

**ANDRÉ RICARDO SANTANA VIEIRA DE SOUZA**

**GLICERINA BRUTA EM RAÇÕES FARELADAS OU PELETIZADAS  
PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Zootecnia**

**Orientador: Dr. Fernando de Castro Tavernari**  
Co-orientador: Dr. Marcel Manente Boiago

Chapecó, SC, Brasil

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

de Souza, André Ricardo Santana Vieira  
GLICERINA BRUTA EM RAÇÕES FARELADAS OU  
PELETIZADAS PARA FRANGOS DE CORTE / André  
Ricardo Santana Vieira de Souza. -- 2020.  
60 p.

Orientador: Fernando de Castro Tavernari  
Coorientador: Marcel Manente Boiago  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste,  
Programa de Pós-Graduação -- Selezione --, Chapecó, 2020.

1. Glicerina bruta. 2. Nutrição. 3. Ração. 4. Ingrediente. I.  
Tavernari, Fernando de Castro. II. Boiago, Marcel Manente.  
III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação --  
Selezione --. IV. Título.

**Universidade do Estado de Santa Catarina  
UDESC Oeste  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

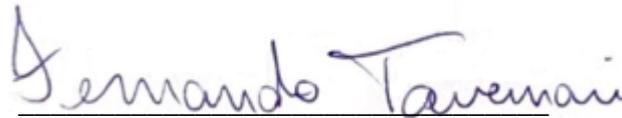
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**GLICERINA BRUTA EM RAÇÕES FARELADAS OU PELETIZADAS  
PARA FRANGOS DE CORTE**

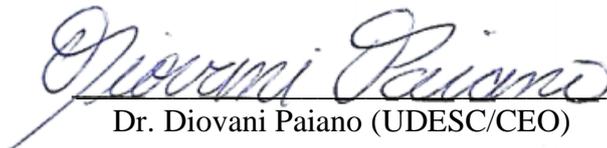
Elaborada por  
**André Ricardo Santana Vieira de Souza**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

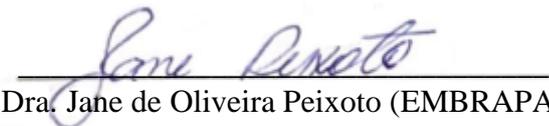
Comissão Examinadora:



Dr. Fernando de Castro Tavernari (EMBRAPA)



Dr. Diovani Paiano (UDESC/CEO)



Dra. Jane de Oliveira Peixoto (EMBRAPA)

Chapecó, 27 de fevereiro de 2020.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância. Agradeço a Ele por me abençoar tanto, mesmo sem entender se sou merecedor.

Agradeço também, a todos Professores do programa de pós-graduação em Zootecnia da UDESC, pela dedicação, competência, apoio e todo conhecimento compartilhado. Posso afirmar que, todo momento compartilhado com essas pessoas iluminadas, me fizeram uma pessoa melhor, mais sábia e preencheram lacunas que existiam no meu ser.

Agradeço imensamente ao meu orientador, o Pesquisador Doutor Fernando de Castro Tavernari, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou durante todo o mestrado. Se estou cumprindo essa etapa em minha vida, isso se deve muito a sua crença que eu conseguiria e aos teus direcionamentos.

Sou grato a todos colegas que tive o prazer de dividir momentos e aprendizados, são pessoas que levarei para toda vida e que o bem querer é imenso para com elas. Foram os momentos de estresse, tristeza, aconselhamentos, conversar sérias e nem tanto, suporte e amor verdadeiro que ninguém poderá tirar de mim.

Em um nível imensurável agradeço ainda à Deus, por me permitir conhecer minha Akai Ito, Aline Bissoloti, pessoa que realmente me completa e que torna esse espaço pequeno para agradecê-la.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade do Estado de Santa Catarina

### **GLICERINA BRUTA EM RAÇÕES FARELADAS OU PELETIZADAS PARA FRANGOS DE CORTE**

AUTOR: ANDRÉ RICARDO SANTANA VIEIRA DE SOUZA

ORIENTADOR: FERNANDO DE CASTRO TAVERNARI

Chapecó, 27 de fevereiro de 2020

A peletização é um processo amplamente utilizado na produção de rações, por permitir benefícios físicos, nutricionais e econômicos, no entanto, como desvantagens há principalmente o alto custo dos equipamentos, maior gasto de energia elétrica, carcaças com maior teor de gordura e maior taxa de mortalidade. Por isso, foi conduzido um estudo constituído de três ensaios. O primeiro ensaio teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes inclusões de glicerina bruta sobre o consumo de energia elétrica (KWh/ton), produtividade da peletizadora (ton/h) e o índice de durabilidade dos pellets (PDI, %) no processo de peletização. O objetivo com o segundo ensaio foi determinar a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta. O terceiro ensaio realizado para avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de glicerina bruta e dois processos de fabricação das rações (farelada ou peletizada). No primeiro ensaio, foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, sendo 0, 4, 8 e 12% de inclusão de glicerina bruta e cinco repetições, de 250 kg de ração, para cada fase avaliada. Os blocos foram constituídos pela passagem de uma repetição de cada tratamento pela peletizadora, em função do tempo. Para determinação do consumo de energia elétrica, em cada repetição foi calculado com dados de tempo e amperagem coletados na peletização das dietas produzidas para as fases inicial (7-21 dias) e fase de crescimento (22-42 dias). No segundo ensaio, as aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com dois tratamentos (ração referência e 8% de inclusão de GB na ração referência), nove repetições e dez aves por gaiola. O ensaio foi realizado em duas etapas: a primeira dos 10 aos 18 dias de idade (fase inicial) e a segunda dos 25 aos 33 dias (fase de crescimento). Os quatro primeiros dias do ensaio, para cada etapa, foram destinados à adaptação das aves às dietas experimentais e os outros cinco dias, realizou-se coleta total de excretas. No terceiro ensaio, 1600 pintos de corte foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2x4 (ração farelada ou peletizada e quatro níveis de GB: 0, 4, 8 ou 12%), totalizando oito tratamentos, oito repetições e 25 aves por box e utilizado um período experimental de 42 dias. Aos 43 dias de idade, três aves de cada box foram abatidas, para avaliação de rendimento de carcaça e cortes nobres. No primeiro ensaio, houve um decréscimo linear ( $P < 0.05$ ) no consumo de eletricidade com o aumento do nível de GB, não houve nenhum efeito ( $P > 0.05$ ) na produtividade e houve um aumento linear ( $P < 0.05$ ) no PDI. No segundo ensaio, a EMAn da GB foi de 2651 Kcal/Kg e 3013 Kcal/Kg para as fases inicial e crescimento, respectivamente. No terceiro ensaio, o uso de glicerina bruta apresentou um efeito quadrático com ponto de máximo ( $P < 0.01$ ) no consumo de ração e ganho de peso das aves, mas não houve diferença na conversão alimentar ( $P > 0,05$ ). Os pesos das carcaças e dos cortes apresentaram comportamento quadrático ( $P < 0.05$ ), o teor de gordura das carcaças apresentou efeito linear decrescente ( $P < 0.01$ ). O

rendimento de carcaça apresentou efeito quadrático ( $P<0.01$ ), com ponto de máximo de 3,79%, enquanto que o rendimento de asa apresentou aumento linear ( $P<0.01$ ) e redução linear para gordura ( $P<0.01$ ). O nível crescente de utilização da GB melhorou a qualidade dos pellets e reduziu o consumo de energia elétrica no processo de peletização das rações. O uso de GB melhora o ganho de peso, e em até 4%, a GB melhorou o rendimento de carcaça e até o nível de 12%, reduziu a deposição de gordura.

**Palavras-chave:** Nutrição animal, dieta, ração alternativa, performance.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade do Estado de Santa Catarina

# **CRUDE GLYCERIN IN MASH AND PELLETTED DIETS FOR POULTRY**

AUTHOR: ANDRÉ RICARDO SANTANA VIEIRA DE SOUZA

ADVISER: FERNANDO DE CASTRO TAVERNARI

Chapecó, February 27<sup>th</sup>, 2020

Pelleting is a process widely used in the production of feed, as it allows physical, economic and nutritional benefits, however, as disadvantages there is mainly the high cost of equipment, higher electricity expenditure, higher fat carcasses and higher fat content mortality. Due this, a study was conducted consisted of three trials. The first trial aimed to evaluate the effect of different inclusions of crude glycerin on the electricity consumption (KWh/ton), pelletizer productivity (ton/h) and pellet durability index (PDI, %) in the pelletizing process. The second trial aimed to determine the apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn) of Crude Glycerin (CG). The third trial aimed to evaluate the performance, carcass yield and noble cuts of broilers fed diets with increasing levels of CG and two processes of feed production (mashed or pelleted). In the first trial, a randomized block design was used, with four treatments, with 0, 4, 8 and 12% inclusion of crude glycerin and five repetitions, of 250 kg of feed, for each evaluated phase. The blocks were constituted by the passage of a repetition of each treatment by the pelletizer, as a function of time. The power consumption, in each repetition was calculated with time and amperage data collected in the pelletization of the diets produced for the initial phase (7 to 21 days old) and growth phase (22 to 42 days old). In the second trial, the birds were distributed in a completely randomized design with two treatments (reference ration and 8% inclusion of CG in the reference ration), nine repetitions and ten birds per cage. The assay was performed in two stages: the first from 10 to 18 days of age (initial phase) and the second from 25 to 33 days (growth phase). The first four days of the trial, for each stage, were intended to adapt the birds to the experimental diets and the other five days, a total collection of excreta was performed. In the third trial, 1600 broiler chicks were distributed in a randomized block design, in a 2x4 factorial arrangement (mash or pelleted feed and four levels of CG: 0, 4, 8 or 12%), totaling eight treatments, eight repetitions and 25 birds per box. The experimental period was 42 days. At 43 days of age, three birds from each box were slaughtered to evaluate carcass yield and noble cuts. In the first trial, there was a linear decrease ( $P < 0.05$ ) in electricity consumption with increasing levels of CG, no effect ( $P > 0.05$ ) on production rate was observed and there was a linear increase ( $P < 0.05$ ) of the PDI. In the second trial, CG's EMAn were 2651 kcal/kg and 3013 kcal/kg for the initial and growth phases, respectively. In the third trial, the use of crude glycerin had a quadratic effect ( $P < 0.01$ ) in feed intake and weight gain of birds, but there was no difference in feed conversion ( $P > 0.05$ ). Carcass and cuts weights showed quadratic effect ( $P < 0.05$ ), carcass fat content showed decreasing linear effect ( $P < 0.01$ ). The carcass yield presented quadratic effect ( $P < 0.01$ ), with maximum point of 3.79%, the wing yield showed linear increase ( $P < 0.01$ ) and linear reduction for fat ( $P < 0.01$ ). The increasing level of CG has improved the quality of pellets and reduced the consumption of electricity in the pelletizing process. The use of CG improves weight gain, and by up to 4%, CG has improved carcass yield and up to the level of 12%, reduced fat deposition.

**Keywords:** Animal nutrition, diet, alternative feed, performance.



## SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	11
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 PELETIZAÇÃO.....	12
1.3 GLICERINA.....	13
1.3.1 LIMITAÇÕES DE USO DA GLICERINA.....	14
1.3.2 ENERGIA METABOLIZÁVEL DA GLICERINA.....	15
1.3.3 NÍVEL DE INCLUSÃO DE GLICERINA EM DIETAS PARA AVES.....	16
1.3.4 NÍVEL DE INCLUSÃO DE GLICERINA EM DIETAS PARA AVES.....	16
1.4 OBJETIVO.....	17
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. CAPÍTULO II.....	18
2.1 MANUSCRITO I.....	19
2.2 MANUSCRITO II.....	33
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS: CEUA.....	60





## CAPÍTULO I

### 1. REVISÃO DE LITERATURA

#### 1.1 INTRODUÇÃO

É observado um aumento crescente na produção brasileira de rações para frango de corte, no primeiro semestre de 2019, foram produzidas 16,7 milhões de toneladas de rações, um avanço de 2% em comparação ao mesmo período de 2018 (SINDIRAÇÕES, 2019). Esse aumento de produção de ração é resultado do crescimento avicultura nacional, entretanto, os custos elevados com a alimentação, que correspondem aproximadamente 70% do custo total de produção (CIAS, 2019), reduzem a lucratividade do setor. Diante da problemática dos custos com a nutrição animal, existe uma constante busca por fontes alternativas de alimentos que possibilitem bons índices de desempenho produtivo com baixo custo.

O milho constitui o principal alimento energético das rações de aves, compondo entre 60% a 70% da massa das rações, o farelo de soja o principal suplemento proteico com inclusões de 20% a 30% da dieta. Segundo IEA (2019) aproximadamente 80% da demanda de milho é destinada à alimentação animal, aproximadamente 60% destinado à nutrição de aves e suínos. Por ser considerada uma cultura cíclica, cuja produção é estimulada pelas altas e baixas de preço no mercado, alterações no preço do milho, geralmente, provocam alterações custos de produção de ração. Tal característica é relevante em especial em locais como o Estado de Santa Catarina visto não serem autossuficientes em produção de milho e soja.

O uso de subprodutos agroindustriais pode contribuir como alternativas para substituir o milho e o farelo de soja nas rações, com possível redução dos custos de produção, quando avaliadas as particularidades de cada ingrediente. A composição química do alimento e os limitantes devem ser conhecidas antes de formular a ração, para alcançar os resultados esperados, e assim determinar o nível de inclusão do alimento e o correto balanceamento da ração. De acordo com PAULO et al. (2019), os subprodutos do processamento de diversos produtos agrícolas, que tem alta disponibilidade, na maioria das vezes podem ser aproveitados na alimentação de frangos. Com a utilização destes subprodutos, ocorre a redução do custo de produção e diminuição do impacto ambiental. Estes ingredientes são conhecidos como alimentos alternativos. Adicionalmente aos cuidados de formulação, com avaliação dos ingredientes e suas características, é necessária escolher o método de processamento desta ração, visando melhorar a qualidade do produto final.

## 1.2 PELETIZAÇÃO

O processamento de rações comumente utilizado na nutrição animal, é uma das ferramentas para garantir uma dieta adequada para frangos de corte, em especial a peletização, que através de uma combinação de umidade, pressão e calor, traz vantagens deste o processo de fabricação até indicadores produtivos a campo (MELO, 2016). Alguns benefícios físicos, econômicos e nutricionais da peletização são: aumento da densidade (mais peso por m<sup>3</sup>); economia com transporte; redução da perda (menor quantidade de perda como pó); redução da segregação de ingrediente; menor desperdício de ração; melhor manejo em equipamentos de alimentação automática; redução da alimentação seletiva; possibilita o uso de ingredientes com baixa palatabilidade; menor gasto de energia para o animal consumir o alimento; destruição de organismos patogênicos; aumenta a vida útil da ração; melhora da palatabilidade e a digestibilidade das rações (CARDEAL, 2014).

SUREK (2017) apontou que a peletização de rações oferece melhoria no ganho de peso diário, conversão alimentar e diminui o desperdício de ração, mesmo quando avaliado animais com idades e características genéticas diferentes. No entanto, os custos com equipamentos, mão de obra e gasto de energia elétrica estão como principais desvantagens da peletização (MELO, 2016). Apesar disto, a peletização de ração é o processamento mais utilizado nas rações de frangos de corte no Brasil (TAVERNARI et al., 2013; ABDOLLAHI; RAVINDRAN; SUIHUS, 2013).

Um cuidado especial na produção de ração peletizada é com a diminuição de finos. Finos é a porção da ração peletizada que desagrega de sua estrutura inicial, com partícula menor que o pélete, que ocorre em qualquer estágio da peletização, do transporte ou da manipulação da ração na granja. Para SCHROEDER (2019), excessiva presença de finos em rações peletizada iguala à farelada, eliminando todos os benefícios oferecidos pela peletização e torna o processo inviável. Os ingredientes e composição química da ração tem influência sobre a qualidade do pélete, presença de finos e consumo de energia para o processo de peletização (ANDRADE, 2016; LORENZETTI, 2018).

Uma abrangente literatura correlaciona a influência de matérias primas alternativas no processo de peletização. Porém, poucos estudos avaliam o efeito da inclusão da glicerina bruta no processo de peletização em rações para frangos de corte. Com adições de 50 g/kg de glicerina bruta em rações de suínos, SHIELDS et al (2012) encontrou uma melhora no processo de peletização e na eficiência produtiva em temperaturas de peletização de até 74°C, também identificou uma diminuição no consumo de energia elétrica, pela diminuição da amperagem e a carga do motor.

### 1.3 GLICERINA

Com o incentivo da produção de biodiesel, em decorrência de estímulo de políticas públicas tanto no Brasil como na Europa, tem proporcionado um aumento na glicerina bruta resultante do processo de transesterificação, que ocorre pela ação do metanol sobre o óleo vegetal e posterior adição de sal. Com a oscilação nos preços dos principais alimentos utilizados em rações de frango, e a disponibilidade da glicerina bruta no mercado, muitos estudos foram conduzidos na utilização deste ingrediente, oriundo da produção de biodiesel, na alimentação de frangos de corte como um alimento energético (SILVA et al., 2012; SEHU et al., 2013), na busca de redução de custos com a alimentação animal, além de proporcionar um destino ambientalmente correto a esse coproduto.

Na indústria de alimentos, a glicerina é utilizada como aditivo alimentar umectante liberado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), por meio da resolução 386/1999. Na alimentação animal a glicerina deve conter no máximo 150 ppm de metanol e 13% de umidade, já o glicerol deve ser no mínimo 80%, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (OLIVEIRA, 2013). Por ser de baixo custo e possuir alto valor energético, a glicerina tem despertado interesse de muitos pesquisadores (GUERRA et al., 2011; MANDALAWI et al., 2014; SOUSA et al., 2015; FREITAS et al., 2017; BROCH et al., 2018), no âmbito de verificar qual o percentual de inclusão ideal desse ingrediente na dieta, com intuito de melhoria nos indicadores produtivos.

A glicerina tem o glicerol como o componente de maior valor e concentração, e por ser altamente energético é considerado um possível substituto dos alimentos com alto teor de amido (TOPAL, 2013), devido ao seu baixo peso molecular possui alta taxa de absorção intestinal e no fígado pode ser convertida, via gliconeogênese, em glicose ou ser oxidada, por meio da glicólise e ciclo de Krebs, para a produção de energia (ARIF, 2017). A glicerina pura com 99% de glicerol seria a melhor opção para alimentação animal devido aos altos níveis nutricionais, além de já ser usada na alimentação humana como aditivo, no entanto, devido aos altos custos para sua purificação seu uso para este fim se torna inviável. Portanto, para nutrição animal, o mais adequado é o uso da glicerina bruta que atenda a recomendação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, visto que apresenta um menor custo quando comparada à glicerina pura.

### 1.3.1 LIMITAÇÕES DE USO DA GLICERINA

Existem algumas limitações para o uso de glicerina na ração, dentre elas está o preço, que deve ser competitivo em relação ao milho, seu principal concorrente. Outro fator limitante é a forma física do ingrediente, por ser líquida existe um limite de adição da glicerina na ração peletizada ou farelada. Além dessas, existem as limitações zootécnicas causadas pelos teores de sódio, de umidade e de contaminantes, como metanol, que precisam ser monitorados para não prejudicar a saúde dos animais (GOMIDE, 2011). A intoxicação por metanol em animais é identificada pela excreção de ácido fórmico na urina, uma vez ingerido é oxidado no fígado a formaldeído e este a ácido fórmico, que é uma substância tóxica (LEÃO, 2012). O potencial efeito prejudicial do metanol pode ser desprezado quando a ração for peletizada, uma vez que a temperatura atingida na peletização é mais alta que a temperatura de vaporização do glicerol (MENTEN et al., 2008).

O estudo da utilização de glicerina bruta no processo produtivo, com avaliação da resposta do animal é imprescindível, isso porque a enzima glicerol quinase apresenta um ponto de saturação em aves, o que limita transformação do glicerol em glicerol-3-fosfato (MIN et al., 2010; HENZ et al., 2014). Quando a ingestão de glicerol é superior à capacidade de sua metabolização, ocorre o aumento do nível de glicerol circulante no sangue. O glicerol em excesso é eliminado pela urina e por ser uma substância hidrossolúvel, ao ser excretado arrasta consigo moléculas de água, o que promove diarreias em frangos, devido ao aumento de excreção de água (GIANFELICI et al., 2011; HENZ et al., 2014), o que pode comprometer a criação em condições práticas, em função do aumento de umidade na cama. A umidade das excretas também está relacionada ao sódio presente na glicerina bruta.

A glicerina bruta pode conter 6-8% de sais de sódio ou potássio, o que aumenta a possibilidade de problemas com excreções na cama. Maior umidade das excretas foi notada quando a ração de galinhas poedeiras foi formulada com 15% de glicerina bruta contendo 1,26% de sódio e não foi feito ajuste em relação à ração basal que continha 0,21% de sódio (LAMMERS et al., 2008). Nos processos adotados nas plantas do Brasil, é mais comum a presença do cloreto de sódio, sendo que as especificações da indústria apontam um limite de 7% para este sal. Esta quantidade equivale a aproximadamente 2,75% de sódio na glicerina bruta; uma adição de 10% de glicerina bruta na ração seria responsável pelo aporte de 0,275% de sódio na ração, o que já excede os valores de exigências nutricionais para frangos de corte (0,183% a 0,227% de sódio) segundo as Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2017). A falta de padronização da glicerina bruta é devida a diferentes processamentos do biodiesel, o que influencia na qualidade deste co-produto (OLIVEIRA, 2013).

### 1.3.2 ENERGIA METABOLIZÁVEL DA GLICERINA

A glicerina bruta possui um alto teor de energia, segundo ROSTAGNO et al. (2011) a glicerina bruta (87%) possui 3.510 kcal/kg de energia metabolizável para aves, enquanto o milho possui 3.381 kcal/kg. DOZIER et al. (2008), através do método de coleta total de excretas, para rações sem correção para os teores de sódio, determinou valores de energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio e energia bruta de 3.625 kcal/kg) para frangos de corte de 4 a 11, 17 a 25 e 37 a 45 dias de idade, com valores de EMAn de 3.621, 3.331 e 3.349 kcal/kg, respectivamente. Os autores reportaram, pela avaliação conjunta de todas as fases de criação, o valor de EMAn de 3.434 kcal/kg, o que corresponde a 95% da energia bruta da glicerina bruta avaliada, o que indica que a glicerina bruta é utilizada eficientemente por frangos de corte. MANDALAWI et al. (2014), ao estudar glicerina proveniente de diferentes tipos de processamento, apontou que não existe diferença entre a origem do material sobre variáveis produtivas e digestibilidade dos frangos de corte. Já os níveis de inclusão ocasionaram uma melhora na conversão alimentar, sem alterar o ganho de peso diário.

LAMMERS et al. (2008) ao utilizar o método do indicador indigestível (1% de celite como cinza insolúvel) para galinhas poedeiras, determinou valores de energia metabolizável corrigida para o nitrogênio(EMAn), por regressão polinomial, de 3.805 kcal/kg (86,95% de glicerol, 280 ppm de metanol, 1,26% de sódio) para a glicerina bruta avaliada. O valor encontrado foi semelhante ao valor de energia bruta da glicerina utilizada no estudo (3.625 kcal/kg), o que novamente demonstra o alto grau de aproveitamento energético para aves.

MERVAL et al. (2019) avaliou a diferença entre a glicerina e o óleo de soja, como ferramenta energética para rações de frango de corte para todas as fases de produção, identificou que a glicerina promoveu melhores ganhos zootécnicos nas fases iniciais e crescimento. Na fase inicial foi identificada uma melhora de 3,5% na conversão alimentar, sendo que este fator está relacionado ao metabolismo animal, que utiliza ácidos graxos do óleo de soja em funções não energéticas, como a absorção de algumas vitaminas lipossolúveis.

A literatura aponta que a variação nas características químicas e nutricionais entre as amostras de glicerina bruta, está ligado ao processo de produção do biodiesel.

### 1.3.3 NÍVEL DE INCLUSÃO DE GLICERINA EM DIETAS PARA AVES

MANDALAWI et al. (2014), não identificou diferença nas variáveis produtivas, digestibilidade dos frangos de corte ou ganho de peso diário, ao avaliar glicerina de diferentes tipos de processamento para pintos de 1 a 21 dias de idade. No entanto, a inclusão crescente de glicerina apresentou melhora na conversão alimentar, sendo recomendado a inclusão até 10% para dietas de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade. SEHU et al. (2013), ao trabalhar com três níveis de inclusão de glicerina bruta para frangos de corte, identificou que valores de inclusão de 5 e 10% apresentaram melhores indicadores zootécnicos, divergindo dos achados de SILVA et al. (2012), que descreve uma redução do ganho de peso nas aves alimentadas com 10% de glicerina bruta, com recomendação de inclusões de até 5%. Contudo vale ressaltar que a definição do nível de inclusão depende da origem da glicerina e seu processamento, LEGAWA, WATTANACHANT & WATTANASIT (2018), em seu estudo de inclusão de glicerina bruta proveniente do óleo de palma em rações de frango de corte, encontraram impactos nos indicadores de abatedouro, sendo necessária a avaliação na condição de saúde e bem-estar animal.

### 1.3.4 METABOLISMO E ABSORÇÃO DO GLICEROL

O glicerol é o principal componente glicerina, um composto altamente energético com potencial de uso como fonte de energia semelhante aos carboidratos. Encontrado em vegetais e no metabolismo animal, possui grande potencial de uso como substituto energético parcial na alimentação animal (LAMMERS et al., 2008).

O glicerol é uma molécula de baixo peso molecular, com isso possui alta taxa de absorção por difusão passiva no intestino delgado de não ruminantes (OHTA et al., 2006), sem a necessidade de formar micelas como os ácidos graxos de cadeia média e longa. OHTA et al., aponta que a absorção intestinal do glicerol em ratos é realizada por meio de dois transportes, passivo e ativo, sendo o transporte ativo é Na-dependente. Uma vez absorvido, o glicerol é transportado até o fígado pela veia porta, aonde pode ser convertido à glicose via gliconeogênese ou oxidado para produção e energia via glicólise e ciclo do ácido cítrico.

A glicerol quinase é a primeira enzima responsável pelo metabolismo do glicerol absorvido pelo organismo animal, sendo encontrada em grande parte no fígado e rins. O glicerol tem sua atuação na gliconeogênese, lipogênese, via glicolítica e no ciclo do ácido cítrico, após sua fosforilação a glicerol-3-fosfato pela enzima glicerol quinase, e posterior oxidação pela enzima glicerol-3-fosfato-desidrogenase a diidroxiacetona-fosfato, que atua

como importante intermediária nessas reações (BUZELLE, 2016). Contudo, a elevada inclusão de glicerol nas dietas pode exceder a capacidade da enzima glicerol quinase apresenta um ponto de saturação em aves, o que limita transformação do glicerol em glicerol-3-fosfato (MIN et al., 2010; HENZ et al., 2014), podendo indicar uma saturabilidade do glicerol (OHTA et al., 2006). BERNARDINO et al. (2014), não identificou saturação da enzima glicerol quinase no fígado de frangos de corte, em diferentes fases de produção, em níveis de até 7% de inclusão da dieta.

#### 1.4 OBJETIVOS

##### 1.4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a glicerina bruta como substituto energético em rações de frangos de corte e seus efeitos sobre o processo produtivo.

##### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar os efeitos da glicerina bruta na peletização de rações para frangos de corte;
- b) Determinar a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio da glicerina bruta;
- c) Avaliar diferentes níveis de glicerina bruta em rações peletizadas para frangos de corte e efeitos no desempenho.

## **2. CAPÍTULO II**

### **MANUSCRITOS**

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de dois manuscritos, com suas formatações de acordo com as orientações da revista:

## 2.1 MANUSCRITO I

### **Crude glycerin reduces electricity consumption and improves pellet quality of broiler feeds**

André Ricardo Santana Vieira de Souza<sup>1</sup>, Fernando de Castro Tavernari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brazil.

<sup>2</sup>Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, Brazil.

De acordo com normas para publicação em:

Revista Brasileira de Zootecnia

**Glicerina bruta reduz o consumo de energia elétrica e melhora a qualidade dos  
peletes de rações de frango de corte**

**Crude glycerin reduces electricity consumption and improves pellet quality of  
broiler feeds**

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effect of different crude glycerin inclusions on the pelleting process and quality of pelleted feed for broilers in the initial phase (7-21d) and growth (22-42d) through of variables as electricity consumption (KWh t<sup>-1</sup>) and productivity (tons h<sup>-1</sup>) of pelleting, Pellet Durability Index - PDI and pellet temperature (°C) of the experimental diets. For this, an experimental randomized block design was used, with four treatments (including 0, 40, 80 and 120 g kg<sup>-1</sup> crude glycerin) and five repetitions of 250 kg of feed. Energy consumption (kWh t<sup>-1</sup>) during pelleting each repetition was calculated using data of time and amperage. Regression analysis was performed after the ANOVA results. In both types of feed processed, and initial growth, there was a significant linear decrease (P<0.05) in the electricity consumption (kWh t<sup>-1</sup>), when pelleted with increasing levels of crude glycerin. However, no significant effect (P>0.05) in pelleted feed ton produced per hour. There was a linear increase (P<0.05) in PDI and quadratic effect (P<0.05) in the temperature of the produced pellets. We conclude that the crude glycerin is an effective enhancer of pelletization, because improved the quality of the pellets and reduced the consumption of electricity by feed mills.

Key words: Glycerol, economy, feed additive, production cost.

**INTRODUÇÃO**

O Brasil detem a liderança mundial de exportação de carne de frango e segundo lugar na produção mundial de frangos (EMBRAPA, 2019). Para manter a liderança a avicultura brasileira enfrenta grandes desafios, um deles é o custo total da produção, sendo que o maior impactante é a nutrição, que representa quase 70% de todos os custos de

produção (EMBRAPA, 2019). O maior desafio da nutrição animal está na composição básica, a base de milho e farelo de soja, uma vez que esses ingredientes competem com a alimentação humana (PEREIRA et al., 2016) e principalmente pelo direcionamento destes grãos para produção de energia renovável, havendo uma flutuação dos valores e um aumento considerável nos custos dos ingredientes das rações. Dessa forma, é constante a busca por ingredientes que possibilitem bons índices de desempenho produtivo com baixo custo. A utilização de coprodutos ou subprodutos na alimentação animal auxilia na redução de custos e uma maior flexibilização na formulação das dietas (ANDRADE et al., 2015).

A glicerina bruta é um subproduto oriundo da produção de biodiesel (composta por glicerol, água e metanol) é classificada como ingrediente energético, que pode ser utilizado em substituição ao milho nas dietas para frangos de corte. Com a determinação da inclusão mínima de 20 g kg<sup>-1</sup> de biodiesel no diesel brasileiro, a produção de glicerina vem aumentando (BRASIL, 2005), atualmente a ANP aprovou uma adição de até 150 g kg<sup>-1</sup> de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, devendo o percentual mínimo ser 110 g kg<sup>-1</sup> (BRASIL, 2018).

A glicerina, é um regularmente vendida como aditivo umectante, mas estudos demonstram a possibilidade de utilização como fonte de energia em dietas de alta produção, além de atuar sob aminoácidos e enzimas, resultando em economia na formulação (BESERRA et al., 2016). A propriedade umectante da glicerina está relacionada com a melhora no processo de peletização das rações (KHOLIF, 2019; GROESBECK et al., 2008), pois melhora a gelatinização do amido e reduzem o atrito no processo de peletização.

A preocupação com a destinação dos resíduos industriais cresce a cada dia e a reciclagem e/ou reutilização dos resíduos agroindustriais beneficia a sociedade e o

ambiente, assim como pode reduzir custos do processo produtivo. A crescente produção de glicerina bruta, associado aos grandes desafios da avicultura moderna moderna que é conciliar alta produtividade e competitividade com responsabilidade social e ambiental (PACHECO et al., 2018), torna-se importante a análise do uso deste coproduto do biodiesel em fábricas de rações e no processo de peletização, bem como, no efeito sobre a qualidade dos peletes. Diante disto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes inclusões de glicerina bruta sobre o processo de peletização e qualidade de rações peletizadas para frangos de corte nas fases inicial (7-21 dias) e crescimento (22-42 dias).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados dois experimentos em uma fábrica de rações pertencente à EMBRAPA Suínos e Aves – Concórdia, Santa Catarina, para avaliar o efeito de níveis crescentes de glicerina bruta sobre o processo de peletização e qualidade de rações peletizadas para frangos de corte à base de milho e farelo de soja. No primeiro experimento foi avaliado o processo de peletização de rações para a fase inicial (7 a 21 dias) e no segundo para a fase de crescimento (22 a 42 dias), respectivamente. As rações foram formuladas para atender as recomendações propostas por ROSTAGNO et al. (2011) (Tabelas 1 e 2).

Para a peletização, foi utilizada peletizadora a vapor, da marca Koppers Júnior C40, com motor de 50 CV, marca Siemens e matriz com furos de diâmetro de 3/16 polegadas.

Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos, sendo 0, 40, 80 e 120 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta e cinco repetições, de 250 kg de ração, para cada fase avaliada. Previamente à peletização, as rações foram misturadas em misturador vertical. Os blocos foram constituídos pela passagem de uma repetição de cada tratamento pela peletizadora, em função do tempo. Entre a peletização de cada

tratamento, 50 kg de farelo de trigo moído foram passados na peletizadora, para a limpeza da mesma.

A glicerina bruta utilizada era proveniente de óleo de soja e a composição analisada era de 800 g kg<sup>-1</sup> de glicerol, 870 g kg<sup>-1</sup> de MS, 40 g kg<sup>-1</sup> de Cl, 24 g kg<sup>-1</sup> de Na e 3563 Kcal Kg<sup>-1</sup> de energia bruta.

Para a determinação da energia consumida (KWh t<sup>-1</sup>) pela peletizadora em cada repetição, foram realizadas as seguintes aferições: Amperagem: Leitura do amperímetro do início ao fim da peletização, em tempos espaçados; Tempo de peletização: Foi cronometrado o tempo de peletização de cada repetição, para a realização do cálculo do consumo de energia (KWh t<sup>-1</sup>), através das seguintes equações:  $I = P / V$  e  $KWh = P \times \text{Tempo de peletização (hora)} / 1000$ , onde: I = Amperagem, P = Potência (W) e V = Tensão ( $380 \times \sqrt{3}$ ).

Para a avaliação do índice de durabilidade do pelete (Pellet Durability Index – PDI), de cada uma das cinco repetições, foram coletadas quatro subamostras, com cerca de 700 g cada, antes do resfriamento. Estas passaram por peneira com tamanho de abertura um pouco inferior ao diâmetro dos peletes (4 mm) e, em seguida, 500g de peletes retidos na peneira foram colocados no aparelho para teste de durabilidade. Todas as amostras foram processadas por 10 minutos a 50 RPM (rotações por minuto), e após este tempo, foi retirada a amostra do aparelho de determinação do PDI e repassada novamente em peneira com aberturas de 4 mm de diâmetro. Foi pesada a quantidade de peletes retida na peneira e a durabilidade foi calculada utilizando-se a seguinte equação:  $\text{Durabilidade \%} = (\text{peso dos peletes após o teste} / \text{peso dos peletes antes do teste}) \times 100$ . A temperatura e umidade durante o processamento foram anotadas para aferir a temperatura dos peletes.

Os dados de índice de durabilidade do pelete e consumo de energia da peletizadora foram analisados utilizando-se da análise descritiva, para verificação da presença de “out liers”. A análise de regressão foi feita após resultados da ANOVA quando  $P < 0.05$ , com o auxílio do software estatístico SAS (Statistical Analysis System, version 9.2.).

## RESULTADOS

Na peletização das rações fase inicial e crescimento (Tabela 3) houve diminuição linear ( $P < 0.05$ ) no consumo de energia ( $\text{KWh t}^{-1}$ ) de acordo com a inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta. A medida que se aumentou a inclusão de glicerina na ração inicial, houve redução no consumo ( $\text{KWh t}^{-1}$ ) em relação ao tratamento controle (sem glicerina) em 15.6, 11.3 e 20.4% e para fase de crescimento as reduções foram de 10.1, 20.0 e 22.5%, para os níveis de 40, 80 e  $120 \text{ g kg}^{-1}$  de glicerina bruta respectivamente. A inclusão da glicerina não influenciou a produtividade da peletizadora (toneladas de ração peletizada por hora –  $\text{t h}^{-1}$ ) não houve efeito ( $P > 0.05$ ), tanto nas rações da fase inicial quanto nas de crescimento. Houve aumento linear no PDI ( $P < 0.05$ ) com a inclusão de glicerina nas rações das duas fases.

Não houve efeito da inclusão de glicerina na fase inicial para temperatura do pélete e houve efeito quadrático com ponto de mínimo ( $P < 0.05$ ) na fase de crescimento, do que indica que o uso de glicerina bruta, mesmo em quantidades diferentes nas rações, não influencia no rendimento ( $\text{t h}^{-1}$ ) no processo de peletização. Contudo, isto deve ser melhor avaliado no escoamento da ração nos silos.

Houve aumento no índice de durabilidade de pelete (PDI) verificou-se aumento linear ( $P < 0.05$ ) à medida que se aumentou os níveis de glicerina bruta nas dietas, proporcionando maior qualidade do pelete. No caso da temperatura dos peletes ( $^{\circ}\text{C}$ ) produzidos houve efeito quadrático ( $P < 0.05$ ) do nível da glicerina.

Observou-se melhora linear significativa ( $P < 0.05$ ) no índice de durabilidade dos peletes, havendo redução de finos produzidos com o aumento nos níveis de glicerina bruta, contudo houve efeito quadrático na temperatura dos peletes avaliados antes do resfriamento.

## **DISCUSSÃO**

A redução observada no consumo de energia ( $\text{KWh t}^{-1}$ ) com a inclusão de glicerina, está relacionada ao efeito umectante da glicerina, a qual induziu a uma redução no atrito da ração no processo de peletização. Como resultado, houve menor carga sobre o motor para (menor amperagem) a produção dos peletes com consequente redução na energia elétrica consumida no processo, independente dos tipos de rações testadas (inicial e crescimento). Resultados similares foram obtidos por SHIELDS et al. (2012), que verificaram redução no consumo de energia elétrica na peletização de rações de suínos à medida que era incluído glicerina bruta nas rações, efeito que os autores associaram a redução de fricção durante o processo de peletização.

O efeito da glicerina sobre o consumo energético pela peletizadora e durabilidade do pelete também foi estudado por GROESBECK et al. (2008), os quais, ao avaliar rações para suínos, também observaram a redução no consumo de energia elétrica pela peletizadora e melhoria na durabilidade dos peletes em rações com glicerina, comparados ao uso de óleo ou da mistura de óleo com glicerina. O efeito da utilização da glicerina bruta sobre a eficiência produtiva e consumo de energia para produção de peletes, também é observada na produção de rações de bovinos (DROUILLARD, 2012). Nossos resultados apontam para efeito secundário importante do uso de glicerina nas dietas de aves que é a redução de até 22% dos custos com energia elétrica no processo de peletização da ração.

A partir destes resultados, percebe-se que a glicerina, além do seu efeito na alimentação das aves, ao diminuir os gastos com energia pela peletizadora reduz os custos no processo de peletização, o que de acordo com os resultados obtidos pode chegar a uma redução (em relação a dietas isentas de glicerina) de 20.37% para ração inicial e 22.52% crescimento.

A melhora na durabilidade do pelete observada quando aumentada a inclusão de glicerina às rações está relacionada ao efeito umectante da glicerina, atribuído à melhoria na gelatinização do amido, diminuindo a quebra do pelete durante e após o processamento. O aumento no PDI chegou a 18,23% (ração inicial) e 60,58% (ração de crescimento) em comparação às rações sem a inclusão de glicerina, colaborando com os resultados encontrados por MADRID et al. (2013), que identificou melhora na qualidade do pelete de rações de suínos de maneira linear com a inclusão de glicerina bruta nas dietas. Este efeito pode resultar em ganhos significativos no desempenho das aves, uma vez que rações com maior PDI tem menor propensão a quebra durante o processo de armazenamento, transporte e distribuição nos comedouros (LORENZETTI, 2019), como consequência, menor produção de finos é gerada.

A característica umectante da glicerina, e o menor atrito no processo de peletização, explica o efeito quadrático observado na temperatura dos peletes da fase de crescimento, o qual teve diminuição inicial à medida que se incluiu a glicerina bruta, com leve aumento nos maiores níveis de inclusão. Apesar deste aumento, mesmo no maior nível de inclusão de glicerina bruta ( $120 \text{ g kg}^{-1}$ ), a temperatura não ultrapassou a temperatura do pelete da ração controle.

A produtividade da peletizadora não foi afetada pela inclusão de glicerina, o que supõe que a glicerina apenas reduziu o esforço da peletizadora na produção dos peletes (diminuiu gasto de energia –  $\text{KWh t}^{-1}$ ), não alterando o fluxo de ração durante o processo

dentro da peletizadora, mas o escoamento das rações no silo deverá ser avaliado, diferente dos achados de MADRID et al. (2013), que identificou melhora de 20 a 29% na produtividade, quando comparado com o grupo sem glicerina bruta.

## **CONCLUSÃO**

A inclusão de glicerina bruta nas rações da fase inicial e de crescimento, melhorou as características dos pellets e diminuiu o custo de energético de peletização

## **REFERÊNCIAS**

Andrade, T. V.; Santos, R. N. V.; Santos, C. B.; Araújo, D. J.; Braulino, D. S.; and Moura, M. V. T. P. 2015. Tanino em resíduos e subprodutos alimentares para a alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime, 12:4230-4236.

Beserra, V. A.; Cesar, A. S.; and Peres, A. A. C. 2016. Adoção da Glicerina Bruta na Dieta Animal e seu Impacto no Produto Final. Arch. Zootec. 65:259-266. <https://doi.org/10.21071/az.v65i250.498>

BRASIL. Lei Nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm)>. Acesso em: 12 de dez. 2019.

BRASIL. Resolução Nº 16, de 29 de Outubro de 2018. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Disponível em:

<[http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao\\_16\\_CNPE\\_29-10-18.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao_16_CNPE_29-10-18.pdf)>. Acesso em: 12 de dez. 2019.

Drouillard, J. S. 2012 Utilization of crude glycerin in beef cattle. In: H. P. S. Makkar (Ed.). Biofuel co-products as livestock feed - Opportunities and challenges. 155- 161.

EMBRAPA Central De Inteligência De Aves E Suínos. Intranet. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

Groesbeck, C.N.; Mckinney, L.J.; Derouchey, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Dritz, S.S.; Duttlinger, A. W.; Fahrenholz, A. C.; and Behnke K. C. 2008. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. *Journal of Animal Science*, 86:2228–2236. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0880>

Kholif, A. E. 2019. Glycerol use in dairy diets: A systemic review. *Animal Nutrition*, 5: 209-216. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.06.002>

Lorenzetti, W. R.; Lorenzetti, R. G.; Sachet, J. P.; Migliorini, M. J.; Barreta, M.; Paiano, D.; Zampar, A.; Da Silva, A. S.; and Boiago, M. M. 2019. The effect of feed transportation and an automatic feeding system on the physical and chemical quality of pelleted feed for broiler chickens. *Archivos de Zootecnia*, 68:370-374. <https://doi.org/10.21071/az.v68i263.4195>

Madrid J.; Villodre, C.; Valera, L.; Orengo, J.; Martínez, S.; López, M. J.; Megías, M. D.; and Hernández, F. 2013. Effect of crude glycerin on feed manufacturing, growth performance, plasma metabolites, and nutrient digestibility of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 91: 3788–3795. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-5684>

Pacheco, J. De C.; Moita Neto, J. M.; and Silva, E. A Da. 2018. Impactos ambientais e formulação de ração para frango de corte. *LALCA - Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida*. 1:97-109. <https://doi.org/10.18225/lalca.v1iEspec.4327>

Pereira, A. A.; Ferreira, D. A.; Griep Júnior, D. N.; Lima, C. B.; Moura, A. S.; and Lima Júnior, D. M. 2016. Raspa da mandioca para codornas em postura. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10:123-129. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5510>

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F. De; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L. De T.; and Euclides, R.F. *Composição dos alimentos e dos suplementos vitamínicos e minerais. Tabelas brasileiras para aves e suínos*. 3.ed, 2011.

Shields M.C.; Van Heugten, E.; Odle, J.; and Stark, C.S. 2012. Impact of crude glycerol on feed milling characteristics of swine diets. *Animal Feed Science and Technology*, 175:193-197. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.05.008>

Tabela 1. Rações experimentais (Inicial – 7 a 21 dias)

Ingredientes, g kg <sup>-1</sup>	Níveis de inclusão de glicerina bruta, g kg <sup>-1</sup>			
	0	4	8	12
Milho	573.2	529.2	485.3	436.5
Farelo de soja	362.9	370.2	377.6	385.8
Glicerina	0.00	40.0	80.0	120.0
Óleo de soja	25.4	24.5	23.6	24.3
Calcário calcítico	9.2	9.2	9.1	9.1
Fosfato bicálcico	15.0	15.0	15.1	15.1
Sal	4.8	2.4	0.00	0.00
L-Lisina Hcl	1.7	1.6	1.4	1.3
DL-Metionina	2.7	2.8	2.8	2.9
L-Treonina	0.4	0.4	0.4	0.4
Adsorvente	2.0	2.0	2.0	2.0
Premix vitamínico <sup>1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Premix mineral <sup>2</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloreto de colina 60g kg <sup>-1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Tylan 40	0.1	0.1	0.1	0.1
BHT <sup>3</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Total</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>
<b>Composição calculada</b>				
Proteína bruta, g kg <sup>-1</sup>	212.6	212.5	212.4	212.2
EMAn, kcal kg <sup>-1</sup>	3000	3000	3000	3000
Fibra bruta, g kg <sup>-1</sup>	29.1	28.8	28.4	28.0
Na, g kg <sup>-1</sup>	2.1	2.1	2.1	3.0
Lisina digestível, g kg <sup>-1</sup>	11.7	11.7	11.7	11.7

<sup>1</sup>Mistura mineral (kg do produto): Fe - 100g; Cu - 20g; Co - 2g; Mn - 160g; Zn - 100g; I - 2g.

<sup>2</sup>Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 9.000.000U.I.; vit. D3 - 2.500.000U.I.; vit. E - 20.000U.I.; vit. B1 - 1.5g; vit. B2 - 6.0g; vit. B6 - 3.0g; vit. B12 - 0.012g; ác. pantotênico - 12.0g; biotina - 0.06g; vit. K3 - 2.5g; ác. nicotínico - 25.0g; Se - 250.0mg.

<sup>3</sup>Antioxidante Butil-hidroxitolueno.

Tabela 2. Rações experimentais (Crescimento – 22 a 42 dias)

Ingredientes, g kg <sup>-1</sup>	Níveis de inclusão de glicerina bruta, g kg <sup>-1</sup>			
	0	4	8	12
Milho	620.0	576.0	531.5	482.6
Farelo de soja	312.4	319.8	327.2	335.4
Glicerina	0.00	40.0	80.0	120.0
Óleo de soja	34.3	33.3	32.6	33.4
Calcário calcítico	8.3	8.2	8.2	8.1
Fosfato bicálcico	11.8	11.8	11.9	12.0
Sal	4.5	2.1	0.00	0.00
L-Lisina Hcl	1.7	1.5	1.4	1.3
DL-Metionina	2.4	2.4	2.5	2.5
L-Treonina	0.3	0.3	0.3	0.3
Adsorvente	2.0	2.0	2.0	2.0
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0.8	0.8	0.8	0.8
Premix mineral <sup>2</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloreto de colina 60g kg <sup>-1</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Tylan 40	0.1	0.1	0.1	0.1
BHT <sup>3</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Total</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>	<b>1000.0</b>
<b>Composição calculada</b>				
Proteína bruta, g kg <sup>-1</sup>	193.2	193.0	192.9	192.7
EMAn, kcal kg <sup>-1</sup>	3120	3120	3120	3120
Fibra bruta, g kg <sup>-1</sup>	27.3	26.9	26.5	26.1
Na, g kg <sup>-1</sup>	2.0	2.0	2.1	3.0
Lisina digestível, g kg <sup>-1</sup>	10.5	10.5	10.5	10.5

<sup>1</sup>Mistura mineral (kg do produto): Fe - 100g; Cu - 20g; Co - 2g; Mn - 160g; Zn - 100g; I - 2g.

<sup>2</sup>Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 9.000.000U.I.; vit. D3 - 2.500.000U.I.; vit. E - 20.000U.I.; vit. B1 - 1.5g; vit. B2 - 6.0g; vit. B6 - 3.0g; vit. B12 - 0.012g; ác. pantotênico - 12.0g; biotina - 0.06g; vit. K3 - 2.5g; ác. nicotínico - 25.0g; Se - 250.0mg.

<sup>3</sup>Antioxidante Butil-hidroxitolueno.

Tabela 3. Média do consumo de energia elétrica pela peletizadora (KWh t<sup>-1</sup>), produtividade por horas (t h<sup>-1</sup>) e qualidade de peletes (PDI % e temperatura do pelete) de rações para frangos de corte (inicial e crescimento) com níveis crescentes de glicerina bruta.

Nível de glicerina (g kg <sup>-1</sup> )	Consumo energia (KWh t <sup>-1</sup> )	Produtividade (T h <sup>-1</sup> )	Índice de Durabilidade do pelete (%)	Temperatura do pelete (°C)
Ração fase inicial (7-21 dias)				
0	17.08 ± 0.46	1.95 ± 0.11	80.19 ± 1.12	75.87 ± 0.25
40	14.42 ± 0.51	1.62 ± 0.13	86.09 ± 0.67	74.19 ± 0.16
80	15.13 ± 0.50	2.08 ± 0.11	91.20 ± 0.44	74.97 ± 0.42
120	13.60 ± 0.21	1.82 ± 0.13	94.78 ± 0.16	74.60 ± 0.24
Regressão	0.0005 <sup>L</sup>	0.6853	0.0001 <sup>L</sup>	0.2314
CV <sup>1</sup> (%)	6.83	13.37	2.72	4.37
Ração fase crescimento (22-42 dias)				
0	17.36 ± 0.39	2.39 ± 0.08	54.75 ± 1.08	75.96 ± 0.41
40	15.61 ± 0.77	2.28 ± 0.14	64.64 ± 1.82	72.84 ± 0.64
80	13.88 ± 0.35	2.40 ± 0.18	78.26 ± 1.27	72.86 ± 0.50
120	13.45 ± 0.37	2.54 ± 0.29	87.92 ± 0.82	74.21 ± 0.43
Regressão	0.0002 <sup>L</sup>	0.4973	0.0001 <sup>L</sup>	0.0001 <sup>Q</sup>
CV <sup>1</sup> (%)	8.23	17.25	8.07	4.50

L = linear.

Q = Quadrática.

<sup>1</sup>CV = Coeficiente de variação.

## 2.2 MANUSCRITO II

### **Energy value of crude glycerin and effects on broiler performance and carcass**

André Ricardo Santana Vieira de Souza<sup>1</sup>, Fernando de Castro Tavernari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brazil.

<sup>2</sup>Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, Brazil.

De acordo com normas para publicação em:

Revista Brasileira de Zootecnia

**Valor energético da glicerina bruta e efeitos no desempenho e carcaça de frangos  
de corte**

**Energy value of crude glycerin and effects on broiler performance and carcass**

**ABSTRACT**

Two experiments were carried out to determine the energy metabolization coefficient for crude glycerine (CG) and to evaluate the effect of adding different levels of crude glycerin (CG) on performance and carcass yield and cuts of broilers. The first experiment was performed a metabolism test using total feces sampling method, to determine the apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn), performed in two phases: from 10 to 18 days of age (initial phase) and from 25 to 33 days (phase growth). The birds were distributed in a randomized design with two treatments (0 and 80 g kg<sup>-1</sup> inclusion of crude glycerin in the diet) and nine replications, with ten birds per cage. The apparent metabolized corrected for nitrogen balance was 2651 kcal kg<sup>-1</sup> and 3013 kcal kg<sup>-1</sup>, for the initial and growth phases respectively. In the second experiment it was used 1600 Cobb 500 male broiler from 1 to 42 days, in a randomized block experimental design, with 8 treatments and 8 replications of 25 birds per experimental unit, according to factorial arrangement (2 processing X 4 levels of crude glycerin: 0, 40, 80 and 120 g kg<sup>-1</sup>). All diets were formulated according to Rostagno et al. (2011). At 43 days of age, three birds from each cage were slaughtered to evaluate carcass and cuts yield in each treatment. There was a quadratic effect (P <0.01) on feed intake and weight gain of glycerin fed birds, but there was no difference in feed conversion (P > 0.05). Carcass and cuts weights presented quadratic behavior (P <0.01), but for yield there was only quadratic effect (P <0.01) for carcass, linear increase for wing (P <0.01) and linear reduction for fat (P <0.01). Using GB improves weight gain. Up to 46.30 g kg<sup>-1</sup> improves carcass yield and up to 120 g kg<sup>-1</sup> reduces fat deposition.

Key words: glycerol, poultry, feed intake, slaughtering.

## **INTRODUÇÃO**

A glicerina bruta é oriunda da produção de biodiesel (formada por glicerol, água e metanol) e é classificada dentro o grupo de alimentos energéticos, é uma estratégia para minimizar a dependência por alimentos convencionais por ser de baixo custo e possuir valor energético e por contribuir com a redução do impacto ambiental dos resíduos agroindustriais. Arruda et al, (2007) relatam que a glicerina, é um regularmente vendido como aditivo umectante, mas estudos demonstram a possibilidade de utilização como fonte de energia em dietas de alta produção. Diferentes autores como Cerrate et al., (2006), Guerra et al., (2011), Sousa et al., (2015) e Mandalawi et al., (2014), em seus estudos verificaram efeitos positivos do uso de glicerina no desempenho de frangos de corte.

A glicerina disponível no mercado brasileiro, apresenta grandes variações na composição química e mineral, em decorrência do seu grau de pureza e método de obtenção (Lammers et al., 2008; Zavarize et al.; 2014). Somado a variedade de composição do material, existe uma grande divergência nos resultados quanto a utilização de glicerina bruta na dieta de frangos de corte sobre o desempenho das aves (Cerrate et al., 2006; Silva et al., 2012; Henz et al., 2014; Legawa et. al., 2018).

Diante disto, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com rações peletizadas ou fareladas com a inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Todos procedimentos envolvendo utilização de animais foram submetidos à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CNPSA) e aprovado sob o parecer nº 009/2011.

Experimento I – Metabolismo

O primeiro experimento foi, um ensaio de metabolismo para a determinação da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta. A glicerina bruta utilizada foi oriunda da soja e sua composição era de 800 g kg<sup>-1</sup> de glicerol, 870 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, 40 g kg<sup>-1</sup> de Cl (cloro), 24 g kg<sup>-1</sup> de Na (sódio) e 3228 kcal kg<sup>-1</sup> de energia bruta. O experimento foi conduzido no laboratório de metabolismos da Embrapa – CNPSA, foi realizado em duas fases: 10 a 18 dias de idade (fase inicial) e 25 aos 33 dias (fase de crescimento).

Para o trabalho as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com dois tratamentos (0 e 80 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta nas rações fareladas) e nove repetições, com dez aves por gaiola. Em cada uma das etapas, os quatro primeiros dias foram destinados para adaptação às dietas experimentais e posteriormente durante cinco dias foi efetuada a coleta total de excretas, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2016).

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer. Ao final do período de coleta, foram homogeneizadas e retiradas alíquotas, que foram colocadas em estufa de circulação forçada a 55°C para pré-secagem. Posteriormente, foram realizadas as análises laboratoriais das excretas e das rações segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

Ao término do ensaio, foram determinadas a quantidade de ração consumida por unidade experimental durante os cinco dias de coleta. Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais das dietas foram calculados os valores de EMAn, por meio de equações propostas por Sakomura e Rostagno (2016).

Os dados foram avaliados utilizando-se da análise descritiva para verificação da presença de “out liers”. Os dados de foram analisados com o auxílio do software estatístico SAS, 2012 (Statistical Analysis System, version 9.3).

#### Experimento II – Desempenho zootécnico e qualidade de carcaça

No segundo experimento foram avaliados os efeitos da inclusão de glicerina no desempenho e características de carcaça de frangos de corte. Para o trabalho foram utilizados 1600 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb-500. O experimento foi iniciado com pintainho de 1 dia e o período experimental foi de 42 dias de idade.

Para os tratamentos foram formuladas 4 rações experimentais para cada fase (Tabela 2) para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011). As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com a inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta 0, 40, 80 e 120 g kg<sup>-1</sup> de inclusão. Foram considerados valores de energia metabolizável aparente (EMAn) da glicerina bruta obtidos no ensaio de metabolismo, do primeiro experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos (o peso inicial foi utilizado para a formação dos blocos) ao acaso com 8 tratamentos e 8 repetições de 25 aves, de acordo com um arranjo fatorial 2x4 (2 processamentos X 4 níveis de glicerina bruta: 0, 40, 80 e 120 g kg<sup>-1</sup>). O manejo dos animais seguiu o recomendado no manual da linhagem, o registro da mortalidade foi utilizado para a correção dos dados. As aves e as dietas foram pesadas aos 7, 21 e 42 dias, para avaliar consumo de ração, ganho de peso, coeficiente de variação do peso final das aves e a conversão alimentar. Para avaliação de rendimento de carcaça (em relação ao peso vivo) e de cortes (em relação ao peso da carcaça) em cada tratamento, aos 43 dias de idade, três aves de cada gaiola foram abatidas.

Os dados de desempenho foram analisados com base em um delineamento experimental em esquema fatorial 2x4 (dois tipos de processamento) e a respectiva interação. Os

dados de foram analisados com o auxílio do software estatístico SAS, 2012 (Statistical Analysis System, version 9.3).

## **RESULTADOS**

### Experimento I – Metabolismo

No primeiro experimento, a EMAn da glicerina foi de 2651 kcal kg<sup>-1</sup> na fase inicial e 3013 kcal kg<sup>-1</sup> na fase de crescimento (Tabela 1).

### Experimento II – Desempenho zootécnico e qualidade de carcaça

Houve interação entre o processamento e os níveis de Glicerina Bruta na dieta ( $P < 0.05$ ) para a conversão alimentar (CA) na primeira semana; consumo de ração (CR) na 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> semanas e no CR e ganho de peso (GP) no período total (1 a 42 dias), indicando respostas diferentes com a inclusão de glicerina de acordo com o processamento utilizado (Tabela 3).

Embora a interação seja significativa, o CR no período total (1 a 42 dias) foi melhor ajustado com equações quadráticas com ponto máximo tanto para as dietas fareladas ( $Y = 4776.88621 + 36.86502X - 4.4977X^2$ ;  $R^2 = 0.9999$ ) quanto para as peletizadas ( $Y = 5127.13858 + 16.38161X - 4.463945X^2$ ;  $R^2 = 0.9973$ ). A derivação das equações permitiu estimar o máximo CR com os níveis de 41 e 18 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina para as dietas fareladas e peletizadas, respectivamente. Embora a interação seja significativa, o GP foi melhor ajustado com equações quadráticas com ponto máximo tanto para as dietas fareladas ( $Y = 2989.78437 + 47.7364X - 4.54727X^2$ ;  $R^2 = 0.9933$ ) quanto para as peletizadas ( $3231.79747 + 25.46384X - 4.20839X^2$ ;  $R^2 = 0.9961$ ). A derivação das equações permitiu estimar o máximo GP com os níveis de 53 e 30 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta para as dietas fareladas e peletizadas, respectivamente. A CA apresentou interação significativa ajustada com equações quadráticas com ponto de ótimo ( $Y = 1.59274 - 0.01024X + 0.00077199X^2$ ;  $R^2 = 0.8643$ ). A derivação da equação

permitiu estimar o melhor ganhos em CA com nível de 66 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta para ambas as dietas.

Houve efeito (P<0.01) quadrático com ponto de mínimo para o coeficiente de variação do peso final das aves ( $Y = 7.72636 - 0.36211X + 0.04381X^2$ ;  $R^2 = 0.8796$ ), o Menor CV foi estimado com o nível de 41 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta.

#### Fase inicial

Na fase inicial, 1 a 7 dias de idade, as dietas peletizadas promoveram maior GP e melhor CA (P<0,05) (Tabela 4). Os níveis de glicerina promoveram aumento linear ( $Y = 134.16196 + 0.48648X$ ;  $R^2=0.7904$ ) no GP para ambos tratamentos. Contudo, o efeito da interação dos níveis da glicerina sobre a CA não foi observado nas rações peletizadas, a interação CA nas rações fareladas foi melhor ajustada com equações quadráticas com ponto de ótimo ( $Y = 1.16758 - 0.01563X + 0.00081831X^2$ ;  $R^2=0.9025$ ). A derivação da equação permitiu estimar o melhor ganho em CA com nível de 96 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta.

#### Fase de crescimento

Na fase de crescimento, 8 a 21 dias de idade, não houve efeito dos tratamentos (P>0.05) para a CA, o CR e GP foram maiores (P<0.05) para as dietas peletizadas (Tabela 5). O aumento da inclusão de glicerina bruta às dietas promoveu resposta quadrática, com ponto de máximo para o CR, na ração farelada ( $Y = 1079.91999 + 12.05608X - 0.96825X^2$ ;  $R^2 = 0.9943$ ) e peletizada ( $Y = 1204.53041 + 7.48487 - 1.25086X^2$ ;  $R^2 = 0.9329$ ). A derivação das equações permitiu estimar os pontos de máximo de CR aos 62g kg<sup>-1</sup> e 30 g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta para as rações fareladas e peletizadas, respectivamente. Semelhante ao CR, o GP na fase foi melhor ajustado com o modelo quadrático com ponto de máximo ( $Y = 820.66846 + 13.18302X - 1.22827X^2$ ;  $R^2 =$

0.9683). A derivação da equação permitiu estimar o máximo GP, com a inclusão de 54 g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta em ambas rações.

#### Fase final

Na fase final, 22 a 42 dias de idade, as respostas obtidas foram similares as fases anteriores com efeitos positivos da ração peletizada para o CR e GP (P<0.05) (Tabela 6).

Na referida fase, o uso de glicerina bruta nas rações promoveu efeito quadrático com ponto de máximo para o CR ( $Y = 3658.08277 + 17.38116X - 3.50881X^2$ ;  $R^2 = 0.9999$ ) e para o GP ( $Y = 2156.18942 + 22.75892X - 3.13525X^2$ ;  $R^2 = 0.9790$ ). Os pontos de máximo CR e GP foram estimados com a inclusão 25 e 36 g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta nas rações.

#### Características da carcaça

Houve interação entre os níveis de Glicerina Bruta na dieta sobre as características de carcaça (P<0.05), para rendimento de carcaça, asa, gordura, moela e coração (Tabela 7).

O rendimento de carcaça apresentou interação significativa ajustada com equações quadráticas com ponto de ótimo ( $Y = 75.84521 + 0.16325X - 0.02156X^2$ ;  $R^2 = 0.9930$ ). A derivação da equação permitiu estimar o melhor ganhos em rendimento de carcaça com nível de 38 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta na dieta. Os níveis de glicerina promoveram aumento linear ( $Y = 9.75457 + 0.02604X$ ;  $R^2 = 0.8588$ ) no rendimento de asa, e, redução linear ( $Y = 2.18009 - 0.04889X$ ;  $R^2 = 0.9350$ ) na gordura corporal.

Semelhante ao rendimento de carcaça, o rendimento de moela apresentou interação significativa ajustada com equações quadráticas com ponto de ótimo ( $Y = 1.42728 - 0.02644X + 0.00262X^2$ ;  $R^2 = 0.9923$ ). A derivação da equação permitiu estimar o máximo do rendimento de moela, com a inclusão de 51 g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta em ambas rações. A interação da glicerina bruta sobre o rendimento de coração, foi melhor ajustada com equações quadráticas com ponto de ótimo ( $Y = 0.65223 - 0.00969X + 0.00145X^2$ ;  $R^2 =$

0.8481). A derivação da equação permitiu estimar o melhor rendimento de coração com nível de 33 g kg<sup>-1</sup> de inclusão de glicerina bruta.

## **DISCUSSÃO**

### Valores energéticos

O valor da EMAn determinando para fase inicial (2651 kcal kg<sup>-1</sup>) e fase de crescimento (3013 kcal kg<sup>-1</sup>) correspondem a 0.82 e 0.94 do valor da EB da glicerina bruta (3228 kcal kg<sup>-1</sup>), o que confirma o potencial deste ingrediente como fonte energética nas rações de frangos de corte. Os valores de EMA da glicerina bruta determinados estão próximos aos valores da EMA do milho (3381 kcal kg<sup>-1</sup>) (Rostagno et al., 2011), principal componente energético de rações para frangos de corte.

O valor de EMAn determinado para fase inicial foi inferior ao citado por Henz et. al (2014), que ao avaliar inclusões de diferentes níveis de glicerina bruta na fase inicial (11 a 20 dias) encontrou valor médio de 3262 kcal kg<sup>-1</sup>. Semelhante a fase inicial, o valor de EMAn determinado para fase de crescimento foi inferior ao citado por Henz et. al (2014), que encontrou valor médio de 3713 kcal kg<sup>-1</sup>, ao avaliar inclusões de diferentes níveis de glicerina bruta na fase crescimento (21 a 30 dias). A menor metabolização da glicerina bruta na fase inicial e crescimento se deve a imaturidade da ave, diminuindo a reabsorção nos rins, pois quando não é reabsorvido é excretado junto pela urina das aves (Henz et. al, 2014). Contudo, a falta de padronização dos processos de biodiesel e a variação das matérias-primas utilizadas, influenciam diretamente na composição química da glicerina bruta (Zavarize et al., 2014), o que torna difícil estabelecer padrões esperados deste ingrediente.

Zavarize et al. (2014) realizaram ensaio de metabolismo para determinar a EMAn de quatro amostras de glicerina bruta, oriundas de diferentes matérias primas, em frangos de corte de 21 a 29 dias de idade, devido a necessidade de conhecer a composição

nutricional deste alimento alternativo. Os autores observaram que a  $EMA_n$  foi 3145, 5026, 2828 e 2892 kcal  $kg^{-1}$ , sendo essa variação atribuída à composição de glicerol e ácidos graxos presentes em cada amostra. Henz et. al (2014) ainda ressalta que o conteúdo de sódio e a porcentagem de glicerol, pode favorecer o aumento das excretas produzidas, o que pode acarretar em diminuição dos valores de EM.

#### Desempenho zootécnico

O aumento linear no GP na primeira semana é similar aos resultados reportados por Silva et al. (2012), que em um experimento com inclusão de até 100 g  $kg^{-1}$  de glicerina bruta em dietas para frangos de corte, observaram um comportamento linear crescente para o CR e GP para fase inicial (1 a 7 dias), colaborando com os achados deste estudo. Os resultados obtidos na fase podem estar associados aos benefícios físicos provocados com a inclusão da glicerina bruta, visto que as dietas foram calculadas para serem isoenergéticas. A resposta do GP pode ser atribuída à concentração do glicerol na dieta, devido ao efeito da glicerina bruta sobre o processo de melhoria da textura e redução e finos nas rações (Silva et al., 2012).

O uso de glicerina bruta em rações peletizadas até 4 g  $kg^{-1}$  não alterou as demais variáveis de desempenho das aves. Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2019), em seu trabalho ao estudar níveis crescentes de inclusão de glicerina bruta (0, 20, 40 e 60 g  $kg^{-1}$ ) em dieta de frangos de corte, não verificaram efeitos sobre as variáveis de desempenho. Segundo Silva et al. (2012), a inclusão de 50 g  $kg^{-1}$  de glicerina na dieta não afetou o desempenho de frangos de corte durante o período de criação (1 a 42 dias). Atenção deve ser dada a inclusão de gliceras nas rações de frango de corte, uma vez que os níveis máximos recomendados são de 50 g  $kg^{-1}$  e 80 g  $kg^{-1}$  para as fases inicial e crescimento, respectivamente (Rostagno et al. 2017). Níveis elevados podem afetar o metabolismo dos triglicérides, comprometimento das funções bioquímicas e

fisiológicas, como por exemplo exceder a capacidade da enzima glicerol quinase, limitando sua absorção e promovendo a maior taxa de passagem da digesta (Sousa et al., 2015). A referida característica, pode explicar os comportamentos quadráticos com pontos de máximo obtidos para as variáveis a partir da 2ª semana, que apresentaram pontos de ótimo seguido de piora. Entretanto, outros estudos para avaliar a taxa de passagem das dietas com o aumento do nível de glicerol devem ser conduzidos ratificar a hipótese apresentada.

#### Características de carcaça

Guerra et al. (2011) encontrou efeito linear decrescente na gordura corporal à medida que aumentava a inclusão de glicerina bruta, os autores atribuíram esse fator à subestimação do valor energético da glicerina. Outro aspecto a ser considerado é a quantidade e o tipo de gordura residual da glicerina (de acordo com a fonte ou processo de produção), que pode resultar em diferentes resultados para o teor de gordura na carcaça de frangos de corte. Legawa et al. (2018) em um estudo com a inclusão de glicerina bruta proveniente do óleo de palma (mais ricos em C16:0; C18:0 e C18:1 comparativamente ao óleo de soja (machado et al., 2008)), identificaram que a gordura corporal de frangos de corte aumentava em função da inclusão de glicerina do óleo de palma na dieta.

#### **CONCLUSÃO**

A EMAn da glicerina bruta para frangos de corte na fase 10 a 18 dias de idade é de 2651 kcal kg<sup>-1</sup> e na fase de 25 a 33 dias de idade é de 3013 kcal kg<sup>-1</sup>. Rações peletizadas com o uso de glicerina bruta melhoram o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial, melhoram o ganho de peso e diminuem a deposição de gordura, podendo compor até 46.30 g kg<sup>-1</sup> das dietas, sem afetar o desempenho dos animais.

#### **REFERÊNCIAS**

Arruda, P. V.; Rodrigues, R. C. L. B.; Felipe, M. G. A. 2007. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. *Rev Analytica*, 26: 56-62.

Cerrate. S.; Yan, F.; Wang, Z.; Coto, C.; Sacakli, P.; Waldroup, P.W. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *International Journal of Poultry Science*, 5: 1001-1007. <https://doi.org/10.3923/ijps.2006.1001.1007>

Guerra, R.L.H.; Murakami, A.E.; Garcia, A.F.Q.M.; Ugrnani, F.J.; Moreira, I.; Picoli. K.P. 2011. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, 12:1038-1050

Henz, J.R.; Nunes, R.V.; Eyng, C.; Silva, Y.L.; Schone, R.A.; Oliveira, T.M.M.; Berwanger, E.; Sangali, C.P. 2014. Energia metabolizável da glicerina bruta para frangos de corte de diferentes idades. *Semina: Ciências Agrárias*, 35:3393-3400. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3393>

Lammers, P.; Kerr, B.J.; Honeyman, M.; Stalder, K.; Dozier, W.A.; Weber, T.E.; Kidd, M.T.; Bregendahl, K. 2008. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Journal of Animal Science*, Champaign. 87 (1): 104-107. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00255>

Legawa, A. T.; Wattanachant, C.; Wattanasit, S. 2018. Carcass characteristics and meat quality of broilers fed with crude glycerin originated from palm oil and wasted vegetable oil in diets. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.39585>

Machado, E. R.; García, D.; del Carmen, M.; Abrantes, S. D. M. P. 2008. Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. *Food Science and Technology*, 28:786-792. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400004>

Mandalawi, H.A.; Kimiaetalab, M.V.; Obregon, V.; Menoyo, D.; Mateos, G.G. 2014. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. *Poultry Science*. 93(11):2855–2863. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04156>

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F. De; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L. De T.; Euclides, R.F. Composição dos alimentos e dos suplementos vitamínicos e minerais. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3.ed, 2011.

Sakomura, N. K.; Rostagno, H. S. 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP Editora, 262 p.

Silva, C.L.S.; Menten, J.F.M.; Traldi, A.B.; Pereira, R.; Zavarize, K.C.; Santarosa, J. 2012. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14:159-232. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000300006>.

Silva, M. C. da; Vaz, R. G. M. V.; Rodrigues, K. F.; Stringhini, J. H.; Sousa, L. F.; Fonseca, F. L. R.; Augusto, W. F.; Bezerra, L. de S. 2019. Purified glycerin in balanced diets of broiler chickens treated from 1 to 42 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180205>

Silva, D.J.; Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p.

Sousa, C. D.; Oliveira, N.L.A.; Dourado, L.R.B.; Ferreira, G.J. 2015. Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão. PUBVET. 9 (08) :348 – 399.

Zavarize, K. C.; Menten, J. F. M.; Pereira, R.; Freitas, L. W.; Romano, G.G.; Bernardino, M.; Rosa, A. S. 2014. Metabolizable energy of different glycerine sources derived from national biodiesel production for broilers. Brazilian Journal of Poultry Science, 16 (4): 411-416, <https://doi.org/10.1590/1516-635X1604411-416>

**Tabela 1.** Energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta

Fase inicial				
Glicerina, g kg <sup>-1</sup>	Excretas na MS, g ave <sup>-1</sup>	MS da excreta, g kg <sup>-1</sup>	EMAn, kcal kg <sup>-1</sup>	EMAn, kcal/kg
0	90.98 ± 3.30	322.6 ± 9.5	2992.25 ± 18.79	---
80	93.83 ± 2.67	241.2 ± 5.5	2955.75 ± 11.02	2651
Fase de crescimento				
Glicerina, g kg <sup>-1</sup>	Excretas na MS, g ave <sup>-1</sup>	MS da excreta, g kg <sup>-1</sup>	EMAn, kcal kg <sup>-1</sup>	EMAn, kcal/kg
0	127.95 ± 2.03	211.3 ± 6.7	3116.44 ± 9.61	---
80	134.84 ± 2.20	181.0 ± 3.3	3093.63 ± 8.85	3013

**Tabela 2.** Rações experimentais para as fases inicial e de crescimento.

Ingredientes, g kg <sup>-1</sup>	Níveis de glicerina bruta, g kg <sup>-1</sup>							
	Fase inicial				Fase de Crescimento			
	0	40	80	120	0	40	80	120
Milho	573.3	529.3	485.4	436.6	620.1	576.1	531.6	482.7
Farelo de soja	362.9	370.2	377.6	385.8	312.4	319.8	327.2	335.4
Glicerina	0.0	40.0	80.0	120.0	0.0	40.0	80.0	120.0
Óleo de soja	25.4	24.5	23.6	24.3	34.3	33.3	32.6	33.4
Calcário calcítico	9.2	9.2	9.1	9.1	8.3	8.2	8.2	8.1
Fosfato bicálcico	15.0	15.0	15.1	15.1	11.8	11.8	11.9	12.0
Sal	4.8	2.4	0.0	0.0	4.5	2.1	0.0	0.0
L-Lisina Hcl	1.7	1.6	1.4	1.3	1.7	1.5	1.4	1.3
DL-Metionina	2.7	2.8	2.8	2.9	2.4	2.4	2.5	2.5
L-Treonina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Adsorvente	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Premix mineral <sup>1</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Premix vitamínico <sup>2</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8
Cloreto de colina 60%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
BHT <sup>3</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Composição calculada								
EMAn, kcal kg <sup>-1</sup>	3000	3000	3000	3000	3120	3120	3120	3120
PB, g kg <sup>-1</sup>	212.6	212.5	212.4	212.2	193.2	193.0	192.9	192.7
Lisina digestível, g kg <sup>-1</sup>	11.7	11.7	11.7	11.7	10.5	10.5	10.5	10.5
Fibra Bruta, g kg <sup>-1</sup>	29.1	28.8	28.4	28.0	27.3	26.9	26.5	26.1
Na, g kg <sup>-1</sup>	2.1	2.1	2.1	3.0	2.0	2.0	2.1	3.0

<sup>1</sup>Mistura mineral (kg do produto): Fe, 100g; Cu, 20g; Co, 2g; Mn, 160g; Zn, 100g; I, 2g.

<sup>2</sup>Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A, 9000000 U.I.; vit. D3, 2500000 U.I.; vit. E, 20.000U.I.; vit B1, 1.5g; vit B2, 6.0g; vit B6, 3.0g; vit B12, 0.012g; ác. Pantotênico, 12.0g; biotina, 0.06g; vit K3, 2.5g; ác. Nicotínico, 25.0g; Se, 250.0mg.

<sup>3</sup>Butil-hidroxitolueno.

**Tabela 3.** Desempenho de frangos de corte alimentados com ração farelada (Far) ou peletizada (Pel) com níveis crescentes de glicerina bruta na fase 1 a 42 dias de idade.

	0	40	80	120	Média	Efeitos		
	Consumo de ração (g)					Proces.	Nível	Inter.
Far	4777±30.3	4852±37.1	4784±52.3	4572±19.2	4746±25.7			
Pel	5123±24.2	5132±21.8	4948±53.9	4660±52.6	4966±39.4			
Média	4950±48.4	4992±41.6	4866±42.0	4616±29.3		<0.001	<0.001	0.005 QPF
	Ganho de peso (g)							
Far	2993±31.2	3099±11.5	3089±20.7	2905±20.7	3022±17.7			
Pel	3235±21.7	3255±20.4	3177±32.0	2928±37.0	3149±27.2			
Média	3114±36.3	3177±23.1	3133±21.6	2916±20.7		<0.001	<0.001	0.001 QFP
	Conversão alimentar (g g <sup>-1</sup> )							
Far	1.60±0.02	1.57±0.01	1.55±0.02	1.57±0.01	1.57±0.01			
Pel	1.58±0.01	1.58±0.01	1.56±0.01	1.59±0.02	1.59±0.01			
Média	1.59±0.01	1.57±0.01	1.55±0.01	1.58±0.01		0.501	0.034 Q	0.646
	Coeficiente de variação do peso (%)							
Far	7.27±0.7	7.55±0.7	7.25±0.5	9.36±0.8	7.86±0.4			
Pel	7.85±0.5	7.41±0.5	7.01±0.5	10.36±1.0	8.16±0.4			
Média	7.56±0.4	7.48±0.4	7.13±0.4	9.86±0.6		0.515	0.001 Q	0.739

**Tabela 4.** Desempenho de frangos de corte alimentados com ração farelada (Far) ou peletizada (Pel) com níveis crescentes de glicerina bruta na fase 1 a 7 dias de idade.

	0	40	80	120	Média	Efeitos		
	Consumo de ração (g)					Proces.	Nível	Inter.
Far	149.3±1.8	147.7±2.0	148.2±1.2	149.5±1.1	148.7±0.8			
Pel	153.7±2.8	154.5±1.7	151.8±2.7	156.0±2.9	154.0±1.3			
Média	151.5±1.7	151.1±1.5	150.0±1.5	152.8±1.7		0.001	0.648	0.851
	Ganho de peso (g)							
Far	127.4±1.6	133.7±2.3	133.8±1.0	136.7±1.1	132.9±1.0 <sup>b</sup>			
Pel	139.5±2.4	141.9±2.4	139.8±1.7	143.8±2.2	141.2±1.1 <sup>a</sup>			
Média	133.4±2.1	137.8±1.9	136.8±1.2	140.3±1.5		<0.001	0.012 L	0.467
	Conversão alimentar (g g <sup>-1</sup> )							
Far	1.17±0.01	1.11±0.01	1.11±0.01	1.09±0.01	1.12±0.01 <sup>b</sup>			
Pel	1.10±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01	1.09±0.01 <sup>a</sup>			
Média	1.14±0.01	1.10±0.01	1.10±0.01	1.09±0.01		<0.001	<0.001	0.009 QF

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

**Tabela 5.** Desempenho de frangos de corte alimentados com ração farelada (Far) ou peletizada (Pel) com níveis crescentes de glicerina bruta na fase 8 a 21 dias de idade.

	0	40	80	120	Média	Efeitos		
	Consumo de ração (g)					Proces.	Nível	Inter.
Far	1079±8.2	1114±5.0	1113±3.8	1086±10.7	1098±4.5 <sup>b</sup>			
Pel	1200±13.3	1229±6.9	1170±13.0	1119±8.8	1179±8.9 <sup>a</sup>			
Média	1140±17.3	1171±15.3	1142±9.9	1102±8.0		<0.001	<0.001	<0.001 1 QFP
	Ganho de peso (g)							
Far	775.7±23.7	816.6±18.9	822.5±15.7	793.8±16.6	802.2±9.6 <sup>b</sup>			
Pel	862.3±16.2	901.0±15.2	862.5±14.2	813.5±15.6	859.8±9.2 <sup>a</sup>			
Média	819.0±17.8	858.8±16.0	842.5±11.5	803.7±11.3		<0.001	0.007 Q	0.113
	Conversão alimentar (g g <sup>-1</sup> )							
Far	1.40±0.05	1.37±0.03	1.37±0.02	1.37±0.04	1.38±0.02			
Pel	1.40±0.03	1.37±0.03	1.36±0.03	1.30±0.04	1.38±0.02			
Média	1.40±0.03	1.37±0.02	1.36±0.02	1.38±0.03		0.98	0.627	0.996

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

**Tabela 6.** Desempenho de frangos de corte alimentados com ração farelada (Far) ou peletizada (Pel) com níveis crescentes de glicerina bruta na fase 22 a 42 dias de idade.

	0	40	80	120	Média	Efeitos		
	Consumo de ração (g)					Proces.	Nível	Inter.
Far	3548±35.9	3590±37.2	3523±51.5	3336±15.6	3499±24.9 <sup>b</sup>			
Pel	3769±19.9	3749±18.0	3626±47.2	3385±48.5	3632±32.5 <sup>a</sup>			
Média	3659±34.7	3670±28.6	3574±36.3	3361±25.4		<0.001	<0.001 Q	0.114
	Ganho de peso (g)							
Far	2090±31.7	2149±28.3	2133±33.8	1974±31.9	2086±19.4 <sup>b</sup>			
Pel	2234±25.4	2212±21.5	2175±36.7	1970±43.1	2148±24.4 <sup>a</sup>			
Média	2162±27.0	2181±19.0	2154±24.7	1972±25.9		0.007	<0.001 Q	0.130
	Conversão alimentar (g g <sup>-1</sup> )							
Far	1.70±0.02	1.67±0.02	1.65±0.04	1.63±0.03	1.68±0.01			
Pel	1.69±0.02	1.70±0.02	1.67±0.02	1.72±0.03	1.69±0.01			
Média	1.69±0.01	1.68±0.01	1.66±0.02	1.71±0.02		0.406	0.270	0.834

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

**Tabela 7.** Rendimento de cortes (%) de frangos de corte alimentados com rações fareladas (Far) ou peletizadas (Pel) contendo glicerina bruta.

Rendimento		Processamento					Efeitos			CV (%)
		0	40	80	120	Média	Proc.	Nível	Inter.	
Carcaça	Far	76.19±0.46	75.97±0.42	75.64±0.20	73.98±0.28	75.44±0.23				
	Pel	75.54±0.48	76.22±0.29	76.02±0.24	75.37±0.34	75.79±0.18				
	Média	75.87±0.33	76.09±0.25	75.83±0.16	74.68±0.28		0.168	0.001 Q	0.046	1.53
Peito	Far	40.33±0.34	40.12±0.43	40.48±0.43	40.34±0.55	40.32±0.21				
	Pel	39.81±0.29	40.76±0.75	41.04±0.35	40.69±0.47	40.57±0.25				
	Média	40.07±0.23	40.44±0.43	40.76±0.28	40.51±0.35		0.441	0.518	0.578	3.23
Filé	Far	31.25±0.32	31.09±0.38	31.15±0.48	30.76±0.65	31.06±0.23				
	Pel	30.55±0.33	31.93±0.80	31.91±0.41	31.72±0.46	31.53±0.27				
	Média	30.90±0.24	31.51±0.44	31.53±0.32	31.24±0.41		0.199	0.564	0.323	4.57
Coxa	Far	12.74±0.17	12.95±0.25	12.80±0.11	13.11±0.26	12.90±0.10				
	Pel	12.99±0.19	12.68±0.19	12.63±0.21	13.10±0.26	12.85±0.11				
	Média	12.87±0.13	12.81±0.16	12.72±0.12	13.10±0.18		0.736	0.298	0.615	4.58
Sobrecoxa	Far	18.43±0.20	18.66±0.22	18.35±0.26	18.54±0.17	18.49±0.10				
	Pel	18.84±0.16	18.64±0.28	18.60±0.14	18.43±0.28	18.63±0.11				
	Média	18.63±0.13	18.65±0.17	18.47±0.15	18.48±0.16		0.349	0.710	0.533	3.26
Asa	Far	9.77±0.10	9.94±0.11	10.08±0.10	10.30±0.12	10.02±0.06 <sup>a</sup>				
	Pel	9.83±0.13	9.67±0.13	9.76±0.09	9.93±0.13	9.80±0.06 <sup>b</sup>				
	Média	9.80±0.08	9.80±0.08	9.80±0.08	9.80±0.08		0.009	0.037 L	0.257	3.60
Costas	Far	16.14±0.15	16.22±0.24	16.36±0.23	16.13±0.15	16.21±0.09				
	Pel	16.03±0.13	15.95±0.25	15.94±0.14	16.08±0.27	16.00±0.10				
	Média	16.09±0.10	16.09±0.17	16.15±0.14	16.11±0.15		0.132	0.988	0.781	3.43
Gordura	Far	2.09±0.16	1.98±0.16	1.92±0.14	1.43±0.19	1.85±0.09				
	Pel	2.33±0.12	1.83±0.11	1.81±0.21	1.71±0.10	1.92±0.08				
	Média	2.21±0.10	1.91±0.10	1.87±0.12	1.57±0.11		0.562	0.003 L	0.393	25.53
Fígado	Far	2.38±0.04	2.28±0.06	2.41±0.06	2.49±0.09	2.39±0.04				
	Pel	2.39±0.08	2.40±0.06	2.31±0.08	2.41±0.07	2.38±0.04				
	Média	2.38±0.04	2.34±0.05	2.36±0.05	2.45±0.06		0.814	0.440	0.431	8.26
Moela	Far	1.49±0.05	1.42±0.03	1.47±0.06	1.65±0.06	1.51±0.03 <sup>a</sup>				
	Pel	1.36±0.04	1.32±0.04	1.29±0.04	1.33±0.05	1.33±0.02 <sup>b</sup>				
	Média	1.43±0.03	1.37±0.03	1.38±0.04	1.49±0.06		<0.001	0.037 Q	0.074	11.82
Coração	Far	0.65±0.03	0.64±0.02	0.67±0.04	0.77±0.05	0.68±0.02				
	Pel	0.64±0.03	0.68±0.04	0.62±0.03	0.73±0.02	0.67±0.02				
	Média	0.64±0.02	0.66±0.02	0.64±0.02	0.75±0.03		0.464	0.001 Q	0.288	14.34

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A glicerina é uma opção de ingrediente para substituição do milho e outros grãos (fornecimento de energia) na dieta de aves, barateando o processo produtivo e os custos da cadeia, tornando o mercado mais competitivo e atrativo.

Desde que incluída em níveis adequados para cada categoria, com base na literatura existente, a glicerina não afeta os indicadores zootécnicos

A falta de padronização industrial pode comprometer o uso.

### REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI, M. R.; RAVINDRAN, V.; SVIHUS, B. Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in broiler starters. *Animal Feed Science and Technology*, v.186, 2013.

ANDRADE, E.C.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; ROCHA, J.S.R.; BRUMANO, G.; SALDANHA, M.M.; ABREU, A.R.C. Efeitos da granulometria e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.68, n.2, p.483-488, 2016.

ARRUDA, P.V.; RODRIGUES, R.C.L.B.; FELIPE, M.G.A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. *Revista Analytica*. n 26, p. 56-61, 2007.

ARIF, M.; HAYAT, Z.; SOHAIL, S.; ABD EL-HACK, M.E. Impact of increasing crude glycerine levels in diet on growth, carcass traits, body measurements and blood cholesterol in growing Japanese quails. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v.26, n.1, p. 44-49, 2017.

BROCH, J.; HENZ, J.; NUNES, R.; EYNG, C.; SAVARIS, V. Performance and Carcass Yield of Broilers Fed Crude Glycerin at Differing Inclusion Levels. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.20, n.4, p. 797-804, 2018.

BUZELLE, S. L. Metabolismo de ácidos graxos e glicerol no tecido adiposo branco de camundongos com resistência à insulina induzida pela dieta hiperlipídica. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo – USP, 2016, 125 p.

BERNARDINO, V. M.; RODRIGUES, P. B.; ROSA, P. V.; ZANGERÔNIMO, M. G.; GOMIDE, E. M.; SALDANHA, M. M.; ALVARENGA, R. R. Content of plasmatic glycerol and activity of hepatic glycerol kinase in broiler chickens fed diets containing different sources and concentrations of glycerine. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, v.98, n.2, p. 328-337, 2014.

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. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.5, p. 1618-1622, 2014.

CIAS, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/>. Acessado em 08/12/2019.

DONKIN, SHAWN S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.280-286, 2008.

DOZIER III, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T.; WEBER, T. E.; BREGENDALS, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. *Poultry Science*, Savoy, v. 87, n. 2, p. 317-322, 2008.

FREITAS, L. W.; MENTEN, J. F. M.; ZAVARIZE, K. C.; PEREIRA, R.; ROMANO, G. G.; LIMA, M. B.; DIAS, C. T. S. Evaluation of dietary glycerin inclusion during different broiler rearing phases. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 19, p. 91-96, 2017. Número especial.

GIANFELICI, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZI Jr., A.M.; KESSLER, A.M.; VIEIRA, M.M.; MACHINSKY, T. Determination of apparent metabolizable energy of crude glycerin in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.13, p. 255-258, 2011.

GOMIDE, A. P. C.; LIMA, A. L.; BRUSTOLINI, P. C.; FERREIRA, A. S.; SCOTTÁ, B. A.; DE AZEVEDO CÂMARA, L. R. Glicerina bruta na alimentação de aves e suínos. PUBVET, v.5, n. 26, Ed. 173, Art. 1167, 2011.

GUERRA, R.L.H.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, A.F.Q.M.; URGNANI, F.J.; MOREIRA, I.; PICOLI, K.P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). Revista Brasileira Saúde e Produção Animal, n. 12, p.1038-1050, 2011.

GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DEROCHEY, J.M.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; DRITZ, S.S.; DUTTLINGER, A. W.; FAHRENHOLZ, A. C.; BEHNKE K. C. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. Journal of Animal Science, v. 86, n. 9, p. 2228–2236, 2008.

HENZ, J. R.; NUNES, R. V.; EYNG, C.; POZZA, P. C.; FRANK, R.; SCHONE, R. A.; OLIVEIRA, T. M. M. Effect of dietary glycerin supplementation in the starter diet on broiler performance. Czech Journal of Animal Science, v.59, n. 12, p. 557-563, 2014.

Instituto de Economia Agrícola (IEA), 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14624>. Acessado em 08/12/2019.

LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; STALDER, K.; DOZIER, W.A.; WEBER, T.E.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. Journal of Animal Science, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008.

LEÃO, J.P.; RAMOS, A.T.; MARUO, V.M.; MARIANO DE SOUZA, D.P.; MIRANDA NEIVA, J.N.; RESTLE, J.; MORON, S.E. Anatomic-pathological samples of cattle fed with glycerol. Ciência Rural, v.42, n.7, p. 1253-1256, 2012.

LEGAWA, A. T.; WATTANACHANT, C.; WATTANASIT, S. Carcass characteristics and meat quality of broilers fed with crude glycerin originated from palm oil and wasted vegetable oil in diets. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.40, 2018.

LORENZETTI, W. R.; LORENZETTI, R. G.; SACHET, J. P.; MIGLIORINI, M. J.; BARRETA, M.; PAIANO, D.; ZAMPAR, A.; DA SILVA, A. S.; BOIAGO, M. M. The effect of feed transportation and an automatic feeding system on the physical and chemical quality of pelleted feed for broiler chickens. *Archivos de Zootecnia*, v.68, n. 263, p. 370-374, 2019.

MANDALAWI, H.A.; KIMIAEITALAB, M.V.; OBREGON, V.; MENOYO, D.; MATEOS, G.G. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance, liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. *Poultry Science*, v. 93, n. 11 p. 2855-2863, 2014.

MELO, A.S.; QUEIROZ, J.P.A.F.; OLIVEIRA, M.; DIAS, F.K.D.; FERNANDES, R.T.V.; MARINHO, J.B.M.; SOUZA, R.F.; FILHO, C.A.S.; SOUZA, A.O.V.; ARRUDA, A.M.V. Formas físicas de utilização de rações para aves. *PubVet*, v.10, n.2, p.173-178, 2016.

MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO, 1992, Campinas: Anais...Campinas: CBNA, p.101-114, 2008.

MERVAL, R. R.; DOURADO, L. R. B.; SILVA, F. F.; SANTOS, E. T. DOS; LOPES, J. B. Energia metabolizável incrementada com glicerina ou óleo de soja para frangos. *Revista Ciência Agronômica*, v.50, n.3, p.458-467, 2019.

MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z.; COTO, C.; WALDROUP, P.W. Glycerin – a new energy source for poultry. *International Journal of Poultry Science*, v.9, n.1, p. 1-4, 2010.

OLIVEIRA, J. S. E; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C. DE; MÜLLER, M. D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. *Ciência Rural*, v.43, n.3, p.509-512, 2013.

OHTA, K. Y.; INOUE, K.; HAYASHI, Y.; YUASA, H. Carrier-mediated transport of glycerol in the perfused rat small intestine. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, v.29, n.4, p. 785-789, 2006.

PAULO, L. M. DE; GOUVEIA, A. B. V. S., DA SILVA, J. M. S.; SILVA, W. J. DA; DOS SANTOS, J. B.; SAMPAIO, S. A.; JÚNIOR, E. M. DE A., COSTA, K. O.; SOUSA, J. G. DE; SOUSA, F. E. DE; SANTOS, F. R. DOS; MINAFRA, C. S. Coprodutos de frutas e carboidratos na alimentação de aves: Revisão. PUBVET, v.13, n.10, a424, p.1-14, 2019.

ROSTAGNO. H. S. (Ed.). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV / DZO. 2011.

ROSTAGNO. H. S. (Ed.). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa: UFV / DZO. 2017.

SCHROEDER, B. Modelagem empírica da qualidade dos péletes de rações para frangos de corte e suínos. Dissertação de mestrado. Porto Alegre – RS. 69 f. 2019.

SEHU, A.; KUCUKERSAN, S.; COSKUN, B.; KOKSAL, B.H. Effects of graded levels of crude glycerine addition to diets on growth performance, carcass traits and economic efficiency in broiler chickens. Kafkas Univ Vet Fak Der, n.19, v.4, p. 569-574, 2013.

SHIELDS M.C.; VAN HEUGTEN, E.; ODLE, J.; STARK, C.S. Impact of crude glycerol on feed milling characteristics of swine diets. Animal Feed Science and Technology, v. 175, n. 3-4, p. 193-197, 2012.

SILVA, C.L.S.; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; PEREIRA, R.; ZAVARIZE, K.C.; SANTAROSA, J. Glycerine derived from biodiesel production as a feedstuff for broiler diets. Brazilian Journal of Poultry Science, n.14, p. 159-232, 2012.

SOUSA, C. D.; OLIVEIRA, N.L.A.; DOURADO, L.R.B.; FERREIRA, G.J. Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão. PUBVET v. 9 n. 08 p. 348 – 399, 2015.

SUREK, D.; SANTOS, S. A. DOS; ROCHA, C. DA; FRANÇA, M. I. DE; ALBERTON, G. C.; MAIOKA, A. Peletização da dieta para leitões recém-desmamados com diferentes pesos iniciais. Ciência Rural, Santa Maria, v.47, n.4, 2017.

TAVERNARI, F. D. C.; MANZKE, N.; MARASCA, S.; SUZIN, L. Resultados da Embrapa com peletização e uso de glicerina bruta. *Avicultura Industrial*, n. 10, 2013.

TOPAL, E.; OZDOGAN, M. Effects of glycerol on the growth performance, internal organ weights, and drumstick muscle of broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v.22, p.146-151, 2013.

## CARTA DE APROVAÇÃO DO CEUA

 <b>Embrapa</b> Suínos e Aves	Certificado de Conduta Ética	<b>ETICA</b>  1/1
--	------------------------------	-------------------------

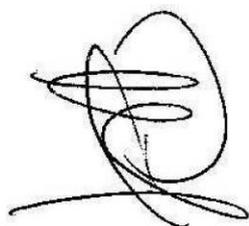
### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº **(000/AAAA): 009/2011**, sob título **“Utilização de glicerina em rações peletizadas para frangos de corte”**, sob responsabilidade de **Fernando de Castro Tavernari** está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), **TENDO SIDO CONSIDERADO APROVADO PELA** Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CNPSA) em reunião realizada em **19/09/2011**.

### CERTIFICATE

We certify that the Protocol nº **(000/YYYY): 009/2011**, under the following title **“Use of glycerin in pelleted feed for broilers”** is in agreement with the Ethical Principles in Animal Research adopted by Brazilian College of Animal Experimentation (COBEA) and was approved by the Embrapa Swines and Poultry Ethical Committee for Animals utilization in experimentation (CEUA/CNPSA) in **09/19/2011**.

Concórdia, **19/09/2011**.



\_\_\_\_\_  
 Presidente CEUA/CNPSA