

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RESÍDUO DE ESTÉVIA (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) E  
CÁLICES DE HIBISCO (*HIBISCUS SABDARIFFA*) NA  
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Autor: Ana Eliza Barco da Silva  
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Alice Eiko Murakami

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2019

RESÍDUO DE ESTÉVIA (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) E  
CÁLICES DE HIBISCO (*HIBISCUS SABDARIFFA*) NA  
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Autor: Ana Eliza Barco da Silva  
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Alice Eiko Murakami

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá-Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

Silva, Ana Eliza Barco da

S586r      Resíduo de Estévia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) e cálices de Hibisco (*Hibiscus Sabdariffa*) na alimentação de frangos de corte / Ana Eliza Barco da Silva. -- Maringá, 2019.

61 f. : il., tabs.

Orientador (a): Prof.a Dr.a Alice Eiko Murakami.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, 2019.

1. Frango de corte - Aditivos - Alimentos alternativos. 2. Desempenho. 3. Nutriente metabolizável. 4. Oxidação. I. Murakami, Alice Eiko, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDD 21.ed.636.50852

MAS-CRB 9/1094



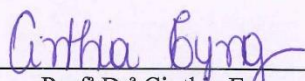
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

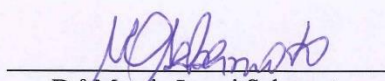
RESÍDUO DE ESTÉVIA (*STEVIA REBAUDIANA* BERTONI)  
E CÁLICES DE HIBISCO (*HIBISCUS SABDARIFFA*)  
NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

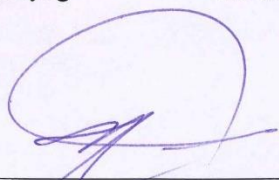
Autora: Ana Eliza Barco da Silva  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alice Eiko Murakami

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 28 de fevereiro de 2019.

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cinthia Eyng

  
Dr<sup>ª</sup> Marcia Izumi Sakamoto

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alice Eiko Murakami  
Orientadora

***Aos meus pais,***

*Pelo amor incondicional, carinho, atenção e compreensão durante minha vida.  
Por todo apoio, incentivo e força em momentos de dificuldades, angústias e ansiedade.  
Por todo esforço, dedicação e ensinamentos a fim de que eu alcançasse meus objetivos.  
Vocês são meus exemplos e alicerces de minha vida.*

***À minha irmã Ana Paula,***

*Por todo amor, carinho, companheirismo, apoio, conselhos e atenção. Amiga e  
ouvinte de todas as horas, com quem posso contar e buscar forças a prosseguir sempre.*

***Ao meu namorado Rodrigo,***

*Por todo amor, carinho, apoio e força, mesmo que distante sempre se fez presente,  
me incentivando a seguir meu caminho para que, no futuro, eu me orgulhe de tudo que  
conquistei e faça todo meu esforço valer a pena.*

***com amor, DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao bom Deus, por me conceder muitas graças e por estar sempre presente em minha vida.

À minha família, por serem a minha base, morada e refúgio, pelo apoio, dedicação e por sempre acreditarem em mim. Obrigada aos meus pais que me ensinaram a escolher o caminho do bem, a saber dar o devido valor das coisas e por terem contribuído de forma muito relevante na formação do meu caráter.

Ao meu namorado e sua família, por todo o carinho, apoio, companheirismo e otimismo sempre.

À Professora Dr<sup>a</sup> Alice Eiko Murakami, pela oportunidade única, sempre atenciosa, acessível e disposta a ensinar. Obrigada, por todos os ensinamentos que contribuíram não somente para meu crescimento profissional, como também pessoal.

Aos pós-doutorandos Márcia e Camilo, por toda atenção, disponibilidade e ajuda durante os experimentos e análises, gratidão por toda colaboração e amizade.

A todos os professores e secretários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelos conhecimentos e colaboração.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa em aves - alunos de graduação e pós-graduação. Caio, Daniele, Elison, Gabrielle, Luana, Letícia, Kazuo, Kelly, Humberto, Pedro, a todos vocês meu reconhecimento e gratidão!

A todos os funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi – UEM, meu agradecimento, e em especial ao Sr. Toninho, pela dedicação e colaboração em nossos trabalhos.

À Angélica e Augusto, funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), por todo auxílio e colaboração durante as análises.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa fornecida durante o mestrado.

E àqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigada!

## BIOGRAFIA

ANA ELIZA BARCO DA SILVA, filha de Ana Lucia Barco da Silva e Adenilson Xavier da Silva, nasceu em 5 de novembro de 1993, na cidade de Campo Mourão, Estado do Paraná – Brasil.

Em dezembro de 2015, concluiu a graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual de Maringá – UEM / Câmpus de Umuarama, Paraná – Brasil.

Em março de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual de Maringá, Paraná – Brasil.



## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I - INTRODUÇÃO .....	1
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.1 Estévia ( <i>Stevia rebaudiana bertonii</i> ).....	3
1.1.1 Aspectos gerais da estévia.....	3
1.1.2 Produção da estévia.....	5
1.1.3 Processo de obtenção da estévia e seu resíduo.....	6
1.1.4 Estévia na produção animal.....	7
1.2 Hibisco ( <i>Hibiscus sabfariffa</i> ) .....	8
1.2.1 Aspectos gerais do hibisco.....	8
1.2.2 Produção do hibisco .....	9
1.2.3 Hibisco na produção animal.....	10
Referências.....	11
II – OBJETIVOS GERAIS .....	17
2.1 Objetivos específicos. ....	17
III – Resíduo de estévia ( <i>Stevia rebaudiana bertonii</i> ) na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade .....	18
Resumo .....	18

Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	29
Conclusão.....	44
Referências.....	44
IV- Cálices desidratados de hibisco ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ) como aditivo natural na alimentação de frangos de corte na fase de crescimento.....	47
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussões.....	54
Conclusão.....	59
Referências.....	59
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61

## LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo I	
Tabela 1. Composição centesimal das folhas secas de <i>Stevia rebaudiana bertonii</i> de acordo com diferentes autores. ....	4
Tabela 2. Composição centesimal do hibisco branco e vermelho .....	8
Capítulo III	
Tabela 1. Composição porcentual e calculada da ração referência. ....	22
Tabela 2. Composição porcentual e calculada das rações experimentais de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. ....	25
Tabela 3. Composição química e energética do resíduo de estévia (% MS) .....	29
Tabela 4. Coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes do resíduo de estévia (média $\pm$ erro padrão).....	30
Tabela 5. Desempenho (média $\pm$ erro padrão) de frangos de corte machos de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia .....	33
Tabela 6. Peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado (cm) (média $\pm$ erro padrão) de frangos de corte alimentados com resíduo de estévia. ....	35
Tabela 7. Rendimento (%) de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal (média $\pm$ erro padrão) de frangos abatidos aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia. ....	36
Tabela 8. Colesterol total ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), triglicérides ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), glicose ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), Hdl ( $\text{mg dl}^{-1}$ ) e Ldl( $\text{mg dl}^{-1}$ ) (média $\pm$ erro padrão) séricos de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia. ....	37
Tabela 9. Parâmetros de cor, pH e capacidade de retenção de água da carne do peito (média $\pm$ erro padrão) de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de estévia. ....	38
Tabela 10. Desdobramento dos valores de TBARS expressos como mg de MDA/kg da carne de coxa e sobrecoxa de frangos alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia em diferentes dias de armazenamento.....	40
Tabela 11. Peso relativo (%) (média $\pm$ erro padrão) de timo, baço e bolsa cloacal de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo de estévia. ....	41

Tabela 12. Desdobramento dos valores de reação interdigital a fito hemaglutinina (mm) (média $\pm$ erro padrão) em frangos de corte com 21 dias de idade, alimentados com dietas com diferentes níveis de resíduo de estévia. ....	43
--	----

#### Capítulo IV

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração experimental de frangos de corte na fase de crescimento (28 a 42 de idade). ....	51
Tabela 2. Desempenho produtivo (média $\pm$ erro-padrão) de frangos de corte de 28 - 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de hibisco. ....	55
Tabela 3. Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento (cm) do intestino delgado (média $\pm$ erro-padrão) de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de hibisco .....	55
Tabela 4. Rendimento (%) de carcaça e cortes e (%) de gordura abdominal (média $\pm$ erro-padrão) de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de hibisco. ....	56
Tabela 5. Qualidade da carne (média $\pm$ erro-padrão) mensurada na coxa e sobrecoxa de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de hibisco. ....	57
Tabela 6. Qualidade da carne (média $\pm$ erro-padrão) mensurada no peito de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de hibisco. ....	58

## RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a metabolizabilidade, a composição química, os valores energéticos e os coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes do resíduo de estévia em frangos de corte e de avaliar os efeitos da sua inclusão na dieta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e as atividades antioxidantes e anti-inflamatórias. Um terceiro experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a utilização de cálices de hibisco como aditivo na alimentação de frangos de corte na fase de 28 aos 42 dias de idade e seus efeitos sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a qualidade da carne. Resíduo de estévia - Experimento I - Foram utilizados 140 frangos de corte, machos, com 21 dias, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e quatro aves por unidade experimental. Para determinar o valor energético e a composição do alimento, foi utilizado o método de coleta total de excretas. Os tratamentos consistiram em quatro rações com níveis de 5%, 10%, 15% e 20% de resíduo de estévia em substituição à ração referência. A energia e os coeficientes de metabolizabilidade do alimento alternativo foram determinados por meio de ajuste de equações, obtendo assim a EMA e EMAn estimadas em 1268,60 e 1237,91 kcal/kg, respectivamente. O alimento apresentou 14,86% de PB, 3,8% de MM e 3,3% de EE expressos na matéria seca. Experimento II - Foram utilizados 700 pintos de corte machos de 1 dia da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de inclusão de resíduo de estévia – 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0%), com sete repetições e 20 aves por unidade experimental. A inclusão de estévia nas rações diminuiu linearmente ( $p < 0,05$ ) o ganho de peso, e proporcionou um aumento linear da conversão alimentar ( $p < 0,05$ ), sem influenciar o consumo de ração ( $p > 0,05$ ). Os órgãos gastrointestinais não apresentaram efeito com o aumento da inclusão do resíduo. Não houve efeito no rendimento de carcaça ( $p > 0,05$ ), porém, observou-se a redução ( $p < 0,05$ ) do rendimento de peito e o aumento da porcentagem de gordura abdominal ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis. Os níveis séricos de colesterol apresentaram uma resposta linear decrescente ( $p < 0,05$ ) com a inclusão da estévia. Os aspectos de qualidade de carne (cor, pH e capacidade de retenção de água) não foram influenciados ( $p > 0,05$ ). Para avaliação da oxidação lipídica da carne, foi observada interação ( $p < 0,05$ ) entre os níveis de resíduo de estévia (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) e tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), onde dentro do dia 0, a maior concentração de malonaldeído (MDA) encontrada foi para as dietas sem inclusão de estévia. E para os dias 9 e 12, o tratamento que apresentou

maior oxidação foi de 5,0% de inclusão. Para os níveis de inclusão de resíduo de estévia, foi observado que a concentração de malonaldeído aumentou a partir do dia 3, para o tratamento contendo 2,5% de inclusão, e a partir do dia 9 para os tratamentos contendo de 5,0% a 10,0% de resíduo de estévia. Para o peso relativo dos órgãos linfoides, houve um aumento linear ( $p < 0,05$ ) do peso do timo e da bolsa cloacal, e uma redução linear ( $p < 0,05$ ) para o peso do baço. A reação inflamatória à fito hemaglutinina apresentou interação entre os níveis de estévia (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) e o tempo (6, 12, 24, 48 e 72 horas). Após 24 horas, o tratamento com 10,0% de estévia se apresentou maior reação. Com 2,5% de inclusão, às 12 horas a reação apresentou-se maior e para 5,0%, a maior reação foi observada após 48 horas. Com 10,0% de inclusão, a maior reação foi encontrada após 48 horas. O resíduo de estévia apresentou 1268,60 e 1237,91 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente. Não interferiu no ganho de peso e conversão alimentar até 2,5% de inclusão nas rações de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, e influenciou positivamente a qualidade de carne e as atividades antioxidante e anti-inflamatória. Experimento III: Cálices de hibisco - Foram utilizados 450 frangos de corte, de 28 dias de idade, da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60% de inclusão de hibisco) e seis repetições de 15 aves por unidade experimental. O ganho de peso piorou ( $p < 0,05$ ) com o aumento da inclusão de hibisco, no entanto, não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) para o consumo de ração e conversão alimentar. O hibisco não apresentou efeito ( $p > 0,05$ ) sobre o peso relativo dos órgãos gastrointestinais, com exceção do peso relativo do intestino delgado ( $p < 0,05$ ). Para o rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal, a inclusão de hibisco não apresentou efeito ( $p > 0,05$ ). Para a qualidade de carne, foi observada uma queda linear do pH de coxa e sobrecoxa e de peito ( $p < 0,05$ ) conforme os níveis de hibisco. Houve uma redução linear da luminosidade ( $P < 0,05$ ), um aumento da perda de peso por cocção ( $P < 0,05$ ) e uma resposta quadrática para força de cisalhamento da carne do peito, na qual o ponto mínimo encontrado foi com 0,26% de hibisco. A adição de hibisco na dieta de frangos não promoveu melhorias no desempenho das aves e rendimento de carcaça dos 28 aos 42 dias de idade.

Palavras-chave: aditivos, alimento alternativo, desempenho, nutriente metabolizável, oxidação

## ABSTRACT

Two experiments were carried out to determine the metabolizability, the chemical composition, the energy values and the nutrient metabolizability coefficients the stevia residue in broilers and to evaluate the effects of their inclusion in the diet on performance, carcass yield and antioxidant and anti-inflammatory activities. A third experiment was carried out with the objective of evaluating the use of hibiscus calyxes as a natural additive in the feeding of broiler chickens from 28 to 42 days of age and its effects on performance, carcass yield and meat quality. Stevia residue - Experiment I - A total of 140 males, 21 days old, were distributed in a completely randomized experimental design with five treatments, seven replicates and four birds per experimental unit. To determine the energy value and the composition of the food, the total excreta collection method was used. The treatments consisted of four diets with levels of 5%, 10%, 15% and 20% of stevia residue instead of the reference diet. The energy and metabolizable coefficients of the food were determined by equation adjustment, thus obtaining the EMA and EMAn estimated at 1268.60 and 1237.91 kcal / kg, respectively. The food presented 14.86% of CP, 3.8% of MM and 3.3% of EE expressed in the dry matter. Experimental II - A total of 700 male 1-day-old male broilers from the commercial Cobb line were used, distributed in a completely randomized design with five treatments (stevia residue - 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0%), with seven replicates and 20 birds per experimental unit. . The inclusion of stevia in the diet decreased ( $p < 0.05$ ) the weight gain linearly, and provided a linear increase ( $p < 0.05$ ) in feed conversion, without influencing feed intake ( $p > 0.05$ ). The gastrointestinal organs had no effect with increasing inclusion of the residue. There was no effect on carcass yield ( $p > 0.05$ ), but there was a reduction ( $p < 0.05$ ) in breast yield and an increase in abdominal fat percentage ( $p < 0.05$ ) with increased levels. Serum cholesterol levels presented a linear decreasing response ( $p < 0.05$ ) with the inclusion of stevia. The meat quality aspects (color, pH and water retention capacity) were not influenced ( $p > 0.05$ ). To evaluate the lipid oxidation of the meat, interaction ( $p < 0.05$ ) was observed between stevia (0.0%, 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0%) and storage time (0, 3, 6, 9 and 12 days). At day 0, the highest concentration of malonaldehyde (MDA) found was for the diets without stevia inclusion. And for days 9 and 12, the treatment that presented greater oxidation was of 5.0% of inclusion. For the inclusion levels of stevia residue, it was observed that the concentration of malonaldehyde increased from day 3, for the treatment containing 2.5% inclusion, and from day 9 for treatments containing 5.0% to 10.0% stevia residue. For the relative weight of the lymphoid organs, there was a linear increase ( $p < 0.05$ ) in thymus weight and cloacal pouch, and linear reduction ( $p < 0.05$ ) for spleen weight. The inflammatory reaction to phytohemagglutinin showed interaction between stevia levels (0.0%, 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0%) and time (6, 12, 24, 48 and

72 hours). After 24 hours, the treatment with 10.0% of stevia presented greater reaction. At 2.5% inclusion, at 12 hours the reaction was higher and at 5.0%, the highest reaction was observed after 48 hours. With 10.0% inclusion, the highest reaction was found after 48 hours. The stevia residue showed 1268.60 and 1237.91 kcal / kg of AME and AMEn, respectively. It did not interfere in the weight gain and feed conversion up to 2.5% inclusion in broiler rations from 1 to 42 days of age, and positively influenced meat quality and antioxidant and anti-inflammatory activities. Experiment III: Hibiscus calyxes - 450 broilers, 28 days old, from Cobb commercial line, were distributed in a completely randomized experimental design with five treatments (0.0, 0.15, 0.30, 0.45 and 0.60% hibiscus inclusion) and six replicates of 15 birds per experimental unit. Weight gain worsened ( $p < 0.05$ ) with the increase of the hibiscus inclusion, however, no differences ( $p > 0.05$ ) were observed for feed intake and feed conversion. Hibiscus had no effect ( $p > 0.05$ ) on the relative weight of the gastrointestinal organs, except for the relative weight of the small intestine ( $p < 0.05$ ). For the carcass yield, cuts and percentage of abdominal fat, the inclusion of hibiscus had no effect ( $p > 0.05$ ). As for meat quality, a linear decrease of thigh and overthigh and breast pH ( $p < 0.05$ ) was observed according to the levels of hibiscus. There was a linear reduction of the luminosity ( $p < 0.05$ ), an increase of the weight loss by cooking ( $p < 0.05$ ) and a quadratic response for shear force of the meat of the chest, in which the minimum point was 0, 26% hibiscus. The addition of hibiscus into the broiler diet did not promote improvements in poultry performance and carcass yield from 28 to 42 days of age.

Keywords: additives, alternative food, performance, metabolizable nutrient, oxidation



## I – INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem apresentado grande relevância mundial por se manter em destaque a nível de produção, e principalmente de exportação. De acordo com dados da Associação Brasileira de Proteína Animal, a produção de carne de frango no Brasil totalizou 13 milhões de toneladas em 2017, o que consolidou o país como o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, sendo superado apenas pelos Estados Unidos. Além disso, o país se destaca por ser o maior exportador mundial deste produto desde 2004, atendendo mais de 150 mercados diferentes. Mesmo com uma queda de 2% em relação ao ano anterior, as exportações fecharam em 4,3 milhões de toneladas em 2017, o que representa 33% da produção (FAO, 2018).

Como em qualquer produção, a eficiência do sistema depende da maior produtividade com o menor custo possível. Entre vários aspectos importantes, a nutrição é o que possui maior enfoque no ramo avícola, pois representa em torno de 70% dos custos de produção. Desta forma, os pesquisadores estão em constante busca de alternativas de alimentos para, além de reduzir os custos da dieta, beneficiar a nutrição dos animais de forma a definir em quais condições e quantidades estes alimentos são viáveis.

Em decorrência das variações do custo do milho, somadas à sua escassez nas entressafras, e considerando ainda o recorrente aumento no farelo de soja, a busca por alimentos alternativos deixa de ser apenas uma opção, tornando-se quase uma necessidade (Embrapa 2008). Além disso, com a crescente preocupação com as formas de redução dos impactos negativos ao meio ambiente, necessita-se de maneiras adequadas e eficientes de destinar o resíduo industrial, que depois de gerado, pode criar potenciais problemas ambientais. A indústria de alimentos produz uma série de resíduos de alto valor de reutilização (Pelizer et al. 2007). Para tanto, estudos com alimentos alternativos como a *Stevia rebaudiana bertonii* assumem importância significativa para a avicultura, a fim de reduzir os custos de produção.

A estévia é muito cultivada comercialmente para extração de adoçantes (Geuns et al. 2004). Ao ser processada, a planta gera o esteviosídeo (um produto inócuo destinado para a fabricação de cristais adocicados) e seu resíduo, o qual é denominado extrato doce ou caramelo (Goto e Clemente, 2004). O caramelo é caracterizado por ser um pó de coloração marrom esverdeada, e é considerado como uma boa fonte de carboidratos, proteínas e fibras, podendo ainda apresentar benefícios sobre a saúde animal (Landázuri e Tigrero 2009), como efeitos antioxidantes por exemplo, gerados pela ação de ácidos fenólicos e flavonoides. Estes promovem um retardo na degradação oxidativa das células beneficiando assim, reações anti-inflamatórias e antitumorais (Periche et al. 2014).

Para que o Brasil se mantenha como um dos maiores exportadores, é necessária a adequação à algumas exigências do mercado externo, principalmente da União Europeia, que vem impondo algumas proibições quanto ao uso de antibióticos utilizados como melhoradores de crescimento. Surge assim, pesquisas buscando aditivos alternativos que atendam essas exigências, mantendo os bons índices produtivos e qualidade dos produtos para os consumidores.

Entre as principais alternativas para utilizar como aditivos naturais na alimentação animal, encontra-se a espécie *Hibiscus sabdariffa*, que é uma planta pertencente à família Malvaceae, oriunda do continente africano (Maciel 2011). A parte de maior interesse econômico do hibisco está no cálice, quando o mesmo se apresenta na forma desidratada, sendo utilizado para a produção de algumas bebidas, conservantes, alimentos e antioxidantes (Maciel et al. 2002).

Apesar dos benefícios relatados em literatura, ainda são escassos trabalhos que relacionam ou que identifiquem os efeitos da estévia e do hibisco no organismo animal.

Assim, ambos se tornam opções para estudos de alternativas de alimento (estévia) e aditivo (hibisco) na alimentação de frangos de corte, avaliando-os sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Estévia (*Stevia rebaudiana bertonii*)

#### 1.1.1 Aspectos gerais da estévia

A estévia é uma planta nativa da América do Sul. No início do século vinte, foi registrada por Moises Santiago de Bertonii, no Paraguai e definida como *Stevia rebaudiana bertonii*, membro da família Asteraceae (Compositae), a mesma do girassol. Suas folhas eram secas e usadas como remédio ou para adoçar bebidas (Lemus-Mondaca et al. 2012). Por ser uma planta subtropical, seu cultivo requer ambientes com dias longos, temperaturas quentes e chuva adequada. Sua cultura é considerada lucrativa para milhares de agricultores de pequenas propriedades agrícolas independentes (Midmore e Rank 2002).

A estévia é considerada uma planta com um potencial dulcificante pois apresenta em suas folhas substâncias não calóricas de alto poder edulcorante, extraídas comercialmente para a fabricação de adoçantes naturais. Pode ser até 300 vezes mais doce que a sacarose. Cerca de 50 glicosídeos de esteviol já foram identificados, porém existem nove que são mais abundantes na folha da estévia. Essas substâncias são denominadas como glicosídeos diterpênicos, dentre elas existem os esteviosídeos, rebaudiosídeos (A, B, C, D, E e F), isoesteviol e dulcosídeo A, podendo representar de 4 a 20% do peso seco das folhas (Gardana et al. 2003; Goyal et al. 2010).

Além dos glicosídeos, as folhas contêm também outros componentes químicos, como proteínas, ácidos graxos, minerais, ácidos fenólicos e flavonoides (Gawel-Bęben et al. 2015), como kaempferol, quercetina, catequinas; vitaminas como ácido ascórbico, riboflavina e tiamina; e demais compostos como betacaroteno e clorofila (Goyal et al., 2010).

As folhas secas de estévia podem conter a seguinte composição: 61,93% de carboidratos, 11,41% de proteína, 15,52% de fibra bruta, e minerais em uma proporção de 21,15 mg K; 17,7 mg Ca; 14,93 mg Na; 3,26 mg Mg, 0,73 mg Cu; 2,89 mg Mn e 5,89

mg Fe. Um total de dezessete aminoácidos podem ser encontrados nas folhas secas da planta, incluindo todos os essenciais, exceto o triptofano. Isso pode significar que mesmo após a extração do esteviosídeo para fabricação de adoçantes, o resíduo da estévia pode ser uma rica fonte de nutrientes para humanos como animais (Abou-Arab et al. 2010).

No que se refere à composição da estévia, pode ser encontrados os dados expostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição centesimal das folhas secas de *Stevia rebaudiana bertonii* de acordo com diferentes autores.

Autores	Composição centesimal (%)				
	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Fibra Bruta	Cinzas
Mishra et al. (2010)	7,0	10,0	3,0	18,0	11,0
Goyal et al. (2010)	4,7	11,2	1,9	15,2	6,3
Serio (2010)	ND	11,2	5,6	15,0	ND
Savita et al (2004)	7,0	9,8	2,5	18,5	10,5
Abou-Arab et al. (2010)	5,4	11,4	3,7	15,5	7,4
Kaushik et al. (2010)	7,7	12,0	2,7	ND	8,4

ND, não determinado.

Em consequência do aumento da taxa de obesidade, ocorre também, o aumento do número de casos como diabetes e outras doenças relacionadas ao sobrepeso, de modo que se transfigurem em um tipo de epidemia mundial. Com isso, a busca por alimentos de baixo teor de açúcar e calorias, além de uma alimentação saudável, tornou-se uma necessidade para a maioria da população.

A estévia vem ganhando interesse tanto científico, como comercial, pois os adoçantes à base de esteviosídeos podem fazer parte de uma dieta equilibrada, principalmente de pessoas diabéticas, sem modificar o sabor do alimento e evitando o alterações nos níveis de glicose no sangue (Geuns et al. 2003; Lemus-Mondaca et al. 2012; Gupta et al. 2013).

Considerada como um aditivo natural, a estévia apresenta-se também, como uma grande influência para a saúde humana. Estudos recentes têm revelado que compostos presentes nas plantas possuem propriedades medicinais como antioxidantes que servem também como conservantes de alimentos (Rao, 2014).

Além de ser um composto de baixa caloria, a estévia também possui efeitos antioxidantes pela presença dos ácidos fenólicos e flavonoides. Estes promovem um retardo na degradação oxidativa das células, beneficiando efeitos anti-inflamatórios

(Periche et al. 2014). As catequinas e quercetinas presentes na planta são antioxidantes capazes de inibir e reduzir os radicais livres, atuando como agentes redutores.

Os radicais livres de oxigênio ativo têm sido implicados como agentes causadores de doenças. Desta forma, os antioxidantes são compostos que ganharam importância nos últimos anos devido à sua capacidade de neutralizar e prevenir os danos causados pelos radicais livres (Devasagayam et al. 2004). A estévia apresentou alto grau de atividade antioxidante em alimentos, inibindo a formação de hidro peróxidos em óleo de sardinha (Phansawan e Pounbangpho 2007).

A planta pode proporcionar outros efeitos ainda, como anti-inflamatórios, hipotensivos, diuréticos, insulíntrópicos e antimicrobianos em ratos e humanos (Kim et al. 2011). Estudos relatam que o esteviosídeo possui efeito inibidor sobre bactérias aeróbicas, enquanto que o rebaudiosídeo influencia na proliferação das mesmas (Gardana et al. 2003).

A taxa aumentada de fechamento de ferida e redução no tempo de cicatrização nas lesões tratadas com estévia foram promovidos por efeitos de compostos da planta sobre a maturação e organização do tecido de granulação, produção de mediadores químicos com inibição de atividades inflamatórias (Goorani et al. 2018). A estévia apresentou propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antifibróticas a partir da prevenção do estresse oxidativo no fígado cirrótico (Ramos-Tovar et al. 2018).

### 1.1.2 Produção da estévia

O mercado comercial da estévia teve início no Japão, da década de 70. Alguns anos depois, seu uso foi aprovado no Brasil apenas como compostos flavorizantes e nos Estados Unidos, como suplemento dietético. A partir daí sua popularidade só aumentou chegando a ser produzida mundialmente. Hoje, somente o Japão domina 40% deste mercado e apresenta um consumo acima de 200 toneladas anuais (Goto, 2004). Outros produtores em destaque são a China, Coreia, Taiwan e Tailândia, e na América, Paraguai, Brasil, Argentina e Colômbia (Landázuri e Tigrero 2009).

O aumento da demanda mundial pela estévia ocorreu após a sua aprovação e liberação como um aditivo seguro. Atualmente a estévia é encontrada em vários alimentos e bebidas, incluindo iogurtes, sucos e refrigerantes. Em uma perspectiva de mercado global foi previsto que a estévia atingiria a produção de 7.150 toneladas, chegando a US\$ 578 milhões em 2017 (Industryarc, 2014).

No Brasil, a venda de folhas secas de estévia se dá diretamente para a indústria processadora, contendo em torno de 6 a 12% de edulcorantes e 12% de umidade. O preço médio da mesma, de R\$ 2,40 kg<sup>-1</sup> de folhas secas, pode sofrer interferências em relação ao teor de esteviosídeos e de impurezas (Valois 2004). Em 2011, o preço de venda do adoçante de estévia atingiu R\$ 330,00 kg<sup>-1</sup>. Já em 2015, a produtividade encontrada para a estévia no Brasil foi de 1.091,6 kg/ha com rentabilidade bruta de R\$ 218.320,00 ha<sup>-1</sup>, mantendo um valor de R\$ 200,00 kg<sup>-1</sup> (Francisco 2015).

Além de fornecer uma dieta mais saudável para a população, a produção de estévia é considerada mais ecológica do que a produção de açúcar. Por possuir um teor dulcificante muito maior que o açúcar, a estévia requer menos insumos de terra, água e energia para ser produzida, o que reduz consideravelmente o impacto ambiental e contribui para o desenvolvimento sustentável. A pegada de carbono da produção de adoçantes de estévia, ou seja, a quantidade de carbono emitida na atmosfera para seu cultivo e produção é muito inferior que o açúcar de cana e beterraba. Sendo assim, ao optar pelo consumo da estévia, os consumidores estarão adotando não somente uma vida mais saudável, como também o cuidado por um ambiente ecologicamente equilibrado (Angelini et al. 2018).

### 1.1.3 Processo de obtenção da estévia e seu resíduo

A estévia ao ser processada gera um produto inócuo, o qual é destinado para a fabricação de adoçante, conhecido como esteviosídeo. O processo de obtenção do esteviosídeo consiste na moagem das folhas secas; mistura em água fervente e remoção do extrato aquoso contendo princípios adoçantes, pigmentos da planta e impurezas solúveis em água. Após este procedimento, é realizada a extração orgânica onde a solução é concentrada até a formação de cristais de esteviosídeos. Os glicosídeos de esteviol permanecem intactos durante todo o processo. Desta forma, obtém-se o esteviosídeo e o subproduto, o qual é denominado extrato doce ou caramelo (Goto, 2004).

O caramelo é caracterizado por ser um pó de coloração marrom esverdeada, com sabor amargo e aroma adocicado. Esteviosídeos e rebaudiosídeos não extraídos no processo ainda podem ser encontrados em teores significativos neste subproduto, que geralmente acaba sendo descartado ou estocado sem utilidade (Miotto et al. 2004).

A indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto valor de reutilização. Inúmeros estudos utilizando resíduos industriais do processamento de

alimentos têm sido realizados com objetivo de reaproveitamento dos mesmos. Com isso, minimiza-se o impacto ambiental destes tipos de indústrias e ainda agrega-se valor aos produtos do mercado (Pelizer et al. 2007).

Uma unidade industrial para a produção de edulcorantes deve apresentar em seus produtos finais uma forma cristalina, de cor branca, boa solubilidade, alto poder edulcorante, sabor agradável, alta porcentagem de pureza, alto rendimento industrial e ser passível de utilização em produtos alimentícios, bebidas e medicamentos (Valois 2004).

#### 1.1.4 Estévia na produção animal

Na alimentação animal a estévia pode ser utilizada como aromatizante de rações, alimentos para bovinos, suínos e aves; estimulante de apetite; uso alternativo à antibióticos; melhorador da conservação e da qualidade de carne e melhorador da resistência de casca de ovo (Landázuri e Tigrero 2009). Como alimento, apresentou uma quantidade energética relevante para as aves, contendo 2113 kcal/kg de energia metabolizável aparente para folhas e 1573 kcal/kg para caules (Atteh et al., 2011).

A suplementação de estévia para galinhas poedeiras provocou uma redução de 10-15% para 2-3% de ovos quebrados, o que indicou melhor aproveitamento do cálcio pelas aves, aumentando assim a produtividade de ovos (Sato e Sato 2002).

Frangos de corte alimentados com 0,0425% de inclusão de estévia na dieta apresentaram maior ganho de peso em comparação aos níveis de 0 e 0,0085% de estévia (Wood et al. 1996). Pela incapacidade de ser absorvido pelo intestino, associada às suas propriedades antimicrobianas recomenda-se a utilização do esteviosídeo como um aditivo prebiótico para frangos de corte (Atteh et al. 2008).

## 1.2 Hibisco (*Hibiscus sabfariffa*)

### 1.2.1 Aspectos gerais do hibisco

Também conhecido como Roselle, o hibisco é uma importante planta medicinal, pertencente à família Malvaceae, sendo considerada um subarbusto herbáceo de ciclo anual, ereto e com um sistema radicular profundo. A planta tem caules fibrosos, pequenos ramos, bem como cálices vermelhos e de sabor ácido (McCaleb 1996). Ao redor do mundo existem mais de 300 espécies de hibisco (*Hibiscus* sp.), a maioria dessas espécies são utilizadas como plantas ornamentais (Morton 1987).

O *Hibiscus sabfariffa* é cultivado principalmente, por seu cálice carnoso (sépalas), ser a parte comercialmente mais valiosa da planta. A cor do cálice desempenha um papel importante na determinação do tipo de hibisco. A Roselle é uma cultura promissora para usos medicinais, porém destaca-se também pela sua composição nutricional, podendo também ser considerada como um alimento para a população (Mohamed et al. 2012).

A composição química do hibisco foi avaliada e está representada na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição centesimal do hibisco branco e vermelho (Suliman et al. 2011).

Componente	Hibisco branco	Hibisco vermelho
Umidade (%)	9,30	11,00
Proteína Bruta (%)	7,53	7,88
Fibra bruta (%)	12,00	13,20
Extrato etéreo (%)	0,12	0,16
Cinzas (%)	9,50	10,60
Carboidratos totais (%)	61,55	57,16
Cálcio (mg/100g)	50,00	60,00
Ferro (mg/100g)	20,00	25,00

O hibisco contém, também, em sua composição: 0,029 mg de carotenos; 0,117mg de tiamina; 0,277mg de riboflavina; 6,7mg de ácido ascórbico; 0,31mg de magnésio; 0,36 a 0,72mg de potássio; 0,14 e 0,02mg de manganês e 0,62mg de fósforo (Mahadevan e Kamboj 2009). Foram encontrados 21 carotenoides, sendo a luteína e o betacaroteno os principais, e 20 compostos fenólicos, dos quais sambubiosídeo e ácido cafeilquínico se destacam (Piovesana et al. 2018).

Além disso, as sementes e os cálices do hibisco contém uma maior atividade antioxidante do que as outras partes da planta (folhas e caules), o cálice em específico é onde encontra-se a maior quantidade de antocianinas (Tsai et al. 2002). As antocianinas fazem parte dos compostos fenólicos, que ajudam na prevenção ou retardo do aparecimento de algumas doenças. Esses compostos também possuem propriedades biológicas benéficas a saúde como por exemplo atividades antitumorais, anti-inflamatórias, anti-mutagênicas, antibacteriana e antioxidantes (Volp et al. 2008).

### 1.2.2 Produção do hibisco



O Sudão é considerado o país de origem do hibisco, que é uma importante fonte de renda para pequenos agricultores. O cultivo é realizado principalmente por métodos tradicionais de agricultura, exclusivamente sob condições de chuva. Mesmo sendo considerado o melhor do mundo, o hibisco é produzido em baixa escala no Sudão, o que dificulta a qualidade do processamento do mesmo (El Naim e Ahmed 2010).

O hibisco é produzido em maior escala na China e Tailândia. No entanto, a China é o fornecedor dominante do mercado. Os maiores consumidores mundiais do mercado de cálices de hibiscos secos são os Estados Unidos e a Alemanha (Plotto et al. 2004).

No Brasil, o hibisco foi introduzido pelos escravos, conhecido popularmente por vinagreira ou azedinha. Esta planta apresenta boa adaptação às condições brasileiras. Na região Nordeste do Brasil, principalmente no estado do Maranhão, as folhas do hibisco, são usadas no preparo de diversos pratos típicos da culinária, especialmente o cuxá. O volume de informações relativas à produção e manejo do hibisco no Brasil ainda é incipiente (Vizzotto e Pereira 2008). Em estudos realizados, autores encontraram em seus melhores resultados, uma produção de 2.522 kg/ha de *Hibiscus sabdariffa* (Castro et al. 2004).

As sépalas são usadas na preparação de alimentos em molhos, geleias, sucos, xaropes e condimentos; e como agente corante para alimentos e bebidas, principalmente como ingrediente de chás (Mohamad et al. 2002). As folhas podem ser consumidas cruas ou cozidas, em saladas ou temperos (Obouayeba et al. 2014). Já as sementes geralmente são moídas e consumidas como farinha devido ao seu alto teor de proteínas ou também podem ser torradas para utilizar como substituto para o café (Morton 1987).

Após a secagem dos cálices pós colheita, realiza-se uma secagem em estufa em temperatura de aproximadamente 43°C. Para cada 100 kg de cálices frescos, é produzido apenas 1 Kg de hibisco seco para ser triturado e comercializado. As formas comerciais encontradas de hibisco para consumo são, em sua forma seca ou em pó, para a preparação de bebidas instantâneas ou infusões (Castro 2003).

### 1.2.3 Hibisco na produção animal

Pode-se destacar outras utilidades do hibisco, além do uso medicinal. As folhas podem ser usadas para forragem animal (Plotto et al. 2004). As sementes podem ser usadas para alimentar frangos de corte, poedeiras e ovelhas (Kwari et al. 2011a; Kwari et al. 2011b; Elamin 2012).

A inclusão de *Hibiscus rosa-sinensis* fresco melhorou a funcionalidade ruminal em touros, sendo considerado viável na substituição parcial de concentrados (Almeida et al. 2011). A inclusão de sementes de *Hibiscus sabdariffa* em dietas de frango de corte reduziu o ganho de peso e piorou a conversão alimentar (Mukhtar 2007). Em outro estudo com frangos de corte, observaram que até 50% de farelo de soja pode ser substituído por farelo de sementes de *Hibiscus sabdariffa*, cru ou processado, sem prejudicar o desempenho e a bioquímica sérica (Kwari et al. 2011b).

Em estudo realizado, comprovou-se que níveis de 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0% de *Hibiscus sabfariffa* incluídos em dietas de frangos de corte reduziram a atividade antioxidante e a quantidade de bactérias na carne (Onibi e Osho 2007).

Dentro de todo esse contexto, o resíduo do processamento da estévia e os cálices desidratados de hibisco demonstram o potencial de serem estudados como um alimento alternativo e um aditivo, respectivamente, em dietas de frangos de corte para possíveis avaliações de desempenho zootécnico e efeitos na qualidade de carne.

## REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. O Brasil Avícola. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>>. Acesso em: 28/10/2018.
- Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A.A., and Abu-Salem, M.F. 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science* **4**: 269-281.
- Almeida, G.P., Aranda-Ibáñez, E.M., Pérez, J.P., Alfonso, H.G., da Silva Bueno, I.C., and Vitti, A.C. 2011. Comportamento ruminal de tourinhos alimentados com dietas de gramínea e concentrado comercial suplementadas com hibisco e sacarina. *Ciência Animal Brasileira* **12**: 26-36.
- Angelini, L.G., Martini, A., Passera, B., and Tavarini, S. 2018. Cultivation of *Stevia rebaudiana* Bertoni and associated challenges. Pages 35-85 in *Sweeteners*. Springer.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Decuyper, E., Geuns, J., and Buyse, J. 2008. Evaluation of supplementary stevia (*Stevia rebaudiana*, bertoni) leaves and stevioside in broiler diets: effects on feed intake, nutrient metabolism, blood parameters and growth performance. *Journal of Animal Physiology and Animal nutrition* **92**: 640-649.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Buyse, J., Decuyper, E., and Geuns, J. 2011. Empleo potencial de stevia rebaudiana en alimentación animal. *Archivos de Zootecnia* **60**: 133-136.
- Castro, N.E.A. 2003. Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L. 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Castro, N.E.A.d., Pinto, J.E.B.P., Cardoso, M.d.G., Morais, A.R.d., Bertolucci, S.K.V., Silva, F.G.d., and Delú Filho, N. 2004. Planting time for maximization of yield of vinegar plant calyx (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Ciência e Agrotecnologia* **28**: 542-551.

- Devasagayam, T., Tilak, J., Bloor, K., Sane, K.S., Ghaskadbi, S.S., and Lele, R. 2004. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Journal of the Association of Physicians of India* **52**: 4.
- El Naim, A.M., and Ahmed, S.E. 2010. Effect of weeding frequencies on growth and yield of two roselle (*Hibiscus sabdariffa*L) Varieties under rain fed. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* **4**: 4250-4255.
- Elamin, K.M. 2012. Effect of feeding crushed roselle seed (*Hibiscus sabdariffa* L.)(Karkadeh) on carcass. *Asian Journal of Animal Sciences* **6**: 240-248.
- FAO. 2018. Meat Market Review. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Francisco, F. 2015. Acúmulo de biomassa, produção de esteviosídeo e rebaudiosídeo A e tolerância à geada e ao acamamento de acessos de *Stevia rebaudiana* Bert. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná.
- Gardana, C., Simonetti, P., Canzi, E., Zanchi, R., and Pietta, P. 2003. Metabolism of stevioside and rebaudioside A from *Stevia rebaudiana* extracts by human microflora. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**: 6618-6622.
- Gawęł-Bęben, K., Bujak, T., Nizioł-Lukaszewska, Z., Antosiewicz, B., Jakubczyk, A., Karaś, M., and Rybczyńska, K. 2015. *Stevia rebaudiana* Bert. leaf extracts as a multifunctional source of natural antioxidants. *Molecules* **20**: 5468-5486.
- Geuns, J.M., Buyse, J., Vankeirsbilck, A., and Temme, L. 2004. About the safety of stevioside used as a sweetener. Proc. Proceedings of the first symposium on the safety of stevioside, KULeuven, Heverlee-Leuven, Belgium.
- Geuns, J.M., Malheiros, R.D., Moraes, V.M., Decuypere, E.M.-P., Compernelle, F., and Buyse, J.G. 2003. Metabolism of stevioside by chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**: 1095-1101.
- Goorani, S., Zangeneh, M., Zangeneh, A., Poorshamohammad, C., Abiari, M., Moradi, R., Najafi, F., and Tahvilian, R. 2018. Study of wound healing potential of *Stevia rebaudiana* ethanol extract in male rats. *Research Journal Pharmacognosy* **5**: 23-30.
- Goto, A. 2004. Avaliação da clarificação de subproduto da extração de esteviosídeo por troca iônica. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas.

- Goyal, S., Samsner, G.R., and Goyal, R. 2010. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *Int J Food Sci Nutr* **61**: 1-10.
- Gupta, E., Purwar, S., Sundaram, S., and Rai, G. 2013. Nutritional and therapeutic values of *Stevia rebaudiana*: A review. *Journal of Medicinal Plants Research* **7**: 3343-3353.
- Industryarc. Global *Stevia rebaudiana* Market (2013-2018): By Types (Liquid e Powdered); By Application (Dairy, Bakery, Canned Food, Beverages e Others) and By Geography. Industry ARC. 2014. Acessado em 26/12/2018.
- Kaushik, R., Narayanan, P., Vasudevan, V., Muthukumar, G., and Usha, A. 2010. Nutrient composition of cultivated stevia leaves and the influence of polyphenols and plant pigments on sensory and antioxidant properties of leaf extracts. *Journal of Food Science and Technology* **47**: 27-33.
- Kim, I.-S., Yang, M., Lee, O.-H., and Kang, S.-N. 2011. The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *LWT-Food Science and Technology* **44**: 1328-1332.
- Kwari, I., Diarra, S., Raji, A., and Adamu, S. 2011a. Egg production and egg quality laying hens fed raw or processed sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seed meal. *Agriculture and Biology Journal of North America* **2**: 616-621.
- Kwari, I., Igwebuikwe, J., Mohammed, I., and Diarra, S. 2011b. Growth, haematology and serum chemistry of broiler chickens fed raw or differently processed sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seed meal in a semi-arid environment. *International Journal of Science and Nature* **2**: 22-27.
- Landázuri, P., and Tigrero, J. 2009. *Stevia rebaudiana* Bertoni, una planta medicinal. *Bol. Téc. Edición Especial. ESPE. Sangolquí, Ecuador*: 1-38.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* **132**: 1121-1132.
- Maciel, M.A.M., Pinto, A.C., Veiga, J.V., Grynberg, N.F., and Echevarria, A. 2002. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova* **25**: 429-438.
- Maciel, M.J. 2011. Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*hibiscus sabdariffa* l.) como fator de proteção antibacteriana e antioxidante em alimentos. *Dissertação*

(Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Mahadevan, N., and Kamboj, P. 2009. Hibiscus sabdariffa Linn.–an overview. *Natural Product Radiance*, 8 (1), pp. 77-83.
- McCaleb, R. 1996. Roselle production manual (Hibiscus sabdariffa). Herb Research Foundation, USA: 1-5.
- Midmore, D.J., and Rank, A.H. 2002. A new rural industry-Stevia-to replace imported chemical sweeteners. Rural Industries Research and Development Corporation.
- Miotto, D.M.M., Machado, N.R.C.F., and FERNANDES, R. 2004. Purificação do subproduto do processo de extração de esteviosídeo. *Ciência Tecnologia Alimentos* **24**: 146-150.
- Mishra, P., Singh, R., Kumar, U., and Prakash, V. 2010. Stevia rebaudiana–A magical sweetener. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* **5**: 62-74.
- Mohamad, O., Nazir, B., Rahman, M., and Herman, S. 2002. Roselle: A new crop in Malaysia. *Bio Malaysia: A grand International Biotechnology Event. Bulletin PGM. Kuala Lumpur*.
- Mohamed, B.B., Sulaiman, A.A., and Dahab, A.A. 2012. Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) in Sudan, cultivation and their uses. *Bull. Environ. Pharmacology. Life Science* **1**: 48-54.
- Morton, J.F. 1987. Roselle. *Fruits of Warm Climates*: 281-286.
- Mukhtar, M.A. 2007. The effect of feeding rosella (Hibiscus sabdariffa) seed on broiler chicks performance. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences* **2**: 21-23.
- Obouayeba, A.P., Djyh, N., Diabate, S., Djaman, A., N'guessan, J., Kone, M., and Kouakou, T. 2014. Phytochemical and antioxidant activity of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) petal extracts. *Reserach Journal of Pharmacy Biology. Chemical Science* **5**: 1453-1465.
- Onibi, G.E., and Osho, I.B. 2007. Oxidative stability and bacteriological assessment of meat from broiler chickens fed diets containing Hibiscus sabdariffa calyces. *African Journal of Biotechnology* **6**.

- Pelizer, L.H., Pontieri, M.H., and de Oliveira Moraes, I. 2007. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *Journal of Technology Management & Innovation* **2**: 118-127.
- Periche, A., Koutsidis, G., and Escriche, I. 2014. Composition of antioxidants and amino acids in Stevia leaf infusions. *Plant Foods for Human Nutrition* **69**: 1-7.
- Phansawan, B., and Pongbangpho, S. 2007. Antioxidant capacities of *Pueraria mirifica*, *Stevia rebaudiana* Bertoni, *Curcuma longa* Linn., *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees. and *Cassia alata* Linn. for the development of dietary supplement. *Kasetsart J* **41**: 407-413.
- Piovesana, A., Rodrigues, E., and Noreña, C.P.Z. 2018. Composition analysis of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant activity from hibiscus calyces (*Hibiscus sabdariffa* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *Phytochemical Analysis*.
- Plotto, A., Mazaud, F., Röttger, A., and Steffel, K. 2004. Hibiscus: post-production management for improved market access. Food and Agriculture Organization of the UN,(FAO).
- Ramos-Tovar, E., Flores-Beltrán, R.E., Galindo-Gómez, S., Vera-Aguilar, E., Diaz-Ruiz, A., Montes, S., Camacho, J., Tsutsumi, V., and Muriel, P. 2018. Stevia rebaudiana tea prevents experimental cirrhosis via regulation of NF- $\kappa$ B, Nrf2, transforming growth factor beta, Smad7, and hepatic stellate cell activation. *Phytotherapy Research* **32**: 2568-2576.
- Rao, G.N. 2014. Antioxidant Activity of Stevia (*Stevia rebaudiana*L.) Leaf Powder and A Commercial Stevioside Powder. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences* **2**.
- Santana, E.S., Mendes, F.R., Barnabé, A.C.d.S., Oliveira, F.H.d., and Andrade, M.A. 2011. Uso de produtos alternativos aos antimicrobianos na avicultura.
- Sato, M., and Sato, N. 2002. Method of raising edible animals. Patents.
- Savita, S., Sheela, K., Sunanda, S., Shankar, A., and Ramakrishna, P. 2004. Stevia rebaudiana—A functional component for food industry. *Journal of Human Ecology* **15**: 261-264.
- Serio, L. 2010. La Stevia rebaudiana, une alternative au sucre. *Phytothérapie* **8**: 26-32.

- Suliman, A.M., Ali, A.O., Idriss, S.E.A., and Abdualrahman, M.A. 2011. A comparative study on red and white karkade (Hibiscus sabdariffa L.) calyces, extracts and their products. Pakistan Journal of Nutrition.
- Tsai, P.-J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) extract. Food Research International **35**: 351-356.
- Valois, A.C.C. 2004. Oscar Fontão de Lima Filho Afonso Celso Candeira Valois Zander Martinez Lucas (Editores Técnicos).
- Vizzotto, M., and Pereira, M.C. 2008. Hibisco: do uso ornamental ao medicinal. Publicado em: Diário da Manhã, em **4**.
- Volp, A.C., Renhe, I.R., Barra, K., and Stringueta, P.C. 2008. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. Revista Brasileira de Nutrição Clínica **23**: 141-149.
- Wood, D., Lirette, A., Crober, D., and Ju, H. 1996. The effect of stevia as a feed sweetener on weight gain and feed consumption of broiler chickens. Canadian Journal of Animal Science **76**: 267-269.



## II. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a inclusão do resíduo do processamento da estévia como alimento e dos cálices desidratados de hibisco como aditivo na alimentação de frangos de corte.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a composição química e energética do resíduo de estévia assim como os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Avaliar os efeitos da inclusão da estévia na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento de carcaça; qualidade da carne e processo de oxidação ao longo do armazenamento; atividade anti-inflamatória, peso relativo de órgãos linfoides e perfil sérico bioquímico aos 21 e 42 dias de idade (Capítulo III).

Avaliar a utilização do hibisco na alimentação de frangos de corte como aditivo, na fase de 28 a 42 dias, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne (Capítulo IV).

### III – Resíduo de estévia (*Stevia rebaudiana bertonii*) na alimentação de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

**RESUMO** – Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a metabolizabilidade, composição química, valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes do resíduo de estévia em frangos de corte e avaliar os efeitos da sua inclusão na dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e atividades antioxidantes e anti-inflamatórias. Experimento I - Foram utilizados 140 frangos de corte, machos, com 21 dias, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e quatro aves por unidade experimental. Para determinar o valor energético e a composição do alimento, foi utilizado o método de coleta total de excretas. Os tratamentos consistiram em quatro rações com níveis de 5%, 10%, 15% e 20% de resíduo de estévia em substituição à ração referência. A energia e os coeficientes de metabolizabilidade do alimento foram determinados por meio de ajuste de equações, obtendo assim a EMA e EMAn estimadas em 1268,60 e 1237,91 kcal/kg, respectivamente. O alimento apresentou 14,86% de PB, 3,8% de MM e 3,3% de EE expressos na matéria seca. Experimento II - Foram utilizados 700 pintos de corte machos de 1 dia da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de inclusão de resíduo de estévia – 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0%), com sete repetições e 20 aves por unidade experimental. A inclusão de estévia nas rações diminuiu linearmente ( $p < 0,05$ ) o ganho de peso, e proporcionou aumento linear ( $p < 0,05$ ) da conversão alimentar, sem influenciar o consumo de ração ( $p > 0,05$ ). Os órgãos gastrointestinais não apresentaram efeito com o aumento da inclusão do resíduo. Não houve efeito no rendimento de carcaça ( $p > 0,05$ ), porém observou-se redução ( $p < 0,05$ ) do rendimento de peito e aumento da porcentagem de gordura abdominal ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis. Os níveis séricos de colesterol apresentaram uma resposta linear decrescente ( $p < 0,05$ ) com a inclusão da estévia. Os aspectos de qualidade de carne (cor, pH e capacidade de retenção de água) não foram influenciados ( $p > 0,05$ ). Para avaliação da oxidação lipídica da carne, foi observada interação ( $p < 0,05$ ) entre os níveis de resíduo de estévia (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) e tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Ao dia 0, a maior concentração de malonaldeído (MDA) encontrada foi para as dietas sem inclusão de estévia. E para os dias 9 e 12, o tratamento que apresentou maior oxidação foi de 5,0% de inclusão. Para os níveis de inclusão de resíduo de estévia, foi observado que a concentração de malonaldeído aumentou a partir do dia 3, para o tratamento contendo 2,5% de inclusão, e a partir do dia 9 para os tratamentos contendo de 5,0% a 10,0% de resíduo de estévia. Para o peso relativo dos órgãos linfoides, houve um aumento linear ( $p < 0,05$ ) do peso do timo e bolsa cloacal, e redução linear ( $p < 0,05$ ) para o peso do baço. A reação inflamatória à fito hemaglutinina apresentou interação entre os níveis de estévia (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) e o tempo (6, 12, 24, 48 e 72 horas). Após 24 horas, o tratamento com 10,0% de estévia se apresentou maior reação. Com 2,5% de inclusão, às 12 horas a reação apresentou-se maior e para 5,0%, a maior reação foi observada após 48 horas. Com 10,0% de inclusão, a maior reação foi encontrada após 48 horas. O resíduo de estévia apresentou 1268,60 e 1237,91 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente. Não interferiu no ganho de peso e conversão alimentar até 2,5% de inclusão nas rações de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, e influenciou positivamente a qualidade de carne e as atividades antioxidante e anti-inflamatória.

Palavras-chave: anti-inflamatório, alimento alternativo, desempenho, nutriente metabolizável, oxidação

### III - Stevia residue (*Stevia rebaudiana bertonii*) in the feeding of broilers from 1 to 42 days old

**ABSTRACT** - Two experiments were carried out to determine the metabolizability, the chemical composition, the energy values and the nutrient metabolizability coefficients the stevia residue in broilers and to evaluate the effects of their inclusion in the diet on performance, carcass yield and antioxidant and anti-inflammatory activities. Experiment I - A total of 140 males, 21 days old, were distributed in a completely randomized experimental design with five treatments, seven replicates and four birds per experimental unit. To determine the energy value and composition of the food, the total excreta collection method was used. The treatments consisted of four diets with levels of 5%, 10%, 15% and 20% of stevia residue instead of the reference diet. The energy and metabolizable coefficients of the food were determined by equation adjustment, thus obtaining the EMA and EMAn estimated at 1268.60 and 1237.91 kcal / kg, respectively. The food presented 14.86% of CP, 3.8% of MM and 3.3% of EE expressed in the dry matter. Experimental II - A total of 700 male 1-day-old male broilers from the commercial Cobb line were used, distributed in a completely randomized design with five treatments (stevia residue - 0.0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0%), with seven replicates and 20 birds per experimental unit. . The inclusion of stevia in the diet decreased ( $p < 0.05$ ) the weight gain linearly, and provided a linear increase ( $p < 0.05$ ) in feed conversion, without influencing feed intake ( $p > 0.05$ ). The gastrointestinal organs had no effect with increasing inclusion of the residue. There was no effect on carcass yield ( $p > 0.05$ ), but there was a reduction ( $p < 0.05$ ) in breast yield and an increase in abdominal fat percentage ( $p < 0.05$ ) with increased levels. Serum cholesterol levels presented a linear decreasing response ( $p < 0.05$ ) with the inclusion of stevia. The meat quality aspects (color, pH and water retention capacity) were not influenced ( $p > 0.05$ ). To evaluate the lipid oxidation of the meat, interaction ( $p < 0.05$ ) was observed between stevia (0.0%, 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0%) and storage time (0, 3, 6, 9 and 12 days). At day 0, the highest concentration of malonaldehyde (MDA) found was for the diets without stevia inclusion. And for days 9 and 12, the treatment that presented greater oxidation was of 5.0% of inclusion. For the inclusion levels of stevia residue, it was observed that the concentration of malonaldehyde increased from day 3, for the treatment containing 2.5% inclusion, and from day 9 for treatments containing 5.0% to 10.0% stevia residue. For the relative weight of the lymphoid organs, there was a linear increase ( $p < 0.05$ ) in thymus weight and cloacal pouch, and linear reduction ( $p < 0.05$ ) for spleen weight. The inflammatory reaction to phytohemagglutinin showed interaction between stevia levels (0.0%, 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0%) and time (6, 12, 24, 48 and 72 hours). After 24 hours, the treatment with 10.0% of stevia presented greater reaction. At 2.5% inclusion, at 12 hours the reaction was higher and at 5.0%, the highest reaction was observed after 48 hours. With 10.0% inclusion, the highest reaction was found after 48 hours. The stevia residue showed 1268.60 and 1237.91 kcal / kg of AME and AMEn, respectively. It did not interfere in the weight gain and feed conversion up to 2.5% inclusion in broiler rations from 1 to 42 days of age, and positively influenced meat quality and antioxidant and anti-inflammatory activities.

Keywords: anti-inflammatory, alternative food, performance, metabolizable nutrient, oxidation

## Introdução

Com a popularidade crescente da estévia (*Stevia rebaudiana bertonii*) e a abertura para a comercialização da mesma para os maiores mercados mundiais, o cultivo desta espécie apresentou crescimento exponencial nos últimos anos. As vendas alcançaram 4.100 toneladas em 2013 e movimentaram um mercado de 304 milhões de dólares (Industryarc, 2014).

Ao ser processada, a planta gera o esteviosídeo (um produto inócuo destinado a fabricação de cristais adoçantes) e o seu subproduto, o qual é denominado extrato doce ou caramelo (Goto 2004). Considerada uma matéria prima adequada para a extração e produção de ingredientes alimentícios funcionais, a estévia é uma boa fonte de carboidratos, proteínas, fibra bruta, minerais, bem como aminoácidos essenciais que são valiosos para nutrição (Lemus-Mondaca et al. 2012).

As folhas secas de estévia podem conter a seguinte composição: 61,93% de carboidratos, 11,41% de proteína, 15,52% de fibra bruta, e minerais em uma proporção de 21,15 mg K; 17,7 mg Ca; 14,93 mg Na; 3,26 mg Mg, 0,73 mg Cu; 2,89 mg Mn e 5,89 mg Fe. Um total de dezessete aminoácidos podem ser encontrados nas folhas secas da planta, incluindo todos os essenciais, exceto o triptofano. Isso pode significar que mesmo após a extração do esteviosídeo para fabricação de adoçantes, o resíduo da estévia pode ser uma rica fonte de nutrientes para humanos como animais (Abou-Arab et al. 2010).

A estévia possui efeitos antioxidantes gerados pela presença dos ácidos fenólicos e flavonoides. Estes promovem um retardo na degradação oxidativa das células, beneficiando efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (Periche et al. 2014). As catequinas e quercetinas presentes na planta são antioxidantes capazes de inibir e reduzir os radicais livres, atuando como agentes redutores (Kim et al. 2011).

Efeitos anti-inflamatórios e imunomodulatórios foram comprovados com o uso de esteviosídeos em humanos, capazes de estimularem a imunidade inata e da proteção contra doenças (Boonkaewwan et al. 2006). Além do mais, a planta pode proporcionar efeitos hipoglicêmicos, hipotensivos, diuréticos, insulinoatrópicos e antimicrobianos em ratos e humanos (Oviedo et al. 1970; Alvares et al. 1981; Boeckh 1981; Melis 1996).

Na intenção de reduzir os custos de produção sem afetar a produtividade, os nutricionistas estão em busca de alimentos alternativos na dieta animal e a estévia torna-se uma opção. Apresentou em sua composição valores de energia metabolizável (EM) de 2223 kcal/kg para as folhas secas e 1675 kcal/kg para os caules e uma porcentagem de 16% e 6,7% de proteína bruta, respectivamente (Atteh et al. 2011).

O uso de estévia na alimentação animal ainda apresenta informações escassas, mas considerando as importantes ações dos seus compostos bromatológicos, químicos e biológicos, objetivou-se determinar o valor nutricional do resíduo da estévia e observar os efeitos de sua inclusão na alimentação de frangos de corte.

### **Material e métodos**

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UEM (Parecer nº2713031218). O resíduo de estévia utilizado em ambos experimentos foi obtido da extração de esteviosídeos para comercialização de adoçantes. Após o processo de extração, o resíduo foi submetido à secagem em estufa a 55°C até que atingisse uma umidade média de 10%. A moagem do material foi realizada em moinho do tipo faca (peneira dotada de furos de 2mm de diâmetro), dando origem ao alimento alternativo que foi avaliado neste trabalho.

**Experimento I** – Ensaio de metabolismo e avaliação da composição química do resíduo de *Stevia rebaudiana bertonii*

Foram utilizados 140 frangos de corte machos, da linhagem comercial Cobb. As aves receberam uma dieta convencional a base de milho e farelo de soja até 21 dias de idade, sendo posteriormente transferidas para gaiolas de metabolismo de arame galvanizado. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado contendo quatro rações teste com níveis de 5%, 10%, 15% e 20% de resíduo de estévia em substituição à ração referência (Tabela 1), com sete repetições e quatro aves por unidade experimental. Esta, formulada à base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves, segundo Rostagno et al. (2017).

**Tabela 1.** Composição porcentual e calculada da ração referência.

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho 8,8%	66,12
Farelo de Soja 45%	27,73
Óleo de Soja	2,60
Fosfato Bicálcico	1,41
Calcário	0,63
Sal	0,47
DL-Metionina 98%	0,26
L-Lisina 78%	0,29
L-Treonina 98%	0,08
Suplemento Mineral e Vitamínico <sup>1</sup>	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>	
PB (%)	19,00
EM (kcal/kg)	3175
Met + Cis digestível (%)	0,79
Lisina digestível (%)	1,07
Treonina digestível (%)	0,71
Fósforo disponível (%)	0,34
Cálcio (%)	0,70
Sódio (%)	0,20

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico e mineral (conteúdo/kg de dieta): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg; Ferro 12.5 g/kg; cobre 3000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg.

O período experimental foi de dez dias, sendo, cinco dias de adaptação e cinco dias de coleta total de excretas, nos quais as aves receberam água e ração experimental à

vontade. Para marcar o início e final do período de coleta, foi utilizado 1% de óxido férrico nas rações.

O ensaio metabólico foi conduzido conforme metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2016). As excretas totais produzidas eram depositadas em bandejas previamente revestidas com plástico devidamente identificadas para evitar contaminação e perdas, foram coletadas duas vezes ao dia em intervalos de 8 horas em para evitar fermentação e alterações na composição. As excretas foram armazenadas em sacos plásticos identificados, pesadas e conservadas em freezer (-20°C) até o processamento.

Ao final do experimento, as excretas foram descongeladas e homogeneizadas. Uma amostra de cada repetição foi previamente seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, determinando-se a matéria seca ao ar. Em seguida, foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 18 mesh e crivos de 1 mm.

Para determinação da composição química do resíduo da estévia, das rações e das excretas foram realizadas as análises de matéria seca (Melis), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (de Brito et al.) no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA/UEM) segundo método de Weende (AOAC,1984).

Após a obtenção dos resultados das análises laboratoriais do alimento, das rações (teste e referência) e das excretas, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), fibra em detergente neutro (CMFDN), fibra em detergente ácido (CMFDA) e energia bruta (CMEB) por meio de equações de Matterson et al. (1965). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram estimados pela análise de regressão da EM ingerida (kcal/kg) associada ao consumo do resíduo de estévia (kg) (Adeola and Ileleji 2009).

Os valores obtidos para cada nível de substituição do resíduo de estévia pela ração referência foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial por meio do programa estatístico SAS (2009).

### **Experimento II – *Stevia rebaudiana bertonii* na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade**

O experimento foi realizado no aviário do setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram utilizados 700 pintos de corte machos, da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0%; 2,5%; 5,0%; 7,5% e 10% de inclusão de resíduo de estévia), e sete repetições com 20 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em galpão climatizado, com sistema de ventilação tipo pressão negativa e placa evaporativa, subdividido em boxes de 1,0 x 2,0m. A água foi fornecida em bebedouros tipo nipple e as rações em comedouros tubulares à vontade em um programa de alimentação dividido em duas fases: inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias). As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas utilizando-se os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais para frangos de corte machos de desempenho regular médio propostos por (Rostagno et al., 2017).

As aves foram vacinadas no incubatório contra Marek e Bronquite infecciosa. Foi utilizado um programa de luz contínuo de 24 horas de luz (natural + artificial) nos 10 primeiros dias e no restante do período experimental 23 horas de luz (natural + artificial) até o abate. A mortalidade das aves foi registrada diariamente para a correção da conversão. As pesagens das aves e das rações experimentais foram realizadas ao 1º, 21º, e 42º dias de idade, para determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.



**Tabela 2.** Composição percentual e calculada das rações experimentais de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes (%)	Resíduo de estévia									
	1 a 21 dias					22 a 42 dias				
	0,0%	2,5%	5,0%	7,5%	10,0%	0,0%	2,5%	5,0%	7,5%	10,0%
Milho 8,8%	53,97	50,83	48,07	44,78	42,02	66,12	63,04	59,88	56,79	53,71
Farelo de Soja 45%	39,16	39,25	39,00	39,20	38,96	27,73	27,72	27,81	27,85	27,88
Óleo de Soja	2,63	3,20	3,70	4,30	4,80	2,60	3,20	3,78	4,34	4,90
Resíduo de estévia	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Fosfato Bicálcico	1,86	1,87	1,87	1,88	1,89	1,41	1,42	1,42	1,43	1,44
Calcário	0,82	0,78	0,73	0,69	0,64	0,63	0,59	0,54	0,50	0,45
Sal	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48
DL-Metionina 98%	0,33	0,34	0,36	0,36	0,38	0,26	0,28	0,28	0,29	0,30
L-Lisina 78%	0,22	0,23	0,25	0,25	0,26	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32
L-Treonina 98%	0,08	0,09	0,11	0,11	0,13	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
Supl. Mineral e Vitam. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>										
PB (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
EM (kcal/kg)	3013	3013	3013	3013	3013	3175	3175	3175	3175	3175
Met + Cis digestível (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Lisina digestível (%)	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Treonina digestível (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Fósforo disponível (%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

<sup>1</sup>(1 a 21 dias) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de dieta): Vit. A 2.916.670 UI/kg; Vit. D3 583.330 UI/kg; Vit. E 8.750 UI/kg; Vit. K3 433.33 mg/kg; Vit. B1 408.33 mg/kg; Vit. B2 1.333,33 mg/kg; Vit. B12 4.166,67 mcg/kg; Niacina 8.983,33 mg/kg; Pantotenato de cálcio 3.166,67 mg/kg; Ácido Fólico 200 mg/kg; Biotina 25 mg/kg. Suplemento Mineral (conteúdo/kg de dieta): Ferro 12.6 g/kg; cobre 3.072 mg/kg; Iodo 248 mg/kg; Zinco 12.6 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 61.20 mg/kg; Cobalto 50.40 mg/kg. 1(22 a 42 dias) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de dieta): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg. Suplemento mineral (conteúdo/kg de dieta): Ferro 12.5 g/kg; cobre 3000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg. Composição química do resíduo de estévia utilizada para formular as dietas: 90,22% MS; 9,42% PB; 2,6% EE; 2,83% MM; 1949 kcal/kg EMA.

Aos 21 e 42 dias de idade, as aves foram eutanasiadas por meio de método químico, através da administração intravenosa de tiopental (20mg/kg), associado ao sacrifício por exsanguinação da veia jugular após constatada a anestesia, de acordo com as diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA, de julho de 2013, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Em seguida, os órgãos do trato gastrointestinal (proventrículo, moela, pâncreas, fígado e intestino delgado) e os órgãos linfoides (timo, baço e bolsa cloacal) foram coletados e pesados em balança de precisão, e calculado o peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo ( $\text{peso órgão/peso vivo} \times 100$ ).

Aos 21 e 42 dias de idade, uma ave por repetição foi selecionada ( $\text{peso médio} \pm 5\%$ ) e 5,0 ml de sangue foram colhidos, por meio da veia jugular, para obtenção de soro. O soro obtido foi transferido para tubos identificados e armazenados em freezer ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) para posteriores análises. A determinação dos níveis séricos de colesterol total (mg dl<sup>-1</sup>), triglicerídeos (mg dl<sup>-1</sup>), glicose (mg dl<sup>-1</sup>), HDL (mg dl<sup>-1</sup>) e LDL (mg dl<sup>-1</sup>) foi realizada utilizando-se o método enzimático-colorimétrico (Gold Analisa Diagnóstica Ltda, Belo Horizonte - Minas Gerais) com leitura em espectrofotômetro modelo BIOPLUS 2000 (Bioplus Ltda).

As aves foram vacinadas contra a doença de Newcastle no 14<sup>o</sup> dia de vida. Aos 21 dias sete aves de cada tratamento (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) foram selecionadas para avaliação da resposta imune mediada por células *in vivo*, segundo o protocolo descrito por Corrier & DeLoach (1990). Foram injetados intradermicamente, entre a terceira e a quarta prega interdigital do pé direito, 0,1 mL de fito hemaglutinina PHA-M (Invitrogen). O mesmo volume de solução salina foi aplicado no pé esquerdo, como controle negativo. O espessamento da pele, em ambos os pés foi mensurado, com auxílio de um paquímetro digital, antes da inoculação (tempo zero) e seis, 12, 24, 48 e 72 horas após a inoculação. Os resultados foram obtidos pela diferença entre a resposta a fito hemaglutinina e a resposta do controle, nos diferentes tempos.

Aos 42 dias de idade, uma ave por repetição foi selecionada (peso médio  $\pm$  5%), para análise de rendimento de carcaça e cortes e percentual de gordura abdominal. Após seis horas de jejum, as aves foram dessensibilizadas por eletrochoque e sacrificadas por sangria, escaldadas, depenadas e evisceradas, e as carcaças foram pesadas em balança digital. Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça sem pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento dos cortes, foi considerado o rendimento de peito, pernas (coxa e sobrecoxa) com pele e ossos e asas, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada. Considerou-se gordura abdominal aquela presente ao redor da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes, sendo posteriormente pesada e calculado o peso relativo em relação ao peso vivo da ave.

Para avaliação da qualidade da carne, aos 42 dias de idade, os músculos do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo e coxa e sobrecoxa direita foram retirados de 10 aves por tratamento. O pH foi medido com auxílio de um potenciômetro de contato da marca Testo® (modelo 205) introduzido diretamente no filé do peito direito após 15 minutos do abate, conforme descrito por Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo et al. (2001). A coloração do peito e da coxa e sobrecoxa da ave foi mensurada utilizando-se colorímetro portátil (modelo CR-400 Konica Minolta) com as seguintes configurações: Luminosidade D65; 0° ângulo de visão e auto-average em três pontos diferentes da superfície da coxa e sobrecoxa e peito segundo metodologia descrita por Van Laack et al. (2000). Os componentes L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho e verde) e b\* (componente amarelo e azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. O músculo do peito do lado esquerdo foi utilizado para análise da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), utilizando-se o método por centrifugação proposto por Nakamura e Katok (1985). As amostras de 1g de músculo do peito (*Pectoralis major*) cru foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 1.500 rpm durante quatro minutos, pesadas em balança analítica (0,001g) e secas em estufa a

70°C por 12 horas. Após resfriamento, foram pesadas novamente para o cálculo da CRA, em porcentagem.

Para avaliação da oxidação lipídica da carne, foram utilizadas amostras de carne da coxa e sobrecoxa esquerda, selecionadas por tratamento (0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0%) que foram armazenadas em refrigerador expositor a 4°C e analisadas durante cinco períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Observou-se a oxidação equivalente em malonaldeído, pela metodologia de T-BARS - *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* - de acordo com Sorensen e Jorgensen (1996). Em cada um dos dias analisados, uma amostra de 100 gramas de carne foi triturada em um multiprocessador de alimentos, da qual foi retirada uma amostra de cinco gramas, colocadas em tubo falcon e adicionados 15 ml de solução de ácido tricloroacético (7,5%), ácido gálico (0,1%) e EDTA (0,1%), sendo em seguida homogeneizada em turax por 60 segundos. Após este procedimento, o homogeneizado foi filtrado em papel de filtro qualitativo (12,5 mm) e 1,5 ml da solução filtrada foi misturada com 1,5 ml de TBA (0,02 M) em tubo de ensaio e aquecidos em banho maria a 100°C por 40 minutos. Os tubos foram resfriados a *tap water* e posteriormente centrifugados a 3000 rpm durante 10 minutos. Após a centrifugação, a absorbância foi lida em espectrofotômetro em comprimento de onda de 540 nm. Para os cálculos, foi utilizada uma curva padrão de malonaldeído e os dados foram expressos como mg de malonaldeído (MDA)/kg de amostra.

Os dados obtidos de cada parâmetro foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial por meio do programa estatístico SAS (2009). Para comparação dos resultados médios obtidos entre a dieta controle e cada um dos níveis de inclusão da estévia testados, os dados foram submetidos ao teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para a oxidação lipídica e reação interdigital a fito hemaglutinina foi realizado teste de Shapiro-Wilk e as variáveis com distribuição normal foram submetidas à análise de variância e regressão linear múltipla e teste de Tukey.

## Resultados e Discussão

### Experimento I – Ensaio de metabolismo e avaliação da composição da *Stevia rebaudiana bertonii*

O resíduo de estévia apresentou 88,70% de matéria seca (Melis), 14,86% de proteína bruta (PB), 4264,4 kcal kg<sup>-1</sup> de energia bruta (EB), 3,29% de extrato etéreo (EE), 44,30% de fibra em detergente neutro (FDN), 36,46% de fibra em detergente ácido (FDA) e 3,81% de matéria mineral (MM), expressos na matéria seca (Tabela 3). Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio foram estimados pela análise de regressão da energia metabolizável ingerida (kcal/kg) associada ao consumo do resíduo de estévia (kg), e geraram as respectivas equações EMA = 1268,60x – 251,72 (r<sup>2</sup> = 0,95) e EMAn = 1237,91x – 235,92 (r<sup>2</sup> = 0,90). Considerando os ajustes da equação, os valores de EMA e EMAn do resíduo de estévia são representados por 1268,60 kcal/kg e 1237,92 kcal/kg, respectivamente.

**Tabela 3.** Composição química e energética do resíduo de estévia (% MS)

Componentes	Resíduo de estévia
Energia bruta (kcal/kg)	4264,42
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	1268,60
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg)	1237,92
Matéria seca (%)	88,70
Proteína bruta (%)	14,86
Matéria mineral (%)	3,81
Extrato etéreo (%)	3,29
Fibra em detergente neutro (%)	44,30
Fibra em detergente ácido (%)	36,46
Matéria orgânica (%)	84,89
Carboidratos totais (%)	78,04
Carboidratos não fibrosos (%)	52,74

Dados expressos na matéria seca. Análises realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal - LANA/UEM.

**Tabela 4.** Coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes do resíduo de estévia (média  $\pm$  erro padrão).

Resíduo de estévia (%)	CMMS	CMPB	CMEE	CMFDN	CMFDA	CMEB
5,0	66,54 $\pm$ 0,30	64,09 $\pm$ 0,64	54,63 $\pm$ 2,28	64,46 $\pm$ 0,28	41,50 $\pm$ 0,88	73,07 $\pm$ 0,41
10,0	62,34 $\pm$ 0,59	56,30 $\pm$ 0,66	55,08 $\pm$ 2,05	62,24 $\pm$ 0,43	36,64 $\pm$ 1,41	70,08 $\pm$ 0,08
15,0	59,38 $\pm$ 0,44	51,68 $\pm$ 0,91	44,04 $\pm$ 2,64	60,68 $\pm$ 0,74	31,57 $\pm$ 1,32	66,36 $\pm$ 0,36
20,0	58,44 $\pm$ 0,32	54,31 $\pm$ 0,63	41,25 $\pm$ 1,42	58,83 $\pm$ 0,81	25,90 $\pm$ 0,48	63,86 $\pm$ 0,22
CV (%)	0,93	5,11	9,74	2,31	4,34	1,32
Regressão	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	L <sup>3</sup>	L <sup>4</sup>	L <sup>5</sup>	L <sup>6</sup>

CV = Coeficiente de variação; L = Linear.

<sup>1</sup> Y = 64,418 - 0,540x (r<sup>2</sup> = 0,96);

<sup>2</sup> Y = 66,707 - 0,816x (r<sup>2</sup> = 0,73);

<sup>3</sup> Y = 65,226 - 1,269x (r<sup>2</sup> = 0,91);

<sup>4</sup> Y = 66,454 - 0,388x (r<sup>2</sup> = 0,99);

<sup>5</sup> Y = 46,854 - 1,036x (r<sup>2</sup> = 0,99);

<sup>6</sup> Y = 73,27 - 1,344x (r<sup>2</sup> = 0,97);

Os valores encontrados para EMA do resíduo da estévia no presente trabalho foram inferiores aos observados por Atteh *et al.* (2011) que encontraram EMA e EMAn para caules de estévia 1573 kcal/kg e 1554 kcal/kg, respectivamente. No entanto, os mesmos autores, avaliando as folhas de estévia encontraram valores de 2113kcal/kg e 2098 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente. As possíveis diferenças de EMA podem ser correlacionadas ao tipo do produto (caule, folhas, resíduo), composição físico/química, processamento e armazenamento. A EMA do resíduo, pode ser caracterizada devido ao maior teor de fibra do alimento, uma vez que a ave não possui o trato gastrointestinal eficiente para disponibilizar toda a energia do alimento (de Brito et al. 2008).

Os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes foram utilizados para ajustar as seguintes equações lineares  $CMMS = 64,418 - 0,540x$  ( $r^2 = 0,96$ );  $CMPB = 66,707 - 0,816x$  ( $r^2 = 0,73$ );  $CMEE = 65,226 - 1,269x$  ( $r^2 = 0,91$ );  $CMFDN = 66,454 - 0,388x$  ( $r^2 = 0,99$ );  $CMFDA = 46,854 - 1,036x$  ( $r^2 = 0,99$ );  $CMEB = 73,270 - 1,344x$  ( $r^2 = 0,97$ ). Desta forma, os valores de coeficientes de metabolizabilidade foram de 64,42% para MS, 66,71% para PB, 65,23% para EE, 66,45% para FDN, 46,85% para FDA e 73,27% para EB.

O coeficiente da metabolizabilidade de PB (66,71%) superior ao apresentado por Atteh *et al.* (2011) de 63% para folhas de estévia. O resíduo da estévia apresentou 14,86% de PB, valor próximo ao reportado por Gasmalla et al. (2014) que foi de 13,68%, 12,44% e 12,83%, e variaram devido às folhas de *Stevia rebaudiana bertonii* terem sido secas por diferentes métodos, sendo, respectivamente, sol, forno e micro-ondas. Para a MS, o valor encontrado no presente trabalho foi de 88,70%, sendo mais semelhante ao valor encontrado pelos autores citados anteriormente, para folhas secas ao sol 89,27%.

O conteúdo de FDN e FDA do resíduo de estévia, foram de 44,30% e 36,46%, respectivamente. Atteh *et al.* (2008) avaliaram a fibra bruta e encontraram 6,8% para folhas e 45,1% para caules. Valores maiores de fibra bruta foram encontrados por Abou-Arab *et al.* (2010) e Mishra *et al.* (2010) para folhas de estévia, 15%, 15,5% e 18%, respectivamente. Porém, ao se determinar a fibra bruta encontram-se as frações de celulose e pequenas quantidades de lignina insolúveis, obtendo-se um valor subestimado. Já na determinação da fibra em detergente neutro componentes facilmente digeridos são solubilizados, deixando apenas um resíduo fibroso, componente da parede celular da planta - celulose, hemicelulose e lignina (Silva e Queiroz 1981). Desta forma, considera-se a FDN uma medida mais eficiente da fibra insolúvel e que melhor representa a fração indigestível do alimento.

A porcentagem de extrato etéreo obtida para o resíduo de estévia foi de 3,29% e o seu coeficiente de metabolizabilidade de 65,23%. Atteh *et al.* (2011) avaliaram folhas e caules de estévia e encontraram menores quantidades de gordura, 2,6% e 1,1%, respectivamente. Quanto à metabolizabilidade do extrato etéreo, Atteh *et al.* (2008), observaram um coeficiente de 89,9% para folhas de estévia. Esses valores podem diferir devido ao tipo e composição diferenciada dos materiais avaliados na alimentação dos frangos.

## **Experimento II** – Resíduo de *Stevia rebaudiana bertonii* na ração de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos níveis do resíduo de estévia sobre o consumo de ração na fase de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade. No entanto, o ganho de peso e a conversão alimentar foram afetados negativamente ( $p < 0,05$ ), à medida que as inclusões aumentaram na dieta (Tabela 5).



**Tabela 5.** Desempenho (média  $\pm$  erro padrão) de frangos de corte machos de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia

	Resíduo de Estévia					CV (%)	Regressão
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0		
	1 a 21 dias						
Consumo de Ração (g)	1178,95 $\pm$ 21,65	1159,58 $\pm$ 23,94	1185,16 $\pm$ 22,26	1107,17 $\pm$ 23,60	1126,14 $\pm$ 28,15	4,86	NS
Ganho de Peso (g)	878,16 $\pm$ 21,15	833,04 $\pm$ 13,82	825,18 $\pm$ 8,66	758,60 $\pm$ 12,75*	743,68 $\pm$ 10,65*	4,51	L <sup>1</sup>
Conversão Alimentar	1,344 $\pm$ 0,013	1,392 $\pm$ 0,014	1,436 $\pm$ 0,019*	1,459 $\pm$ 0,016*	1,514 $\pm$ 0,027*	2,66	L <sup>2</sup>
	1 a 42 dias						
Consumo de Ração (g)	4808,47 $\pm$ 50,91	4819,06 $\pm$ 32,52	4903,78 $\pm$ 53,84	4770,15 $\pm$ 48,20	4835,17 $\pm$ 98,58	2,95	NS
Ganho de Peso (g)	2981,74 $\pm$ 35,47	2954,08 $\pm$ 18,14	2902,97 $\pm$ 34,13	2796,23 $\pm$ 28,97*	2731,46 $\pm$ 49,75*	2,84	L <sup>3</sup>
Conversão Alimentar	1,613 $\pm$ 0,012	1,631 $\pm$ 0,012	1,690 $\pm$ 0,020*	1,706 $\pm$ 0,013*	1,770 $\pm$ 0,013*	2,23	L <sup>4</sup>

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear.

<sup>1</sup>  $Y = 876,41 - 13,736x$  ( $r^2 = 0,95$ );

<sup>2</sup>  $Y = 1,35 + 0,02x$  ( $r^2 = 0,99$ );

<sup>3</sup>  $Y = 3005,00 - 26,34x$  ( $r^2 = 0,96$ );

<sup>4</sup>  $Y = 1,60 + 0,02x$  ( $r^2 = 0,96$ );

Ao comparar cada nível de inclusão de resíduo de estévia com o tratamento controle, observou-se piora no ganho de peso, a partir de 7,5%, e na conversão alimentar, a partir de 5,0%, em ambos os períodos (Tabela 5). As inclusões acima de 5,0% reduziram a EMA da dieta, uma vez que o valor energético da estévia é 48% menor do que o milho, interferindo no ganho de peso sem que o consumo fosse alterado. A energia metabolizável é destinada a vários processos fisiológicos e metabólicos, como manutenção, crescimento e ganho de peso, entretanto, fatores como clima, sanidade animal e principalmente a quantidade de energia metabolizável do alimento podem influenciar na expressão máxima de ganho muscular dos frangos (Coelho da Silva e Leão 1979).

Em estudo realizado por Atteh et al. (2008), onde a inclusão foi de 2% de folhas secas de estévia, observou maior consumo de ração sem apresentar diferença no ganho de peso, com pior conversão alimentar.

O peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal (proventrículo, moela, fígado, pâncreas e intestino delgado) e comprimento do intestino delgado não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelos níveis do resíduo de estévia nas dietas aos 21 e 42 dias de idade (Tabela 6). Dietas com altos níveis de fibras podem influenciar no tamanho e consequentemente no peso dos órgãos do trato digestório das aves na tentativa de melhorar a utilização dos nutrientes (Fagundes 2011), o que não ocorreu no presente estudo.

**Tabela 6.** Peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino delgado (cm) (média  $\pm$  erro padrão) de frangos de corte alimentados com resíduo de estévia.

	Resíduo de estévia					CV (%)	Regressão
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0		
	21 dias						
Proventrículo	0,68 $\pm$ 0,03	0,68 $\pm$ 0,04	0,69 $\pm$ 0,04	0,79 $\pm$ 0,06	0,73 $\pm$ 0,03	3,94	NS
Moela	2,18 $\pm$ 0,04	2,61 $\pm$ 0,13	2,73 $\pm$ 0,08	2,49 $\pm$ 0,03	2,64 $\pm$ 0,05	8,95	NS
Fígado	2,54 $\pm$ 0,08	2,68 $\pm$ 0,06	2,50 $\pm$ 0,05	2,62 $\pm$ 0,07	2,52 $\pm$ 0,05	3,39	NS
Pâncreas	0,36 $\pm$ 0,01	0,37 $\pm$ 0,01	0,38 $\pm$ 0,01	0,36 $\pm$ 0,01	0,37 $\pm$ 0,01	5,52	NS
Intestino Delgado	2,58 $\pm$ 0,07	2,72 $\pm$ 0,09	2,46 $\pm$ 0,08	2,61 $\pm$ 0,07	2,31 $\pm$ 0,11	9,37	NS
Intestino Delgado (cm)	156,43 $\pm$ 9,69	161,57 $\pm$ 7,76	156,00 $\pm$ 4,58	158,14 $\pm$ 5,67	159,60 $\pm$ 7,13	4,79	NS
	42 dias						
Proventrículo	0,36 $\pm$ 0,02	0,36 $\pm$ 0,04	0,40 $\pm$ 0,05	0,39 $\pm$ 0,03	0,39 $\pm$ 0,06	2,38	NS
Moela	1,48 $\pm$ 0,12	1,47 $\pm$ 0,12	1,46 $\pm$ 0,08	1,54 $\pm$ 0,15	1,58 $\pm$ 0,18	7,45	NS
Fígado	1,87 $\pm$ 0,09	1,82 $\pm$ 0,09	1,82 $\pm$ 0,09	1,82 $\pm$ 0,14	1,82 $\pm$ 0,09	1,18	NS
Pâncreas	0,20 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,02	0,23 $\pm$ 0,02	5,57	NS
Intestino Delgado	1,96 $\pm$ 0,14	1,81 $\pm$ 0,22	1,65 $\pm$ 0,25	1,78 $\pm$ 0,13	1,60 $\pm$ 0,14	1,95	NS
Intestino Delgado (cm)	214,67 $\pm$ 9,58	209,60 $\pm$ 9,81	195,71 $\pm$ 6,40	209,17 $\pm$ 7,25	210,50 $\pm$ 17,1	5,54	NS

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo.

Não houve efeito ( $p>0,05$ ) dos níveis de resíduo de estévia sobre o rendimento de carcaça. No entanto, houve efeito linear decrescente sobre o rendimento de peito ( $p<0,05$ ) e linear crescente sobre a porcentagem de gordura (Tabela 7).

Os níveis de 5,0; 7,5 e 10,0% de inclusão apresentaram menor rendimento de peito quando comparado com a dieta controle. As inclusões acima de 5% do resíduo reduziram a EMA e o teor de PB digestível da dieta, provavelmente fazendo com que ocorresse um déficit no metabolismo proteico, reduzindo a biodisponibilidade de aminoácidos para deposição muscular de peito (Signoretto et al. 1999).

Para a gordura abdominal, os níveis de 7,5 e 10,0% de inclusão apresentaram maior porcentagem de gordura (1,82 e 1,99, respectivamente) quando comparado ao tratamento controle (1,41). Atteh et al. (2008) encontraram valores de 1,59% de gordura abdominal com a inclusão de 2% de folhas secas de estévia e ao avaliarem os parâmetros sanguíneos das aves, observaram a redução de triiodotironina (T3) no sangue com a inclusão de estévia, isso sugere que a atividade tireoidiana foi atenuada. Assim, os valores encontrados para deposição de gordura abdominal com a inclusão acima de 7,5% de estévia, podem ser explicados por um suposto hipotireoidismo (Decuypere et al. 1987).

**Tabela 7.** Rendimento (%) de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal (média  $\pm$  erro padrão) de frangos abatidos aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia.

Resíduo de estévia	Carcaça	Peito	Coxa	Asa	Gordura
0,0	68,27 $\pm$ 0,50	42,07 $\pm$ 0,37	32,88 $\pm$ 0,45	10,45 $\pm$ 0,15	1,41 $\pm$ 0,06
2,5	68,96 $\pm$ 0,33	41,92 $\pm$ 0,44	31,35 $\pm$ 0,55	10,46 $\pm$ 0,16	1,47 $\pm$ 0,10
5,0	68,31 $\pm$ 0,29	40,37 $\pm$ 0,58*	32,19 $\pm$ 0,46	10,52 $\pm$ 0,16	1,53 $\pm$ 0,09
7,5	67,60 $\pm$ 0,42	38,29 $\pm$ 0,24*	33,03 $\pm$ 0,50	10,72 $\pm$ 0,22	1,82 $\pm$ 0,09*
10,0	68,08 $\pm$ 0,22	38,29 $\pm$ 0,72*	32,59 $\pm$ 0,32	10,97 $\pm$ 0,15	1,99 $\pm$ 0,06*
CV (%)	1,04	3,78	4,07	3,57	12,18
Regressão	NS	L <sup>1</sup>	NS	NS	L <sup>2</sup>

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $p<0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear.

<sup>1</sup>  $Y = 42,43 - 0,45x$  ( $R^2 = 0,91$ );

<sup>2</sup>  $Y = 1,36 + 0,059x$  ( $R^2 = 0,91$ );

Aos 21 dias, os valores de colesterol total sanguíneo ( $\text{mg dl}^{-1}$ ) apresentaram uma queda linear ( $p < 0,05$ ) com o aumento da inclusão de estévia. Ao comparar cada um dos níveis de inclusão com o tratamento controle observou-se que a partir de 5,0%, de inclusão os tratamentos com níveis de estévia diferem do tratamento sem inclusão (Tabela 8). Aos 42 dias, não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) para nenhum dos parâmetros bioquímicos mensurados no sangue.

Uma justificativa para a redução da concentração sérica de colesterol total pode ser decorrente da presença de flavonoides no resíduo de estévia. Avaliando-se efeitos antioxidantes em extratos de folhas de estévia, Ruiz et al. (2015) encontraram uma porcentagem de 3,93% de flavonoides na planta. Igarashi e Ohmuma (1995) comprovaram a capacidade dos flavonóides reduzirem o colesterol sérico total em ratos.

**Tabela 8.** Colesterol total ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), triglicerídeos ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), glicose ( $\text{mg dl}^{-1}$ ), Hdl ( $\text{mg dl}^{-1}$ ) e Ldl ( $\text{mg dl}^{-1}$ ) (média  $\pm$  erro padrão) séricos de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia.

Resíduo de estévia	Colesterol Total	Triglicerídeos	Glicose	HDL	LDL
21 dias					
0,0	89,76 $\pm$ 3,39	84,63 $\pm$ 3,53	232,30 $\pm$ 2,01	22,12 $\pm$ 1,33	42,46 $\pm$ 2,02
2,5	81,46 $\pm$ 2,97	88,44 $\pm$ 1,48	241,90 $\pm$ 2,06	23,60 $\pm$ 1,54	33,71 $\pm$ 1,82
5,0	73,10 $\pm$ 1,12*	80,00 $\pm$ 3,63	238,08 $\pm$ 2,21	24,37 $\pm$ 1,46	41,49 $\pm$ 0,87
7,5	73,69 $\pm$ 2,28*	88,61 $\pm$ 1,24	232,00 $\pm$ 2,51	23,00 $\pm$ 0,50	41,87 $\pm$ 2,66
10,0	68,59 $\pm$ 1,55*	85,03 $\pm$ 3,30	240,00 $\pm$ 2,41	25,67 $\pm$ 0,60	38,06 $\pm$ 2,78
CV (%)	6,35	7,62	3,28	10,80	12,40
Regressão	L <sup>1</sup>	NS	NS	NS	NS
42 dias					
0,0	125,31 $\pm$ 6,49	80,84 $\pm$ 0,60	215,50 $\pm$ 2,02	27,33 $\pm$ 1,48	80,32 $\pm$ 9,55
2,5	113,28 $\pm$ 3,38	93,02 $\pm$ 1,09	225,50 $\pm$ 2,93	24,37 $\pm$ 2,53	75,41 $\pm$ 5,04
5,0	120,24 $\pm$ 5,77	91,96 $\pm$ 1,78	224,17 $\pm$ 0,44	30,50 $\pm$ 1,55	70,84 $\pm$ 0,57
7,5	116,61 $\pm$ 4,03	89,31 $\pm$ 2,41	217,33 $\pm$ 1,69	23,25 $\pm$ 1,51	73,59 $\pm$ 2,77
10,0	117,46 $\pm$ 4,38	92,60 $\pm$ 3,84	224,87 $\pm$ 1,78	31,25 $\pm$ 1,59	74,60 $\pm$ 7,34
CV (%)	9,79	5,78	2,30	16,82	10,10
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear.

<sup>1</sup>  $Y = 87,338 - 2,004x$  ( $R^2 = 0,90$ );

Para a qualidade da carne do peito avaliando-se a luminosidade, cor, pH e capacidade de retenção de água (CRA) não foram observados efeitos ( $P>0,05$ ) pelos diferentes níveis de inclusão de estévia (Tabela 9). O pH do peito após 15 minutos do abate encontrou-se dentro do limite estabelecido para aves (6,2 a 6,6). O pH é uma variável muito importante, pois está relacionado com a qualidade em geral das fibras musculares. Em condições normais, ocorre a redução do pH, resultado da utilização das reservas de glicogênio via glicólise, que tem, como produto, o ácido lático. Sob condições anormais, essa queda pode ser acelerada nas primeiras horas, com isso pode ocorrer a desnaturação das proteínas da carne interferindo assim em outros aspectos, como a luminosidade e capacidade de retenção de água (Dransfield and Sosnicki 1999). Pode-se inferir, então, que a inclusão do resíduo da estévia não interferiu na conversão do músculo em carne, conseqüentemente, não prejudicou os aspectos de qualidade da mesma.

**Tabela 9.** Parâmetros de cor, pH e capacidade de retenção de água da carne do peito (média  $\pm$  erro padrão) de frangos de corte de 42 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis de estévia.

Resíduo de estévia	Luminosidade	Intensidade de vermelho/verde	Intensidade de amarelo/azul	pH	CRA (%)
0,0	55,23 $\pm$ 0,31	12,68 $\pm$ 0,26	9,63 $\pm$ 0,50	6,50 $\pm$ 0,15	16,29 $\pm$ 0,55
2,5	53,21 $\pm$ 0,60	13,48 $\pm$ 0,50	9,41 $\pm$ 0,32	6,52 $\pm$ 0,06	13,57 $\pm$ 0,78
5,0	55,06 $\pm$ 0,45	13,59 $\pm$ 0,18	9,59 $\pm$ 0,58	6,48 $\pm$ 0,07	17,74 $\pm$ 2,19
7,5	54,25 $\pm$ 0,27	13,22 $\pm$ 0,20	8,77 $\pm$ 0,65	6,55 $\pm$ 0,13	13,16 $\pm$ 1,27
10,0	53,21 $\pm$ 0,35	13,94 $\pm$ 0,20	8,59 $\pm$ 0,70	6,37 $\pm$ 0,20	21,45 $\pm$ 1,82
CV (%)	0,59	4,21	8,34	2,28	6,19
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo. pH mensurado 15 minutos *post mortem*.

A oxidação lipídica da carne apresentou interação entre os níveis de resíduo de estévia e tempo de armazenamento (Tabela 10). Desdobrando a interação, foi observado que ao dia 0, a maior concentração de malonaldeído (MDA) encontrada foi para as dietas sem inclusão de estévia. No entanto, para as carnes avaliadas no dia 3, a maior oxidação

foi observada para os tratamentos de 0,0%, 5,0% e 7,5% de inclusão de estévia. No dia 6, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. E para os dias 9 e 12, o tratamento que apresentou maior oxidação foi de 5,0% de inclusão. Já para os níveis de inclusão de resíduo de estévia, foi observado que a concentração de malonaldeído aumentou a partir do dia 3, para o tratamento contendo 2,5% de inclusão, e a partir do dia 9 para os tratamentos contendo de 5,0% a 10,0% de resíduo de estévia.

O desenvolvimento da rancidez oxidativa agrava-se durante o armazenamento da carne. Os ácidos graxos insaturados produzem vários elementos da oxidação, como o malonaldeído, que é medido pela reação com o ácido tiobarbitúrico para encontrar os valores de TBA, ou substâncias reativas ao TBARS, que é utilizado para estimar o desenvolvimento da oxidação em alimentos cárneos (Adegoke et al. 1998). Ao avaliarem a composição do óleo essencial das folhas de estévia, Muanda et al. (2011) encontraram mais de 33 componentes, como carvacol, ácido gálico, catequinas, quercetinas, todos considerados com propriedades antioxidantes. Pode-se concluir, então, que a estévia possui efeitos favoráveis para a qualidade de carne, prevenindo-a dos danos oxidativos durante seu armazenamento.

**Tabela 10.** Desdobramento dos valores de TBARS expressos como mg de MDA/kg da carne de coxa e sobrecoxa de frangos alimentados com dietas contendo níveis de resíduo de estévia em diferentes dias de armazenamento.

Resíduo de estévia	Tempo (dias)					Média tratamentos
	0	3	6	9	12	
0,0	0,83±0,02 a A	0,92±0,02 a A	1,03±0,19 a A	1,20±0,03 a B	1,24±0,02 a BC	1,04
2,5	0,41±0,02 b B	0,54±0,06 ab B	0,56±0,01 ab A	0,60±0,07 ab C	0,77±0,07 a D	0,58
5,0	0,45±0,06 b B	0,95±0,02 b A	0,96±0,16 b A	1,74±0,09 a A	2,00±0,12 a A	1,22
7,5	0,39±0,06 c B	0,94±0,02 b A	0,93±0,09 b A	1,27±0,11 ab B	1,44±0,10 a B	0,99
10,0	0,50±0,05 b B	0,60±0,02 b B	0,64±0,07 b A	1,00±0,03 a B	1,04±0,05 a CD	0,76
Média tempo	0,52	0,79	0,82	1,16	1,30	
CV (%)						47,11
Anova						P-valor
Tratamento						0,0001
Tempo						0,0001
Tratamento x Tempo						0,0001

CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear; Q = Quadrático.

<sup>ab</sup> Letras minúsculas na mesma linha e <sup>AB</sup> Letras maiúsculas na mesma coluna se diferem entre si pelo teste de Tukey 5%



Para o peso relativo dos órgãos linfoides (timo, baço e bolsa cloacal) observou-se efeito linear crescente ( $p < 0,05$ ) para o timo e bolsa cloacal, e efeito linear negativo ( $p < 0,05$ ) para o baço (Tabela 11). Comparando-se cada nível de inclusão com o controle, observou-se diferença no tratamento de 10% para o timo, 5,0%; 7,5% e 10,0% para o baço e 7,5% e 10% para a bolsa cloacal. O aumento do peso do timo e da bolsa cloacal podem ser explicados pela alta produção de anticorpos em resposta à vacina contra Newcastle aplicada aos 14 dias de idade, porém o baço não obteve o comportamento esperado. Esperava-se efeito positivo sobre o peso relativo do baço também, já que o mesmo também faz parte da resposta imunológica (Isaković and Janković 1964).

Considera-se que resposta causada pelo aumento do peso dos órgãos, ocorreu devido à presença de maiores quantidades de estévia incluída na dieta dos animais, já que, em sua composição química, a estévia apresenta substâncias, como polifenóis e flavonoides capazes de estimularem a produção de anticorpos (Boonkaewwan et al. 2006).

**Tabela 11.** Peso relativo (%) (média  $\pm$  erro padrão) de timo, baço e bolsa cloacal de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo de estévia.

Resíduo de estévia (%)	Timo	Baço	Bolsa Cloacal
0,0	0,44 $\pm$ 0,01	0,12 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01
2,5	0,43 $\pm$ 0,01	0,11 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,01
5,0	0,46 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,01*	0,18 $\pm$ 0,01
7,5	0,46 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01*	0,21 $\pm$ 0,01*
10,0	0,49 $\pm$ 0,01*	0,09 $\pm$ 0,01*	0,21 $\pm$ 0,02*
CV (%)	4,32	8,72	10,21
Regressão	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	L <sup>3</sup>

\* Significativo pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear.

<sup>1</sup>  $Y = 0,43 + 0,006x$  ( $r^2 = 0,75$ );

<sup>2</sup>  $Y = 0,12 + 0,003x$  ( $r^2 = 0,79$ );

<sup>3</sup>  $Y = 0,16 + 0,004x$  ( $r^2 = 0,86$ );

Houve interação entre os níveis de resíduo de estévia e o tempo em horas na reação interdigital à fitohemaglutinina (Tabela 12). Desdobrando a interação, após 6 horas da inoculação, os tratamentos se mantiveram iguais. Depois de 12 horas, os tratamentos de

2,5% e 10,0% de inclusão apresentaram maior reação. Após 24 horas, o tratamento com 10,0% de estévia se apresentou maior reação, diferenciando apenas dos tratamentos com 2,5% e 7,5% de inclusão. Passadas 48 e 72 horas os tratamentos não apresentaram diferenças entre si. Para o tratamento controle, os valores mensurados se mantiveram iguais em todas as horas, não havendo reação. Com 2,5% de inclusão, às 12 horas a reação apresentou-se maior em relação à 24 e 72 horas. Para 5,0%, a maior reação foi observada após 48 horas. Para o tratamento com 7,5% de inclusão, as reações se mantiveram iguais em todas as horas. E para 10,0% de inclusão, a maior reação foi encontrada após 48 horas, sendo maior que a reação após 72 horas.

A reação interdigital à fito hemaglutinina avalia a imunidade mediada por células, ao correlacioná-la com o aumento de peso do timo e bolsa cloacal, pode-se inferir que os animais alimentados com o resíduo de estévia obtiveram a resposta imunológica aperfeiçoada. Em trabalho realizado com humanos, Boonkaewwan et al. (2006) observaram que o esteviosídeo, componente utilizado para a fabricação de adoçantes, foi capaz de aumentar a liberação de citocinas pró-inflamatórias ao avaliar a atividade anti-inflamatória do mesmo.

**Tabela 12.** Desdobramento dos valores de reação interdigital a fitohemaglutinina (mm) (média ± erro padrão) em frangos de corte com 21 dias de idade, alimentados com dietas com diferentes níveis de resíduo de estévia.

Resíduo de estévia	Tempo (horas)					Média tratamentos
	6	12	24	48	72	
0,0	0,78±0,01 a A	0,71±0,02 a B	0,69±0,05 a AB	0,71±0,01 a A	0,76±0,01 a A	0,72
2,5	0,75±0,04 ab A	0,87±0,03 a A	0,59±0,01 b B	0,71±0,02 ab A	0,66±0,01 b A	0,72
5,0	0,74±0,02 b A	0,57±0,01 c C	0,71±0,02 b AB	0,89±0,01 a A	0,78±0,04 ab A	0,71
7,5	0,61±0,07 a A	0,63±0,03 a BC	0,63±0,04 a B	0,68±0,13 a A	0,62±0,05 a A	0,63
10,0	0,77±0,01 bc A	0,84±0,02 ab A	0,86±0,02 ab A	0,95±0,04 a A	0,66±0,02 c A	0,82
Média tempo	0,71	0,69	0,70	0,79	0,70	
CV (%)						16,10
Anova						P-valor
Tratamento						0,0001
Tempo						0,0442
Tratamento x Tempo						0,0005

CV = Coeficiente de variação; NS = Não-significativo; L = Linear; Q = Quadrático.

<sup>ab</sup> Letras minúsculas na mesma linha e <sup>AB</sup> Letras maiúsculas na mesma coluna se diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

## Conclusão

O resíduo de estévia apresentou 1268,60 e 1237,91 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente, não interferiu no ganho de peso e conversão alimentar até 2,5% de inclusão nas rações de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, porém, influenciou positivamente a qualidade de carne e as atividades antioxidante e anti-inflamatória.

## Referências

- Abou-Arab, A.E., Abou-Arab, A.A., and Abu-Salem, M.F. 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science* **4**: 269-281.
- Adegoke, G., Kumar, M.V., Krishna, A.G., Varadaraj, M., Sambaiah, K., and Lokesh, B. 1998. Antioxidants and lipid oxidation in foods-A critical appraisal. *Journal of Food Science and Technology* **35**: 283-298.
- Adeola, O., and Ileleji, K. 2009. Comparison of two diet types in the determination of metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles for broiler chickens by the regression method. *Poultry Science* **88**: 579-585.
- Alvares, M., Bazzone, R., Godoy, G., Cury, R., and Botion, L. 1981. Hypoglycemic effect of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Proc. First Brazilian Seminar on *Stevia rebaudiana*. Instituto Tecnológico de Alimentos Campinas, Brazil.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Decuypere, E., Geuns, J., and Buyse, J. 2008. Evaluation of supplementary stevia (*Stevia rebaudiana*, bertoni) leaves and stevioside in broiler diets: effects on feed intake, nutrient metabolism, blood parameters and growth performance. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **92**: 640-649.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Buyse, J., Decuypere, E., and Geuns, J. 2011. Empleo potencial de stevia rebaudiana en alimentación animal. *Archivos de Zootecnia* **60**: 133-136.
- Boeckh, E. 1981. *Stevia rebaudiana* Bertoni—Cardio-Circulatory Effects of Total Aqueous Extract in Normal Person and of Stevioside in Rats and Frogs. Proc. First Brazilian Seminar on *Stevia rebaudiana* Bertoni. Instituto Tecnológico Alimentos, Campinas, Brazil, 11p.
- Boonkaewwan, C., Toskulkao, C., and Vongsakul, M. 2006. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of stevioside and its metabolite steviol on THP-1 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**: 785-789.
- Boulianne, M.; King, A. J. 1995. Biochemical and color characteristics of skinless bone less papel chicken breast meat. *Poultry Science*, v.**74**, p.1693-1698.

- Coelho da Silva, J.F., and Leão, M.I. 1979. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livrocerees.
- Corrier, de; DeLoach, JR. 1990. Evaluation of cell-mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. *Poultry Science*, v.69, p.403–408.
- de Brito, M.S., de Oliveira, C.F.S., da Silva, T.R.G., de Lima, R.B., Morais, S.N., and da Silva, J.H.V. 2008. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos–revisão. *Acta Veterinaria Brasilica* **2**: 111-117.
- Decuyper, E., Buyse, J., Scanes, C., Huybrechts, L., and Kühn, E. 1987. Effects of hyper- or hypothyroid status on growth, adiposity and levels of growth hormone, somatomedin C and thyroid metabolism in broiler chickens. *Reproduction Nutrition Développement* **27**: 555-564.
- Dransfield, E., and Sosnicki, A. 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* **78**: 743-746.
- Fagundes, N.S. 2011. Desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.
- Gasmalla, M.A.A., Yang, R., Amadou, I., and Hua, X. 2014. Nutritional composition of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaf: effect of drying method. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* **13**: 61-65.
- Goto, A., e Clemente, E. 2004. Influência do rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do esteviosídeo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **18**: 3-6.
- Igarashi, K.; Ohmuma, M. 1995. Effects of isorhamnetin, rhamnetin, and quercetin on the concentrations of cholesterol and lipoperoxide in the serum and liver and on the blood and liver antioxidative enzyme activities of rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, v. 59, n. 4, p. 595-601, ISSN 0916-8451.
- Isaković, K., and Janković, B.D. 1964. Role of the Thymus and the Bursa of Fabricius in Immune Reactions in Chickens II. *International Archives of Allergy and Immunology* **24**: 296-310.
- Kim, I.-S., Yang, M., Lee, O.-H., and Kang, S.-N. 2011. The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *LWT-Food Science and Technology* **44**: 1328-1332.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry* **132**: 1121-1132.
- Matterson, L. D.; Potter, L. M.; Stutz, M. W. and Singsen, E. P. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. *Agricultural Experiment Station, Technical Report* 7:11.

- Melis, M. 1996. A crude extract of *Stevia rebaudiana* increases the renal plasma flow of normal and hypertensive rats. *Brazilian journal of medical and biological research= Revista Brasileira de Pesquisas Medicas e Biologicas* **29**: 669-675.
- Mishra, P., Singh, R., Kumar, U., and Prakash, V. 2010. *Stevia rebaudiana*—A magical sweetener. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* **5**: 62-74.
- Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B., and Dicko, A. 2011. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *LWT-Food Science and Technology* **44**: 1865-1872.
- Nakamura, M.; Katok, K. 1985. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. *Bull. Ishikawa Prefect College Agricultural*, v.11, p.45-49.
- Olivo, R.; Soares, A. L.; Ida, E. I.; Shimokomaki, M. 2001. Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. *Journal of Food Biochemistry*, v.25, p.271-283.
- Oviedo, C., Fronciani, G., Moreno, R., and Maas, L. 1970. Hypoglycemic action of *Stevia rebaudiana*. *Excerpta Medica* **209**: 92.
- Periche, A., Koutsidis, G., and Escriche, I. 2014. Composition of antioxidants and amino acids in *Stevia* leaf infusions. *Plant Foods for Human Nutrition* **69**: 1-7.
- Rostagno, H. S. [et al]. 2017. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*. 4 ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV.
- Ruiz Ruiz, J.C., Moguel Ordoñez, Y.B., Matus Basto, Á., and Segura Campos, M.R. 2015. Antioxidant capacity of leaf extracts from two *Stevia rebaudiana* Bertoni varieties adapted to cultivation in Mexico. *Nutricion Hospitalaria* **31**.
- Sakomura, N. K.; Rostagno, H. S. 2016. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. 2 ed. Jaboticabal:Funep.
- Signoretto, R.D., Coelho da Silva, J., and Valadares Filho, S. 1999. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e exigências de energia metabolizável, nutrientes digestíveis totais e proteína metabolizável de bezerros da raça holandesa. *Revista Brasileira de Zootecnia* **28**: 214-221.
- Silva, D., and Queiroz, A.d. 1981. *Análise de alimentos:(métodos químicos e biológicos)*. UFV, Imprensa Universidade Viçosa.
- Sorensen, G.; Jorgensen, S. S. 1996. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, v.202, p.205-210.
- Van Laack, R. L. J. M.; Liu, C. H.; Smith, M. O.; Loveday, H. D. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, v.79, p.1057-1061.

#### **IV- Cálices de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) como aditivo natural na alimentação de frangos de corte na fase de crescimento**

**RESUMO** - O trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de cálices de hibisco como aditivo na alimentação de frangos de corte na fase de 28 aos 42 dias de idade e seus efeitos sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne. Foram utilizados 450 frangos de corte, de 28 dias de idade, da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60% de inclusão de hibisco) e seis repetições de 15 aves por unidade experimental. O ganho de peso piorou ( $p < 0,05$ ) com o aumento da inclusão de hibisco, no entanto, não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) para o consumo de ração e conversão alimentar. O hibisco não apresentou efeito ( $p > 0,05$ ) sobre o peso relativo dos órgãos gastrointestinais, com exceção do peso relativo do intestino delgado ( $p < 0,05$ ). Para o rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal, a inclusão de hibisco não apresentou efeito ( $p > 0,05$ ). Para a qualidade de carne, foi observada uma queda linear do pH de coxa e sobrecoxa e peito ( $p < 0,05$ ) conforme os níveis de hibisco. Houve redução linear da luminosidade ( $p < 0,05$ ), aumento da perda de peso por cocção ( $p < 0,05$ ) e uma resposta quadrática para força de cisalhamento da carne do peito, na qual o ponto mínimo encontrado foi com 0,26% de hibisco. A adição de hibisco na dieta de frangos não promoveu melhorias no desempenho das aves e rendimento de carcaça dos 28 aos 42 dias de idade.

Palavras-chave: Aditivos, desempenho, qualidade de carne, rendimento de carcaça.

#### **IV- Hibiscus calyxes (*Hibiscus sabdariffa*) as a natural additive in the feeding of broilers in the growth phase**

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the use of hibiscus calyxes as a natural additive in the feeding of broiler chickens from 28 to 42 days of age and its effects on performance, carcass yield and meat quality. A total of 450 broilers of 28 days of age from the Cobb commercial line were used in a completely randomized experimental design with five treatments (0.0, 0.15, 0.30, 0.45 and 0.60% of hibiscus inclusion) and six replicates of 15 birds per experimental unit. The weight gain worsened ( $p < 0.05$ ) with the increase of the hibiscus inclusion, however, no differences ( $p > 0.05$ ) were observed for feed intake and feed conversion. Hibiscus had no effect ( $p > 0.05$ ) on the relative weight of the gastrointestinal organs, except for the relative weight of the small intestine ( $p < 0.05$ ). For the carcass yield, cuts and percentage of abdominal fat, the inclusion of hibiscus had no effect ( $p > 0.05$ ). For meat quality, a linear decrease of thigh and overcook and breast pH ( $p < 0.05$ ) was observed according to the levels of hibiscus. There was a linear reduction of the luminosity ( $p < 0.05$ ), increase of the weight loss by cooking ( $p < 0.05$ ) and a quadratic response for shear force of the meat of the chest, in which the minimum point was 0, 26% hibiscus. The addition of hibiscus into the broiler diet did not promote improvements in poultry performance and carcass yield from 28 to 42 days of age.

**Keywords:** Additives, performance, meat quality, carcass yield.



## Introdução

Para que o Brasil se mantenha como um dos maiores produtores mundiais de frangos de corte, se faz necessário a adequação a algumas exigências do mercado externo, principalmente da União Europeia, que vem impondo algumas proibições quanto ao uso de antibióticos como melhoradores de crescimento. Surge assim, pesquisas em busca de aditivos alternativos que atendam essas exigências, mantendo os bons índices produtivos e qualidade dos produtos para os consumidores (Araujo et al. 2007).

Entre as principais alternativas como aditivos naturais na alimentação animal encontra-se o *Hibiscus sabdariffa* (Martins 1994). Seu cálice, na forma desidratada, é utilizado para a produção de algumas bebidas, conservantes, alimentos e antioxidantes (Maciel et al. 2012).

De fato as sementes e os cálices do hibisco contém uma maior atividade antioxidante do que as outras partes da planta (folhas e caules), o cálice em específico é onde encontra-se a maior quantidade de antocianinas (Tsai et al. 2002) e tocoferóis vitâmeros  $\alpha$  e  $\beta$ -tocoferóis, sendo o  $\alpha$ -tocoferol o mais abundante apresentando em torno de 39mg/100 g (Jabeur et al. 2018)

Em avaliação *in vitro*, utilizando extrato aquoso, feito com pó de flores secas de *Hibiscus sabdariffa*, obtiveram um conteúdo total de polifenóis de 101,34 mg/g de pó e uma capacidade antioxidante total de 844,42  $\mu\text{mol L}^{-1}/\text{g}$  de chá (dos Anjos et al. 2017). Sendo assim, tem sido demonstrado que estes polifenóis podem atuar como ótimos antioxidantes, sequestrando eficazmente os radicais livres (Ali et al. 2005).

Com isso torna-se importante a avaliação de aditivos naturais na dieta de animais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de cálices hibisco desidratados em pó incluídos como aditivo natural na alimentação de frangos de corte na fase de 28 a 42

dias de idade e seus efeitos sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no aviário do setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UEM protocolo número: 7413140917. Foram utilizados 450 frangos de corte, de 28 dias de idade, da linhagem comercial Cobb, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60% de inclusão de hibisco), seis repetições e 15 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em um galpão climatizado, com sistema de ventilação com pressão negativa, placa evaporativa, comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple*, sendo a água e a ração fornecidas à vontade. O galpão foi subdividido em boxes 1,0 metros de largura x 2,0 metros de comprimento. O programa de luz utilizado durante o experimento foi de 23 horas de luz (natural + artificial) e 1 hora de escuro, até o abate.

Os cálices de hibisco utilizados no experimento, já secos, foram moídos em moinho tipo faca (peneira dotada de furos de 2mm de diâmetro) e submetidos à análise bromatológica realizada no Laboratório de Alimentação e Nutrição Animal (LANA/UEM), apresentaram: 83,36% de matéria seca, 6,31% de proteína bruta, 96,70 g/kg da MS de FDN, 102,29 g/kg da MS de FDA, 321,15 mg/g de polifenóis, 139,80 mg/g de flavonoides.

As rações experimentais (Tabela 1) foram isonutritivas, com níveis crescentes de inclusão de hibisco, sendo fornecidas a partir dos 28 dias de idade e formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais para frangos de cortes machos de desempenho médio, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011).

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada da ração experimental de frangos de corte na fase de crescimento (28 a 42 de idade).

Milho	64,00
Farelo de soja 45%	28,76
Fosfato bicálcico	1,13
Calcário calcítico	0,91
Óleo de soja	3,00
Sal comum	0,45
DL-Metionina, 98%	0,25
L-Lisina HCL, 78%	0,24
L-Treonina, 98%	0,06
Suplemento Min-Vit. <sup>1</sup>	0,40
Inerte <sup>2</sup>	0,20
<b>Composição calculada</b>	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3125
Proteína bruta (%)	18,50
Fibra bruta (%)	2,67
Met + Cis Digestível (%)	0,76
Lisina Digestível (%)	1,04
Treonina Digestível (%)	0,67
Valina Digestível (%)	0,77
Cálcio (%)	0,68
Fósforo Disponível (%)	0,32
Cloro (%)	0,32
Potássio (%)	0,71
Sódio (%)	0,19
BED (mEq/kg) <sup>3</sup>	180,00

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral para fase de crescimento (Conteúdo por kg de ração): Vit. A (acetato de retinol), 9000,00 UI/kg; Vit. D3 (colecalférol), 1800,00 UI/kg; Vit. E (acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol), 28,00 UI/kg; Vit. B1 (tiamina), 1,20 mg/kg; Vit. B2 (riboflavina), 4,00 mg/kg; B6 (piridoxina), 1,80 mg/kg; Vit. B12 (cianocobalamina), 12,00 mcg/kg; Vit. K3 (menadiona dimetilpirimidinol), 1,67 mg/kg; Pantotenato de cálcio 10,00 mg/kg; Niacina, 28,00 mg/kg; Ácido fólico, 0,56 mg/kg; Biotina, 0,06 mg/kg; Colina, 220,00 mg/kg; BHT (hidroxitolueno butilado), 4,00 mg/kg; Zinco, 56,00 mg/kg; Ferro 48,00 mg/kg; Manganês, 60,00 mg/kg; Cobre, 10,80 mg/kg; Iodo, 1,00 mg/kg; Cobalto, 0,20 mg/kg; Selênio, 0,29 mg/kg.<sup>2</sup>Inerte: Caulim; <sup>3</sup>BED: Balanço eletrolítico da dieta. A inclusão dos diferentes níveis de hibisco foi realizada em substituição ao inerte.

Para avaliação dos parâmetros de desempenho, foram realizadas pesagens das aves e das rações experimentais aos 28 e 42 dias de idade, para calcular o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Aos 42 dias de idade, uma ave por unidade experimental foi selecionada pelo peso médio (média $\pm$ 5%), e os órgãos do trato gastrointestinal (proventrículo, moela, pâncreas, fígado, intestino delgado e grosso) foram colhidos e pesados em balança de precisão (0,001g), e calculado o peso relativo dos órgãos em comparação com o peso vivo (peso do órgão / peso vivo) x 100. Também foi mensurado o comprimento do intestino delgado.

Para análises do rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade, uma ave de cada unidade experimental foi selecionada pelo peso médio (média $\pm$ 5%), abatidas após jejum de seis horas, mediante insensibilização por eletrochoque, associado ao sacrifício por sangria da veia jugular. Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça, pescoço e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves. Para o rendimento dos cortes, considerou-se o rendimento do peito inteiro (com pele e ossos), pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), e asas que foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, moela, pro-ventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada conforme descrito por Smith (1993). Sendo posteriormente pesada e calculada em relação ao peso vivo da ave.

Para a avaliação da qualidade da carne foram colhidas amostras do peito (*Pectoralis major*) e da coxa e sobrecoxa de uma ave por unidade experimental aos 42 dias de idade para avaliação dos parâmetros de pH, cor (L\*, a\* e b\*), perda de peso por cocção (PPC), capacidade de retenção (CRA) e força de cisalhamento (FC).

O pH foi mensurado no file de peito e na coxa e sobrecoxa 15 minutos *post mortem*. O pH foi mensurado com auxílio de um phmetro de contato (marca Testo® -

modelo 205) introduzido diretamente na parte superior do filé do peito e na coxa e sobre coxa, conforme descrito por Boulianne e King (1995) e adaptado por Olivo et al. (2001). A coloração do peito e da coxa e sobrecoxa foi mensurada utilizando-se colorímetro portátil (modelo CR-400 Konica Minolta) com as seguintes configurações: Luminosidade D65; 0° ângulo de visão e *auto-average* em três pontos diferentes da superfície da coxa e peito segundo metodologia descrita por (Van Laack et al. 2000). Os componentes L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho e verde) e b\* (componente amarelo e azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

O músculo do peito do lado esquerdo foi utilizado para análise da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), e o musculo do peito do lado direito para análise da perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada, utilizando-se o método por centrifugação proposto por Nakamura e Katok (1985). As amostras de 1g de músculo do peito cru foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 1.500 rpm durante quatro minutos, pesadas em balança analítica (0,001g) e secas em estufa a 70°C por 12 horas, após o resfriamento foram pesadas novamente para o cálculo da CRA, em porcentagem.

Para avaliação de PPC, amostras de peito de aproximadamente 200g foram pesadas, embaladas em papel laminado e assadas em chapa elétrica de modelo comercial, com aquecimento até 180°C. Quando atingiram a temperatura interna de 35°C, as amostras foram viradas e mantidas desta forma até que a temperatura das mesmas atingisse 80°C. Posteriormente, foram retiradas e mantidas em repouso, por 30 minutos para estabilizar a temperatura ambiente e serem pesadas novamente, obtendo-se, assim, o peso após o cozimento (Honikel, 1998).

As amostras utilizadas para FC foram as mesmas utilizadas na determinação da PPC. Após o cozimento, foram aparadas e cortadas em cinco retângulos (2,0 x 2,0 x 2,3

cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina no texturômetro (modelo TAXT2i), acoplado com a probe 29 *Warner-Bratzler Shear Force*, mecânico, calibrado com peso-padrão de 5 kg e velocidade do seccionador de 3 mm/minuto, fornecendo a medida da força de cisalhamento da amostra em quilograma força (kgf).

Os dados obtidos em cada parâmetro foram analisados utilizando-se o programa estatístico SAEG (1998). Após a análise de variância, quando significativo ( $P < 0,05$ ), os graus de liberdade foram desdobrados em polinômios ortogonais e analisados por regressão. Para comparar cada um dos níveis de inclusão de hibisco com o grupo controle foi realizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## **Resultados e discussão**

O aumento da inclusão do hibisco nas rações das aves diminuiu linearmente ( $p < 0,05$ ) o ganho de peso, sem proporcionar efeito ( $p > 0,05$ ) sobre o consumo de ração e a conversão alimentar (Tabela 2). No entanto, para o ganho de peso, não foram observadas diferenças ao comparar a média do tratamento controle com as médias dos tratamentos de inclusão.

O ganho de peso pode ter sido influenciado pela ação inibitória que o hibisco possui sobre as enzimas  $\alpha$ -amilase e lipase pancreáticas (Preuss et al. 2007; Carvajal-Zarrabal et al. 2009). A inibição dessas enzimas tem como consequência uma atividade digestiva deficiente, podendo provocar assim a queda do desempenho animal.

**Tabela 2.** Desempenho produtivo (média  $\pm$  erro-padrão) de frangos de corte de 28 - 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo hibisco.

Hibisco (%)	Ganho de peso (kg)	Consumo de ração (kg)	Conversão alimentar
0,00	1,36 $\pm$ 0,01	2,43 $\pm$ 0,02	1,787 $\pm$ 0,005
0,15	1,37 $\pm$ 0,01	2,44 $\pm$ 0,01	1,782 $\pm$ 0,015
0,30	1,34 $\pm$ 0,01	2,45 $\pm$ 0,02	1,820 $\pm$ 0,013
0,45	1,32 $\pm$ 0,01	2,40 $\pm$ 0,01	1,810 $\pm$ 0,017
0,60	1,32 $\pm$ 0,01	2,41 $\pm$ 0,02	1,817 $\pm$ 0,014
CV (%)	1,81	1,56	1,57
Regressão	L <sup>1</sup>	NS	NS

\*Não significativo pelo teste de Dunnett a 5%. CV= Coeficiente de variação., Ns = Não-significativo, L=Linear

<sup>1</sup> Y = 1,366 - 0,075x; (r<sup>2</sup> = 0,90);

Com o aumento da inclusão de hibisco, foi observada resposta linear crescente ( $p < 0,05$ ) para o peso relativo do intestino delgado, aos 42 dias (Tabela 3). Este resultado é indicativo de menor capacidade de utilização de nutrientes, já que o aumento do peso intestinal pode ser uma resposta adaptativa pela falta de enzimas endógenas (Brenes et al. 1993).

**Tabela 3.** Peso relativo dos órgãos (%) e comprimento (cm) do intestino delgado (média  $\pm$  erro-padrão) de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo hibisco.

Hibisco (%)	Proventrículo	Moela	Fígado	Pâncreas	Intestino Delgado	Intestino Delgado (cm)
0,00	0,39 $\pm$ 0,04	1,18 $\pm$ 0,03	1,94 $\pm$ 0,08	0,17 $\pm$ 0,01	1,77 $\pm$ 0,06	191,17 $\pm$ 5,39
0,15	0,39 $\pm$ 0,01	1,16 $\pm$ 0,05	1,97 $\pm$ 0,10	0,18 $\pm$ 0,01	1,77 $\pm$ 0,07	188,17 $\pm$ 4,39
0,30	0,38 $\pm$ 0,02	1,18 $\pm$ 0,03	1,96 $\pm$ 0,06	0,21 $\pm$ 0,01	1,88 $\pm$ 0,06	191,33 $\pm$ 3,96
0,45	0,39 $\pm$ 0,03	1,20 $\pm$ 0,03	1,96 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,01	1,91 $\pm$ 0,11	192,83 $\pm$ 6,49
0,60	0,42 $\pm$ 0,02	1,29 $\pm$ 0,06	1,99 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,01	1,98 $\pm$ 0,09	196,00 $\pm$ 5,35
CV (%)	16,8	10,31	9,92	13,43	11,61	7,45
Regressão	NS	NS	NS	NS	L <sup>1</sup>	NS

\* Não significativo pelo teste de Dunnett a 5%. CV= Coeficiente de variação, Ns = Não-significativo, L=Linear

<sup>1</sup> Y = 1,72 + 0,44x (R<sup>2</sup> = 0,95)

O rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal dos frangos aos 42 dias de idade alimentados com hibisco na dieta (Tabela 4) não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ) com a inclusão de hibisco na dieta. Resultados semelhantes foram

encontrados por Rizzo et al. (2010), que utilizaram complexos de extratos vegetais em níveis crescentes na alimentação de frangos de corte.

**Tabela 4.** Rendimento (%) de carcaça e cortes e (%) de gordura abdominal (média  $\pm$  erro-padrão) de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo hibisco.

Hibisco (%)	Carcaça	Peito	Coxa	Asa	Gordura
0,00	71,14 $\pm$ 0,36	41,27 $\pm$ 0,39	30,55 $\pm$ 0,35	17,04 $\pm$ 0,31	1,54 $\pm$ 0,04
0,15	71,21 $\pm$ 0,34	41,36 $\pm$ 0,60	30,63 $\pm$ 0,33	17,01 $\pm$ 0,32	1,57 $\pm$ 0,07
0,30	71,54 $\pm$ 0,55	42,07 $\pm$ 0,17	30,77 $\pm$ 0,28	16,55 $\pm$ 0,29	1,49 $\pm$ 0,05
0,45	71,61 $\pm$ 0,27	42,13 $\pm$ 0,25	30,86 $\pm$ 0,33	17,34 $\pm$ 0,22	1,57 $\pm$ 0,07
0,60	72,10 $\pm$ 0,40	42,50 $\pm$ 0,61	30,94 $\pm$ 0,18	16,14 $\pm$ 0,3	1,64 $\pm$ 0,07
CV (%)	4,06	6,76	7,84	5,24	10,47
Regressão	NS	NS	NS	NS	NS

\* Não significativo pelo teste de Dunnett a 5%, CV= Coeficiente de variação, Ns = Não-significativo.

Para a qualidade de carne de coxa e peito (Tabelas 5 e 6), obteve-se uma resposta linear decrescente para o pH ( $p < 0,05$ ), com a inclusão de hibisco. Segundo Dransfield e Sosnicki (1999), a velocidade de queda de pH pode variar entre linhagens e indivíduos. Tipicamente, valores de pH aferidos em 15 minutos após o abate variam de 6,2 a 6,6 em aves. Desta forma, tanto para carne da coxa como para a do peito o pH se manteve dentro dos valores padrão mesmo com a inclusão do hibisco.

Para a luminosidade do peito, foi observada uma resposta linear decrescente ( $p < 0,05$ ) com a inclusão de hibisco (Tabela 6). Valores contrários aos encontrados por Oda et al. (2003), que observaram uma relação na qual a redução do pH apresentou filés de peito de frango mais claros, e em peitos mais escuros o valor do pH aumentou. O pH ácido interfere na coloração da carne, pois pode comprometer diretamente na ligação da água com as proteínas presentes no tecido muscular, o que promove desnaturação das mesmas, afetando suas propriedades de reflexão de luz (Petracci et al. 2013).

A perda de peso por cocção apresentou efeito linear crescente ( $p < 0,05$ ) com o aumento da inclusão de hibisco (Tabela 6). Observou-se que a menor perda de peso por cocção ocorreu com um pH de 6,55; e a maior com um pH de 6,41. Pode-se inferir que a



desnaturação proteica causada pela redução do pH comprometeu a capacidade do músculo em reter água. Roque-Specht et al. (2009), em avaliação dos parâmetros de qualidade de peitos de frango, os autores também perceberam uma relação inversa dos valores de pH com a capacidade de retenção de água durante o cozimento.

A carne do peito apresentou diferença para a força de cisalhamento ( $P < 0,05$ ), sendo observado efeito quadrático, com o ponto mínimo estimado ao nível de 0,26% de hibisco. A capacidade de retenção de água está relacionada também ao aspecto da carne antes do processamento e quando o músculo perde essa capacidade, a textura e a maciez da mesma são afetadas (Shimokomaki 2006).

**Tabela 5.** Qualidade da carne (média  $\pm$  erro-padrão) mensurada na coxa e sobrecoxa de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo hibisco.

Hibisco (%)	pH	Luminosidade	Intensidade de vermelho/verde	Intensidade de amarelo/azul
0,00	6,40 $\pm$ 0,06	55,50 $\pm$ 1,21	7,51 $\pm$ 0,97	5,27 $\pm$ 0,45
0,15	6,34 $\pm$ 0,07	54,77 $\pm$ 1,22	7,36 $\pm$ 0,47	4,35 $\pm$ 0,27
0,30	6,31 $\pm$ 0,03	54,66 $\pm$ 0,45	7,25 $\pm$ 0,87	4,67 $\pm$ 0,17
0,45	6,26 $\pm$ 0,06	54,41 $\pm$ 0,26	7,17 $\pm$ 0,21	4,71 $\pm$ 0,69
0,60	6,20 $\pm$ 0,13	54,29 $\pm$ 0,51	6,68 $\pm$ 0,63	4,82 $\pm$ 0,48
CV (%)	3,27	4,20	24,41	25,79
Regressão	L <sup>1</sup>	NS	NS	NS

\* Não significativo pelo teste de Dunnett a 5%, CV= Coeficiente de variação, Ns = Não-significativo, L=Linear

<sup>1</sup>Y = 6,395 - 0,313x ( $r^2 = 0,98$ )

**Tabela 6.** Qualidade da carne (média  $\pm$  erro-padrão) mensurada no peito de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo hibisco.

Hibisco (%)	pH	Luminosidade	Intensidade de vermelho/verde	Intensidade de amarelo/azul	CRA (%)	PPC (%)	FC
0,00	6,55 $\pm$ 0,05	49,86 $\pm$ 1,64	5,93 $\pm$ 0,97	5,13 $\pm$ 0,87	67,62 $\pm$ 2,72	19,68 $\pm$ 0,30	3,42 $\pm$ 0,15
0,15	6,54 $\pm$ 0,02	50,07 $\pm$ 0,74	4,98 $\pm$ 0,86	4,12 $\pm$ 0,66	67,30 $\pm$ 2,66	23,50 $\pm$ 0,30	2,94 $\pm$ 0,11
0,30	6,45 $\pm$ 0,05	49,22 $\pm$ 1,22	4,84 $\pm$ 0,40	5,08 $\pm$ 0,82	66,23 $\pm$ 2,52	23,15 $\pm$ 1,27	2,78 $\pm$ 0,15
0,45	6,42 $\pm$ 0,05	48,91 $\pm$ 1,40	4,87 $\pm$ 0,33	5,19 $\pm$ 0,43	66,19 $\pm$ 2,47	22,82 $\pm$ 2,39	3,24 $\pm$ 0,16
0,60	6,41 $\pm$ 0,09	46,79 $\pm$ 0,68	4,83 $\pm$ 0,44	4,24 $\pm$ 0,33	63,29 $\pm$ 3,50	24,71 $\pm$ 2,58	3,77 $\pm$ 0,24
CV (%)	2,36	6,71	32,31	38,16	11,61	19,46	13,83
Regressão	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	NS	NS	NS	L <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>

\* Não significativo pelo teste de Dunnett a 5%, CV= Coeficiente de variação, Ns = Não-significativo, L=Linear, CRA= Capacidade de retenção de água, PPC= Perda por cocção, FC= Força de cisalhamento.

<sup>1</sup>Y = 6,56 - 0,28x (r<sup>2</sup> = 0,84)

<sup>2</sup>Y = 51,28 - 6,766x (r<sup>2</sup> = 0,88)

<sup>3</sup>Y = 2954,36 + 7,896x (r<sup>2</sup> = 0,62)

<sup>4</sup>Y = 3,404 - 0,044x + 0,0008x<sup>2</sup> (r<sup>2</sup> = 0,416) Ponto de mínimo= 0,26%

## Conclusão

A adição de hibisco na dieta de frangos, nos níveis avaliados neste trabalho, não promoveu melhorias no desempenho das aves e rendimento de carcaça dos 28 aos 42 dias de idade.

## Referências

- Ali, B.H., Wabel, N.A., and Blunden, G. 2005. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L.: a review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* **19**: 369-375.
- Araujo, J.A., Silva, J.H.V., Lima Amâncio, A.L., Lima, M.R., and Lima, C.B. 2007. Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasílica* **1**: 69-77.
- Brenes, A., Smith, M., Guenter, W., and Marquardt, R. 1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat-and barley-based diets. *Poultry Science* **72**: 1731-1739.
- Boulianne, M.; King, A. J. 1995. Biochemical and color characteristics of skinless bone less papel chicken breast meat. *Poultry Science*, **74**:1693-1698.
- Carvajal-Zarrabal, O., Hayward-Jones, P., Orta-Flores, Z., Nolasco-Hipólito, C., Barradas-Dermitz, D., Aguilar-Uscanga, M., and Pedroza-Hernández, M. 2009. Effect of *Hibiscus sabdariffa* L. dried calyx ethanol extract on fat absorption-excretion, and body weight implication in rats. *BioMed Research International* **2009**.
- dos Anjos, J.C., Munhoz, M.P., da Silva, V.N., Tirapeli, K.G., Pereira, A.A.F., and Nakamune, A.C.d.M.S. 2017. Estudo in vitro da atividade antioxidante de *Hibiscus Sabdariffa* L. *Revista Saúde UniToledo* **1**.
- Dransfield, E., and Sosnicki, A. 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* **78**: 743-746.
- Jabeur, I., Pereira, E., Barros, L., Soković, M., and Ferreira, I.C. 2018. *Hibiscus sabdariffa* L. como uma fonte de nutrientes, compostos bioativos e agentes corantes. V Encontro de Jovens Investigadores do Instituto Politécnico de Bragança.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science – Journal - Elsevier*. **49**:447-457.
- Maciel, M.J., Paim, M.P., Carvalho, H.H.C., and Wiest, J.M. 2012. Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) como fator de proteção antibacteriana e antioxidante. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* **71**: 462-470.

- Martins, E.R. 1994. Plantas Medicinais. Imprensa Universitaria UFVicososa **220**.
- Nakamura, M.; Katok, K. 1985. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. Bull. Ishikawa Prefect College Agricultural, **11**:45-49.
- Oda, S., Schneider, J., Soares, A., Barbosa, D., Ida, E., Olivo, R., and Shimokomaki, M. 2003. Detecção de cor em filés de peito de frango. Revista Nacional da Carne **28**: 30-34.
- Olivo, R.; Soares, A. L.; Ida, E. I.; Shimokomaki, M. 2001. Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. Journal of Food Biochemistry, **25**:271-283.
- Petracci, M., Mudalal, S., Bonfiglio, A., and Cavani, C. 2013. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. Poultry Science **92**: 1670-1675.
- Preuss, H.G., Echard, B., Bagchi, D., and Stohs, S. 2007. Inhibition by natural dietary substances of gastrointestinal absorption of starch and sucrose in rats and pigs: 1. Acute studies. International Journal of Medical Sciences **4**: 196.
- Rizzo, P.V., Menten, J.F.M., Racanicci, A.M.C., Traldi, A.B., Silva, C.S., and Pereira, P.W.Z. 2010. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia **39**: 801-807.
- Roque-Specht, V.F., Simoni, V., Parise, N., and Cardoso, P.G. 2009. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. Current Agricultural Science and Technology **15**.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, S. A.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R.F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, p. 186.
- Shimokomaki, M.O., R.; Terra, NN; Franco, BDG de M. . 2006. Fatores que influenciam as características das matérias-primas e suas implicações tecnológicas. Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes: 17-27.
- Smith, M. O. 1993. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. Poultry Science **72**:1146-1150.
- Tsai, P.-J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. Food Research International **35**: 351-356.
- Van Laack, R., Liu, C.-H., Smith, M., and Loveday, H. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. Poultry Science **79**: 1057-1061.

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de frangos de corte no Brasil tem se mostrado crescente e cada vez mais competitiva, entretanto, o principal fator limitante hoje é o custo da alimentação. Com a busca por alimentos alternativos e aditivos naturais na dieta de frangos de corte, é necessário que sejam realizadas pesquisas em vários aspectos para que os índices zootécnicos dos animais não sejam prejudicados. Atualmente, os resíduos industriais e até mesmo subprodutos de alimentos têm sido estudados para possíveis substituições na dieta animal, na intenção de reduzir os custos de produção e conseqüentemente reduzir os impactos ambientais causados pelas indústrias.

A produção de estévia e hibisco vêm aumentando mundialmente, com a mudança de consciência sobre alimentação e vida saudável. Estes compostos apresentam características nutricionais e antioxidantes importantes. Apesar de ambos os alimentos não terem apresentado melhora no desempenho dos animais, pode-se observar que o resíduo de estévia preveniu os danos oxidativos da carne e influenciou positivamente na atividade imunológica.

Considerando os resultados positivos obtidos com relação aos parâmetros avaliados, sugere-se pesquisas envolvendo a suplementação destes ingredientes em rações de frangos que fossem desafiados imunologicamente para que desta forma, sejam observadas as reações destas substâncias em relação ao sistema imunológico da ave. Sugere-se também, estudos quanto aos valores da inclusão desses ingredientes na alimentação de frangos de corte, em relação aos custos de produção.