



**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**SIMONE JALES DE BARROS DINIZ**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDO GUANIDINOACÉTICO NA  
DIETA DE FRANGOS DE CORTE**

**JOAO PESSOA**  
**2022**

**SIMONE JALES DE BARROS DINIZ**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDO GUANIDINOACÉTICO NA  
DIETA DE FRANGOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Graduação em Medicina Veterinária da  
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança  
como exigência para obtenção do título de  
Bacharel em Medicina Veterinária.

**ORIENTADORA:** Prof<sup>ª</sup> Dra. Maiza Araújo Cordão

**JOÃO PESSOA  
2022**

**SIMONE JALES DE BARROS DINIZ**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDO GUANIDINOACÉTICO NA  
DIETA DE FRANGOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado pela aluna \_\_\_\_\_ do Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária, tendo obtido o conceito \_\_\_\_\_, conforme a apreciação da Banca Examinadora.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maiza Araújo Cordão- Orientadora

---

Prof. Dr. Guilherme Santana de Moura- Membro

---

Prof. Dr. Nilton Guedes do Nascimento Júnior - Membro

D613e

Diniz, Simone Jales de Barros

Efeitos da suplementação com ácido guanidinoacético na dieta de frangos de corte / Simone Jales de Barros Diniz. – João Pessoa, 2022.

43f.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Maiza Araújo Cordão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE.

### *Dedicatória*

Dedico este trabalho ao meu marido por custear todas as despesas do curso, que foi crucial para a realização desse grande sonho. Por acreditar no meu potencial e ter tido boa vontade em ouvir minhas lamúrias ao longo dessa caminhada da Graduação.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar saúde, sabedoria e força de vontade para correr atrás deste grande sonho;

À minha professora e orientadora Dr<sup>a</sup> Maiza Araújo Cordão, pelo exemplo de mulher e profissional, pela oportunidade concedida, pela grande paciência que teve em ensinar e esclarecer todas as dúvidas que apareceram durante este percurso;

Aos meus pais, Estevam Strauss de Barros e Sivonilde Jales de Barros, por sempre terem me apoiado e acreditado no meu potencial;

Ao meu marido Francisco Carlos Ramos Diniz, pelo apoio e companheirismo nos momentos difíceis, pelo carinho e amor que me incentivam a nunca desistir dos meus objetivos e sonhos;

Aos meus filhos, Caio Jales Ramos Diniz e Vitor Jales Ramos Diniz, razões da minha vida, pela compreensão, paciência e incentivos durante toda a jornada acadêmica;

Ao Responsável Técnico, Médico Veterinário, Dr. Rinaldo Bezerra, que proporcionou a execução do experimento e suas análises com compromisso, eficiência e ética;

Aos colegas de curso, Diego Pontes, Maria das Neves, Claudia Santos, Ana Luisa, Carla Climente, pela amizade, apoio e demonstração de companheirismo;

A Dr. Álvaro Jáder de Andrade Dantas, pelos ensinamentos, oportunidades e paciência durante o período de estágio supervisionado;

Aos membros da banca examinadora, prof. Dr. Guilherme Santana de Moura, prof. Dr. Nilton Guedes do Nascimento Júnior, pelas sugestões e contribuições para a melhoria deste trabalho;

Ao Coordenador e aos professores do Curso de Medicina Veterinária, por terem contribuído em cada fase da minha formação, estimulando, orientando e apoiando para me tornar uma profissional preparada para a vida e para o mercado de trabalho;

As alunas da Hidroginástica e do treinamento funcional pela compreensão na mudança de horários das aulas, apoio e carinho;

As amigas do Condomínio Reinos de Espanha, que vibraram em cada conquista, a cada etapa concluída, vocês são especiais!!!

À Maruzia Lima (mãos de fada), pelos serviços prestados, disponibilidade e excelência nos resultados;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta caminhada.

**OBRIGADA!!!**

DINIZ, SIMONE JALES DE BARROS. **Efeitos da suplementação com ácido Guanidinoacético na dieta de Frangos de Corte.** Trabalho de Conclusão, Faculdades Nova Esperança (FACENE), 2022. 43pg.

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição do AGA (ácido guanidinoacético) na dieta de frangos de corte da linhagem Ross sob os parâmetros de desempenho produtivo e custos. O experimento foi realizado em Paudalho -PE, com 2.560 aves da linhagem Ross, divididos em quatro diferentes tipos de tratamentos: Dieta controle (DC); DC + 0,6 de AGA (ácido guanidinoacético); DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA e DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA. Foram avaliados os parâmetros: consumo de ração, ganho de peso diário, ganho de peso total, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade dos frangos e custos de produção. Observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para as variáveis consumo de ração total e para o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA. Em relação ao ganho de peso diário, o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA obteve maior ganho de peso diário com 69,022 g, refletindo o maior consumo alimentar. Para a conversão alimentar, observou-se que os frangos submetidos a dieta com DC + 0,6 de AGA, obteve melhor desempenho com 1,679. Quanto a mortalidade, os grupos de DC e DC + 0,6 de AGA obtiveram 1,25%, enquanto o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA teve 2,81% e o grupo de DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA de 2,19%. Conclui-se que a inclusão do ácido guanidinoacético na dieta de frangos com e sem redução de calorias de alguns ingredientes da ração, apresentaram melhores resultados produtivos, como aumento do consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso. No entanto, as rações com a inclusão do AGA e redução de kcal da dieta tiveram maiores reduções no custo, devido a diminuição de ingredientes energéticos.

**Palavras chave:** Aditivos; Avicultura; Conversão alimentar; Custos; Nutrição Animal.

DINIZ, SIMONE JALES DE BARROS. **Effects of Guanidinoacetic Acid Supplementation on the Diet of Broilers.** Completion Work, Faculdades Nova Esperança (FACENE), 2022. 43pg.

#### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the effect of the addition of GAA (guanidinoacetic acid) in the diet of Ross broilers under the parameters of productive performance and costs. The experiment was carried out in Paudalho -PE, with 2,560 Ross lineage birds, divided into four different types of treatments: Control diet (CD); CD + 0.6 GAA (guanidinoacetic acid); CD + 30kcal reduction + 0.6 GAA and CD + 50kcal reduction + 0.6 GAA. The following parameters were evaluated: feed intake, daily weight gain, total weight gain, feed conversion, mortality, broiler viability and production costs. There was a significant effect ( $p < 0.05$ ) for the variables total feed intake and for the CD group + 30kcal reduction + 0.6 GAA. In relation to daily weight gain, the CD group + 30kcal reduction + 0.6 AGA obtained greater daily weight gain with 69.022 g, reflecting the higher food consumption. For the feed conversion, it was observed that the chickens submitted to a diet with DC + 0.6 of GAA, had better performance with 1,679. As for mortality, the CD and CD + 0.6 GAA groups obtained 1.25%, while the CD + 30kcal + 0.6 GAA reduction group had 2.81% and the CD + 50kcal reduction group + 0.6 of 2.19% GAA. It is concluded that the inclusion of guanidinoacetic acid in the diet of chickens with and without calorie reduction of some feed ingredients, showed better productive results, such as increased feed intake, feed conversion and weight gain. However, diets with the inclusion of GAA and reduced kcal in the diet had greater cost reductions, due to the decrease in energy ingredients.

**Keywords:** Additives; Animal nutrition costs; Food conversion; Poultry farming

## LISTA DE TABELAS

	Pg
<b>Tabela 1:</b> Percentuais de nutrientes da dieta controle, submetidas para frangos de corte	23
<b>Tabela 2:</b> Percentuais de nutrientes da dieta controle + 0,6 de AGA (guanidinoácetico) submetidas para frangos de corte	24
<b>Tabela 3:</b> Percentuais de nutrientes da dieta controle + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, submetidas para frangos de corte	24
<b>Tabela 4:</b> Percentuais de nutrientes da dieta controle + redução de 50kcal + 0,6 de AGA, submetidas para frangos de corte	25
<b>Tabela 5:</b> Consumo de ração de frangos de corte com dietas experimentais com ácido guanidinoácetico	29
<b>Tabela 6:</b> Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas com ácido guanidinoácetico (AGA)	31
<b>Tabela 7:</b> Análise econômica de dietas com ácido guanidinoácetico para frangos de corte	36

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pg
<b>Gráfico 1:</b> Consumo de ração total para os 4 grupos experimentais, dieta controle (DC), DC + 0,6 de AGA (ácido guanidinoacético), DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA	30
<b>Gráfico 2:</b> Peso final dos frangos submetidos a dieta controle (DC), DC + 0,6 do AGA, DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA	32
<b>Gráfico 3:</b> Conversão Alimentar dos frangos submetidos a dieta controle (DC), DC + 0,6 do AGA (ácido guanidinoacético), DC+ redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC+ redução de 50kcal + 0,6 de AGA	34
<b>Gráfico 4:</b> Custo das dietas controle (DC), DC+ 0,6 do AGA (ácido guanidinoacético), DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA	37

## LISTA DE FIGURAS

	Pg
<b>Figura 1:</b> Localização da Granja A8-Paudalho-PB	20
<b>Figura 2:</b> Vacinação dos pintos	21
<b>Figura 3:</b> Ração com a inclusão de ácido guanidinoacético (AGA) nas dietas de frangos de corte	22
<b>Figura 4:</b> Frangos consumindo a dieta peletizada com ácido guanidinoacético (AGA)	23
<b>Figura 5:</b> Frangos de corte nos boxes, submetidos a dieta controle + AGA	26
<b>Figura 6:</b> Pesagem dos frangos submetidos a dieta com ácido guanidinoacético (AGA)	27

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	7
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	9
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	11
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	14
3.1 Avicultura de corte.....	14
3.2 Frangos de corte da linhagem Ross.....	15
3.3 Alimentação de frangos de corte .....	16
3.4 Uso de aditivos na alimentação de frangos.....	17
3.5 Uso de Ácido Guanidinoacético na dieta de frangos.....	18
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	20
4.1 Local.....	20
4.2 Tratamentos e Instalações.....	21
4.3 Desempenho zootécnico.....	26
4.4 Análise Estatística.....	28
4.5 Aspectos Éticos.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	29
<b>6 CONCLUSÃO</b>	38
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	39

## 1. INTRODUÇÃO

Avicultura é um ramo da agropecuária que está crescendo constantemente no Brasil e no mundo, devido à grande procura de produtos de origem animal, ovos e carne de frango. O Brasil é considerado o terceiro maior produtor de frangos (ABPA, 2021). Isso deve-se ao avanço de tecnologias, profissionais qualificados, testes e pesquisas envolvidas para melhoramento genético e zootécnico, além de fatores nutricionais (VASCONCELOS *et al.*, 2015). Aliado ao manejo correto, as aves se desenvolvem de forma saudável e rápida, chegando ao peso desejado para o abate em menor tempo de vida, garantindo assim, redução de custos aos produtores e melhores desempenhos das aves (BARBOSA *et al.*, 2012).

Dentre os fatores citados, a alimentação se destaca por possuir grande influência no estado geral das aves, correspondendo a 70% do custo de produção (GEWEHR, 2014). Visando a redução de custos na ração, é importante criar alternativas para diminuir alguns ingredientes da dieta e suplementar caso necessário e assim conter custos.

As suplementações nutricionais em frangos de corte são essenciais para um bom desempenho, crescimento, formação óssea, reprodução e desenvolvimento das aves. Nas suas formulações contém diversos aminoácidos, vitaminas, nutrientes, minerais e aditivos que são primordiais para o equilíbrio das aves, evitando doenças, mortalidade e baixa produtividade (SILVA *et al.*, 2013). Tendo em vista que a dieta de frangos é composta de fontes vegetais (soja e o milho), pobre em ingredientes de origem animal, há a necessidade de uma complementação, para suprir os aminoácidos essenciais como a arginina e glicina, para que aconteça um aumento das variáveis produtivas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2016).

Dentre as suplementações, uma das mais utilizadas é a creatina, que é uma substância energética encontrada nos produtos de origem animal que potencializa o desenvolvimento muscular, muito oferecida nas dietas exógenas, porém é considerada dispendiosa (BROSNAN *et al.*, 2009). Nesse sentido, um aditivo que vem se destacando no mercado das aves é o ácido guanidinoacético (AGA). Este, contém Creamino, um aditivo nutricional que gera energia, importante para o crescimento muscular (AHMADIPOUR; KHAJALI; SHARIFI, 2018).

O AGA é considerado um composto alimentar eficiente, pois possui um menor custo em relação a creatinina, onde consegue fornecer mais energia poupando aminoácidos essenciais como a arginina e glicina da dieta, acelerando o crescimento de forma saudável e melhorando o desempenho das aves durante todas as fases de criações

e o que permite também reduzir calorias na dieta das aves (BAKER, 2009). Além disso, o uso do AGA está associado com a redução de incidências de miopatias, que é o crescimento exacerbado da musculatura (caracterizadas por estrias brancas que ocorrem paralelamente ao sentido das fibras musculares), pois de acordo Brosnan *et al.* (2009), compostos guanidínicos são capazes de regular a homeostase, melhorando o sistema imunológico e a captação muscular de glicose.

Estudos vem sendo realizados para verificar a eficácia desse produto quando adicionado à ração dos animais em busca de melhor desempenho, produtividade e menor custo benefício ao produtor. Porém, o custo desses produtos encarece o sistema de produção, sendo necessário adaptar formas nutricionais que melhor se enquadrem financeiramente e melhorem os padrões exigidos pelos consumidores em relação a qualidade do produto.

Outro ponto importante para o êxito na produção, desempenho e melhoramento genético das aves são os tipos linhagens de frango. Indústrias avícolas investem em pesquisas com as linhagens existentes para diferenciar as melhores em termo de parâmetros de criação e mensuração de algumas variáveis como conversão alimentar, peso, mortalidade e rendimento da carcaça, e assim trabalhar nos quais resultem em maiores lucros. Ultimamente no mercado da avicultura a linhagem Ross é uma das mais utilizadas no mercado brasileiro (API, 2014), destaca-se por apresentar maior rusticidade e adaptabilidade nos sistemas de criação, além de ótimos índices zootécnicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar os efeitos da suplementação com ácido guanidinoacético (AGA) na dieta de frangos de corte da linhagem Ross sob os parâmetros de desempenho produtivo e custo de produção.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Verificar os índices zootécnicos: consumo alimentar, ganho de peso diário, ganho de peso total, conversão alimentar e eficiência alimentar dos frangos de corte alimentados com a adição do ácido guanidinoacético;

Analisar as taxas de mortalidade e viabilidade dos frangos de corte alimentados com a adição do ácido guanidinoacético na ração;

Mensurar os custos de produção dos frangos de corte com a inclusão do ácido guanidinoacético na ração.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Avicultura de corte

A avicultura é uma das atividades agropecuárias mais importantes no que se refere a situação socioeconômica do país, com destaque na criação de frangos, onde são extraídas matérias primas como os ovos e a carne. É geradora de empregos, desenvolvem pesquisas, trabalham com profissionais especialistas no processo de produção de frangos, nos quais efetuam um trabalho de excelência em relação ao bem-estar das aves, que vai desde o manejo sanitário e nutricional ao abate humanitário, produção, melhoramento genético e aspectos tecnológicos, tornando-se um setor lucrativo e auspicioso mundialmente (ARAÚJO *et al.*, 2010).

A década de 70 foi marcada pelo avanço do desenvolvimento da avicultura brasileira, destacando o país no ranking de produção mundial, isto, se deu pela grande procura da carne de frango no mercado interno e externo em razão do crescimento da sua oferta, aliados ao conceito de carne saudável, com baixo teor calórico e de alto valor proteico (SANTOS FILHO *et al.*, 2013). E desde então, o setor aviário vem se aprimorando e se modernizando nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade, ambiência, além de qualificar profissionais para se obter uma maior produção de carne com o menor custo de produção (RODRIGUES *et al.*, 2014; PANDOLFI e MOTA, 2020).

Os grandes avanços tecnológicos e de pesquisas no setor aviário, levaram as empresas a alcançarem elevados índices zootécnicos, destacando-se, o aumento de peso dos frangos de corte em menor tempo, progresso na seleção de linhagens, rações com formulações equilibradas, gerando melhorias nos custos de produção, e transformando o Brasil em um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo (ESPÍNOLA, 2012).

Zuidhof, *et al.* (2014) relata que desde 1975 até 2005, o crescimento muscular em frangos aumentou 400%, com redução de 50% na taxa de conversão alimentar e redução de idade para 42 dias. De acordo com Jesus Junior *et al.* (2007), a idade de abate das aves diminuiu de 105 dias, em 1930, para 49 dias em 1970, chegando, em 2005, a 42 dias. É explícito o grande desenvolvimento das aves ao longo desses anos, fato este, devido as exigências nutricionais, melhoramento genético, dentre outros fatores.

Em 2020, 69% da produção de frangos foi designada ao mercado interno e apenas 31% para exportações. Dos estados exportadores, o Paraná ocupa o primeiro lugar com

40,19%, seguindo de Santa Catarina com 23,39%, Rio Grande do Sul com 16,45%. Atualmente, o Brasil é o maior exportador de carne de frangos no mundo e o terceiro maior produtor, que alcançou os 13,845 milhões de toneladas de carne, ficando atrás apenas, dos Estados Unidos com 20,239 e China com 14,600 (ABPA, 2021).

Em 2020, a carne de frango foi a proteína animal mais consumida no mundo, com mais de 98 milhões de toneladas, superando as carnes suína e bovina, respectivamente. Os Estados Unidos lideraram em primeiro com 16,9 milhões de toneladas, e o Brasil com mais de 10,1 ocupando o quarto lugar no ranking de consumo mundial. Dentre os fatores que levaram a esse resultado, foi o preço da carne mais acessível em relação às outras proteínas existentes no mercado nacional e internacional. No destaque dos principais países importadores estão a China, Arábia Saudita, Japão e Emirados Árabes Unidos (ABPA, 2021).

Para garantir os melhores resultados e desempenhos produtivos, a avicultura deve estar sempre atualizada e procurando evoluir no mercado competitivo, principalmente no que se refere a economia, buscando alternativas que mantenha o baixo custo do produto e a qualidade final aos consumidores (VOGADO *et al.*, 2016).

### **3.2 Frangos de corte da linhagem Ross**

Com a competitividade no mercado aviário, produtores buscam cada vez mais pela excelência no melhoramento genético, ou seja, pelo crescimento de desenvolvimento dos frangos de corte. Empresas apostam em pesquisas para detectar as melhores linhagens com características e qualidades desejáveis, pois a escolha certa trará grandes desempenhos produtivos e, conseqüentemente, redução de custos. As linhagens são determinadas a partir da seletividade das raças e do material genético utilizado na criação (STRINGHINI *et al.*, 2003).

No setor aviário existem vários tipos de linhagens de frangos de corte, sendo as mais utilizadas no mercado brasileiro a Ross e a Cobb, as quais se destacam pelo desempenho produtivo, alto rendimento de carcaça, aliados a outras variáveis como aumento de peso, melhor conversão alimentar, baixa na mortalidade, além de serem de fácil adaptabilidade e rusticidade nos diferentes sistemas de criações garantindo ótimos índices zootécnicos e lucros para a cadeia reprodutiva (TAUCHERT, 2013).

Estudos são realizados constantemente para avaliar os parâmetros das linhagens, e assim, conseguir alcançar metas cada vez mais promissoras para produção de aves. Dentre

eles, o ganho de peso diário, é uma variável onde são feitas pesagens periódicas de um determinado lote para obtenção da média do peso médio das aves, este ressalta maior rentabilidade do setor quando o peso final é alcançado antes do previsto (TAUCHERT, 2013).

Outro fator importante no desempenho das linhagens é a conversão alimentar que pode ser detectada através da divisão do consumo de ração pelo peso vivo das aves de um lote (LANA, 2000). A alimentação ofertada deve ser de qualidade, rica em nutrientes, para que ocorra uma menor conversão alimentar e, como consequência, acarrete lucros financeiros para os produtores. Em estudo feito por Stringhini (2003), frangos de corte da linhagem Ross apontou melhor conversão alimentar aos 44 dias de vida comparando à outras linhagens.

A mortalidade é uma variante que se mede a efetividade de um lote (LANA, 2000). Tauchert (2013) observou em seu estudo, que a linhagem Ross se mostrou superior a linhagem Cobb devido aos baixos números de mortalidade. Isso deve-se a vários fatores, tipo ambiente e manejo, doenças, excesso de lotação, distúrbios metabólicos, além de problemas locomotores causados pela carência de nutrientes oferecido as aves. Portanto, a linhagem Ross é uma excelente alternativa de criação para se adquirir melhores índices produtivos.

### **3.3 Alimentação de frangos de corte**

A nutrição é um ponto chave para o equilíbrio e desenvolvimento dos frangos de corte, no qual fornece energia e nutrientes para suprir as necessidades fisiológicas diárias das aves e também é um dos principais fatores que encarece a produção, chegando a representar 70% do custo. As rações são formuladas à base de milho e farelo de soja, diante disso, é necessária uma suplementação na dieta dos frangos para um melhor desempenho, rendimento de carcaça e cortes, qualidade da carne, crescimento e resposta imunológica, e que promova redução de custos (MARTINS, 2014). É necessário o cumprimento das exigências nutricionais, minerais, vitaminas e aminoácidos para não acarretar prejuízos na produção e no desempenho das suas progênes (SECHINATO *et al.*, 2006).

Para obtenção de uma ração balanceada é importante a adição de compostos na sua composição química, tais como, energia, proteína, cálcio, fósforo e aminoácidos (ZANFERARI, 2017). A alimentação dos frangos de corte é dividida em fases: pré-inicial, inicial, crescimento, engorda e abate. A fase pré-inicial vai de 1 aos 10 dias de

vida, podendo se estender até o 14 dia se as aves não atingirem o peso desejado. É necessário o fornecimento de ingredientes altamente digestíveis, pois na primeira semana de vida, os pintinhos passam por grandes transformações fisiológicas, tanto nos sistemas imunológico quanto intestinal, além do desenvolvimento do sistema termorregulador (CHRISTENSEN, 2009; LAMOT, 2017).

A ração pré-inicial é composta por milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, óleo, calcário, sal, gorduras e óleos. Estes dois últimos, requerem cuidados devido à sua baixa digestibilidade em pintinhos (LAMOT, 2017). Nessa fase, as rações de crescimento são geralmente trituradas ou mini-peletizadas. A fase de crescimento vai de 14 a 16 dias, a passagem da ração inicial para a de crescimento envolve mudança de densidade da ração triturada/mini-peletizada para “pellets” e também mudança na consistência dos nutrientes. Nessa fase é importante adicionar nutrientes principalmente energia e aminoácidos. Já na fase final, as rações são fornecidas após 25 dias de vida até o abate, será preciso fornecer rações adicionais dependendo do peso e idade desejados (AVIAGEN, 2018).

Os autores Warren e Emmert (2000), fizeram um estudo com frangos de corte mostrando que há uma redução no custo da ração quando mesma é trocada a cada dois ou sete dias em diferentes fases sem perder a qualidade nem desempenho das aves. Já Lana *et al.* (2001) e Pope *et al.* (2002), em pesquisa não observaram melhoras no rendimento de carcaça nem desempenho de frangos de corte com o aumento do número de rações (fases), porém, houve redução no custo de produção.

Pesquisas com a utilização de alimentos alternativos na dieta dos frangos de corte mostraram uma diminuição nos custos na alimentação, porém, poderá haver comprometimentos nos resultados zootécnicos das aves, devido ao déficit nutricional, sendo, portanto, essencial a adição de aditivos para potencializar os ingredientes contidos na ração (SCHWARZ, 2002).

### **3.4 Uso de aditivos na alimentação de frangos**

A utilização de aditivos nas rações de dieta de frangos é considerada eficaz no desempenho e produção, pois atuam no organismo suprindo as necessidades nutricionais, ativando o sistema imunológico e oferecendo qualidade de vida as aves (LEE *et al.*, 2017; ADHIKARI *et al.*, 2020).

A dieta das aves é composta de produtos de origem vegetal, havendo a necessidade de um complemento de fontes de aminoácidos, importantes para o crescimento e

desenvolvimento dos frangos de corte. Um aditivo bastante utilizado nas dietas é a Creatina, devido à baixa quantidade desta nas rações (MICHELS *et al.*, 2012).

Nos animais, a Creatina atua como fonte de energia e é encontrada nos alimentos de origem animal ou de forma endógena através de alguns aminoácidos, a Glicina e a Arginina (ARAUJO *et al.*, 2010). Por ser uma substância energetizante, que fornece muitos benefícios tanto para os humanos quanto aos animais, pesquisadores aplicam testes para avaliar melhores formas de inclusão de aditivos na dieta para compor a ração com qualidade sem aumentar o custo da alimentação, e ao mesmo tempo não limitar os desempenhos zootécnicos dos frangos de corte.

Estudos realizados por Buxadé (2011), comprovam que as inclusões da Creatina nas dietas de frangos de cortes apresentam uma melhor conversão alimentar, aceleração do crescimento, maior rendimento da carcaça e diminuição das despesas aumentando o lucro na produção. Já Brosnan *et al.* (2009), afirmaram que a adesão maior da Creatina é na fase inicial e de crescimento, onde requer grande consumo de energia devido o desenvolvimento muscular das aves.

### **3.5 Uso de Ácido Guanidinoacético na dieta de frangos**

O Ácido Guanidinoacético (AGA), também chamado de glicociamina ou guanidinoacetato, é classificado pelos autores Borjes *et al.* (2009) como um aditivo nutricional, dentro do grupo funcional de aminoácidos, seus sais e análogos. É uma substância de interesse na nutrição de animais, assim como em humanos, pois ocorre naturalmente no corpo, é benéfico fisiologicamente, além de ser livre de propriedades mutagênicas e genotóxicas (OSTOJIC, 2016).

O AGA, precursor da Creatina, age de maneira imediata no organismo. Em termos de potencial energético são bastantes promissores em relação a síntese proteica e crescimento muscular, além disso, o AGA é menos oneroso em relação ao custo de produção, pelo fato de poupar fontes de aminoácidos como a arginina e glicina, ser mais estável comparado a Creatina (MICHELS, 2012).

Durante a síntese do ácido guanidinoacético ocorre uma transferência reversível, ou seja, uma alteração de um grupo amidino da arginina para a glicina, formando ornitina e ácido guanidinoacético, essa reação é estimulada pela enzima L-arginina glicina amidinotransferase. A ornitina formada retorna ao ciclo da ureia, para ser novamente convertida em arginina, e o ácido guanidinoacético é transportado por meio da corrente sanguínea para o fígado, onde o processo de síntese de creatina terá continuidade. Após

a formação do AGA, a enzima guanidinoacetato metiltransferase transfere um grupo metil da S-adenosilmetionina (uma das formas doadoras de grupo metil da metionina) para o ácido guanidinoacético, formando a creatina (WYSS e KADDURAH, 2000).

O AGA quando suplementado na dieta, é rapidamente absorvido no trato gastrointestinal, sendo transportado da corrente sanguínea para o fígado, onde participa da síntese da creatina (DILGER *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2012). O AGA fica armazenado nos músculos onde vai receber um grupamento fosfato formando a fosfocreatina que fornece energia através de ATP, destinada ao crescimento dos animais e também dos seres humanos. Diferente do que acontece nos mamíferos, nas aves a síntese metabólica acontece no fígado, possivelmente, esta seja a razão da CREA exógena apresentar maiores respostas positivas em aves que em alguns mamíferos (WALKER, 1960).

O ácido guanidinoacético vem demonstrando bastante efetivo como aditivo para a alimentação de frangos de corte. Vários autores encontraram resultados satisfatórios com a sua suplementação, no que diz respeito aos índices zootécnicos. Em estudo conduzido por Ringel *et al.* (2008), constatou que a inclusão do AGA nas dietas a base de milho e farelo de soja dos frangos de corte, causam efeitos promotores sobre o crescimento e eficiência alimentar. E quando adequadas em arginina obtiveram também um melhor desempenho produtivo em dietas iniciais para pintos de corte.

O AGA tem potencial para melhorar o ganho de peso, a conversão alimentar além de melhorar a eficiência energética das aves em diferentes fases de criação, principalmente na fase inicial das aves onde é considerada de grande consumo energético, devido ao rápido metabolismo celular e crescimento muscular, necessitando-se de uma boa demanda proteica (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Estudos realizados por Murakami *et al.* (2014), referentes a adição do Ácido Guanidinoacético no desempenho de codornas na fase inicial, teve resultados de relevância nos índices zootécnicos. Da mesma forma, Lemme; Tossenberger, *et al.* (2007) relataram que houve um aumento da creatina muscular em frangos de corte após uma hora post-mortem, com a inclusão do AGA nas dietas, evidenciando elevados níveis de energia das aves suplementadas quando comparadas as aves sem suplementação. Entretanto, Araújo *et al.* (2010), mencionam precisar de mais estudos envolvendo a inclusão do AGA em frangos de corte para avaliar seus efeitos.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Local e Animais

O experimento foi conduzido na Granja A8 (Figura 1), localizado em Paudalho-PE-Brasil. O município de Paudalho encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe. Situa-se à margem da rodovia BR-408, que liga o município à cidade do Recife capital do Estado. Localiza-se a uma latitude 07°53'48" sul e a uma longitude 35°10'47" oeste, estando a uma altitude de 69 metros.



**Figura 1: Localização da Granja A8-Paudalho-PB**

**(Fonte: Arquivo pessoal)**

Os pintos de corte foram conduzidos com cautela e cuidados para evitar desconforto, a partir do nascimento até o abate, ou seja, 1 dia aos 46 dias de vida. Foram utilizados 2.560 frangos de corte da linhagem Ross, sendo 50% machos e 50% fêmeas, subdivididos em boxes e separados por tratamentos experimentais. As aves foram vacinadas (Figura 2) ainda no incubatório contra: Doença de Marek (*alphaherpesvirus*, ou *herpesvirus gallid* (GaHV-2), Newcastle (*Paramyxoviridae*), Gumboro (*Birnavirus*), Boubá Aviária (*Pox vírus*) e Bronquite Infecciosa (*Coronaviridae*, gênero Coronavírus). Todas da marca Biovet.



**Figura 2: Vacinação dos pintos**  
(Fonte: Arquivo pessoal)

#### **4.2 Tratamentos e Instalações**

Os pintos ainda no primeiro dia de vida, foram vacinados e pesados (peso inicial) e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, oito repetições, sendo 640 frangos por unidade experimental.

Os tratamentos foram compostos de uma dieta controle (DC); DC + 0,6 de AGA (ácido guanadinoacético); DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA e DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA, até o abate com 46 dias (Figura 3). A dieta controle foi a ração padrão para frangos de corte, com os seguintes componentes: milho, soja, farinha de carne, penas e vísceras, prêmio mineral e vitaminado, promotor de crescimento, agente anticoccidiano, calcário, sal, bicarbonato, óleos essenciais. A redução da energia foi realizada nos ingredientes enérgicos da ração, como dos óleos essenciais, milho e soja. A redução da fonte energética foi retirada do percentual dos óleos essenciais, atendendo a exigência das aves com a inclusão do ácido guanidinoacético. A dosagem para o ácido guanidinoacético foi de 600g do por tonelada de ração (0,6kg/tonelada).



**Figura 3: Ração com a inclusão de ácido guanidinoacético (AGA) nas dietas de frangos de corte.**

**Fonte: (Arquivo pessoal)**

Todas dietas experimentais, foram isocalóricas e isoproteicas, fornecidas na forma peletizada (Figura 4) e formuladas de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais preconizados por Rostagno *et al.* (2017) para as fases de 0 a 10, de 11 a 20, 21 a 27, 28 a 34 e de 35 a 46 dias de idade. A ração foi formulada de acordo com as dietas estabelecidas e estão expostas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, explicitando todas as fases de acompanhamento dos frangos nos diferentes tratamentos que foram submetidas.



**Figura 4: Frangos consumindo a dieta peletizada com ácido guanidinoacético (AGA)**

**Fonte: (Arquivo pessoal)**

Foram realizadas as análises bromatológicas, no laboratório Pinto Formoso (Recife-PE) dos nutrientes de acordo com as dietas experimentais e pela fase de crescimento dos frangos, sendo de acordo com a exigência nutricional dos frangos. Na Tabela 1, estão os nutrientes contidos na dieta controle, nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e terminação.

**Tabela 1:** Percentuais de nutrientes da dieta controle, submetidas para frangos de corte.

Nutrientes	Dieta Controle				
	%	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Proteína		21,80	22,44	20,20	20,20
Gordura		8,17	7,89	9,84	8,95
Fibra		4,12	4,06	3,81	3,48
Cinzas		6,33	5,78	5,57	5,18
Energia metabolizável		3.120,000	3.120,000	3.280,000	3.280,000
Lisina Total		1,45	1,45	1,23	1,22
Metionina Digestível		0,69	0,70	0,60	0,60
Met digestiva	+Cisteína	0,96	0,96	0,85	0,87

Treonina Total	0,96	0,96	0,73	0,74
Total de óleos	2,98	1,67	2,61	0,97

Na Tabela 2, estão os principais nutrientes utilizados na dieta dos frangos submetidos a dieta controle + 0,6 de AGA, nas diversas fases dos frangos (pré inicial, inicial, crescimento e terminação).

**Tabela 2:** Percentuais de nutrientes da dieta controle + 0,6 de AGA (ácido guanidinoacético), submetidas para frangos de corte.

Nutrientes	Dieta controle + 0,6 de AGA				
	%	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Proteína		21,80	22,44	20,20	20,20
Gordura		8,21	7,93	9,88	8,98
Fibra		4,11	4,06	3,81	3,48
Cinzas		6,33	5,78	5,57	5,18
Energia metabolizável		3.120,000	3.120,000	3.280,000	3.280,000
Lisina Total		1,45	1,45	1,23	1,22
Metionina Digestível		0,69	0,70	0,60	0,60
Met +Cisteína digestiva		0,96	0,96	0,85	0,87
Treonina Total		0,96	0,96	0,74	0,74
Total de óleos		3,02	1,71	2,66	1,01

Na Tabela 3, estão os principais nutrientes utilizados na dieta dos frangos submetidos a dieta controle + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, nas diversas fases dos frangos. Retirando a energia de alguns ingredientes, como milho, soja e óleos essenciais.

**Tabela 3:** Percentuais de nutrientes da dieta controle + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, submetidas para frangos de corte.

Nutrientes	Dieta controle + redução de 30kcal + 0,6 de AGA				
	%	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Proteína		21,80	22,46	20,20	20,20
Gordura		7,62	7,35	9,29	8,40

Fibra	4,12	4,07	3,82	3,49
Cinzas	6,33	5,78	5,57	5,18
Energia metabolizável	3.120,000	3.120,000	3.280,000	3.280,000
Lisina Total	1,45	1,45	1,23	1,22
Metionina Digestível	0,69	0,70	0,60	0,60
Met +Cisteína digestiva	0,96	0,96	0,85	0,87
Treonina Total	0,96	0,96	0,73	0,74
Total de óleos	2,40	1,11	2,04	0,40

Na Tabela 4, estão os principais nutrientes utilizados na dieta dos frangos submetidos a dieta controle + redução de 50kcal + 0,6 de AGA, nas diversas fases dos frangos. Observando a retirada dos kcal principalmente dos ingredientes energéticos.

**Tabela 4:** Percentuais de nutrientes da dieta controle + redução de 50kcal + 0,6 de AGA, submetidas para frangos de corte.

Nutrientes	Dieta controle + redução de 50kcal + 0,6 de AGA				
	%	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Proteína		21,80	22,47	20,20	20,22
Gordura		7,23	6,98	8,90	8,02
Fibra		4,29	4,08	3,82	3,49
Cinzas		6,33	5,78	5,57	5,18
Energia metabolizável		3.120,000	3.120,000	3.280,000	3.280,000
Lisina Total		1,45	1,45	1,23	1,22
Metionina Digestível		0,69	0,70	0,60	0,60
Met +Cisteína digestiva		0,96	0,96	0,85	0,87
Treonina Total		0,96	0,96	0,73	0,74
Total de óleos		1,99	0,70	1,62	0,00

As aves foram alojadas em um galpão experimental de alvenaria, telhado com telha de cerâmica, paredes laterais com cortina de proteção externa, com ventiladores e aspersores de teto, em forma de túnel e resfriamento evaporativo. Foram utilizados 32 boxes de área de 7,5 m<sup>2</sup>, de piso de concreto revestido com maravalha, com uma

densidade de alojamento de 80 aves/box (Figura 5). Cada box com bebedouros e comedouros, em que as aves receberam água e ração *ad libitum*. O galpão continha lâmpadas para a iluminação durante a noite, onde os animais passaram 18 horas de luz, natural e artificial.



**Figura 5: Frangos de corte nos boxes, submetidos a dieta controle + AGA.**

**Fonte: (Arquivo pessoal)**

### **4.3 Desempenho zootécnico**

Foram avaliados peso inicial e final dos frangos de corte, consumo de ração, ganho de peso diário, ganho de peso total, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade e custo de produção.

O peso dos frangos foi realizado em balança digital de precisão, onde as aves foram pesadas semanalmente, até o final do experimento, culminando no ganho de peso total (GPT), para obtenção do ganho de peso diário (GPD), foi dividido esse número pela quantidade de dias do experimento, da seguinte forma:  $GPD: GPT/DIAS$  (46 dias).



**Figura 6: Pesagem dos frangos submetidos a dieta com ácido guanidinoacético (AGA)**

**Fonte: (Arquivo pessoal)**

O consumo da ração (CR) foi avaliado, da seguinte maneira: ração oferecida subtraindo da sobra diária, dividido pela quantidade de aves.

A conversão alimentar (CA) foi realizada pela divisão do consumo da ração total (CR), pelo peso das aves (GP), de acordo com Moraes (2000), onde preconiza que a conversão alimentar representa o consumo de ração por quilo de frango produzido, levando em consideração a mortalidade, da seguinte forma:

$$\text{Conversão alimentar (CA)} = \frac{\text{Consumo de ração total}}{\text{Ganho de peso total}}$$

A eficiência alimentar (EA) foi realizada a partir da divisão ganho de peso de aves, pelo consumo de ração. A eficiência alimentar varia em função da viabilidade (VB), do ganho de peso diário (GPD), e da conversão alimentar (CA), na retirada do lote (MENDES e PATRÍCIO, 2004), realizada da seguinte forma:

$$\text{Eficiência alimentar} = \frac{\text{Ganho de peso total}}{\text{Consumo de ração total}}$$

A mortalidade foi observada diariamente, para a realização das correções no consumo de ração e na conversão alimentar, de acordo com Sakomura e Rostagno (2016).

A variabilidade da população (o lote) é descrita pelo coeficiente de variação (CV%), que é o desvio padrão da população expresso como percentual da média. A uniformidade do lote pode ser determinada pelo seguinte cálculo: Desvio Padrão dividido pelo peso corporal médio X 100 (AVIAGEN, 2014). É a diferença entre as aves alojadas e as retiradas para o abate, em percentagem.

$$Viabilidade (\%) = \frac{\text{Número de frangos abatidos}}{\text{Número de pintos iniciados}} \times 100$$

A análise econômica foi realizada a partir dos custos com alimentação calculados mediante pesquisa de preços dos ingredientes praticados no mercado, em 2021. Não foram considerados os custos fixos, os custos de mão-de-obra ou custos para montar o experimento, já que foram iguais em todos os tratamentos. Assim, os custos com a alimentação foram os únicos mensurados e calculados.

#### **4.4 Análise Estatística**

Para a análise estatística foi utilizado o software estatístico SAS® University Edition 308 (2017) (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA). Os dados foram testados quanto à normalidade (Shapiro–Wilk), utilizando o procedimento UNIVARIATE. Os efeitos dos tratamentos foram verificados por meio de análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado em todos os testes de hipóteses foi de alfa = 0,05 de probabilidade.

#### **4.5 Aspectos Éticos**

Todos os procedimentos experimentais foram enviados para o Comitê de Ética em Pesquisa de animais (CEUA), das Faculdades Nova Esperança. E aprovado com o número de protocolo 0119.2022.1.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que não houve efeito para consumo da ração nos diversos tratamentos experimentais, para consumo pré-inicial (0 a 10 dias), inicial (11 a 20), crescimento (21 a 27 dias), engorda (28 a 34), exceto na fase de abate (35 a 46), em que os frangos com a DC + redução de 30 kcal + 0,6 de AGA obtiveram maior consumo (Tabela 5). A medida que as aves crescem aumenta demanda energética para crescimento muscular, onde o animal haverá a necessidade de consumir maior quantidade de creatina. Indicando que a ração com AGA e redução de -30 kcal, pode atingir ganhos de pesos de frangos mais altos ao abate, favorecendo o rendimento de carcaça. Isto também refletiu em um consumo de total de ração ao fim do experimento.

**Tabela 5:** Consumo de ração de frangos de corte com dietas experimentais com ácido guanidinoacético

Dietas Experimentais (g)	Dieta Controle (DC)	DC + 0,6 de AGA	DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA	DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA	P*
Consumo pré-inicial	240a	240a	240a	240a	P>0,05
Consumo inicial	640a	640a	640a	640a	P>0,05
Consumo Crescimento	800a	800a	800a	800a	P>0,05
Consumo Engorda	880a	880a	880a	880a	P>0,05
Consumo Abate	791,55b	792,10b	797,00a	788,95c	P<0,05
Consumo total	3.351,55b	3.352,10b	3.357,00a	3.348,95c	P<0,05

\*P=probabilidade. Letras diferentes na linha, possui diferenças estatística, pelo teste de Turkey, a 5% de probabilidade.

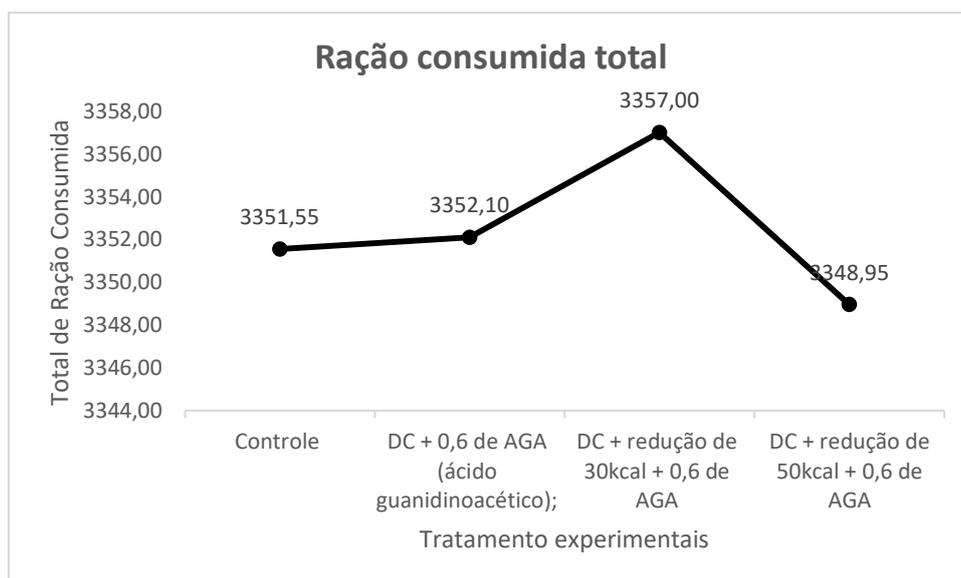
O consumo de ração total (46 dias de experimento) foi de 3,351,55 kg para o grupo de DC; 3,352,10 kg no grupo DC + 0,6 de AGA; 3,357,00 no grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA; e 3,348,95 para o grupo DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA

(Gráfico 1). Ou seja, o grupo com DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, finalizou com maior consumo, refletindo o que ocorreu em todas as fases dos frangos, e provavelmente interfere no ganho de peso. Córdova-Noboa *et al.* (2018), ao aplicar suplementação com AGA na dieta de frangos machos da linhagem Ross-708, não observou diferenças no consumo de ração nas fases de crescimento e terminação, as quais atingiram, 3.669g (1 a 35 dias) e 7.030g (1 a 50 dias).

Foi possível observar diferenças no consumo de ração com o uso do ácido guanidinoacético apenas na fase de abate (de 35 a 46 dias). Isto ocorreu por que nessa fase os frangos estão em intenso crescimento muscular, e aumento de demanda de ATP. E como o AGA é precursor da creatina, que é utilizada para alimentar o processo de contração combinando-se com o fosfato e convertendo-se em fosfocreatina (PCr), favoreceu esse processo. Pois a PCr é uma reserva rapidamente mobilizável de fosfato de alta energia para a formação de ATP (MOUSAVI *et al.*, 2013), essencial para produzir rápidos e curtos surtos de energia (LEHNINGER *et al.*, 2000; WILLIAMS *et al.*, 2000). Nesse sentido, é possível indicar que a inclusão do ácido guanidinoacético, contribuiu de forma rápida e eficaz na síntese de creatina.

Maier (2018), em estudo com a eficácia do ácido guanidinoacético em frangos de corte, observou que na quinta semana, as aves suplementadas com 0,06% de AGA apresentaram menor consumo de alimento, quando comparado com o consumo da dieta acrescida de 0,10% de AGA e redução calórica. E relata que o AGA é um aditivo alimentar, que está disponível no mercado e é considerado mais eficaz em comparação à creatina, porque é menos oneroso e mais estável. Uma vez que o conteúdo de creatina no músculo depende da disponibilidade na dieta, a suplementação de AGA pode aumentar os estoques desse nutriente e amenizar a ocorrência de miopatias.

**Gráfico 1:** Consumo de ração total para os 4 grupos experimentais, dieta controle (DC), DC + 0,6 de AGA (ácido guanidinoacético), DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA e DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA



Pode-se observar no gráfico 1, que o consumo dos frangos consumindo dieta controle + redução de 30kcal + 0,6 de AGA superou os demais. Isso deve-se ao AGA ser um produto granulado, livre de pó, sendo 100% eficaz na mistura dos ingredientes e de absorção no organismo por ser quimicamente estável durante o processamento e possui 96% de grau de pureza (BRASIL, 2019). Demonstrando que o uso do ácido com redução de 30 kcal, contribuiu para um maior consumo alimentar, que pode se traduzir a um melhor rendimento, e conseqüentemente em uma redução de custo, por ter sido retirado alguns ingredientes da ração.

Em relação ao desempenho das aves foram observadas diferenças estatísticas para o peso final, ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e mortalidade, enquanto que a viabilidade não se alterou com as dietas experimentais (Tabela 6).

**Tabela 6:** Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas com ácido guanidinoacético (AGA).

Variáveis	Dieta controle (DC)	DC + 0,6 de AGA	DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA	DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA	P*
Peso inicial (g)	42a	42a	42a	42a	P>0,05
Peso final (kg)	3,103c	3,159b	3,175a	3,171a	P<0,05
GPD (g)	67,457c	68,674b	69,022a	68,935b	P<0,05

Conversão Alimentar (C.A)	1,709a	1,679c	1,700a	1,687b	P<0,05
Mortalidade %	1,25b	1,25b	2,81a	2,19a	P<0,05
Viabilidade	98,75a	98,75a	97,18a	97,81a	P>0,05

\*P=probabilidade. Letras diferentes na linha, possui diferenças estatística, pelo teste de Turkey, a 5% de probabilidade.

Os frangos submetidos a dietas com a inclusão do ácido guanidinoacético e redução de 30 kcal e 50 kcal obtiveram peso final superior, assim como o grupo de DC + 0,6 de AGA, logo depois, quando comparado com os frangos que consumiram apenas a dieta controle (Gráfico 2). A suplementação com AGA foi eficaz para o crescimento muscular e desenvolvimento dos frangos onde supriu as exigências de nutrientes e energia mesmo com redução de calorias de outros ingredientes. Isto deve-se ao fato de o AGA produz Cr sem precisar utilizar aminoácidos essenciais, poupando assim, energia de outros ingredientes. Com obtenção de peso final, de 3,103 kg da dieta controle, 3,159kg para os frangos do grupo da DC + 0,6 de AGA, 3,175kg para o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA e 3,171 kg para o grupo DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA (Gráfico 2).

Sendo assim, a suplementação de AGA é essencialmente importante em dietas para linhagens de frangos de corte de rápido crescimento inicial devido à grande demanda de energia para suprir os níveis de creatina muscular (BROSNAN *et al.*, 2009). Segundo Ringel *et al.* (2008) relataram que o uso do AGA em dietas iniciais para frangos de corte, contribuiu significativamente com o melhor desempenho produtivo, mesmo quando alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja e adequadas em arginina. E também sugerem que o ácido guanidinoacético pode ter propriedades promotoras sobre o crescimento e eficiência alimentar quando adicionado em dietas a base de milho e farelo de soja em frangos de corte.

**Gráfico 2:** Peso final dos frangos submetidos a dieta controle (DC), DC + 0,6 do AGA, DC+ redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC+ redução de 50kcal + 0,6 de AGA.



Em relação ao ganho de peso diário (GPD), o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA obteve maior ganho de peso diário (69,022 g), isso ocorreu certamente em consequência de um maior consumo de ração dos frangos dessa dieta experimental (Tabela 5). O grupo dieta controle foi de 67,457, o grupo DC + 0,6 de AGA de 68,674 e o grupo DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA de 68,935.

Lemme *et al.* (2007) avaliaram dieta basais de controle negativo, apenas de produto de origem vegetal comparados com alimentados com ração com farinha de carne e ossos e com suplementação de nos níveis 0,04; 0,06; 0,08 e 1,20 % com AGA e observaram que os frangos que receberam níveis maiores de ácido guanidinoacético apresentaram maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior rendimento de peito.

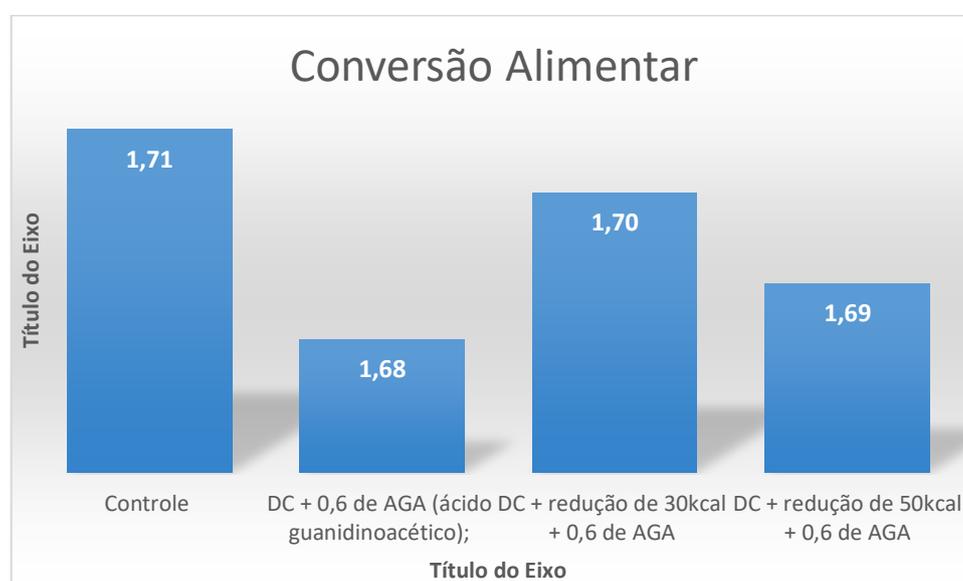
Assim como verificado por Michiels *et al.* (2012), em que realizaram um experimento com frangos de corte no qual avaliaram quatro dietas diferentes, sendo o controle negativo (à base de milho e soja) o controle negativo suplementado com 0,6 e com 1,2% de ácido guanidinoacético, e o controle positivo com farinha de peixe, e observaram melhor ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior ganho médio diário nas aves suplementadas com o ácido guanidinoacético.

Mousavi *et al.* (2013) avaliaram o efeito da suplementação do ácido guanidinoacético (0 e 0,06%) para frangos de corte em dietas com diferentes níveis energéticos (100%, 95%, e 90%) e não obtiveram resultado significativo para nenhuma das variáveis de desempenho nas fases iniciais, porém, na fase final (23 a 40 dias), obtiveram melhor conversão alimentar, esse resultado foi consequência da suplementação de ácido guanidinoacético ser eficiente durante o período de terminação, quando as taxas de crescimento são os mais elevados em frangos.

Para a conversão alimentar (CA) observou-se que os frangos submetidos a dieta controle + 0,6 de AGA, obtiveram melhor CA de 1,679 (Gráfico 3), logo e, seguida os frangos consumindo DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA com CA de 1,687, indicando que os frangos com dieta com ácido guanidinoacético resultou na melhor conversão alimentar quando comparada com as demais dietas.

Estudos realizados por Mousav *et al.* (2013) com frangos de corte mostraram que a suplementação da AGA tem potencial para melhorar o ganho de peso, a conversão alimentar além de melhorar a eficiência energética dos animais em diferentes fases de criação. Os autores concluíram que a adição de 0,06% de AGA melhorou a conversão alimentar nos períodos de 23 a 40 e 0 a 40 dias de idade dos animais em 4% e 3%, respectivamente, quando comparada com uma dieta sem AGA. A melhora da conversão alimentar sem modificação no consumo da ração pode ser refletida no aumento da eficiência energética (AHMADIPOUR *et al.*, 2018). O efeito do AGA sobre a conversão alimentar pode ser atribuído a sua eficiência em substituir ou poupar Arg (arginina) dietética para pintinhos na fase inicial (BAKER, 2009; DILGER *et al.*, 2013). Assim como observado por Córdova-Noboa *et al.* (2018), ao aplicar suplementação com AGA na dieta de frangos machos da linhagem Ross-708, reportaram melhoria na conversão alimentar em frangos de 35 dias (1,499 para 1,461 kg) e 50 dias (1,724 para 1,682 kg).

**Gráfico 3:** Conversão Alimentar dos frangos submetidos a dieta controle (DC), DC + 0,6 de AGA (Ácido guanadinoacético), DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA



A utilização do ácido guanidinoacético melhorou a conversão alimentar, pois é um aditivo que age de imediato no organismo, desempenhando um papel fundamental no metabolismo energético e das células musculares, sendo eficiente na síntese e deposição de proteínas, além da quantidade de creatina está dentro dos padrões exigidos nutricionalmente, suprimindo toda a demanda energética dos frangos, com isso otimizando a performance da conversão alimentar refletindo em maior desempenho zootécnico e rendimento de carcaça, valorizando o rendimento lucrativo do produtor. Nesse sentido, Abudabos et al. (2014) encontraram diferença significativa na conversão alimentar de animais suplementados com AGA de 0 a 10 dias e 11 a 22 dias, em que os animais suplementados com AGA obtiveram melhor conversão alimentar. O mesmo resultado foi encontrado para os dias 23 a 35, onde os animais suplementados com AGA também apresentaram melhora na conversão alimentar. Certamente essa melhor conversão está ligado ao aumento do ganho de peso, pois o AGA apresenta um papel significativo nos tecidos musculares do animal.

Da mesma forma, Bories *et al.* (2009) realizou um estudo utilizando dieta vegetal suplementada com AGA 800 mg/kg de dieta para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, e concluíram que houve melhora no ganho de peso e a conversão alimentar dos animais. Provavelmente indicando que o uso do AGA favorece a formação muscular por ser poupador de Arg e para uso na síntese proteica e também a reserva energética do músculo.

Em relação a mortalidade, os grupos de dieta controle e DC + 0,6 de AGA obtiveram 1,25% de mortalidade ao final do experimento, enquanto o grupo DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA teve 2,81% e o grupo de DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA de 2,19%, apesar das diferenças todos os grupos estão dentro dos limites esperados de mortalidade, pois de acordo com Figueiredo (2003), apenas taxas de mortalidade acima de 3% são consideradas fora dos padrões aceitáveis como normais para frangos de corte. Menores índices de mortalidade já são encontrados na avicultura moderna, diante de um cenário com todo manejo de forma controlada, manejo alimentar, de conforto térmico e manejo de sanidade, nesse sentido Api (2014) relata que linhagens de frango de corte Ross apresentam menor índice de mortalidade devido a sua maior rusticidade ao meio, assim como observado nesse trabalho com índices de mortalidade de 1,25%.

Em relação a viabilidade, não houve diferenças estatísticas, os grupos dieta controle e DC + 0,6 de AGA obtiveram 98,75, enquanto o grupo de DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA de 97,8 e o grupo DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA de 97,81. Mesmo que

não houve significância observa se que os frangos que consumiram a ração AGA obtiveram maior viabilidade, o que representa ao final, uma lucratividade maior para o avicultor. Em estudo realizado por Api (2014), foi observado que a linhagem Ross, por apresentar menor crescimento inicial e maior rusticidade, obteve menor mortalidade, e consequentemente maior viabilidade.

Em relação a análise econômica observou-se diferenças entre as dietas experimentais ( $P < 0,05$ ) (Tabela 7). As rações com a inclusão de AGA, teve maior custo em todas as fases de criação, pré-inicial, inicial, crescimento, engorda e abate comparado as outras formas de tratamento.

**Tabela 7:** Análise econômica de dietas com ácido guanidinoacético para frangos de corte

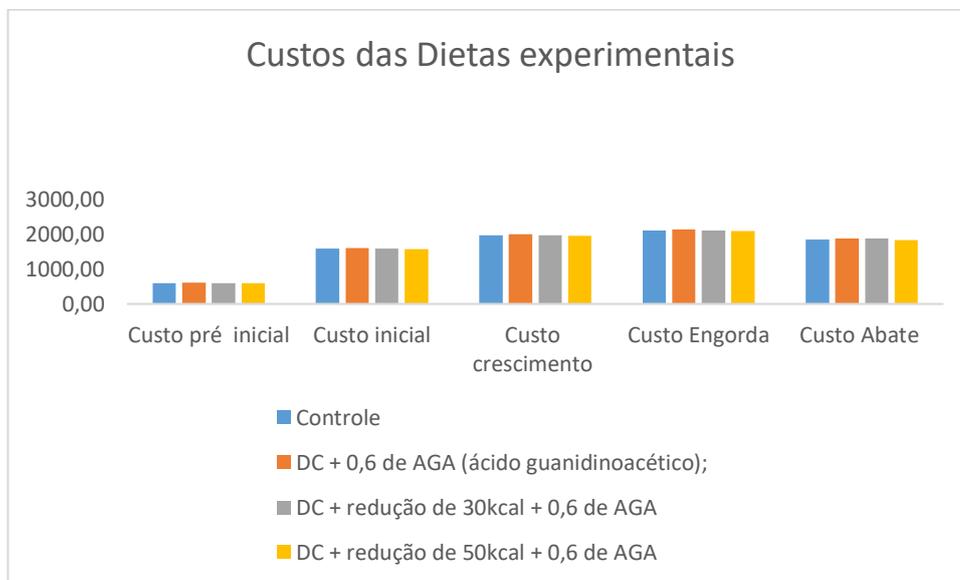
Variáveis &	Dieta Controle (DC)	DC + 0,6 de AGA	DC + 0,6 de AGA	DC + 50kcal + 0,6 de AGA	DC + 50kcal + 0,6 de AGA	P*
Custo pré inicial	604,79b	613,43a	604,72b	599,28c		$P < 0,05$
Custo inicial	1.585,29b	1.606,0a	1.584,75b	1.570,70c		$P < 0,05$
Custo crescimento	1.970,69b	1.999,06a	1.972,43b	1.954,52c		$P < 0,05$
Custo Engorda	2.109,82b	2.141,80a	2.112,58b	2.093,25c		$P < 0,05$
Custo Abate	1.858,86c	1.886,85a	1.876,99b	1.841,34d		$P < 0,05$
Custo médio da ração/kg	2,426b	2,460a	2,428b	2,406c		$P < 0,05$

\*P=probabilidade. Letras diferentes na linha, possui diferenças estatística, pelo teste de Turkey, a 5% de probabilidade.

No entanto, as dietas com a inclusão do AGA e redução de kcal da dieta tiveram maiores reduções no custo, devido a diminuição de ingredientes energéticos (Gráfico 4). Observa se que o custo da ração pré-inicial foi maior para a dieta controle + 0,6 de AGA com um custo de 613,43 reais e um menor custo para a dieta controle + redução de 50kcal + 0,6 de AGA com um custo de 599,28 reais. Isso é bastante satisfatório pois sabe-se que

o maior custo da produção de frangos, podendo chegar a 70%, está relacionado a dietas (GEWEHR, 2014).

**Gráfico 4:** Custo das dietas controle (DC), DC + 0,6 de AGA (Ácido guanidinoacético), DC + redução de 30kcal + 0,6 de AGA, e DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA



Este efeito do custo é observado em todas as fases de crescimento dos frangos da fase pré-inicial ao abate, pois reduziu ingredientes calóricos. De acordo com Santos *et al.* (2009), o uso dos ingredientes utilizados na formulação da dieta, é determinante para atender as necessidades nutricionais das aves, e deve se observar suplementações que podem ser utilizadas em que aumenta o aproveitamento dos nutrientes e reduz o custo final da dieta.

Pessôa *et al.* (2012) aponta que um dos principais desafios da avicultura mundial é a redução dos custos de produção juntamente com a melhora no desempenho zootécnico. Com base nessa afirmação, foi possível observar que tratamentos diferentes com adição do ácido guanidinoacético, restringindo alguns ingredientes calóricos, pode reduzir gastos e melhorar os índices zootécnicos das aves. Os frangos que receberam a dieta suplementada com DC + redução de 50kcal + 0,6 de AGA apresentaram um menor custo médio da ração. Isso pode ser explicado, devido ao incremento do valor do aditivo nas dietas e à ausência de diferenças significativas em relação ao consumo e ganho de peso dos animais entre os tratamentos.

## **6. CONCLUSÃO**

Conclui-se que a inclusão do ácido guanidinoacético na dieta de frangos com redução de calorias de alguns ingredientes energéticos da ração, apresentaram melhores resultados produtivos, como aumento do consumo alimentar e ganho de peso, melhor conversão alimentar e maiores reduções no custo.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: [https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_w eb.pdf](https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_w eb.pdf). Acesso em: 04 de abril. 2022.
- ADHIKARI, P. *et al.* Research Note: Effect of organic acid mixture on growth performance and Salmonella Typhimurium colonization in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 99, n. 5, p. 2645–2649, 2020.
- ABUDABOS, A. M. *et al.* The relationship between guanidino acetic acid and metabolisable energy level of diets of performance of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**. v.13, n.3, p. 548–556, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4081/ijas.2014.3269?needAccess=true>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- AHMADIPOUR, B.; KHAJALI, F.; SHARIFI, M. R. Effect of guanidinoacetic acid supplementation on growth performance and gut morphology in broiler chickens. **Poultry Science Journal**, v.6, n.1, p. 19-24, 2018.
- API, I. **Efeito da sexagem e de linhagens no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1519>. Acesso em: 14 de ago. 2021.
- ARAÚJO, L. F. *et al.* Impacto da nutrição de matrizes pesadas sobre o desenvolvimento da progênie. **Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA**, Campinas, p. 24-33, 2010.
- AVIAGEN. **Manual de Manejo de Frangos Ross**. Campinas, p. 33, 2018. Disponível em: [https://pt.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf](https://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf). Acesso em: 20 nov. 2021.
- BAKER, D. H. Advances in protein–amino acid nutrition of poultry. **Amino acids**, v. 37, n. 1, p. 29-41, 2009.
- BARBOSA, N. A. A. *et al.* Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1497–1502, 2012.
- BORIES, G. *et al.* Safety and efficacy of guanidinoacetic acid as feed additive for chickens for fattening. **The EFSA Journal**, v. 988, p. 1-30, 2009. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/988> Acesso em: 20 nov. 2021.
- BRASIL, E, D. Probiótico desenvolvido para melhorar a produtividade avícola e a saúde animal. 20º Simpósio Brasil Sul de Avicultura e 11º Brasil Sul Poultry Fair. **Anais...** Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Via pública comunicação. 2019.

BROSNAN, J. T. *et al.* Creatine synthesis is a major metabolic process in neonatal piglets and has important implications for amino acid metabolism and methyl balance. **The Journal of nutrition**, v. 139, n. 7, p. 1292-1297, 2009.

BUXADÉ, C. CreaMINO®: um inovador aditivo para frangos de corte. **Mundo Ganadero**. v.13, 2011.

CHRISTENSEN, V. L. Development during the first seven days post-hatching. **Avian Biology Research**, v. 2, n. 1-2, p. 27-33, 2009.

CÓRDOVA-NOBOA, H. A. *et al.* Performance, meat quality, and pectoral myopathies of broilers fed either corn or sorghum based diets supplemented with guanidinoacetic acid. **Poultry Science**, v. 97, n. 7, p. 2479–2493, 2018.

DILGER, R. N. *et al.* Dietary guanidino acetic acid is an efficacious replacement for arginine for young chicks. **Poultry science**, v. 92, n. 1, p. 171-177, 2013.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, v. 27, n. 53, p. 89-114, 2012.

FIGUEIREDO, E. A. P. *et al.* Genetic gain in egg production and egg weight in Rhode Island Red x White Plymouth Rock cross Embrapa 031. *In: Congresso Mundial de Produção Animal*, 2003, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre, 2003.

GEWEHR, C. E. *et al.* Complexo multienzimático e probióticos na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 907-916, 2014.

JESUS JUNIOR, C. A. Cadeia da Carne de Frango: tensões, desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n.26, p. 191-232, 2007.

LAMOT, D. **First week nutrition for broiler chicken: effects on growth, metabolic status, organ development, and carcass composition**. 2017. Thesis (Doctorate Graduate School of Wageningen Institute of Animal Sciences). Wageningen University, Netherlands, 2017. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/403639> Acesso em: 20 nov. 2021.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Campinas: Livraria Rural, p.268, 2000.

LANA, G. R. Q. *et al.* Efeito da densidade e de programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1258-1265, 2001.

LEE, I. K. *et al.* H9N2-specific IgG and CD4+ CD25+ T cells in broilers fed a diet supplemented with organic acids. **Poultry science**, v. 96, n. 5, p. 1063-1070, 2017.

LEMME, A. J.; TOSSENBERGER, J. Digestibility and availability of the creatine source guanidino acetic acid in broilers. **Poultry Science**, v. 86, p. 153, 2007.

LEHNINGER, A. J.; NELSON, D. L.; COX., M. M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, P.839, 2000.

- MAIER, G. S. **Eficácia da suplementação do ácido guanidinoacético em dietas deficientes em energia para frangos de corte: desenvolvimento muscular e ocorrência de miopatias.** 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.
- MARTINS, J. M. S. **Planos nutricionais e seus efeitos sobre índices produtivos, fisiológicos e econômicos de frangos de corte.** 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (org.). **Produção de frangos de corte.** Campinas: FACTA, 2004. 326 p. Disponível em: [https://conferenciafacta2021.casarn.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Premio-Lamas\\_2021.pdf](https://conferenciafacta2021.casarn.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Premio-Lamas_2021.pdf). Acesso em: 15 nov. 2021.
- MICHIELS, J. *et al.* Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism. **Poultry science**, v. 91, n. 2, p. 402-412, 2012.
- MORAES, L. N. P. Atualização das Técnicas de Avaliação do Desempenho em Frangos de Corte. In: IV simpósio goiano de avicultura, 2000, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: UP GRAFF, 2000. p.91-101.
- MOUSAVI, S. N.; AFSAR, A; LOTFOLLAHIAN H. Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy contents. **J. Appl. Poult. Res.**, v.22, n. 1, p. 47–54, 2013.
- MURAKAMI, A. E. *et al.* Effects of dietary supplementation of meat-type quail breeders with guanidinoacetic acid on their reproductive parameters and progeny performance. **Poultry Science**, v. 93, n. 9, p. 2237-2244, 2014.
- OSTOJIC, S. M. *et al.* Guanidinoacetic acid vs. creatine for improved brain and muscle creatine levels: a superiority pilot trial in healthy men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [s.l.], v. 4, n. 9, p. 1005-1007, 2016.
- PANDOLFI, J. R. C.; MOTA, S. C. A. O Futuro Da Avicultura Comercial No Cenário De Retirada De Antimicrobianos Como Melhoradores De Desempenho. **Avicultura industrial**, n.08, 2020.
- PESSÔA, G. B. S. *et al.* Novos conceitos em nutrição de aves. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Anim.**, v.13, n.3, p.755-774, jul./set., 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/3YjFM5ZSdxNkv5y4kMSX5Qk/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- POPE, T. *et al.* Growth performance of broilers using a phase-feeding approach with diets switched every other day from forty-two to sixty-three days of age. **Poultry science**, v. 81, n. 4, p. 466-471, 2002.
- RINGEL, J.; LEMME, A.; ARAUJO, L. F. The effect of supplemental guanidino acetic acid in Brazilian type broiler diets at summer conditions. In: **Poultry Science**, 2008.

- RODRIGUES, W. O. *et al.* Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. UFV, Viçosa, MG, Brasil, 2017.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 31p.
- SANTOS FILHO, J. T. *et al.* Mercado. In: ROSA, P. S. (org.). **Frango de corte**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SANTOS, M.W.; RIBEIRO, A. G. P.; CARVALHO, L. S. **Criação de galinha caipira para produção de ovos em regime semi-intensivo**. Niterói: SEAPPA, Programa Rio Rural, 2009. 32p.
- SCHWARZ, K. K. **Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte**. 2002. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- SECHINATO, A. S.; NAKADA, A. S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais organics na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.43, p. 159-166, 2006.
- SILVA, S. R. G. *et al.* Fundamentos da imunonutrição em aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.10, n.1, p. 2154-2172, jan-fev., 2013.
- STRINGHINI, J. H. *et al.* Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 183-190, 2003.
- TAUCHERT, A. **Estudo exploratório do desempenho zootécnico de duas linhagens de frango de corte à campo**. 2013. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.
- VASCONCELOS, M. C. *et al.* Trajetória tecnológica da cadeia produtiva do frango de corte no Brasil. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 17, n. 1, p. 15–27, 2015.
- VOGADO, G. M. S. *et al.* Evolução da avicultura brasileira. **Nucleus Animalium**, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2016.
- WANG, L. S. *et al.* Effects of guanidinoacetic acid on growth performance, meat quality and antioxidation in growth-finishing pigs. **Journal Animal Veterinary Advances**, [s.l.], v. 11, n. 5, p. 631-636, 2012.4
- WARREN, W. A.; EMMERT, J.L. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks during the starter and finisher phases. **Poultry Science**, v.79, p.764-770. 2000.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiol. Ver.**, v.80, p. 1107-1111, 2000.

ZANFERARI, F. Nutri&Aves - O impacto da matriz nutricional dos ingredientes sobre a precisão das formulações. **Agroceres Multimix**, 2017. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/o-impacto-da-matriz-nutricional-dos-ingredientes-sobre-precisao-das-formulacoes/>. Acesso em: 15 de nov. 2021.

WALKER, J. B. Metabolic control of creatine biosynthesis. *The Journal of Biological Chemistry*, v.235, p.2357-2361, 1960.

ZUIDHOF, M. J. *et al.* Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 20051. **Poultry Science**, v. 93, n. 12, p. 2970–2982, 2014.