



Valores de energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo de diferentes tipos de óleo de milho para frangos de corte

Metabolizable energy values and metabolizability coefficients of ether extracts of different types of corn oil for broilers

Eduardo Dias da Silva¹ , Jean Kaique Valentim^{*1} , Carlos Henrique de Oliveira¹ , Kelly Morais Maia Dias¹ , Bruno Figueiredo de Almeida¹ , Marcílio José Vieira¹ , Arele Arlindo Calderano¹ , Luiz Fernando Teixeira Albino¹ 

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brazil

*Autor correspondência: kaique.tim@hotmail.com

Resumo: Este estudo teve como objetivo determinar e comparar os valores de energia metabolizável e os coeficientes de metabolizabilidade de três tipos de óleo de milho (bruto, semi-refinado e ácido) em frangos de corte. Foram usados 240 frangos da linhagem Cobb500™, distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas com quatro tratamentos, 10 repetições e 6 aves por unidade experimental. As aves foram alimentadas com rações específicas para cada tratamento, e a coleta total de excretas foi realizada dos dias 23 a 27. Os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculados para cada tipo de óleo. Os coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) também foram determinados. A análise estatística dos resultados foi realizada por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença significativa para os valores de EMA e CMEE ($P < 0,05$). O óleo de milho bruto apresentou maiores valores EMA quando comparado ao óleo de milho ácido. O mesmo comportamento foi verificado para o CMEE ($P < 0,05$). Os valores encontrados para os óleos foram: óleo de milho bruto - EB: 9330 kcal/kg, EMA: 8916,84 kcal/kg, EMAn: 8905,60 kcal/kg, CMEE: 97,14%; óleo de milho semi refinado - EB: 9480 kcal/kg, EMA: 8547,99 kcal/kg, EMAn: 8303,46 kcal/kg, CMEE: 96,64%; óleo de milho ácido - EB: 9114 kcal/kg, EMA: 7197,73 kcal/kg, EMAn: 7515,68 kcal/kg, CMEE: 96,17%.

Palavras-chave: Coprodutos do milho; Metabolismo; Óleo de milho; Valor energético.

Abstract: This study aims to determine and compare the metabolizable energy values and metabolizability coefficients of three types of corn oil (crude, semi-refined, and acid) for broiler chickens. 240 Cobb500™ chickens were randomly allocated into metabolic cages, resulting in four treatments, ten replicates, and six birds per experimental unit. The birds fed on diets specific to each treatment. Total excreta was collected from the day 23rd to the 27th. Gross energy (GE), apparent metabolizable energy (AME), and nitrogen-corrected apparent metabolizable energy (AMEn) were calculated for each oil type. The metabolizability coefficient values of ether extracts (MCEE) were also determined. Statistical analysis was performed using Tukey test at a 5% probability. There was a significant difference in AME

Recebido: 23 de novembro, 2023. Aceito: 15 de março, 2024. Publicado: 04 de julho, 2024.

and MCEE values ($P < 0.05$). Crude corn oil showed higher AME and MCEE values than acid corn oil. The findings are crude corn oil - GE: 9,330 kcal/kg, AME: 8,916.84 kcal/kg, AMEn: 8,905.60 kcal/kg, MCEE: 97.14%; semi-refined corn oil - GE: 9,480 kcal/kg, AME: 8,547.99 kcal/kg, AMEn: 8,303.46 kcal/kg, MCEE: 96.64%; acid corn oil - GE: 9,114 kcal/kg, AME: 7,197.73 kcal/kg, AMEn: 7,515.68 kcal/kg, MCEE: 96.17%.

Keywords: Corn byproducts; Metabolism; Corn oil; Energy value.

1. Introdução

No âmbito da nutrição animal, os óleos, em especial o de milho, desempenham papel crucial como fontes essenciais de energia ⁽¹⁾. Destaca-se sua relevância ao enriquecer o valor energético das rações para animais não ruminantes, muitas vezes substituindo o óleo de soja.

O óleo de milho bruto, inicialmente obtido por prensagem dos grãos de milho moídos, tende a conter impurezas eliminadas por processos de refino⁽²⁾. Em busca de fontes de energia mais limpas, há crescente interesse global no etanol como combustível alternativo. O Brasil, um dos principais produtores, gera anualmente aproximadamente 32,5 bilhões de litros de etanol a partir da cana-de-açúcar ⁽³⁾.

Além disso, cerca de 12 milhões de litros de etanol são produzidos no país a partir de 30.000 toneladas de milho, destacando a preferência pelo milho na produção de etanol devido a vantagens como armazenamento facilitado, abundância na produção de milho e custos mais baixos ⁽⁴⁾. No entanto, a considerável variabilidade na composição nutricional do milho apresenta desafios ⁽⁵⁾.

A busca por biocombustíveis gera “dried distillers grains with solubles” (DDGS) como subproduto do processo de fermentação do amido de milho, sendo o óleo também considerado um subproduto secundário do processo de produção de etanol a partir do milho ⁽⁶⁾. O milho, segunda maior cultura cultivada no Brasil, gera coprodutos valiosos, incluindo glúten, gérmen e óleo, representando de 3,1 a 5,7% do peso total dos grãos. O conhecimento dos valores energéticos dos alimentos é crucial na formulação precisa de dietas para animais de produção, impactando diretamente nos processos metabólicos e nos custos de produção ^(7, 8).

O presente estudo visa determinar os valores de Energia Bruta (EB), Energia Metabolizável Aparente (EMA), Energia Metabolizável Aparente Corrigida pelo Balanço de Nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de Metabolizabilidade do Extrato Etéreo para três variantes do óleo de milho: bruto, semi refinado e ácido.

2. Material e métodos

2.1 Comitê de ética

Todos os protocolos adotados nesta pesquisa foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP-UFV) protocolo nº 034/2021, estando de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal ⁽⁹⁾.

2.2 Delineamento experimental e protocolo para coleta total

Foram utilizados 240 frangos de corte machos, da linhagem Cobb500™, com 18 dias de idade e peso inicial médio de 929 gramas. Os animais foram distribuídos inteiramente ao acaso em gaiolas metabólicas constituindo 4 tratamentos, 10 repetições e 6 aves por unidade experimental.

No período de 01 a 18 dias de idade as aves foram criadas em galpão de alvenaria, recebendo ração inicial, formulada a base de milho e de farelo de soja atendendo as exigências propostas por Rostagno *et al.* ⁽¹⁰⁾ e manejadas segundo manual da linhagem.

Para a determinação dos valores de EMA e de EMAn dos óleos de milho, foi formulada uma ração referência (RR) atendendo as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno *et al.* ⁽¹⁰⁾, representando o Tratamento 1 (Tabela 1). Os tratamentos 2, 3 e 4 foram formados com 94% da RR + 6% do óleo de milho bruto, óleo de milho semi refinado (Tratamento 3) e óleo de milho ácido (Tratamento 4).

No período de 18 a 22 dias de idade as aves ficaram em adaptação às rações e as gaiolas. A coleta total de excreta foi realizada no período de 23 a 27 dias de idade, duas vezes por dia.

Tabela 1 Composição nutricional da ração referência.

| Ingredientes (%) | Ração Referência (RR) |
|---------------------------------|-----------------------|
| Milho | 52,926 |
| Farelo de soja | 41,422 |
| Óleo de soja | 1,500 |
| Fosfato Bicálcico | 1,786 |
| Calcário | 0,924 |
| Sal | 0,515 |
| DL-Metionina. 99% | 0,318 |
| BioLis. 60,0% | 0,136 |
| L-Treonina. 98% | 0,048 |
| Suplemento vitamínico | 0,130 |
| Suplemento mineral ² | 0,130 |
| Cloreto de Colina. 60% | 0,100 |
| Salinomicina ³ (12%) | 0,055 |
| Antioxidante (BHT) | 0,001 |
| Total | 100,00 |
| Composição (%) | |
| Energia Metabolizável, kcal/kg | 2850 |
| Proteína bruta, % | 24,000 |
| Cálcio, % | 0,937 |
| Fósforo disponível, % | 0,440 |
| Sódio, % | 0,218 |
| Arginina digestível, % | 1,460 |
| Glicina+Serina digestível, % | 1,871 |
| Lisina digestível, % | 1,256 |

| | |
|----------------------------|-------|
| Met. + cist. Digestível, % | 0,929 |
| Treonina digestível, % | 0,829 |
| Triptofano digestível, % | 0,267 |
| Valina digestível, % | 0,967 |

¹Níveis de garantia por kg de produto (Min): Cobalto 2 mg, Cobre 10 mg, Ferro 50 mg, Iodo 0,7 mg, Manganês 78 g, Selênio 0,18 mg, Zinco 55 mg. ²Níveis de garantia por kg de produto (Mínimo): Ác. fólico 0,3 mg, Ác. Pantotênico 12 mg, Ác. nicotínico 50 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 30 mg, Vitamina A 10.000.000 UI, Vitamina B1 1,5 mg, Vitamina B12 0,015 mg, Vitamina B2 6 mg, Vitamina B6 4 mg, Vitamina D3 2.000.000 UI, Vitamina E 36.100 UI, Vitamina K3 3mg. ³Butilhidroxitolueno.

As rações fornecidas foram pesadas no início e no final do período de coleta para quantificar o consumo por unidade experimental. Rações e água foram fornecidos *ad libitum*, onde os comedouros foram abastecidos várias vezes ao dia em pequenas porções para evitar desperdícios.

Para a coleta das excretas, bandejas de alumínio revestidas com plástico foram colocadas sob as gaiolas. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8:00 e 15:00 horas, para evitar fermentação e perda de nutrientes. Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por unidade experimental e armazenadas em freezer a - 30 °C.

Ao final do experimento, as excretas, após serem descongeladas, foram homogeneizadas e retirada uma amostra de cada unidade experimental. As amostras das excretas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria seca ao ar (ASA). Em seguida, as amostras secas foram moídas em um moinho do tipo bola, pesadas e destinadas a estufa de ventilação forçada a 105 °C por 24 horas, para determinação da secagem definitiva (ASE) e posterior cálculo da matéria seca.

As amostras de excretas e das rações foram encaminhadas ao laboratório para análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N), energia bruta (EB) e extrato etéreo (EE), seguindo os procedimentos descritos pela AOAC ⁽¹¹⁾. Adicionalmente, uma amostra de cada óleo também foi enviada ao laboratório do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa para análise de energia bruta (EB), utilizando um calorímetro ou bomba calorimétrica.

Foram determinados os teores de umidade e de nitrogênio nas excretas e das rações, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz ⁽¹²⁾. A energia bruta das dietas, das fontes lipídicas e das excretas foi obtida em bomba calorimétrica (IKA® modelo PARR 6200). O valor de EMA e EMAn foi calculado utilizando as equações propostas por Matterson et al. ⁽¹³⁾.

$$EMA \text{ da DT ou RB } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = \frac{(EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada})}{\text{Ingestão de alimento}}$$

$$EMA \text{ da fonte lipídica } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = EMA \text{ RB} + \frac{(EMA \text{ DT} - EMA \text{ RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$EMAn \text{ da DT ou RB } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = \frac{(EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 \times BN))}{\text{Ingestão de alimento}}$$

$$EMAn \text{ da DT ou RB } \left(\frac{kcal}{kg} \right) = \frac{(EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 \times BN))}{\text{Ingestão de alimento}}$$

Em que: DT = dieta teste, RB = ração basal, EB = energia bruta, BN = balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

O cálculo do coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) a partir da coleta total de excretas foi realizado utilizando a seguinte equação:

$$CMEE(\%) = \frac{\text{Quantidade de nutriente na ração} - \text{Quantidade de nutriente nas excretas}}{\text{Quantidade de nutriente na ração}} \times 100$$

2.3. Análise estatística

Os resultados foram submetidos às análises de homogeneidade de variâncias e de normalidade dos resíduos (PROC UNIVARIATE), utilizando o sistema SAS⁽¹⁴⁾. Os valores de EMA e EMAn das fontes lipídicas foram submetidos à análise de variância (PROC MIXED) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O modelo estatístico que foi adotado está representado a seguir:

$$y_i = m + t_i + e_i. (a \times b)_i$$

Onde: Y_{ijk} = variável resposta das aves, que foi os valores de EMAn ou CM (%) das diferentes fontes lipídicas. μ = efeito geral da média. a_i = efeito fixo dos tratamentos (fontes lipídicas). $y_i = m + t_i + e_i. (a \times b)_i$ = erro residual.

3. Resultados e Discussão

São apresentados os valores de energia metabolizável (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) para três tipos de óleo de milho (bruto, semi refinado e ácido) em frangos de corte (Tabela 2).

Tabela 2 Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida, pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade do óleo de milho (CMEDE).

| Fontes lipídicas | Energia Bruta ¹ | Matéria Seca ¹ | EMA | EMAn | CMEE |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------|----------|----------|
| Óleo de milho bruto | 9330 | 88,92 | 8916,84a | 8905,603 | 97,142a |
| Óleo de milho semi refinado | 9480 | 88,60 | 8547,99ab | 8496,964 | 96,644ab |
| Óleo de milho ácido | 9114 | 89,38 | 7293,311b | 7601,443 | 96,1716b |
| P-valor | --- | ---- | 0,0298 | 0,0922 | 0,0451 |
| EPM | --- | ---- | 447,275 | 413,073 | 0,260 |

EPM: erro padrão da média. EMA: energia metabolizável aparente. EMAn: energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio. CMEE: Coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo.¹

Houve diferença significativa para os valores de EMA e CMEE ($P < 0,05$). O óleo de milho bruto apresentou maiores valores EMA quando comparado ao óleo de milho ácido. O mesmo comportamento foi verificado para o CMEE ($P < 0,05$).

Os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) dos óleos de milho bruto, semi refinado e ácido foram determinados. O óleo de milho bruto apresentou um valor de EB de 9330 kcal/kg, EMA de 8916,84 kcal/kg e EMAn de 8905,60 kcal/kg. O óleo de milho semi refinado teve um valor de EB de 9480 kcal/kg, EMA de 8547,99 kcal/kg e EMAn de 8303,46 kcal/kg. Já o óleo de milho ácido registrou um valor de EB de 9114 kcal/kg, EMA de 7197,73 kcal/kg e EMAn de 7515,68 kcal/kg (Tabela 2).

Essas diferenças podem ser atribuídas às características de processamento de cada tipo de óleo, que afetam sua composição e digestibilidade. O óleo de milho bruto e semi refinado exibiram maior CMEE, 97,14%, 96,64% enquanto o óleo de milho ácido registrou um CMEE de 96,17%. Esses resultados sugerem que a refinagem do óleo, seja de forma completa ou parcial não impactou na digestibilidade do extrato etéreo, porém o teor de acidez influencia neste parâmetro.

No processo de refino do óleo de milho, diversas variações são dignas de consideração. O óleo de milho semi-refinado deriva do óleo bruto e passa por uma etapa de refino que elimina parte das impurezas, como gomas e proteínas, por meio de técnicas como centrifugação, filtração e decantação, com o objetivo de aprimorar sua qualidade e estabilidade.

Por outro lado, o óleo de milho ácido também provém do óleo bruto, porém, é submetido a um processo de acidificação para a remoção de impurezas e a redução da acidez do produto. Nesse procedimento, o óleo bruto é misturado com uma solução ácida, como ácido fosfórico ou ácido cítrico, para auxiliar na purificação⁽¹⁵⁾. Posteriormente, o óleo é neutralizado com uma solução alcalina para eliminar o excesso de ácido, garantindo a qualidade do produto final.

Conforme Paula et al.⁽⁶⁾ a utilização de diferentes tipos de óleo de milho na nutrição de frangos de corte pode afetar o desempenho e o aproveitamento dos nutrientes pelas aves. Portanto, a escolha do tipo de óleo a ser incluído nas formulações das rações deve ser feita considerando não apenas os valores energéticos, mas também as características de processamento e a composição nutricional.

Serpa et al.⁽¹⁶⁾ relatam que as características químicas como comprimento da cadeia carbônica, número de ligações duplas, configuração das ligações duplas (*cis e trans*), presença de ácidos graxos livres ou agrupados em triglicerídeos, posição dos ácidos graxos na molécula de glicerol e a relação entre ácidos graxos insaturados e saturados no lipídio são fatores que afetam a digestibilidade e a eficiência de aproveitamento da energia pelas aves, bem como os efeitos nutricionais das fontes lipídicas.

De acordo com a pesquisa de Shurson et al.⁽¹⁷⁾, o óleo de milho se destaca por sua excepcional estabilidade em comparação com outras fontes de óleo e gordura alimentar, devido ao seu elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA). A composição de ácidos graxos

do óleo de milho é notável, com uma predominância de ácido linoleico (48,02%), ácido oleico (34,68%), ácido palmítico (12,5%) e ácido esteárico (2,11%).

Considerando sua abundância, Sabchuk et al. ⁽¹⁸⁾, ressaltam que o óleo de milho surge como uma alternativa viável ao óleo de soja, tradicionalmente utilizado como fonte de gordura nas dietas para aves no Brasil.

Estudos como o presente, que avaliam o aproveitamento metabólico dos alimentos, são indispensáveis e regularmente exigidos, devido às variações ambientais e, sobretudo, ao progresso genético das linhagens de aves, contribuindo para uma maior eficiência no uso de dietas, incluindo a EMAn dos alimentos ^(19,20), indicando avanços na eficiência alimentar. Esses dados são cruciais para a formulação precisa de dietas avícolas, visando atender de forma eficaz às suas necessidades energéticas em diferentes fases de crescimento.

4. Conclusão

Foram encontrados os seguintes valores de Energia para os óleos avaliados: Óleo de milho bruto: 9330 kcal/kg de EB, 8.916,84 kcal/kg de EMA e 8.905,60 kcal/kg de EMAn. Óleo de milho semi refinado: 9480 kcal/kg de EB, 8.547,99 kcal/kg de EMA e 8.8303,46 kcal/kg de EMAn. Óleo de milho ácido: 9115 kcal/kg de EB, 7.197,73 kcal/kg de EMA e 7.515,68 kcal/kg de EMAn. Os CMEE foram, respectivamente, 97,14 %, 96,64 % e 96,17% para os óleos bruto, refinado e ácido.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuições do autor

Conceitualização: E. D. da Silva; A. A. Calderano; L. F. T. Albino. Curadoria de Dados: E. D. da Silva; M. J. Vieira, J. K. Valentim. Investigação: E. D. da Silva; C. H. de Oliveira; M. J. Vieira; K. M. M. Dias; B. F. de Almeida. Gestão do Projeto: L. F. T. Albino. Visualização: J. K. Valentim e L.F.T Albino. Supervisão: L. F. T. Albino. Escrita (Rascunho Original): E. D. da Silva; A. A. Calderano; M. J. Vieira, J. K. Valentim e E. D. Silva. Escrita (Revisão e Edição): E. D. da Silva; A. A. Calderano; L.F.T Albino e J. K. Valentim.

Referências

1. Almeida AA, Valentim JK, Silva ACD, Moraleco DD, Zanella J, Fonseca, L Da S. Fontes lipídicas na dieta de coelhos em crescimento: uma revisão sobre a saúde e a produtividade animal. *Braz Ani Sci.* 2023. 24. DOI:<https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-75704P>
2. Carvalho AC, Oliveira A, Stivanin CM. Características físico-químicas de óleos vegetais comestíveis puros e adulterados. Campos dos Goytacazes. Monografia – Laboratório de Ciências Químicas, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2017.78.
3. ANP. Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis. Disponível em: <http://anp.gov.br/wwwanp/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/levantamento-de-precos>. 2017. Acesso em 22 nov. 2023.
4. Salla DA, Furlaneto FDPB, Cabello C, & Kanthack RAD. Energetic study of ethanol production from the corn crops. *Ciê Rur.* 2010. 40; 2017-2022. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000142>
5. Valentim JK, Lima HJDÁ, Bittencourt TM, Matos NE, Burbarelli MFDC, Garcia RG, Barbosa DK. Grãos secos de destilaria na alimentação de frangos de corte. *Ens e Ciê Bio Agr e da Sal.* 2021; 25(1), 44-49. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n1p44-49>

6. Paula VRCD, Milani NC, Azevedo CPF, Sedano AA, Souza LJD, Shurson GC, & Ruiz, UDS. Comparison of chemical composition, energy content, and digestibility of different sources of distillers corn oil and soybean oil for pigs. *Rev Bras de Zoot.* 2022; 51, e20210115. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz5120210115>
7. Aardsma MP, Mitchell RD & Parsons CM. Relative metabolizable energy values for fats and oils in young broilers and adult roosters. *Poul Sci.* 2017; 96(7), 2320-2329. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex028>
8. Jahanian R & Edriss MA. Metabolizable energy and crude protein requirements of two quail species (*Coturnix japonica* and *Coturnix ypsilophorus*). *The Jour of Ani and Plan Scie.* 2015; 25(3); 603-611. <https://www.thejaps.org.pk/docs/v-25-03/01.pdf>
9. CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. (2023). Legislação do Concea. Consulta institucional. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/composicao/conselhos/concea/paginas/publicacoes-legislacao-e-guia/legislacao-do-concea>
10. Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, & Brito CO. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais (488 p.). 2017. Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR.
11. Association Of Official Analytical Chemistry - AOAC. Official of Analysis Washington: AOAC, 1997. 251p.
12. Silva DJ & Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
13. Matterson LD, Potter LM, Stutz MW & Singsen EP. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.*, (7). 1965. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19671403742>
14. SAS. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. (2012). SAS Institute Inc., Cary.
15. Prato BS. Metabolismo de suínos alimentados com dietas com óleo ácido e óleo degomado de soja. Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RG. 2022. 1-36 p.
16. Serpa FC, Garcia RG, Burbarelli MFC, Komiyama CM, Valentim JK, Castilho VAR & Caldara FR. Emulsifier in Diets with Different Alternative Lipid Sources: Effects on the Health of Japanese Quails. *Brazilian Jou of Pou Sci*, 25, eRBCA. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2023-1800>
17. Shurson GC, Kerr BJ, & Hanson AR. Evaluating the quality of feed fats and oils and their effects on pig growth performance. *Jou of Ani Sci and Biot.* 2015. 6(1), 1-11. DOI <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0005-4>
18. Sabchuk TT, Lima DC, Bastos TS, Oliveira SG, Félix AP, & Maiorka A. Crude corn oil is a dietary fat source for dogs. *Ani Fee Sci and Tec.* 2019; 247, 173-182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.014>
19. Araujo RGC, do Valle Polycarpo G, Laurentiz AC, Amaral VHA, Giacomini PV, de Lima GA & Cruz-Polycarpo VC. Apparent metabolizable energy values of n-6 and n-3 rich lipid sources for laying hens. *Can Jour of Ani Sci*, 2018; 99(1), 1-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/cjas-2017-0195>
20. Valentim JK, Garcia RG, Burbarelli, MFDC, Caldara FR, Komiyama CM, Serpa FC & Albino LFT. Energy values and metabolizability of lipid sources of plant and animal origin in the diet of Japanese quail. *Rev Bras de Zoot.* 2023; 52, e20220105. DOI: <https://doi.org/10.37496/rbz5220220105>