os efeitos negativos destes compostos. Porém a casca de soja é oriunda da extração de óleo não sofrendo assim tratamento térmico, podendo, dependendo da origem, apresentar grande variação na concentração destes fatores (Sousa, 2017).

Tabela 1. Concentração de Polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) em porcentagem (%) no farelo de trigo e na casca de soja

Fonte de Fibra	Farelo de trigo			Casca de soja		
	S	I	T	S	I	T
PNAs %						
RAFINOSE	0	0	0	0,38	1,15	1,53
FUCOSE	0	0	0	0	0,77	0,77
ARABINOSE	2,34	31,76	34,1	1,15	14,18	15,33
XILOSE	3,53	54,12	57,65	0	29,5	29,5
MANOSE	0,58	1,18	1,76	0	15,33	15,33
GALACTOSE	0,59	3,53	4,12	3,07	6,13	9,2
ÁCIDO GALACTURÔNICO	1,17	1,18	2,35	18,39	9,96	28,35

Obs: S= Solúvel ; I = Insolúvel; T = Total

Fonte: Adaptado de Sousa (2019)

O quadro 1 mostra a concentração de PNAs solúveis e insolúveis no farelo de trigo e na casca de soja. Destaque deve ser dado em primeiro lugar a xilose e em segundo a arabinose tanto no farelo de trigo quanto na casca de soja. Segundo estudo realizado por Sousa et al. (2019) quantidades moderadas de xilose podem contribuir para melhor desenvolvimento do trato gastrointestinal.

#### 2.4 ENZIMAS INCLUÍDAS NAS RAÇÕES DE AVES

As enzimas exógenas são frequentemente utilizadas na nutrição de animais não-ruminantes com a finalidade de potencializar a digestão de polissacarídeos presentes nas estruturas vegetais que não estão acessíveis a esses animais, por incapacidade destes romperem as paredes celulares dos grãos e vegetais. As xilanases são uma classe de carboidrases utilizadas como enzimas exógenas na nutrição de monogástricos, tendo em vista que os xilanos e arabinóxilanos constituem a maior parte de PNAs contidos na casca de soja e farelo de trigo assim como de outras possíveis fontes de fibra na dieta (Sousa, 2019). Segundo Nunes et al (2007), a xilanase tem demonstrado aumento na digestibilidade e a eficiência de utilização dos alimentos de origem vegetal em geral pela capacidade de redução na ação de inibidores de crescimento e auxiliando as enzimas endógenas nos processos digestíveis. Para que possa contribuir com todo seu potencial, assim como em qualquer enzima, a xilanase precisa atender a dois pontos muito importantes: as fontes de fibras devem conter alta concentração de xilanos e assim fornecer um substrato adequado para sua ação e ainda

possuir no meio que se encontra potenciais de hidrogênio (pH) mais baixos como as encontradas na moela e proventrículo.

Rações para aves baseiam-se principalmente, em alimentos de origem vegetal, basicamente milho e soja, que podem apresentar fatores antinutricionais prejudiciais à biodisponibilidade de determinados nutrientes. Tal fato pode diminuir a capacidade da ave de utilizar nutrientes da dieta de forma eficiente, além disso, a necessidade de se desenvolver fontes alternativas de alimentos tais como subprodutos como, por exemplo, a casca de soja, é de extrema necessidade, pois estas possibilitam uma diminuição na inclusão de milho e farelo de soja nas dietas avícolas. O milho é a principal fonte de energia destas dietas (Rostagno et al., 2017) e nos últimos anos, tem sofrido grande aumento de preço elevando assim o custo da ração, além de competir na alimentação humana e produção de biocombustíveis (CONAB, 2021).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são um dos principais fatores antinutricionais encontrados nos ingredientes utilizados nas dietas de frangos de corte (Ferreira et al., 2015). A propriedade antinutricional dos PNAs é causada por sua solubilidade e viscosidade aumentada, o que interfere na mistura das enzimas digestivas com os nutrientes e impede o movimento adequado da digesta e o transporte do produto a partir da hidrólise de moléculas na mucosa intestinal (Slominski, 2011).

Por outro lado, enzimas são proteínas com estrutura tridimensional que controlam sequências de reações químicas em sistemas biológicos, acelerando os processos químicos, sem serem alteradas neste processo e retornando ao seu estado original quando a reação se completa e sendo necessário pequena fração destas quando comparado com a concentração do substrato (Scapini, 2015).

Vários fatores contribuem para a ação catalítica das enzimas, dentre eles a concentração da própria enzima, do tipo e quantidade do substrato, da temperatura, do pH, umidade, de inibidores e de coenzimas (Scapini, 2015).

A suplementação com enzimas específicas pode melhorar o valor nutricional das fibras nas dietas. O emprego das carboidrases pode aumentar a energia metabolizável e diminuir a viscosidade da digesta, fator esse considerado antinutritivo, pois diminui a disponibilidade de todos os nutrientes. As aves não possuem enzimas endógenas capazes de degradar estes polissacarídeos e, desta forma, altos níveis de PNAs na dieta podem resultar

em menor digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta. Além disso, a falta de enzimas pode comprometer o conteúdo de energia dos alimentos, pois mantêm os nutrientes geradores de energia, como carboidratos, lipídios e proteínas, no interior de suas estruturas (Choct et al., 2010).

Conforme mostrado no quadro 1 as xilanas possuem maior concentração em relação aos demais PNAs, tanto na casca de soja quanto no farelo de trigo, com isso o uso adequado de xilose associados ao uso de xilanases podem contribuir para melhor desenvolvimento do trato gastrointestinal (Sousa, 2019). As xilanases são carboidrases que hidrolisam especificamente o xilano tendo como resultado a liberação de xilose conforme figura. Segundo Oriol (2019), os arabinoxilanos são formados por cadeias lineares de unidades de xilose ligadas por ligações  $\beta$ - (1-4), com várias ramificações de unidades de  $\beta$ -L-arabinofuranose conforme mostrado na figura 1.

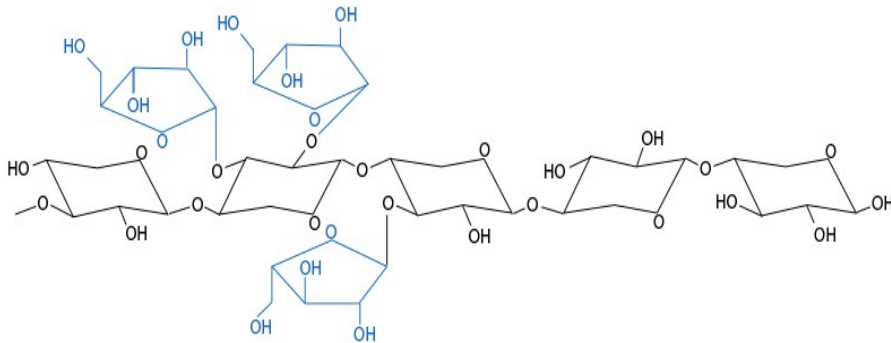


Figura 1. Estrutura molecular das xilanas

Extraída de [https://www.3tres3.com.pt/artigos/xilanases\\_12228/Xilanases](https://www.3tres3.com.pt/artigos/xilanases_12228/Xilanases)

Estas enzimas catalisam a degradação das ligações  $\beta$ -1,4 da xilose (figura 2) e como as demais enzimas exógenas utilizadas na alimentação animal, são produzidas por certas classes de bactérias e fungos.

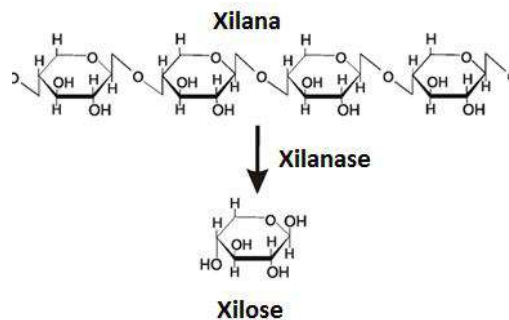


Figura 2. Ação da xilanase extraído (HELD, 2012)



Toledo et al. (2007) observaram maior ganho de peso em frangos de corte machos alimentados com dietas de baixa densidade e suplementadas com enzimas quando comparadas aos que não foram suplementadas com enzimas. O consumo de ração e ganho de peso das aves alimentadas com a dieta controle, sem enzimas, foram superiores aos observados nas dietas de baixa densidade com e sem enzimas. Desta forma, concluiu-se neste estudo que a adição do complexo multienzimático melhora o desempenho das aves submetidas a dietas de baixa densidade. Porém, estas aves tiveram desempenho inferior às alimentadas com dietas padrão. Segundo estes autores é economicamente mais viável produzir frangos com dietas de baixa densidade suplementada com o complexo multienzimático do que com dietas convencionais. Contudo Dalólio et al., (2016), ao conduzirem estudo com inclusão de complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase,  $\beta$  – glucanase, celulase, amilase e pectinase, em dietas a base de milho e de farelo de soja, não encontraram diferença nos parâmetros de desempenho, de rendimento de carcaça e cortes e de qualidade da carne indicando que a suplementação enzimática das dietas fornecidas aos frangos de corte não afetaram estes parâmetros, exceto para características de rendimento de peito e de asas aos 42 dias de idade que demonstraram um melhor rendimento.

Diante da revisão apresentada, pode-se afirmar que o uso de enzimas pode contribuir para a redução dos custos de produção, pois pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes e permitir a utilização de maneira mais efetiva e confiável dos ingredientes alternativos nas rações.

## **2.5. PELETIZAÇÃO**

NIR (1998) define a peletização como o processo em que as rações são submetidas a um procedimento mecânico que tem como finalidade agregar as partículas dos alimentos por meio de compressão sob temperaturas que podem variar de 80 a 90°C e vapor. Klein (2009) define peletização como um processo onde ocorre transformação da ração farelada em granulada utilizando tratamento físico químico, através da adição de vapor à ração farelada e sua submissão a faixa específica de temperatura, umidade e pressão, durante um determinado tempo. Busca-se atingir o pré cozimento da ração proporcionando a gelatinização parcial do amido, transformação das proteínas e disponibilização das fibras, melhorando a digestibilidade da ração.

A qualidade do pélete pode ser definida pela proporção de péletes íntegros que chegam aos comedouros da ave (Miranda et al., 2014). Os principais fatores que interferem na qualidade do pélete são: a característica da peletizadora, a composição da ração, o tamanho da partícula, qualidade da mistura, a temperatura de peletização, a umidade, a injeção de vapor, tempo de condicionamento, resfriamento e transporte (Nir, 1998).

Reimer (1992) verificou que diferentes fatores afetam a durabilidade do pélete nas seguintes proporções: 5% devido ao processo de resfriamento; 15% relacionados a especificação da matriz; 20% relacionados ao condicionamento térmico; 20% relacionados ao tamanho da partícula de ingredientes e 40% atribuído a formulação de rações. Schroeder (2019) verificou que os principais fatores, se repetiram nos modelos analisados em seu estudo, sendo: a amperagem (ao menos 22,84% da variância total), a temperatura do resfriador (ao menos 2,10%) e a inclusão do óleo de soja na fórmula da ração (ao menos 4,21%). Em outro estudo Vaccari (2013) observou que no processamento de uma dieta típica de frangos de corte a base de milho, farelo de soja e farinha de origem animal o percentual de péletes íntegros e o índice de dureza do pélete (PDI) aumentaram de forma linear entre os valores de 0 a 2,1% de adição de umidade. Uma equação linear positiva foi obtida entre a adição de umidade no condicionador e o percentual de péletes íntegros e PDI, porém, um efeito contrário sobre a qualidade da proteína ocorreu pelo aumento na temperatura de processamento diminuindo então o percentual de péletes íntegros.

Um fator limitante para a peletização é o aumento do consumo de energia elétrica e o alto custo de manutenção com os equipamentos (Biagi, 1990). Fato este agravado em 2021 com o aumento das bandeiras tarifárias devido a seca prolongada e a dificuldade de geração de energia elétrica no Brasil. Em uma situação de normalidade, o investimento para adoção do processo de peletização é alto e além disso, aumenta em aproximadamente 2% os custos de produção total da ração (Meinerz et al., 2001). Cardeal et al. (2014) verificaram que a descarga da ração no silo da granja pelo caminhão é o ponto que mais influencia na qualidade dos péletes, acarretando piora de aproximadamente 6% no PDI, e que a descarga de ração peletizada deve ser realizada respeitando a maior abertura da caixa do caminhão e com isso evitar maiores perdas devido ao atrito e quebras durante a sua descarga.

Um pélete de boa qualidade melhora os índices zootécnicos dos frangos, atuando principalmente e de modo mais importante no consumo de ração e na conversão alimentar. Atua também sobre a conversão alimentar, ganho de peso e conseqüentemente, sobre o fator

de produção (Jones, 1979 e Klein, 2009). Andrade (2014) avaliou os efeitos da granulometria do milho e na forma física da ração sobre o desempenho e custo de produção em frangos de corte. Observou que aves alimentadas com ração peletizada apresentam maior consumo de ração, ganho de peso e melhor conversão alimentar do que àquelas que receberam ração farelada para todas as fases de criação de fêmeas e para as fases inicial e crescimento dos machos. Além dos benefícios já observados para as aves como o aumento da ingestão devido à mudança da forma física aumentando o consumo e reduzindo o tempo de consumo das aves, redução da seleção dos ingredientes e diminuição do desperdício, outros benefícios também são observados tais como: como o aumento da densidade da ração e conseqüentemente redução de espaços para armazenamento, menor custos de transporte, redução microrganismos na ração e aumento na vida útil da ração.

Desvantagens também são observadas tais como: a possibilidade de perda ou destruição de algumas vitaminas e a necessidade de uso de antioxidantes para reduzir a possibilidade de oxidação dos nutrientes da dieta durante o processamento, devido à exposição à umidade e temperatura (Ensminger, 1985). Além disso, pelo aumento do consumo e maior disponibilidade dos nutrientes, rações peletizadas podem ocasionar excesso de gordura na carcaça levando a uma rejeição pelo mercado consumidor (Rosa et al., 1995 e Klein, 1996), sendo necessários ajustes nutricionais ao peletizar a ração.

Na prática sabe-se que a inclusão na ração de fontes de óleo/lipídios acima da 4% interferem na agregação dos péletes, então o uso de fontes fibra na dieta podem vir a ser um importante fator de agregação e coesão das partículas para uma boa durabilidade do pélete (Miranda et al., 2011). Porém, BRIGS *et al.* (1999), avaliando os efeitos da inclusão de óleo às rações, verificaram que um aumento de 2,9% a 7,5% de óleo resultou em péletes com 88,8% e 59,6% do índice de durabilidade dos péletes (PDI), respectivamente. Estes autores concluíram que a qualidade do pélete é comprometida quando a inclusão de óleo for maior que 5,6%.

Segundo Fahrenholz (2012), o índice de durabilidade do pélete (PDI) é um importante método para se verificar a qualidade o pélete. Para aves, segundo Kracker (2020), o PDI deverá ser >85% e feito com uma força máx de 3 kgf/ cm<sup>2</sup>. Isso significa que mais de 85% dos péletes íntegros produzidos, após serem submetidos a forças físicas e/ou mecânicas chegam íntegros ao comedouro das aves para serem consumidos. Outro recurso utilizado é o Método Embrapa de Avaliação do Pélete (MEP). Este método é realizado coletando amostras

de 300 g à saída da peletizadora antes do resfriamento. Após seu resfriamento da amostra realiza-se a sua pesagem, então esta deve ser peneirada em aparelho com peneira de 4 mm de abertura por trinta segundos e calculado o percentual com os péletes após peneiragem divididos pelos antes da peneiragem multiplicando seu resultado por cem (Schmidt et al 2004). Segundo McKinney (2004) que péletes íntegros acima de 40% proporcionam um maior ganho de peso e uma melhor conversão alimentar para as aves.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos gerais**

- Avaliar o desempenho dos frangos de corte alimentados com dietas com baixa energia e inclusão de casca de soja como fonte de fibra.
- Avaliar o uso de complexo enzimático sobre o desempenho de aves associado ao uso da casca de soja como fonte de fibra.
- Avaliar o efeito na qualidade do pélete em função do uso de óleo de soja e casca de soja na ração.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar os efeitos da utilização de casca de soja sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.
- Avaliar os efeitos do uso de complexo enzimático sobre os polissacarídeos não amiláceos e seu impacto em frangos de corte.
- Avaliar a viabilidade da utilização de casca de soja como matéria prima alternativa na alimentação de frango de corte sobre o custo benéfico para produção de carne.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. C. Granulometria e forma física da ração para frangos de corte- 2014. 60f. Dissertação (Doutorado em zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- ATTIA, Y.A., AL-HARTHI, M.A., ELNAGGAR, A.S., 2018. Productive, physiological and immunological responses of two broiler strains fed different dietary regimens and exposed to heat stress. *Ital. J. Anim. Sci.* 17, 686–697, 2018.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. *Anim Feed Sci Technol.* 2001;90(1):3–20.
- BAIÃO, N. C., LARA, L.J.C. Oil and Fat in Broiler Nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science.* v.7, n.3, p.129-141, 2005.
- BIAGI, J.D. Tecnologia da peletização da ração. In: Simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal, 1990, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.37-59, 1990
- BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M. et al. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.40, n.12, p.2744-2753, 2011.
- BRIGGS, J.L.; MAIER, D.E.; WATKINS, B.A.; BEHNKE, K.C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. ***Poultry Science***, v.78, p.1464-1471, 1999.
- CARDEAL, P.C., ROCHA, J.S.R., FERREIRA, H.C., SANTOS, C.H., POMPEU, M.A., CUNHA, C.E., BAIÃO, N.C., LARA L.J.C. Efeito do transporte de péletes sobre sua qualidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.5, p.1618-1622, 2014.
- CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J.; PEISKER, M. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive na anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, v.23, n.10, p. 1386-1398, 2010.
- COBB500: Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte. Disponível em: <https://www.cobb-vantress.com/products/cobb500>. Acesso em: 13Jul 2020
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira-Grãos, Safra 2020/21. Décimo levantamento, Julho de 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3652-producao-de-graos-deve-superar-268-milhoes-de-toneladas-na-safra-2020-21#:~:text=De%20acordo%20com%20o%201%C2%BA,de%20toneladas%20da%20%C3%BA,de%20safr>. Acesso em: 28 julho 2021.

DALE, N.M., FULLER, H.L., Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress I. Dietary fat levels. *Poult. Sci.* 58, 1529–1534, 1979.

DALOLIO, F.S., MOREIRA, J., VAZ, D.P., ALBINO, L.F.T., VALADARES, L.R., PIRES, A.V., PINHEIRO, S.R.F. Exogenous enzymes in diets for broilers. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, v.17, n.2, p.149-161 abr./jun., 2016.

DOZIER, W. A. et al. Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. *Poultry Science*, v. 90, n. 4, p. 804-814, 2011.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*. Amsterdam, v.23, 1-3, p.27-42, 1989.

ENSMINGER, M.E. Processing effects. In: *Feed Manufacturing Technology III*. AFIA. Cap. 66. p. 529-533, 1985.

FAHRENHOLZ, A.C. Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability. 66p. Dissertação de mestrado. Kansas State University, Kansas, 2012.

FERREIRA, G.S., PINTO, M.F., NETO, M.G., PONSANO, E.H.G., Camila Angélica GONÇALVES, C.A, BOSSOLANI, I.L.C., PEREIRA, A.G. Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.1, p.104-110, 2015.

FERREIRA, Jr, H.C., HANNAS, M.I., ALBINO, L.F.T., ROTAGNO, H.S., NEME, R., FRARIA, B.D., XAVIER, M.L., RENNÓ, L.N. Effect of the addition of  $\beta$ -mannanase on the performance, metabolizable energy, amino acid digestibility coefficients, and immune functions of broilers fed different nutritional levels. *Poultry Science*. v.95 (8), p.1848-1857, 2016.

GARLEB, K. A.; FAHEY JUNIOR, G. C.; LEWIS, S. M.; KERLEY, M. S.; MONTGOMERY, L. Chemical composition and digestibility of fiber fractions of certain by-products feedstuffs fed to ruminants. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 66, n. 10, p. 2650-2662, 1988.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. 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, p. 1705-1715, 2007.

HASSAN, S.S., ATTIA, Y.A., ABD-EL-HAMID, A.E., NAGADI, S.A., EL-ASHRY, A., 2018. Impact of increasing dietary oil concentrations with a constant energy level on the tolerance of broiler chickens to a high ambient temperature. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 9, 220–239, 2018.

HELD, P. Enzymatic Digestion of Polysaccharides. *BioTek Instruments*. Vermont. 2012.

HERNÁNDEZ, E.R.G.; VALDIVIA, C.B.P. La pared celular: componente fundamental de las células vegetales. 1ª edición. *Carretera:Universidad Autónoma Chapingo*.1995. 96p

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science*. v.60, p.415-422, 2004.

HIDALGO, M. A. et al. Live Performance and Meat Yield Responses of Broilers to Progressive Concentrations of Dietary Energy Maintained at a Constant Metabolizable Energy-to-Crude Protein Ratio. *The Journal of Applied Poultry Research*, v. 13, n. 2, p.319-327, 2004.

HRDINKA, C.; ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W. et al. Effects of dietary fatty acids pattern on melting point and composition of adipose tissues and intramuscular fat of broiler carcasses. *Poult. Sci.*, v.75, p.208-215, 1996.

JERACI, J.L.; VAN SOEST, P.J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. *Advances in experimental medicine and biology*, v.270, p.245-263, 1990.

JIMÉNEZ-MORENO E., GONZÁLEZ-ALVARADO JM. Use of Dietary Fiber in Broilers. Disponível em: <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/use-dietary-fiber-broilers-t36096.htm>. Acesso em: 03 Jul. 2020.

JHA, R.; MISHRA, P. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *Mishra Journal of Animal Science and Biotechnology*, (2021) 12:51

JONES, T.F. Pelleting... Is it Worth it? *Poultry Digesty*. p.454-456, 1979.

KLEIN, A. A. A Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. Anais Porto alegre: FACTA: 2009. P.173-193.

KLEIN, C. H. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça e a eficiência de utilização da energia metabolizável consumida por frangos de corte. (Tese de Mestrado). Faculdade de Agronomia da UFRGS. Porto Alegre-RS, 97p., 1996.

KNUDSEN, K. E. B., Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. Symposium: Substrates for exogenous enzymes, *Poultry Science* n.93, p.2380-2393, 2014.

KRACKER, J.C. Como melhorar a qualidade física da ração peletizada. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/como-melhorar-a-qualidade-fisica-da-racao-peletizada/78/>. Acesso em: 21 de setembro 2021.

KRÁS, R.V., KESSLER, A.M, RIBEIRO A.M.L., HENN, J.D., BOCKOR, L., SBRISSIA, A.F. *Effect of Dietary Fiber, Genetic Strain and Age on the Digestive Metabolism of Broiler Chickens*. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.15, n.2, p. 83-90, 2013

LACEY, P. M. C. Developments in the theory of particle mixing. *Journal of applied chemistry*, v. 4, n. 5, p. 257-268, 1954

LARA, L.J.C, BAIÃO, N.C., CANÇADO, S.V., FIUZA, M.A., RIBEIRO, B.R.C. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, n.6, p.792-798, 2005.

LARA, L.J.C., CAMPOS, W.E., BAIÃO, N.C., LANA, A.M.Q., CANÇADO, S.V., ROCHA, J.S.R., POMPEU, M.A. BARBOSA, V.M. Efeitos da forma física da ração e da linhagem de frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes e determinação de energia líquida. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1849-1857, 2013

LARA, L.J.C, BAIÃO, N.C., ROCHA, J.S.R., LANA, A.M.Q., CANÇADO, S.V., FONTES, D.O., LEITE, R.S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.4, p.970-978, 2008.

LEHNINGER, A.J., NELSON, D.L., COX, M.M. *Princípios de bioquímica*. 2.ed. (2 reimpressão). São Paulo: Sarvier, 2000. 839p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. *Nutrition of the Chicken*. 4 ed. Guelph, Ontario, Canada: University Books, 2001. 601p.

MCKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poult. Sci.*, v.83, p.1165-1174, 2004.

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. *J. appl. Poult. Res.* 21:156–174. 2012.

MATTERSON, L.D. *et al.* The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Connecticut: The university of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).

MEINERZ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ Jr., A.M.; KESSLER, A.M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.2026-2032, 2001.

MIRANDA, D.J.A., LARA, L.J.C., POMPEU, M.A., BARBOSA, V.M., ROCHA, J.S.R., CARDOSO, D.M. Peletização de ração para frangos de corte: fatores que interferem na qualidade do pélete. *B. Indústria anim., N. Odessa*, v.68, n.1, p.081-092, jan./jun., 2011.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa and their consequences on digestive health in Young non-ruminant animal. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.108, n.1-4, p.95-117, 2003.



MOREIRA J., MENDES A.A., GARCIA, E.A., OLIVEIRA R.P., GARCIA, R.G., ALMEIDA, I.C.L. Avaliação de Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade da Carne do Peito em Frangos de Linhagens de Conformação versus Convencionais. R. Bras. Zootec., v.32, n.6, p.1663-1673, 2003 (Supl. 1).

MORITA, M.M. Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1992. Santos, Anais...Santos: APINCO, 1992, p.29-35.

MULRHEAD, S. Soyhulls are acceptable alternative to forage fiber in dairy cows diets. Feedstuffs, v. 655, n. 46, p.12, 1993.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger Principles of Biochemistry. 5 ed. New York, USA: W. H. Freeman, 2008. 1294p

NIR, I., Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998. Campinas. Anais. Campinas: CBNA, p.49-68,1998.

NUNES, J. K.; ROSSI, P.; ROCHA, A. L. M.; ROCHA, A. A.; DALLMANN, H. M.; REIS, J. S.; RIBEIROS, J. N.; GONÇALVES, F. M.; ANDERS, P.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. Avaliação da qualidade dos ovos de poedeiras suplementadas com complexo enzimático em dietas vegetarianas reformuladas. In *Congresso de Iniciação Científica, 16, 2007, Pelotas*. Anais... Pelotas: Faem, 2007.

OLIVEIRA, E.F.M., ZANUSSO, J.T., DONZELE, J.L., FERREIRA, R.A., ALBINO,L.F.T., VALERIO, S.R., NETO, A.R.O., CARMO, H.M. Níveis de Energia Metabolizável para Frangos de Corte de 1 a 21 Dias de Idade Mantidos em Ambiente de Alta Temperatura. Rev. bras. zootec., 29 (3):810-816, 2000.

ORIOLO, D. S. Ficha técnica com os tipos, características, utilizações e resultados dos estudos mais recentes de enzimas xilanases. Disponível em: [https://www.3tres3.com.pt/artigos/xilanases\\_12228/Xilanases](https://www.3tres3.com.pt/artigos/xilanases_12228/Xilanases). Acesso em: 31 agosto 2021.

PALENZUELA, P.R.; GARCIA, J.; BLAS, C. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. In: *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. Barcelona: FEDNA, p. 227-240, 1998.

PINEIRO, C.C., REGO, J.C.C., RAMOS, T.A., SILVA, B.K.R, WARPECHOWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 984-996, out./dez. 2008.

PLAVNIK, I. et al. The response of broiler chickens and turkey poults to dietary energy supplied either by fat or carbohydrates. *Poultry Science*, v. 76, n. 7, p. 1000-1005, 1997.

POTTGUETER, R. Fiber in Layer's Feed – A Practical Approach based on Raw Materials' Varying Patterns. In: Congresso latinoamericano de avicultura, 22, 2011, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: [s.n.] 2011.

RACANICCI, A C, *et al.* Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves reduz seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2004, vol. 33, nº 4, p. 919-923

REIMER, L. Proceedings Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. California Pellet Mill Co. Crawfordsville, p. 7, 1992.

RIOS, H.V. *Frações de polissacarídeos não amídicos presentes em ingredientes utilizados na formulação de ração para frangos de corte*. 2014. 29f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

ROCHA, A.G., Uniformidade de mistura das rações e seu efeito no desempenho de frangos de corte, 2014. 87f. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Medicina Veterinária Preventiva, da Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

ROSA, P. S., ÁVILA, V. S., GUIDONI, A. L., BRUM, P. A. R., KERBER, R. L. Influência de Diferentes Formas Físicas de Ração sobre a Composição e Carcaça de Frangos de Corte Fêmeas no Verão. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba-PR.. Anais... FACTA, p.215-216, 1995.

ROSTAGNO, H.S. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 186p.

ROUGIÈRE, N, CARRÉ B. Comparação dos tempos de transito gastrointestinal entre frangos das linhas D+ e D- selecionadas para eficiência de digestão divergente animal. *Animal*. v.4, p.1861-1872, 2010.

RUFINO, J.P.F, CRUZ, F.G.G.C., OLIVEIRA FILHO, P.A., MELO, R.D., FEIJÓ, J. C., MELO, L.D. Fibra alimentar em dietas para aves – Uma revisão. *Rev. Cient. Avic. Suin.*, v. 3, n. 2, p. 033-042, 2017

SAKOMURA, N.K; Da SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHIL, D,L. Nutrição de Não Ruminantes. Jaboticabal, Funep, 678p. 2014.

SCAIFE, J.R.; MOYO, J.; GALBRAITH, H. et al. Effect o different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *Br. Poult. Sci.*, v.35, p.107-118, 1994.

SCAPINI, L.B. Suplementação de  $\beta$ -mananase em dietas para frangos de corte criados em condições experimentais e comerciais. 2015. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Paraná, 2015.

SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. *Journal of Applied Poultry Research*, v.7, p. 359-371, 1998.

SCHROEDER, B. Modelagem empírica da qualidade dos péletes de rações para frangos de corte e suínos. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

SILVA, J.H.V., ALBINO, L.F.T., NASCIMENTO, A.H. Níveis de Energia e Relações Energia: Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. *Rev. bras. zootec.*, 30(6):1791-1800, 2001

SKLAN, D.; SMIRNOV, A.; PLAVNIK, I. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *Br. Poultry. Sciebce.* v.44, p. 735-749, 2003.

SLOMINSKI, B.A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*. V.90, p. 2013-3023. 2011.

SOARES, R.H., LARA L.J.C, MARTINS, N.R.S., SILVA, R.R., PEREIRA, L.F.P., CARDEAL, P.C., TEIXEIRA, M.P.F. Protein diets for growing broilers created under a thermoneutral environment or heat stress. *Animal Feed Science and Technology* 259 (2020) 114332, 2020.

SOUSA, L.S, CARVALHO, T.S.M., NOGUEIRA, F.A., SALDANHA, M.M., VAZ, D.P., BETERCHINI, A.G., BAIÃO, N.C., LARA, L.J.C. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. *R. Bras. Zootec.*, 48:e20170286, 2019.

SWENNEN, Q., EVERAERT, N., DEBONNE, M., VERBAEYS, I., CAREGHI, C., TONA, K., JANSSENS, G.P.J., DECUYPERE, E., BRUGGEMAN, V., BUYSE, J. Effect of macronutrient ratio of the prestarter diet on broiler performance and intermediary metabolism. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* v.94, p.75-384, 2010.

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, p. 6828-6836, 2020.

TEJEDA, O. J., KIM, W. K. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition - Review. *Animals*, v.11, p.461 2021.

TOLEDO, G.S.P., COSTA, P.T.C., SILVA, J.H., CECCANTINI, M., JUNIOR, C.P. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.2, p.518-523, mar-abr, 2007.

VACCARI, I.C.M. Qualidade de rações peletizadas para frangos de corte com adição de umidade, diferentes tamanhos de partículas e tratamento térmico - 2013. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-Graduação em zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus de Rio Verde, 2013.

VIANA, M.T.S., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., SILVA, E.A., VIEIRA, T.A., JUNIOR, V.R. Utilização de xilanase em dietas compostas por milho e farelo de soja de poedeiras comerciais em postura. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.2, p.385-390, 2011.

YOUSSEF, A.A., AL-HARTHI, M.A., HASSAN, S.S. Responses of broiler chicken to different oil levels within constant energy levels from 20 to 40 days of age under hot weather conditions. *Italian Journal of Animal Science*. Vol. 20, nº. 1, 664–676, 2021.

ZEFERINO, M. Milho e Soja: análise da relação de preços entre maio de 2020 e maio de 2021. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1-5. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15928> Acesso em: 26 Jul 2021.

## Níveis de energia, casca de soja e complexo enzimático na nutrição de frangos de corte

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização de óleo de soja em dietas de baixo valor energético por meio da inclusão de fibra dietética oriunda da casca de soja e complexo enzimático em frangos de corte de 20 a 36 dias de idade. Foram utilizados 360 frangos de corte machos da linhagem Ross<sup>®</sup>, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso utilizando seis tratamentos isoproteicos com 19,5% PB: tratamento A (controle) 3.150 kcal/ kg; tratamento B com 3.120 kcal/ kg de energia e uso de óleo de soja; tratamento C com 3.120 kcal/kg de energia, com inclusão de casca de soja e uso de óleo de soja da ração controle; tratamento D com 3.150 kcal/kg de energia e inclusão de complexo enzimático; tratamento E com 3.150 kcal/ kg com uso de óleo de soja da ração controle, inclusão de casca de soja como fonte de fibra e inclusão de complexo enzimático; tratamento F com 19,5% PB, 3.120 kcal/ kg com a inclusão de óleo de soja da ração controle, inclusão de casca de soja como fonte de fibra e inclusão de complexo enzimático. Quatro repetições foram utilizadas para cada tratamento. Foram avaliadas qualidade do pélete produzido e variáveis de desempenho das aves tais como: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade, índice de eficiência produtiva e custo da ração/ kg ração. Após o abate das aves, aos 36 dias, foram avaliados os rendimentos de carcaça, cortes e órgãos digestivos. Houve efeito dos tratamentos na qualidade do pélete ( $P < 0,05$ ), sendo o tratamento D o que apresentou melhor durabilidade dos péletes em relação aos demais tratamentos. Os resultados apresentados demonstram que não houve efeito dos tratamentos no desempenho e rendimento de carcaça ( $P > 0,05$ ), porém o custo de produção foi menor no tratamento D ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos tratamentos em relação aos níveis de energia da dieta. Casca de soja pode ser utilizada como fonte de fibra em dietas de frangos de corte sem afetar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. A utilização de enzimas reduziu o custo do frango produzido mesmo sem a inclusão da casca de soja. A qualidade do pélete é fundamental no desempenho e custo de produção de ração em frangos de corte

**Palavras-chave:** fibra alternativa, óleo, baixa energia, enzima, viscosidade, polissacarídeos não amiláceos.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of soybean oil in low-energy diets through the inclusion of dietary fiber from soybean hulls and an enzyme complex in broilers from 20 to 36 days of age. A total of 360 Ross® male broilers were used, distributed in a completely randomized design using six isoprotein treatments with 19.5% CP: treatment A (control) 3,150 kcal/kg; treatment B with 3,120 kcal/kg of energy and use of soybean oil; treatment C with 3,120 kcal/kg of energy, including soybean hulls and use of soybean oil in the control diet; treatment D with 3,150 kcal/kg of energy and inclusion of an enzymatic complex; treatment E with 3,150 kcal/kg with the use of soybean oil from the control diet, inclusion of soybean hulls as a source of fiber and inclusion of an enzymatic complex; treatment F with 19.5% CP, 3,120 kcal/kg with the inclusion of soybean oil in the control diet, inclusion of soybean hulls as a source of fiber and inclusion of an enzymatic complex. Four replicates were used for each treatment. The quality of the pellet produced and performance variables of the birds were evaluated, such as: feed consumption, weight gain, feed conversion, viability, productive efficiency index and feed cost/kg feed. After the birds were slaughtered, at 36 days, carcass, cuts and digestive organs yields were evaluated. There was an effect of the treatments on the quality of the pellet ( $P < 0.05$ ), with treatment D being the one that showed the best durability of the pellets in relation to the other treatments. The results presented show that there was no effect of treatments on performance and carcass yield ( $P > 0.05$ ), but the production cost was lower in treatment D ( $P < 0.05$ ). There was no effect of treatments on dietary energy levels. Soybean hulls can be used as a fiber source in broiler diets without affecting the performance and carcass yield of broilers. The use of enzymes reduced the cost of chicken produced even without the inclusion of soybean hulls. Pellet quality is critical to the performance and cost of feed production in broilers.

**Keywords:** alternative fiber, oil, low energy, enzyme, viscosity, non-starch polysaccharides.

## INTRODUÇÃO

Em função da constante evolução genética dos frangos, cada vez mais tem sido pesquisada uma nutrição voltada a este novo material genético. A redução dos níveis de energia nas dietas para frangos de corte tem sido uma das estratégias utilizadas em função do alto custo da suplementação energética e da maior eficiência na utilização dos nutrientes observada nas linhagens atuais. Com a redução desses níveis, o ingrediente energético de maior custo, óleos e/ou gorduras, tem suas inclusões reduzidas nas fórmulas de rações o que

consequentemente têm efeitos muitas vezes negativos no desempenho das aves em função dos vários benefícios da utilização destes ingredientes nas rações para frangos de corte. Em função disso, a utilização de fontes de fibra podem trazer benefícios bem como permitir a utilização de rações de baixa energia com maiores inclusões de fontes lipídicas. Do ponto de vista do processamento de rações, maiores inclusões de fontes lipídicas (acima de 4%) podem trazer prejuízos na qualidade do pélete, porém estes prejuízos podem ser minimizados pela presença de uma fonte de fibra de qualidade nas rações.

O Brasil é um grande produtor mundial de commodities como milho e a soja com uma produção de 268,7 milhões de toneladas em 2020/ 2021 (CONAB, 2021), os resíduos produzidos por estas culturas se tornam opções para o uso na alimentação animal como fontes de matérias primas alternativas, porém para seu uso de forma segura e correta é necessária a padronização dos mesmos.

No período de 2020/2021, houve grande incremento nos custos da produção avícola. Isto ocorreu devido ao aumento no preço do milho e da soja, alavancados pelo aumento de exportações destes produtos e também por problemas climáticos ocorridos no Brasil neste mesmo período (Zeferino 2021). Ambos, milho e soja, têm a fabricação de rações para animais como principal destino nas atuais condições.

A busca por fórmulas de rações mais baratas sem alteração na produtividade tem sido o objetivo das empresas avícolas, para isso há procura por ingredientes alternativos para substituir parte da inclusão do milho ou da soja. A principal fonte de fibra utilizada em dietas avícolas é o farelo de trigo, porém se trata de um ingrediente de alto custo, sendo necessária a busca de fontes alternativas de fibras tal como a casca de soja, sendo esta já utilizada nas dietas de ruminantes. O uso desta fibra nas formulações permitiria a redução da utilização de milho abrindo a necessidade na formulação de fontes energéticas de maior custo (óleos e gorduras) proporcionando assim dietas com energias mais baixas porém desfrutando dos benefícios do uso de óleos e gorduras tais como seus efeitos extra calóricos.

As fibras são constituídas quimicamente por um agregado de compostos entre eles os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que podem prejudicar a digestibilidade dos nutrientes e consequentemente, o desempenho produtivo do animal. Segundo Englyst (1989), as arabinoses, xiloses (pentoses), galactoses e manoses (hexoses), raminoses e fucoses (deoxi-

hexoses) e ácidos glucurônico e galacturônico (ácidos urônicos) constituem as moléculas de PNAs.

Animais monogástricos têm dificuldade no aproveitamento dos PNAs, tendo em vista que as ligações tipo beta destas moléculas tornam os nutrientes indisponíveis em animais não ruminantes, pelo fato de não possuírem enzimas endógenas para romper estas ligações. A solubilidade da fibra é outro fator importante que varia de acordo com a presença de PNAs, afetando o trânsito intestinal, mucosa intestinal, regulação hormonal (Knudsen, 2014). Por outro lado, a presença de PNAs insolúveis pode ser benéfica para o aproveitamento do amido após sua liberação da moela.

A utilização de enzimas exógenas pode proporcionar melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos pelas fibras por meio da quebra das ligações beta aumentando assim da disponibilidade desses nutrientes.

Objetivou-se avaliar dietas com menor nível energético mantendo maiores inclusões de óleo de soja, porém para que isso fosse possível e viável foi necessária a inclusão de fonte de fibra na dieta, para valorizar o uso da fibra foi utilizada um complexo enzimático visando melhor aproveitamento dos constituintes fibrosos e conseqüentemente melhora nos parâmetros avaliados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada neste experimento foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais – CEUA, sob protocolo nº 138/2021

Foram utilizados 360 pintos de um dia de idade, machos da linhagem Ross<sup>®</sup>, com peso inicial médio de 42 gramas oriundos de matrizes com 37 semanas de idades. Os pintos foram adquiridos de incubatório comercial (São Sebastião do Oeste, Minas Gerais), vacinados contra a doença de Marek, Newcastle e Gumboro.

Durante todo o período pré-experimental (1 a 20 dias) e experimental (20 a 36 dias), as aves foram alojadas em 24 gaiolas metálicas (1,0 mx 1,0 m) na densidade de 15 aves/m<sup>2</sup> em sala climatizada.

As dietas experimentais foram oferecidas de 20 a 36 dias de idade e anteriormente foi ofertada uma dieta inicial comum a todas as aves. A ração inicial foi ofertada na forma farelada e as rações experimentais na forma peletizada. As aves tiveram acesso *ad libitum* a



ração e água durante todo o período experimental e ficaram sobre um regime de iluminação de 16L:8E até 25 dias e 14L:10E de 26 a 35 dias. As temperaturas seguiram as recomendadas por Ross (2018), sendo mantida em 24°C durante a fase experimental. Esta temperatura foi medida pelo sensor do painel e por termômetros colocados próximo às gaiolas.

Os frangos foram pesados dentro de cada tratamento e repetição no início (20 dias) e no final do período experimental (36 dias) para determinação da conversão alimentar e ganho de peso. O consumo de ração foi avaliado semanalmente e corrigido em função da mortalidade. A conversão alimentar foi calculada em função do consumo da ração dividida pelo ganho de peso. O índice de Eficiência produtiva foi calculado de acordo com a fórmula,  $IEP = (GPD \text{ (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)} / CA) \times 100$ , e a avaliação econômica foi realizada de acordo com a fórmula conversão alimentar multiplicado\*custo da ração, compondo o custo da ração por kg de frango.

Aos 36 dias de idade, 12 aves por tratamento foram selecionadas (respeitando um desvio máximo 5% da média de peso de cada repetição), anilhadas e abatidas após 12 h de jejum e posteriormente resfriadas e acondicionadas no freezer do abatedouro situado na Fazenda Experimental de Igarapé. As aves foram insensibilizadas e abatidas e as seguintes rendimentos foram avaliados: rendimento da carcaça depenada (com cabeça/pescoço, pé e vísceras), peito, coxa+sobrecoxa, asa, moela e proventrículo. Para o cálculo do rendimento de carcaça, foi tomado como base o peso vivo obtido individualmente no momento do abate.

As rações experimentais foram fabricadas em empresa integradora de frangos de corte (Igaratinga, Minas Gerais) e durante a peletização (Van Aarsen, modelo CU900) das rações seis amostras de cada ração foram coletadas para avaliação do índice de durabilidade do pélete (PDI). Para determinação do PDI, as amostras de ração foram peneiradas em peneira Tyler 8 (2,36 mm) por dois minutos. Foram pesados 500 g de ração peneirada e colocados em durabilímetro por 10 minutos, numa rotação de 50 a 55 rpm. Após esse tempo, a amostra foi novamente peneirada em peneira Tyler 8 por dois minutos e pesada. O PDI foi dado pelo percentual sobre 500 g que não gerou finos (Fahrenholz, 2012).

Todos os tratamentos utilizados apresentaram um teor 19,5% de PB. Os níveis de energia metabolizável de cada dieta definiram os tratamentos, com e sem inclusão de casca de soja e com ou sem inclusão de complexo enzimático A tabela 1 esquematiza os tratamentos utilizados.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais

Tratamento	EM (kcal/kg)	Óleo (%)	ENZINA	Casca de soja (%)
A	3150	2,71	não	-
B	3120	2,14	não	-
C	3120	2,71	não	1,36
D	3150	1,5	sim	-
E	3150	2,71	sim	2,64
F	3120	2,71	sim	3,93

Para a formulação das rações foram utilizados os valores nutricionais dos ingredientes encontrados nas tabelas brasileiras de aves e suínos (Rostagno et al., 2017).

Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações

Ingredientes	Inicial		Crescimento				
	I	A	B	C	D	E	F
Milho moído 7,5% PB	61,67	68,57	70,00	68,14	71,65	67,86	66,77
Farelo de soja 46% PB	28,33	22,57	21,59	21,79	20,5	20,64	20,43
Óleo de soja degomado	2,33	2,71	2,14	2,71	1,5	2,71	2,71
Farinha de carne 48% PB	5,83	2,57	2,64	2,29	2,64	2,36	2,36
Farinha de penas 78% PB	-	2	2	2	2	2	2
Casca de Soja	-	-	-	1,36	-	2,64	3,93
Sal comum	0,38	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Calcário	0,42	0,61	0,65	0,71	0,68	0,75	0,74
Suplemento Vitamínico mineral <sup>1,2</sup>	0,4	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Salinomicina	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Treonina	0,2	-	-	0,01	0,11	0,02	0,02
Cloreto de Colina 60%	-	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
DL- Metionina	42	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26
L-Lisina	0,39	0,23	0,25	0,25	0,28	0,27	0,27
Enramicina	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase DSM 50 g	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Complexo Enzimático*	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01

Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores Nutricionais calculados	Inicial	A	B	C	D	E	F
EMA (kcal/kg)	3032	3150	3120	3120	3150	3150	3120
PB (%)	21,93	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Cálcio (%)	0,9	0,84	0,84	0,83	0,85	0,85	0,85
Fósforo diponível (%)	0,48	0,42	0,42	0,4	0,42	0,4	0,4
Sódio (%)	0,21	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Lisina digestível (%)	0,95	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Treonina Dig (%)	0,86	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Met + Cist Dig (%)	0,95	0,79	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Met Dig (%)	0,7	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Triptofano Dig (%)	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Fibra Bruta (%)	2,31	2,17	2,17	2,59	2,16	2,96	3,35
Extrato Etéreo (%)	5,65	5,89	5,35	5,85	4,75	5,87	5,87

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (Fase inicial). Cada 1,0 kg contém: Vit. A (Mín) 2.500.000 UI, Vit. D3 (Mín) 500.000 e 1.250 UI, Vit. E (Mín) 2.000 UI, Vit. K3 (Mín) 750 mg, Vit. B1 (Mín) 305 mg, Vit B2 (Min) 1.135 mg, Vit. B6 (Mín) 325 mg, Vit. B12 (Mín) 2.000 mcg, Niacina (Mín) 7.500 mg, Ácido Fólico (Mín) 75 mg, Ácido Fólico (Mín) 75 mg, Ácido Pantotênico 2.530 mg, Cobalto (Mín) 25 mg, Selênio 50 mg, Iodo 250 mg, Ferro (Mín) 12,5 g, Cobre (Mín) 1.424 mg, Manganês (Mín) 14 g, Zinco 9 g.

<sup>2</sup>Suplemento Vitamínico Mineral (Fase crescimento). Cada 1,0 kg contém: Vit. A (Mín) 12.000.000 UI/ kg, Vit. D3 (Mín) 4.000.000 UI/ kg, Vit. E (Mín) 20.000 UI/ kg, Vit. K3 (Mín) 3.200 mg/ kg, Vit. B1 (Mín) 2.800 mg/ kg, Vit. B2 (Mín) 8.000 mg/ kg, Vit. B6 (Mín) 4.000 mg/ kg, Vit. B12 (Mín) 20.000 mcg/ kg, Niacina (Mín) 60 g/ kg, Ácido Pantotênico (Mín) 22 g/ kg, Ácido Fólico (Mín) 1.200 mg/ kg, Cobre (Mín) 16,00 g/ kg, Ferro (Mín) 100,00 g/ kg, Iodo (Mín) 2.400 mg/ kg, Mangnês (Mín) 140,00 g/ kg, Selênio (Mín) 400,00 mg/ kg, Zinco (Mín), 100,00 g/ kg.

\*Rovabio® Excel AP T-Flex. Endo-3(4)-Beta Glucanase (Min.) 30.000 UV/g; Endo-1-4-Beta-Xilanase (Min.) 22.000,00 UV/g. EMA (Kcal/kg): 50,0; Proteína (%): 0,36; Lisina dig. (%): 0,0075; Met+Cis dig. (%): 0,0060; Treonina dig. (%): 0,006; Triptofano dig. (%): 0,0017.

### **Delineamento experimental**

O delineamento experimental para o desempenho e para a digestibilidade das aves foi inteiramente ao acaso com seis tratamentos (dietas) e quatro repetições de 15 aves cada. Para o rendimento de carcaça o delineamento foi o mesmo com 12 aves por tratamento, sendo cada ave uma repetição.

O modelo estatístico utilizado para o desempenho e digestibilidade, adotando o delineamento inteiramente casualizado, foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

onde:

$\hat{Y}_{ij}$  = observação do tratamento i na parcela j;

$\mu$  = média geral das observações;

$t_i$  = efeito do tratamento i (i = nível de proteína bruta na dieta);

$e_{ij}$  = erro experimental aleatório atribuído ao efeito do tratamento i, na parcela j.

Os dados foram avaliados para homocedasticidade e normalidade com a aplicação do teste Shapiro-Wilk (5%). As médias foram submetidas a ANOVA. Os resultados obtidos foram analisados pelo teste de Tukey sendo os parâmetros de significância utilizados foram baseados em  $P \leq 0,05$ . Todas as análises foram realizadas com o uso do software R (2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações na composição e nos níveis de energia das rações propostas foram suficientes para alterar a qualidade do pélete (tabela 3), mas foram insuficientes para alterarem o desempenho e rendimento de cortes dos frangos avaliados (tabela 4). Entretanto, houve efeito significativo no custo por kg de frango produzido.

Tabela 3 – Avaliação de qualidade do pélete

Tratamento	PDI
A	85,62 c
B	87,03 b
C	85,45 c
D	88,28 a
E	85,42 c
F	85,08 c
CV (%)	0,58
EPM	0,2044
Valor de P	<0,001

Médias nas colunas com letras distintas são diferentes pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Em relação ao PDI, a ração do tratamento D apresentou a maior proporção de péletes íntegros em relação aos demais tratamentos. Além disso, a ração do tratamento B apresentou maior proporção de péletes íntegros quando comparado aos tratamentos A, C, E e F. A análise de PDI simula o possível desgaste sofrido pelos péletes durante o transporte e roscas transportadoras. Péletes de maior durabilidade têm maior chance de chegarem íntegros até as aves (Miranda et al., 2011 e Cardeal et al., 2014). As rações D e B possuem menores quantidades de óleo, 1,5 e 2,1% respectivamente quando comparadas com as demais rações (2,7%). Este ingrediente tem forte influência na durabilidade dos péletes. No caso da ração D, o uso do complexo enzimático valorizado em 50 Kcal/kg de EMAn permitiu menor inclusão de óleo e na ração do tratamento B o menor valor de energia foi o responsável pela menor inclusão do óleo.

Os principais fatores que interferem na qualidade do pélete são: característica da peletizadora, composição da ração, níveis de óleo, tamanho da partícula, qualidade da mistura, temperatura de peletização, umidade, injeção de vapor, tempo de condicionamento, resfriamento e transporte (Nir, 1998; Miranda et al., 2011). Segundo demonstrado nas Tabelas 1, 2 e 3, do presente estudo, a composição da ração mostrou-se ser o principal fator que interferiu na qualidade do pélete.

Sabe-se que a inclusão de óleo em quantidades moderadas (mínimo 1%) ajuda no processo de peletização em função da lubrificação provocada e consequente redução de atrito e economia de energia, uma vez que aumenta a produtividade da peletizadora. Entretanto, a inclusão de maiores quantidade de óleo, no presente trabalho 2,7%, pela sua característica hidrofóbica, pode agir como lubrificante, reduzindo a pressão entre a ração e a matriz da peletizadora prejudicando a agregação das partículas (Miranda et al., 2011), para isso o uso de fontes fibra na dieta pode vir a ser um importante fator de agregação e coesão das partículas para aumentar a durabilidade do pélete em rações mais energéticas. Klein (2009) afirma que o uso de gorduras extrínsecas em até 2% facilita a peletização devido ao aquecimento e lubrificação do furo da matriz e o uso de fibra diminui a produtividade porém aumenta a qualidade do pélete. Isso pode ser verificado pelos resultados obtidos no PDI onde os tratamentos A, C, E e F, todos com 2,71% de óleo de soja apresentaram menor durabilidade que os tratamentos D e B com 1,5% e 2,14% respectivamente.

Todos os tratamentos apresentaram ótimos resultados de qualidade dos péletes o que favorece o desempenho das aves, tendo em vista que rações com resultados acima de 40% de

péletes íntegros proporcionam desempenhos superiores quando comparados a rações fareladas (Mckinney, 2004).

Como não houve o processo de transporte das rações, os resultados obtidos pelo MEP foram inconclusivos expressando o mesmo que o PDI, então não foram considerados no presente estudo. Segundo Cardeal et al. (2014), existe correlação entre estes dois métodos de avaliação da qualidade do pélete, o PDI se mostra um bom método de avaliação da qualidade do pélete na fábrica de ração, entretanto a melhor avaliação de qualidade do pélete deve ser realizada pelo método da Embrapa nos comedouros do galpão pois desta forma teremos a quantidade de péletes íntegros disponíveis ao frango no momento do consumo da ração. Além disso, segundo Schmidt et al. (2004), o MEP é o método mais prático de determinar a qualidade física do pélete pois utiliza equipamentos comuns a uma fábrica de ração e demanda menos tempos que o PDI.

Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte de 20 a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos e custo kg/ração

Tratamentos	Consumo 20 a 35 dias	Ganho de Peso	Conversão Alimentar	Custo/kg
A	2.778,0 a	1762,8 a	1,576 a	3,638 ab
B	2.877,3 a	1825,8 a	1,576 a	3,567 ab
C	2.740,5 a	1722,5 a	1,591 a	3,654 ab
D	2.802,8 a	1800,5 a	1,559 a	3,456 b
E	2.744,3 a	1711,8 a	1,604 a	3,670 ab
F	2.784,0 a	1712,8 a	1,625 a	3,688 a
CV(%)	3,08	3,50	2,78	2,77
EPM	42,9	30,7	0,0221	0,050
Valor de P	0,2875	0,0676	0,3732	0,0375

Médias nas colunas com letras distintas são diferentes pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )]

Não houve efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros de desempenho avaliados (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e IEP), conforme as Tabela 4 e 5. Houve efeito dos tratamentos no custo de ração por kg de frango produzido ( $P < 0,05$ ), onde o tratamento D apresentou o menor custo em relação ao tratamento F, sendo ambos os tratamentos semelhantes aos demais tratamentos (Tabela 3). As alterações na composição e nos níveis das rações avaliadas não foram capazes de alterar o desempenho dos frangos de corte na fase de crescimento. Os diferentes níveis energéticos das rações não foram suficientes para alterar o consumo das rações mostrando a dificuldade das linhagens modernas de regularem o consumo de ração provavelmente em função da voracidade destas aves.

Entretanto, estas alterações foram determinantes no custo das rações produzidas que consequentemente influenciaram no custo da ração por kg de frango produzido na fase de crescimento. O tratamento D apresentou melhor qualidade de pélete (Tabela 3) também apresentou o menor custo (Tabela 4), isto provavelmente ocorreu devido a menor inclusão de óleo de soja neste tratamento, pois o uso do complexo enzimático valorizou os níveis de energia da ração e também não houve a inclusão da casca de soja. A qualidade do pélete tem papel fundamental no desempenho do frango de corte pois um dos maiores benefícios da peletização é a facilidade de consumo da ração pelas aves, além dos benefícios provenientes do processamento (Zelenka, 2003, Mckinney e Teeter, 2004; Lara et al., 2008). Quanto maior a qualidade do pélete, maior a facilidade de consumo e consequentemente menor será o gasto energético para consumo, resultando em melhores desempenhos (Mckinney e Teeter, 2004). Tabela 5- Desempenho de frangos de corte de 20 a 35 dias de idade de acordo com os tratamentos

Tratamentos	Peso inicial	Consumo de ração		Peso médio		CA	IEP
		1 a 20 dias	35 dias	20 dias	35 dias	35 dias	
A	40,83	1301,80	4079,75	1072,00	2834,75	1,46	539,10
B	40,70	1309,00	4186,25	1088,50	2914,25	1,46	543,50
C	40,90	1273,80	4014,25	1090,30	2812,75	1,45	546,90
D	40,03	1239,00	4041,75	1075,80	2876,25	1,42	521,60
E	41,05	1257,30	4001,50	1090,50	2801,75	1,45	507,80
F	40,70	1269,50	4053,50	1090,30	2803,00	1,47	537,90
CV(%)	2,35	3,51	2,76	2,89	1,81	2,27	5,22
EPM	0,4782	22,3971	56,1482	15,6686	25,7293	0,0164	13,8966
Valor de P	0,7385	0,2708	0,2690	0,9147	0,0324	0,5559	0,3613

Médias sem letras são semelhantes pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Na avaliação de rendimentos de carcaça e cortes, houve efeito dos tratamentos apenas para o rendimento de asas (tabela 6). Os demais rendimentos não foram afetados pelos tratamentos. As aves provenientes do tratamento C apresentaram maior rendimento de asa ( $P < 0,05$ ) quando comparadas com as aves do tratamento B. Demais tratamentos apresentaram rendimentos de asa semelhantes e intermediários aos tratamentos C e B. As alterações na composição das rações não foram capazes de influenciar parte dos resultados de rendimento de cortes dos frangos avaliados.

Tabela 6 – Rendimento de carcaça, cortes e órgãos digestivos de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tratamento	Peito (%)	Coxa/sobrecoxa (%)	Asa (%)	Moela (%)	Pró-ventrículo (%)
A	27,42	22,91	7,3527 ab	1,61	0,31
B	28,74	22,71	7,3255 b	1,58	0,3
C	27,29	22,85	7,8652 a	1,51	0,32
D	28,89	22,36	7,5250 ab	1,51	0,32
E	28,14	21,86	7,6442 ab	1,58	0,04
F	28,45	22,14	7,6500 ab	1,52	0,32
CV	5,12	5,71	5,60	11,76	18,83
EPM	0,4165	0,3705	0,1224	0,0527	0,0174
Valor de P	0,0391	0,2883	0,0303	0,6257	0,3917

Médias nas colunas com letras distintas são diferentes pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Rendimentos calculados em relação ao peso vivo

Segundo Mateos *et al.* (2012), a melhor funcionalidade da moela proporciona aumento do refluxo gastriduodenal facilitando o contato entre nutrientes e enzimas digestivas. Em função da inclusão de fonte de fibra em alguns tratamentos acreditava-se em alterações em alguns importantes órgãos envolvidos no processo de digestão como a moela e o proventrículo (Svihus, 2011). Entretanto, as alterações propostas não foram suficientes para influenciar os rendimentos de moela e proventrículo. O tempo de acesso a ração e a granulometria da casca de soja (DGM 655  $\mu\text{m}$  e DPG 1,98) podem explicar os resultados encontrados no presente trabalho. A utilização da fibra pode vir a ser uma opção na nutrição de frangos de corte pois permite adequar qualidade do pélete, inclusão de óleo, utilização de complexos enzimáticos e níveis de energia sem afetar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.

Além disso, menores inclusões de óleo, seja pela redução dos níveis de energia ou pela utilização de complexos enzimáticos são alternativas nutricionais que devem ser consideradas com objetivo de melhorar a qualidade do pélete produzido, reduzir custos produtivos sem afetar o desempenho das aves.

## CONCLUSÕES

1. Todos os tratamentos apresentaram ótimos resultados de qualidade dos péletes, mesmo assim houve influência entre os tratamentos na qualidade do pélete.
2. Não houve efeito dos tratamentos em relação aos níveis de energia da dieta.



3. Casca de soja pode ser utilizada como fonte de fibra em dietas de frangos de corte sem afetar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte.
4. A utilização de enzimas reduziu o custo do frango produzido mesmo sem a inclusão da casca de soja.
5. Mais estudos devem ser realizados com a finalidade de adequar custo com o uso de óleo, fibra e enzimas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists. 16ed. Washington DC, 1995*

CARDEAL, P.C., ROCHA, J.S.R., FERREIRA, H.C., SANTOS, C.H., POMPEU, M.A., CUNHA, C.E., BAIÃO, N.C., LARA L.J.C. Efeito do transporte de péletes sobre sua qualidade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.5, p.1618-1622, 2014.

COBB500: Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte. Disponível em: <https://www.cobb-vantress.com/products/cobb500>. Acesso em: 13Jul 2020

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira-Grãos, Safra 2020/21. Décimo levantamento, Julho de 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3652-producao-de-graos-deve-superar-268-milhoes-de-toneladas-na-safra-2020-21#:~:text=De%20acordo%20com%20o%201%C2%BA,de%20toneladas%20da%20%C3%BAltima%20safra>. Acesso em: 28 julho 2021.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*. Amsterdam, v.23, 1-3, p.27-42, 1989.

FAHRENHOLZ, A.C. Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability. 66p. Dissertação de mestrado. Kansas State University, Kansas, 2012.

HASSAN, S.S., ATTIA, Y.A., ABD-EL-HAMID, A.E., NAGADI, S.A., EL-ASHRY, A., 2018. Impact of increasing dietary oil concentrations with a constant energy level on the tolerance of broiler chickens to a high ambient temperature. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 9, 220–239, 2018.

KLEIN, A. A. A Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. Anais Porto alegre: FACTA: 2009. P.173-193.

KNUDSEN, K. E. B., Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. Symposium: Substrates for exogenous enzymes, *Poultry Science* n.93, p.2380-2393, 2014.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R. *et al.* Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, p.970-978, 2008.

LARA, L.J.C., CAMPOS, W.E., BAIÃO, N.C., LANA, A.M.Q., CANÇADO, S.V., ROCHA, J.S.R., POMPEU, M.A. BARBOSA, V.M. Efeitos da forma física da ração e da linhagem de frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes e determinação de energia líquida. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, n.6, p.1849-1857, 2013

MCKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poult. Sci.*, v.83, p.1165-1174, 2004.

MATTERSON, L.D. *et al.* The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Connecticut: The university of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).

MIRANDA, D.J.A., LARA, L.J.C., POMPEU, M.A., BARBOSA, V.M., ROCHA, J.S.R., CARDOSO, D.M. Peletização de ração para frangos de corte: fatores que interferem na qualidade do pélete. **B. *Indústr.anim.***, N. Odessa, v.68, n.1, p.081-092, jan./jun., 2011.

NIR, I., Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998. Campinas. *Anais ... Campinas: CBNA*, p.49-68, 1998.

ROSS: Manual de Manejo de Frango de Corte. Disponível em: [http://pt.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf](http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf). Acesso em: 30 Abr 2022.

ROSTAGNO, H.S. *Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 186p.

SCHIMIDT, A., COLDEBELLA, A, LIMA, G.J.M.M. Método Embrapa de Avaliação de Peletização. *Comunicado Técnico 369. Concórdia, SC, 2004. 3p.*

SVIHUS, B. GIZZARD AND DIET STRUCTURE. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 67, June 2011.

SOARES, R.H., LARA L.J.C, MARTINS, N.R.S., SILVA, R.R., PEREIRA, L.F.P., CARDEAL, P.C., TEIXEIRA, M.P.F. Protein diets for growing broilers created under a thermoneutral environment or heat stress. *Animal Feed Science and Technology* 259 (2020) 114332, 2020.

YOUSSEF, A.A., AL-HARTHI, M.A., HASSAN, S.S. Responses of broiler chicken to different oil levels within constant energy levels from 20 to 40 days of age under hot weather conditions. *Italian Journal of Animal Science*. Vol. 20, n.º. 1, 664–676, 2021.

ZEFERINO, M. Milho e Soja: análise da relação de preços entre maio de 2020 e maio de 2021. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1-5. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15928> Acesso em: 26 Jul 2021.

ZELENKA, J. EFFECT OF PELLETING ON DIGESTIBILITY AND METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF POULTRY DIET. *J. Anim. Sci.*, v.48, p.239-242, 2003.

**ANEXO:**

Tabela 7– Avaliações de qualidade do pélete em relação aos tratamentos

Tratamento	MEP (%)	PDI
A	83,55 bc	85,62 c
B	87,07 ab	87,03 b
C	86,57 ab	85,45 c
D	90,17 a	88,28 a
E	88,60 a	85,42 c
F	79,45 c	85,08 c
CV (%)	2,75	0,58
EPM	0,9641	0,2044
Valor de P	<0,001	<0,001
Correlação - MEP x PDI		0,57

Médias nas colunas com letras distintas são diferentes pelo teste de Tukey (P>0,05)