

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

FERNANDA HELOISA LITZ

**SORGO GRÃO E A SUPLEMENTAÇÃO DE CAROTENOIDES EM RAÇÕES PARA
FRANGOS DE CORTE**

UBERLÂNDIA

2018

FERNANDA HELOISA LITZ

SORGO GRÃO E A SUPLEMENTAÇÃO DE CAROTENOIDES EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da
UFU, MG, Brasil.

L782s
2018

Litz, Fernanda Heloisa, 1987

Sorgo grão e a suplementação de carotenoides em rações para
frangos de corte [recurso eletrônico] / Fernanda Heloisa Litz. - 2018.

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.1204>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Veterinária. 2. Sorgo como ração. 3. Carne - Qualidade. 4. Materiais
granulados. I. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949, (Orient.) II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA

Ata da defesa de **TESE DE DOUTORADO** junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: **TESE DE DOUTORADO Nº PPGCV/ 023/ 2018**

Data: 03/12/2018

Hora início: 14:00

Discente: **FERNANDA HELOISA LITZ** - Matrícula – 11413MEV008

Título da Tese: SORGO GRÃO E A SUPLEMENTAÇÃO DE CAROTENOIDES EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

Área de concentração: PRODUÇÃO ANIMAL

Linha de pesquisa: MANEJO E EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DOS ANIMAIS, SEUS DERIVADOS E SUBPRODUTOS

Projeto de Pesquisa de vinculação: PRODUÇÃO E SANIDADE AVÍCOLA

Reuni-se no Bloco 1C, sala 216 - Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores(as) Doutores(as): **Ana Luísa Neves Alvarenga Dias** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; **Robson Carlos Antunes** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, **Ana Carolina Portella Silveira** - INSTITUTO FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO, **Rafael Gustavo Hermes** - DSM NUTRITIONAL PRODUCTS e **Evandro de Abreu Fernandes** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da comissão Dr./Dra. **Evandro de Abreu Fernandes** concedeu a palavra ao(a) candidato(a) para uma exposição do seu trabalho, contando com o tempo máximo de 50 minutos. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a), durante o prazo máximo de (30) minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para resposta. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Comissão Julgadora, em sessão secreta, considerou a candidata Aprovada.

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o (a) candidato (a) aprovado (a)

Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme Regulamento do Programa, Legislação e a Regulamentação Interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar o(a) Presidente encerrou os trabalhos às 17 horas e 25 minutos, lavrou esta ata que será assinada por todos os membros da Comissão Examinadora. Uberlândia, 03 de Dezembro de 2018.

Profa. Dra. Ana Luísa Neves Alvarenga Dias

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Prof. Dr. Robson Carlos Antunes

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Profa. Dra. Ana Carolina Portella Silveira

INSTITUTO FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

Dr. Rafael Gustavo Hermes

DSM NUTRITIONAL PRODUCTS

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

ORIENTADOR



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Portella Silveira, Usuário Externo**, em 12/02/2019, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Evandro de Abreu Fernandes, Presidente**, em 18/02/2019, às 10:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Robson Carlos Antunes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/02/2019, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Luisa Neves Alvarenga Dias, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/02/2019, às 16:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Gustavo Hermes, Usuário Externo**, em 27/02/2019, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1001249** e o código CRC **751ECA02**.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FERNANDA HELOISA LITZ - Nascida em Curitiba, Paraná, em 19 de Janeiro de 1987, filha de Almir Litz e Beatriz Garcia Litz. Médica veterinária graduada pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em agosto de 2010. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) no ano de 2008. Em 2011 iniciou o curso de Mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias na UFU, na área de concentração em Produção Animal, obtendo o título de Mestre em Nutrição Animal no ano de 2013. Em 2014 iniciou o curso de Doutorado pela mesma universidade, na área de Produção Animal com a linha de pesquisa em Manejo e eficiência de produção dos animais, seus derivados e subprodutos. Foi bolsista da Capes no período de 2016 a 2018. Em 2016 recebeu o título de especialista em “Controle de qualidade de processos alimentícios” pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Atua nas áreas de avicultura, nutrição de monogástricos, tecnologia e qualidade de carne.

Dedico este trabalho à minha família
e a equipe AVIEX-UFU.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda sabedoria e proteção divina ao longo desta caminhada.

A minha família, aos meus queridos pais Almir e Beatriz, minha irmã Isabelly e minha amada sobrinha Rafaella, que sempre me apoiaram em todas as etapas da minha vida, especialmente na minha carreira profissional, muitas das vezes sem entender o porquê de tanto estudo e horas fora do cotidiano familiar. Obrigada pelo carinho, amor, paciência e auxílio de sempre...amo muito vocês!

Ao meu grande orientador e querido amigo Prof. Evandro, por todos os ensinamentos, palavras, publicações e trabalhos. Um exemplo de família, humildade, educação e por tudo que fez por todos esses anos pelo nosso grupo de pesquisa. Um exemplo de profissional a ser seguido e que só contribuiu com minha formação, meu muito obrigada!

A todos os demais professores que contribuíram e muito para a minha formação em especial ao Prof. Robson e Profa. Mara, por quem carrego um carinho especial.

Aos meus amigos e colegas que dividiram comigo essa longa jornada de pós-graduação, só quem realmente passa por isso sabe o quanto é laboroso, cansativo, mas no final tudo vale a pena. Obrigada pelos momentos de lazer, diversão e claro de muito trabalho, em especial agradeço muito aos meus queridos amigos João Paulo Bueno, Ana Carol Portella, Luciana Ruggeri, Livia Mendonça, Alexandre Bicalho, Carla Cristian.

A minha querida equipe de trabalho AVIEX! Como crescemos, evoluímos, aprendemos juntos durante todos esses anos, anos esses de muito empenho e trabalho, mas sempre de muita descontração e alegria, dividir todos esses anos ao lado de vocês tornou tudo mais fácil. Muito orgulho de fazer parte desta equipe e de tudo que alcançamos: resumos, artigos, capítulo de livros, premiações! Vou leva-los para sempre em meu coração! Em especial Veridiana, Marina, Sâmela, Carol, Letícia, Flávia e Brenda!

A Aline Ferreira e ao Prof. Lucio Girão por toda a ajuda durante o desenvolvimento do experimento e após na elaboração das análises, juntamente com a equipe da Unesp-Botucatu e Universidade Federal de Uberlândia campus Patos de Minas, meu muito obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante meu doutorado.

Enfim, a todos aqueles que de qualquer maneira contribuíram para minha formação e que estiveram do meu lado durante esta jornada.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei
para que o melhor fosse feito...”*

(Marthin Luther King)

*“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas
grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que
alinhar-se com os pobres de espírito, porque vivem
numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem
vitória, nem derrota.”*

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

É constante a procura por ingredientes energéticos alternativos a serem utilizados nas rações animais e o sorgo destaca-se como um bom substituto ao milho. Sendo assim, objetivou-se avaliar a utilização do sorgo grão em diferentes granulometrias e com a inclusão de carotenoides sintéticos em dietas de frangos de corte sobre desempenho, rendimento de carcaça, morfometria intestinal e qualidade de carne. O trabalho foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado, constituído de quatro rações experimentais: à base de milho (M), à base de sorgo moído (SM) e incluído de carotenoides sintéticos (SMC) e à base de sorgo grão inteiro (SI), todas elas isoenergéticas e isonutrientes, utilizando 960 aves, machos e fêmeas, sendo 240 por tratamento. Foram mensuradas as variáveis: peso vivo, consumo de ração, conversões alimentares real e tradicional, rendimento de carcaça e de cortes, peso da moela e intestino delgado; para avaliar a qualidade de carne foram analisados o pH às quatro e 24 horas *post-mortem*, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colorimetria e composição centesimal da musculatura do peito dos frangos. A ração de SI proporcionou um maior desenvolvimento de moela, embora aos 7 dias não houve diferenças no peso vivo e conversão alimentar entre as dietas. As dietas SM e SMC proporcionaram maiores valores de peso vivo aos 28 dias do que SI. As conversões alimentares real e tradicional aos 40 dias foram iguais para as rações de sorgo, com um melhor rendimento de carcaça em SM e SMC. Não houve diferenças nas variáveis pH às 4 horas *post-mortem*, PPC e FC. O valor de pH 24 horas post mortem foi menor para os animais alimentados milho comparado com as rações SM e SI e igual a com inclusão do carotenoide. Para a luminosidade e a tendência ao vermelho o filé de peito dos frangos da dieta SMC diferiu dos da ração de milho, porém na tendência para o amarelo alcançou o mesmo valor do milho e ambos maiores do que as rações SM e SI. A inclusão dos carotenoides na ração proporcionou uma carne de peito com maior teor de proteína comparado ao milho e um menor teor de gordura dentre todas as rações testadas. Conclui-se que o sorgo moído pode substituir integralmente o milho nas rações para frangos de corte sem comprometimento de desempenho e rendimento de carcaça e parâmetros de qualidade e no quesito coloração, com a adição do carotenoide consegue-se o mesmo padrão das dietas de milho além de ter um menor teor de gordura na musculatura do peito. Destaca-se ainda que o sorgo grão inteiro é zootecnicamente viável além do benefício econômico no processamento das rações.

Palavras-chave: conversão alimentar, granulometria, moela, qualidade de carne, rendimento de carcaça

ABSTRACT

The demand for alternative energy ingredients to be used in animal feed is constant, and sorghum stands out as a good substitute for corn. This study aimed to evaluate the use of grain sorghum in different granulometries and the inclusion of synthetic carotenoids in broiler diets on performance, carcass yield, intestinal morphometry and meat quality. This study was developed in a completely randomized design, consisting of four experimental feed: corn (M), ground sorghum (SM) and the inclusion of synthetic carotenoids (SMC) and whole sorghum (SI), all of them isoenergetic and isonutrients, using 960 birds, males and females, being 240 per treatment. The following variables were analyzed: body weight, feed intake, real and traditional feed conversion, carcass and cut yield, gizzard and small intestine weight; to evaluate meat quality were analyzed the pH at four and 24 hours *post-mortem*, cooking losses, shear force, colorimetry and centesimal composition of broilers breast meat. The SI feed provided a greater gizzard development, although at 7 days there were no differences in body weight and feed conversion between diets. The SM and SMC provided higher values of body weight at 28 days than SI. The real and traditional feed conversions at 40 days were the same for sorghum feeds, with better carcass yield in SM and SMC. There were no differences in the variables pH at 4 hours *post mortem*, PPC and FC. The value of pH 24 hours *post mortem* was lower for corn compared to SM and SI feed and similar to inclusion of carotenoids. For luminosity and tendency to red the SMC breast fillet was statistically different from the corn feed, but in tendency to yellow reached the same value of the corn and both larger than the SM and SI. The carotenoids inclusion in the diet provided a breast meat with higher protein content compared to corn and lower fat content among all the feeds tested. It can be concluded that ground sorghum can completely replace corn in broiler diets without compromising performance, carcass yield and quality parameters, and in the coloring matter, with the carotenoid addition the same pattern of corn diets is achieved besides having a lower fat content in the breast musculature. It is also worth noting that whole grain sorghum is zootechnically viable besides the economic benefit in feeds processing

Key words: feed conversion, granulometry, gizzard, meat quality, carcass yield

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Aspecto visual da cor de pés de frangos de corte submetidos à dietas de milho (M), sorgo (SM) e sorgo com a inclusão de carotenoides (SMC). 21
- Figura 2.** Inglúvio (à esquerda) e moela (à direita) de frangos de corte aos sete dias de idade alimentados com dietas de sorgo grão inteiro a partir do primeiro dia de criação. 24
- Figura 3.** Estrutura química de alguns carotenoides 25
- Figura 4.** Representação do espaço colorimétrico $L^*a^*b^*$. 28

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Composição do milho e sorgo grão	20
------------------	----------------------------------	-----------

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho (M) e sorgo (SM, SMC, SI) para frangos de corte nas fases pré-inicial (1-8 dias), inicial (9-21 dias), crescimento (22-35dias) e final (36-40 dias).	40
Tabela 2.	Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAR) e tradicional (CAT) de frangos de corte (lote misto) aos 7, 28 e 40 dias alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI).	43
Tabela 3.	Pesos absolutos (g) e relativos (%) de órgãos do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 7 e 40 dias de idade alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI).	44
Tabela 4.	Peso das aves ao abate (P), porcentagens de rendimento de carcaça (RC), peito com (PCO) e sem osso (PSO), asas (A) e coxas e sobrecoxas (CSX) de frangos de corte aos 40 dias, alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI).	45

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho (M) e sorgo (SM, SMC, SI) para frangos de corte nas fases pré-inicial (1-8 dias), inicial (9-21 dias), crescimento (22-35dias) e final (36-40 dias).	65
Tabela 2.	Valores médios de pH às 4 e 24hrs pós-abate, perda de peso por cozimento (%), força de cisalhamento (N), de colorimetria (L*, *a, *b) da carne de peitos de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou sorgo e a inclusão de carotenoides.	66
Tabela 3.	Composição centesimal da carne de peito de frangos alimentados com dietas de milho, sorgo grão moído ou inteiro e a inclusão de carotenoides	67

LISTA DE ABREVIATURAS

a*: tendência ao vermelho

A: asas

AVIEX: Grupo de Pesquisa de Avicultura Experimental

b*: tendência ao amarelo

CAR: conversão alimentar real

CAT: conversão alimentar tradicional

CEUA: Comitê de Ética em Utilização de Animais

CR: consumo de ração

CSX: coxas e sobrecoxas

DFD: dry, firm, dark

DGM: diâmetro geométrico médio

EE: extrato etéreo

FC: força de cisalhamento

L*: luminosidade

M: ração à base de milho

MM: matéria mineral

MS: matéria seca

N: Newton

P: peso vivo de machos ao abate

PB: proteína bruta

PCO: peito com osso

pH: potencial hidrogeniônico

PNA's: polissacarídeos não amiláceos

PPC: perda de peso por cozimento

PSE: pale, soft, exsudative

PSO: peito sem osso

PV: peso vivo

RC: rendimento de carcaça

SI: ração à base de sorgo grão inteiro

SM: ração à base de sorgo moído

SMC: ração à base de sorgo moído com inclusão de carotenoides sintéticos

UFU: Universidade Federal de Uberlândia

UMI: umidade

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
1. Introdução	17
2. Revisão de Literatura	18
2.1 Sorgo grão	18
2.1.1 Sorgo grão na nutrição de aves	22
2.1.1 Sorgo grão inteiro	23
2.2 Carotenoides	25
2.2.1 Uso de Carotenoides em dietas de aves	26
2.3 Qualidade de carne	27
Referências	30
CAPÍTULO II- Parâmetros zootécnicos e morfometria do trato gastrointestinal de frangos de corte em dietas de sorgo grão e a inclusão de carotenoides	36
Abstract	37
Resumo	37
Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão	42
Conclusão.....	46
Referências	46
CAPÍTULO III- Qualidade do filé de peito (<i>Pectoralis major</i>) de frangos de corte submetidos a dietas de sorgo grão e a inclusão de carotenoides	50
Resumo	51
Abstract	52
Introdução	53
Material e Métodos	54
Resultados e Discussão	56
Conclusão	60
Referências	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
ANEXO A- Aprovação do Comitê de Ética	69
ANEXO B- Normas do periódico <i>Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia</i>	70
ANEXO C- Normas do periódico <i>Ciência Rural</i>	74

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

(Redigido de acordo com as normas da Biblioteca-UFU)

1. INTRODUÇÃO

A Avicultura mostra-se um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro, destacado por um alto volume de exportação do setor, parque agroindustrial moderno, boa qualidade de produção e de seus produtos industriais processados e grande capacidade de concorrência mundial. A carne de frango é uma das mais consumidas em todo o mundo, principalmente atualmente no qual busca-se constantemente por um alimento mais saudável. Pelo fato da criação de frangos de corte ter um fluxo de produção contínuo e um tempo de produção relativamente rápido comparado à outras espécies animais, muito tem-se estudado sobre os fatores que podem intervir diretamente na produção. Dentre estes fatores, destacam-se o melhoramento genético, sanidade, manejo, ambiência e a nutrição animal.

Dentre os ingredientes utilizados nas formulações de rações avícolas o milho e a soja são os mais comuns, porém, a oscilação dos preços e o uso desses ingredientes na alimentação humana bem como na indústria de biocombustível faz com que seja constante a busca por ingredientes alternativos visando bons índices de desempenho bem como uma diminuição dos custos de produção. Visto que a participação do milho nas rações animais corresponde de 60 a 70% dos custos (CAROLINO et al., 2014), alimentos energéticos que possam substituir em rações de frangos são opções para nutricionistas em determinadas épocas do ano (LEITE et al., 2011).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um ingrediente com composição muito semelhante à do milho principalmente no que se refere à energia metabolizável (SEDGHI et al., 2010), o que o torna possível sua utilização nas rações avícolas como um ingrediente energético. O uso do sorgo na alimentação de frangos de corte torna-se atrativo por não comprometer o desempenho das aves. Além disso pode ser utilizado na forma de grão inteiro com benefícios na redução do custo de produção das rações (FERNANDES et al., 2013) e por estimular a musculatura da moela e permitir uma maior digestão enzimática (MACLEOD, 2013), desta forma podendo interferir diretamente na digestibilidade das rações bem como no rendimento e qualidade da carne dos frangos. Mesmo com todos esses benefícios, o uso do sorgo é questionado devido ao fato, ao contrário do milho, deste ser deficiente em xantofilas e carotenoides (MOURA et al., 2010) e estes são responsáveis pela coloração tanto da gema de ovos bem como da pele e carne de frangos, porém este fato facilmente pode ser revertido com a associação de pigmentantes nas rações.

Os carotenoides são um grupo de pigmentos encontrados na natureza e que contribuem na coloração de frutos e vegetais com as cores amarela e vermelha (COOPER, ELDRIDGE e PETERS, 1999). Por esta característica, estes compostos podem ser utilizados na alimentação

de frangos de corte e galinhas poedeiras para garantir a coloração tanto da carcaça como da gema dos ovos (GARCIA et al., 2002). Além de pigmentantes, os carotenoides ainda possuem funções antioxidantes (WILLIAMS et al. 1998), a cantaxantina por exemplo, um tipo de carotenoide, tem sido utilizada nas rações de matrizes de frangos de corte por proteção de danos oxidativos nos tecidos dos frangos no período de incubação e logo após eclosão (ROBERT et al., 2007).

O uso de carotenoides em rações de sorgo para frangos de corte foi estudado apenas com o objetivo pigmentante e pouco se sabe sobre o efeito nos parâmetros zootécnicos bem como de qualidade de carne. Sendo assim objetivou-se avaliar a utilização de sorgo grão inteiro e moído juntamente com a inclusão de carotenoides em dietas de frangos de corte sobre parâmetros zootécnicos, morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carne.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sorgo grão

O sorgo, de nome científico *Sorghum bicolor* L. Moench tem sua origem na África e Ásia. Mesmo tratando-se de uma cultura antiga sua expansão em outras regiões do mundo ocorreu somente a partir do final do século XIX. Por outro lado, seu desenvolvimento no Brasil decorreu apenas a partir da década de 70, sendo os principais estados produtores o Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná (ROSA, 2012).

Com relação a produção mundial de sorgo neste ano de 2018, segundo o levantamento do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), a estimativa de produção para a atual safra é de 58,36 milhões de toneladas, sendo os EUA o maior produtor mundial, com previsão de produção de 9,24 milhões de toneladas, seguido pela Nigéria com 6,55 milhões de toneladas, já o Brasil encontra-se em 9º lugar como produtor mundial. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a estimativa da safra de sorgo de 2017/2018 no Brasil gira em torno de 2,9 milhões de toneladas produzidas em uma área de cultivo de 652,8 mil hectares, sendo os maiores produtores nacionais os estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia (CONAB, 2018).

O sorgo produzido na América do Norte e do Sul, Europa e Austrália tem como destino à alimentação animal, por outro lado em regiões como Ásia, América Central, África, China e Rússia o grão é de grande importância na alimentação humana (RODRIGUES et al., 2002). No entanto, no Brasil, o sorgo como ingrediente para alimentação da população é praticamente inexistente, desta forma, o cultivo deste cereal visa a produção de grãos com o foco em utilização pela indústria da nutrição animal ou ainda para a elaboração de forragens para nutrição de animais ruminantes (QUEIROZ et al., 2014).

No quesito produtividade, o sorgo suporta a produção em solos secos e de baixa fertilidade devido a uma maior conversão de água em matéria seca, além disso são dotados de importantes mecanismos bioquímicos e morfológicos que lhe conferem tolerância a seca (MAGALHÃES et al., 2009). A partir disso, faz com que o retorno econômico da produção do grão de sorgo em regiões de clima seco e quente seja, na maioria das vezes, maior em relação a outros grãos de cereais utilizados na alimentação animal (BRYDEN et al., 2009), como por exemplo, quando comparado ao milho o custo de produção do sorgo chegar a ser 20% menor (FIALHO et al., 2002).

O milho é o principal ingrediente energético utilizado na nutrição animal, principalmente para aves e suínos, sendo que representa cerca de 70 a 80% da composição das rações. Todavia ocorre uma grande variação do preço desse cereal durante todo o ano, bem como uma competição de mercado devido ao seu uso também na alimentação humana, indústria de biocombustível, entre outras. Desta forma, muito tem-se pesquisado a respeito de ingredientes energéticos alternativos como possíveis substitutos do milho em dietas animais, sendo o sorgo considerado um destes.

De manejo muito semelhante ao do milho, além de ter como vantagem uma maior resistência à seca, seu período de semeadura é considerado mais flexível, desta forma pode ser cultivado no período do verão ou ainda no período de “safrinha” (HECKLER; FERNANDES, 2000).

De acordo com Rostagno et al., (2017) o sorgo apresenta um maior teor de amido, cinzas, fibra bruta e proteína do que o milho. Por outro lado, possui um menor valor de energia metabolizável para aves, extrativo não nitrogenado, como também um menor teor de óleo (Tabela 1)

Tabela 1. Composição do milho e sorgo grão

Componentes	Milho grão	Sorgo grão*
Amido %	63,4	66,6
Cinzas %	1,11	1,38
Fibra Bruta %	1,73	2,89
Energia metabolizável (EM) para aves kcal/kg	3364	3204
Extrato etéreo %	3,81	3,35
Extrativo não nitrogenado (ENN) %	74,4	70,7
Proteína Bruta %	7,86	8,75

Fonte: Adaptado de ROSTAGNO et al., 2017 *Sorgo grão baixo tanino

As proteínas no grão de sorgo estão ligadas às prolaminas (kafirinas), o que justifica uma menor digestibilidade dos nutrientes desse grão, que apresenta ainda cerca de 5,6% de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), sendo esses constituídos de 4,6% arabinosilanos e 1% de β -glucanos (RODRIGUES et al., 2002).

Na composição do sorgo ainda existem os chamados compostos fenólicos, com destaque para o tanino, que são substâncias altamente adstringentes e que possuem a capacidade de protegerem o grão de ataque de pássaros como também de patógenos. O tanino é considerado

um fator anti-nutricional, principalmente para os animais monogástricos, pois tem a capacidade de se complexar com proteínas e carboidratos afetando desta forma a digestibilidade dos grãos e também alterando a palatabilidade devido ao seu sabor adstringente (FIALHO; BARBOSA, 2001). Esse composto fenólico ainda tem como ação, a inibição de enzimas nos processos metabólicos do sistema digestivo e por isso pode acarretar em uma diminuição da absorção de nutrientes diretamente através da parede intestinal (FIALHO; BARBOSA, 2001).

A justificativa da não utilização de sorgo nas dietas animais devido ao alto teor de tanino nos grãos atualmente já não se aplica mais. Hoje em dia, utilizam-se os termos sorgo com ou sem tanino e não mais como alto, médio e baixo tanino (KEMM; BRAND, 1996), isto porque descobriu-se que a presença de tanino é controlada por dois pares de genes de caráter qualitativo e dominante (SCHEUERMANN 1998) podendo ser facilmente trabalhado no melhoramento genético de grãos, e hoje, na prática, o cultivo de sorgo com tanino é mínimo e restringe-se à apenas algumas regiões, correspondendo a cerca de 4% do total de sorgo semeado (TSUNECHIRO et al., 2010). Adicionalmente, pesquisas demonstraram que valores percentuais abaixo de 0,70% no grão detectados em análises laboratoriais, são devido a outros fenóis e não propriamente ao tanino condensado e desta forma, estes não seriam prejudiciais quando utilizados nas dietas dos animais (MAGALHÃES et al., 1997).

Uma outra característica dos grãos de sorgo refere-se ao fato da baixa presença de xantofila e carotenos quando comparado com o grão de milho (FERNANDES, 2003). Estes são responsáveis pela pigmentação amarela da pele dos frangos de corte e das gemas de galinhas poedeiras, o que justifica, ao utilizá-los nas rações para esses animais, a inclusão de pigmentantes sintéticos ou naturais buscando o mesmo tom de coloração (Figura 1.)

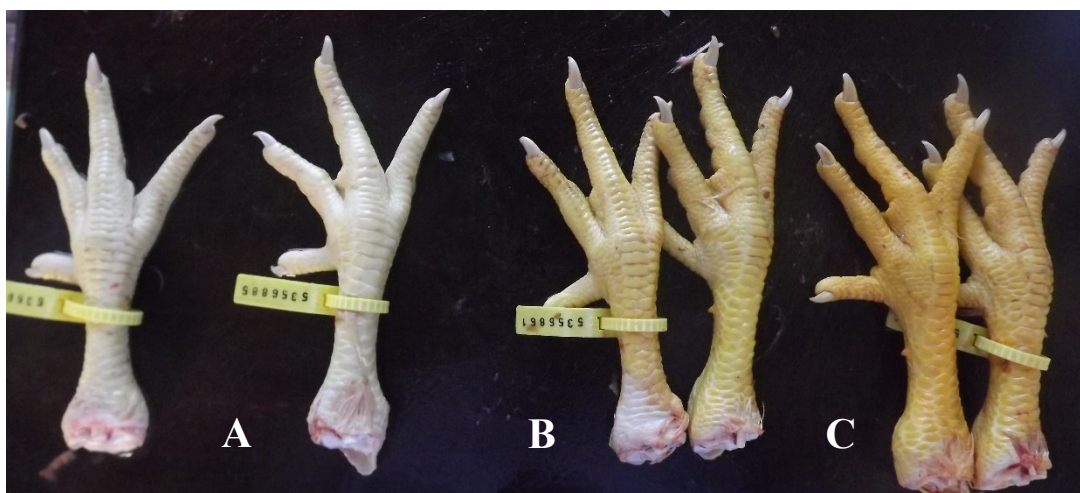


Figura 1. Aspecto visual da cor de pés de frangos de corte submetidos à dietas de sorgo (A), milho (B) e sorgo com a inclusão de carotenoides (C). Fonte: Arquivo Pessoal

2.1.1 *Sorgo grão na nutrição de aves*

Diante desta procura por ingredientes alternativos ao milho nas rações animais, pesquisas foram desenvolvidas com a utilização de sorgo grão em dietas de várias espécies, tais como frangos de corte, perus, codornas, galinhas poedeiras, gansos, entre outras. Algumas com substituição parcial e outras com um nível de até 100% do uso exclusivo do sorgo como fonte energética das dietas.

Garcia et al. (2005) testaram os níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de sorgo como substituto do milho em dieta para frangos de corte e não observaram diferenças para as variáveis de peso vivo, rendimento de carcaça e de cortes. Da mesma forma, Garcia et al. (2013) não observaram nenhum efeito da substituição total (100%) do sorgo pelo milho no desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. Adicionalmente, Fernandes et al. (2013) e Carvalho et al. (2015) observaram que o consumo de ração e conversão alimentar não se mostraram diferentes entre frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas a base de milho ou com sorgo moído.

Pesquisadores, ao utilizarem sorgo baixo tanino em dietas para galinhas poedeiras em um nível de substituição de até 100% ao milho não observaram nenhuma perda no desempenho dessas aves (SUBRAMANIAN; METTA, 2000; MORENO et al., 2007), mas todos os trabalhos ressaltam a importância de se utilizar um pigmentante sintético ou natural para atingir o tom amarelo das gemas, tal como as das dietas de milho.

Em trabalhos com codornas, observou-se que a substituição de até 100% do milho pelo sorgo não compromete os parâmetros de desempenho nem de qualidade de ovos em codornas japonesas, porém novamente ressaltam a importância de um pigmentante incluído na dieta devido à baixa coloração da gema (MOURA et al., 2010). Já para codornas de corte, dietas de sorgo como substituto total do milho também não foram observados alterações em desempenho e rendimento de carcaça e cortes (MORAES et al., 2016).

Ambrósio et al. (2013), não observaram alterações nos parâmetros de desempenho de perus de corte aos 28 dias ao substituir parcialmente e integralmente o milho pelo sorgo nas rações, por outro lado Etuk e Ukaejiofo (2007) observaram melhor desempenho em perus de 0 a 6 semanas que foram alimentados com rações contendo 50% milho e 50% sorgo.

O uso de sorgo em dietas para gansos também foi estudado, buscando avaliar a qualidade do *foie grass* e ainda características de desempenho. Arroyo et al. (2013a) concluíram que a substituição integralmente do sorgo pelo milho resultou em uma melhor conversão alimentar e um maior peso de fígado (*foie grass*). Já Arroyo et al. (2013b) apesar de também

observarem um fígado maior verificaram que este possuía uma cor amarela mais clara do que as dietas de milho, mas constataram valores iguais para peso vivo e consumo de ração.

2.1.2 *Sorgo grão inteiro*

Conforme observado na literatura, muitos trabalhos foram desenvolvidos buscando avaliar a utilização de sorgo grão moído nas dietas animais, seguindo um mesmo padrão de granulometria das rações usualmente utilizadas à base de milho. É comum associar que quanto mais moída for uma ração, melhor será o aproveitamento dos nutrientes devido a maior superfície de contato com os sucos digestivos. No entanto, estudos sobre granulometria para aves têm mostrado que ocorre o contrário (CAROLINO et al., 2014).

Os sistemas de produção para alimentação de aves possuem preferência pela moagem das rações, no entanto sabe-se que se aumenta os custos de produção devido a uma maior necessidade de energia elétrica bem como de transporte desta ração. De acordo com Dozier et al. (2002), o custo de moagem dos cereais representa 25% a 30% do custo de fabricação da ração.

Porém Penz e Magro (1998) descreveram que o tamanho das partículas constituintes das dietas podem influenciar no consumo alimentar como também na digestão dos ingredientes no trato gastrointestinal, devido à uma alteração tanto da anatomia do aparelho digestivo e ainda das secreções digestivas. Desta forma, o estudo dos efeitos físicos das dietas sobre essas possíveis alterações anatômicas e fisiológicas e ainda do comportamento alimentar das aves pode ser um auxiliar na escolha do melhor tamanho de partícula e da forma física da ração (FAVERO et al., 2009).

Macari et al. (2002) observaram que o tamanho das partículas e a forma física de um alimento pode influenciar a velocidade de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal. Da mesma maneira, Nir et al. (1994) observaram que dietas com partículas mais grosseiras resultam em uma taxa de passagem mais lenta pelo tubo gastrintestinal, aumentando assim o tempo de exposição às enzimas digestivas, proporcionando um menor gasto energético para processos tais como apreensão e deglutição da ração, otimizando assim a utilização de energia e a própria digestibilidade dos nutrientes.

Em aves, Mai (2007) observou que partículas mais grosseiras, por exemplo o grão de sorgo inteiro, é capaz de diminuir a taxa de passagem pela moela e desta forma se expõe o conteúdo alimentar à uma maior quantidade de ácido clorídrico, o que levaria possivelmente a

uma maior taxa de digestão dos nutrientes. Complementar a isto, Svihus (2011) afirmou que este aumento no tamanho da moela é em consequência de uma maior necessidade para se reduzir o tamanho das partículas das dietas.

Ao avaliarem a morfometria do trato gastrointestinal em machos e fêmeas de frangos de corte alimentados com dietas à base de sorgo grão inteiro ou moído, Fernandes et al. (2013) concluíram que a moela e o intestino delgado apresentam um maior peso quando da inclusão de sorgo na forma de grão inteiro na dieta e que este uso é possível acima de nove dias de idade dos frangos de corte. Porém Silva et al. (2014) afirmou que o uso de sorgo grão inteiro a partir do primeiro dia de vida do pintinho não comprometeu o peso vivo e ainda observaram um maior peso da moela já com sete dias. O mesmo pode ser observado por Silveira (2014), demonstrado na figura 2, onde verifica-se uma grande presença de sorgo grão inteiro tanto no glúvrio quanto na moela dos frangos de corte com sete dias.



Figura 2. Glúvrio (à esquerda) e moela (à direita) de frangos de corte aos sete dias de idade alimentados com dietas de sorgo grão inteiro a partir do primeiro dia de criação.

Fonte: SILVEIRA, 2014.

Ao pesquisar o sorgo grão inteiro em dietas para frangos de corte, Carvalho et al. (2015) não observaram alterações no desempenho das aves quando comparadas àquelas submetidas a dietas de milho ou de sorgo moído, porém aos 42 dias o consumo de ração e a conversão alimentar foi melhor nas aves alimentadas com sorgo grão inteiro, ressaltando ainda a possível redução de custos na produção das rações por não necessitarem de moagem.

Carolino et al. (2014) ao estudarem o uso de sorgo grão inteiro em rações para frangos de corte, não observaram comprometimento do rendimento de carcaça e cortes bem como da composição bromatológica das carcaças, comparados com milho e sorgo grão moído.

2.2 Carotenoides

Carotenoides são compostos polisoprenóides, constituídos de mais de 35 carbonos, que se dividem em dois grupos, os chamados carotenos ou carotenoides hidrocarbonos (compostos apenas de carbono e hidrogênio, ex: α e β -caroteno e licopeno) e as xantofilas (derivados oxigenados dos carotenos e que contém pelo uma função hidroxí, ceto, epóxi, metoxi ou ácido carboxílico, ex: luteína, zeaxantina e astaxantina) (QUIRÓS; COSTA, 2006).

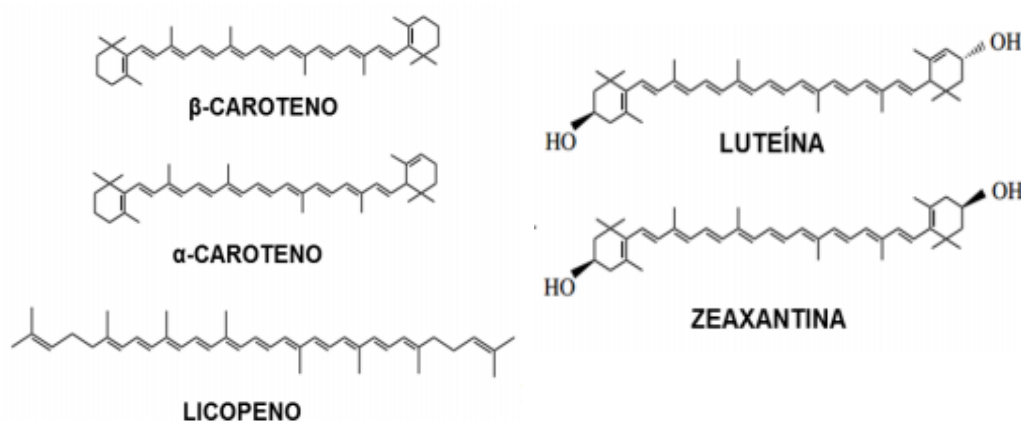


Figura 3. Estrutura química de alguns carotenoides. Fonte: Adaptado de KRINSKY e JOHNSON, 2005

São corantes naturais encontrados em plantas, animais e alguns microorganismos (SILVA; MERCADANTE, 2002) e são responsáveis pelas cores amarelas, laranja e vermelho e que podem ser utilizados para vários fins, seja nas indústrias farmacêutica, alimentícia e de alimentação animal (VALDUGA et al. 2009). São descritas funções pigmentantes, antioxidantes, pró-vitaminas e imunomoduladoras, todas associadas aos carotenoides (WILLIAMS et al. 1998).

Segundo Meléndez-Martínez et al. (2004), os carotenoides α -caroteno, β -criptoxantina e β -caroteno possuem alta atividade pró- vitamina A pois apresentam ao menos um anel ionona no final de sua estrutura. Enquanto isso, a luteína, o licopeno e a cantaxantina tem pouca ou nenhuma atividade pró-vitamina A, pois não apresentam o anel ionona nas suas estruturas químicas. Desta forma, atuam neutralizando os radicais livres e ainda outras espécies reativas de oxigênio, tal como por exemplo o oxigênio singlete, principalmente devido a presença de estruturas de duplas ligações conjugadas em sua estrutura (OLMEDILLA et al., 2001; FERRARI; TORRES, 2002), ressaltando assim a atividade antioxidante.

2.2.1 *Uso de carotenoides em dietas de aves*

As aves não são capazes de sintetizar carotenoides por isto estes devem ser ingeridos via alimentação e a concentração na dieta está relacionada diretamente a sua concentração nos tecidos com capacidade de associar-se principalmente aos lipídios teciduais e células de origem animal, incluindo membranas (BENDICH; OLSON, 1989). As quantidades e disponibilidade de carotenoides nos ingredientes das rações de aves flutuam consideravelmente. Por isso, tornou-se prática comum na indústria avícola adicionar carotenoides à ração para assegurar a quantidade necessária para a pigmentação (HENCKEN, 1992).

A cor da pele das aves é gerada a partir de pigmentos carotenoides presentes na dieta das aves e são depositadas tanto na pele quanto na gordura subcutânea. Na avicultura utiliza-se os carotenoides para pigmentação, além disso estas substâncias também estão envolvidas com o metabolismo do crescimento e fertilidade (SCHIEDT, 1998).

Os pigmentantes sintéticos vêm ganhando espaço no mercado produtor de rações animais, sendo que estes aditivos são utilizados para reforçar os pigmentos naturais contidos nos ingredientes e conferir cor aos produtos animais melhorando seu aspecto visual. Para alcançar a cor desejada, muitos produtores de ração geralmente combinam um carotenoide amarelo (Apo-ester, luteína, zeaxantina) e um vermelho (cantaxantina, citranaxantina, capsantina ou capsorubina) (PEREZ-VANDRELL et al., 2001).

O *carophyll*[®] seria um bom exemplo de aditivo com essa função, sendo composto por duas fontes (*carophyll*[®] amarelo e *carophyll*[®] vermelho), no qual trabalhos observaram diferenças na coloração das gemas de ovos, não influenciando no desempenho produtivo de poedeiras comerciais (GARCIA et al., 2002). A pigmentação de canelas, bico, pele de frangos, como também da gema do ovo, têm importância econômica devido à preferência do consumidor por produtos com cor mais intensa e brilhante, associando a cor a produtos frescos e de melhor qualidade (PASSINATO, 2014).

Um outro uso de carotenoides em dietas de aves foi estudado por Surai et al. (2003), que avaliaram a inclusão de cantaxantina em dietas para aves matrizes de corte e observaram uma redução na susceptibilidade dos tecidos de pintos de corte logo após a eclosão à peroxidação lipídica. Concluíram ainda que esta ação é de extrema importância na avicultura para se controlar o efeito negativo associado à formação de radicais livres devido a condições de estresse, crescimento rápido, altas taxas reprodutivas e a um metabolismo intenso.

ROSA et al. (2012) também ao utilizarem cantaxantina em dietas para matrizes de corte observaram melhores índices de fertilidade, mortalidade embrionária e eclodibilidade ressaltando o poder antioxidante associado aos carotenoides.

2.3 Qualidade de carne

Vários fatores podem influenciar a qualidade da carcaça e da carne de aves, dentre eles: idade, sexo, nutrição, manejo, transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum e métodos de apanha das aves na granja, podem interferir diretamente nos parâmetros de qualidade.

Atualmente, o mercado consumidor está cada vez mais exigente quanto aos aspectos físicos da carne na hora da compra. Essas características juntamente associadas com outros parâmetros tais como aspectos químicos e sensoriais interferem diretamente na qualidade final do produto. Dentre os atributos tecnológicos da carne, destacam-se o potencial hidrogeniônico (pH), a capacidade de retenção de água e ainda a perda de peso por cocção (ALVES; ALBUQUERQUE; BATISTA, 2016). E, adicionalmente, para se determinar o perfil de qualidade da carne ainda se avaliam parâmetros como a cor e textura (GAYA; FERRAZ, 2006).

Um músculo vivo possui o valor do pH de 7,2. Decorrido o processo de abate, a carne continua em um intenso processo bioquímico onde o glicogênio do músculo é transformado em ácido lático a partir da ação de várias enzimas, esta é chamada transformação do músculo em carne. Devido à esta formação ácida, o pH da carne de frango vai diminuindo. Às 24 horas pós-abate se o valor de pH estiver superior a 6,2, a carne de frango estará com uma grande retenção de água, o que implicará em um menor tempo de conservação e ainda uma coloração escura caracterizando a carne DFD (dark, firm, dry – escura, dura e seca). Por outro lado, se o pH estiver abaixo de 5,8 teremos a carne PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole e exsudativa), que é caracterizada por uma baixa retenção de água além de um aspecto pálido e mole (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

A cor é considerada um dos aspectos mais importantes ao consumidor pois a associam à qualidade da carne, seja no momento da escolha do produto e na aceitação no momento do consumo (FLETCHER, 1999). A cor da carne está relacionada diretamente com as fibras musculares, mais precisamente com os pigmentos mioglobina e a hemoglobina. Estas duas substâncias são proteínas associadas ao ferro e que possuem a possibilidade de reagir diretamente com o oxigênio, alterando assim a cor da carne (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Ainda segundo Olivo et al. (2001), a cor observada na superfície das carnes é em decorrência da absorção seletiva da luz pela mioglobina e de outros compostos, como as

fibras musculares e suas proteínas, sendo ainda também influenciada pelo volume de líquido livre presente no interior da carne. Por ser uma avaliação superficial, pode ser feita tanto por um painel sensorial ou ainda através de um colorímetro. Neste último, os parâmetros avaliados baseiam-se no sistema colorimétrico denominado CIELab, através do qual se determinam as escalas de cor pela reflectância da luz em três dimensões (luminosidade, representada por L^* , sendo 0 preto e 100 branco; saturação e tonalidade, sendo $-a^*$ correspondendo ao verde até $+a^*$ ao vermelho e ainda por $-b^*$ correspondendo ao azul e $+b^*$ ao amarelo).

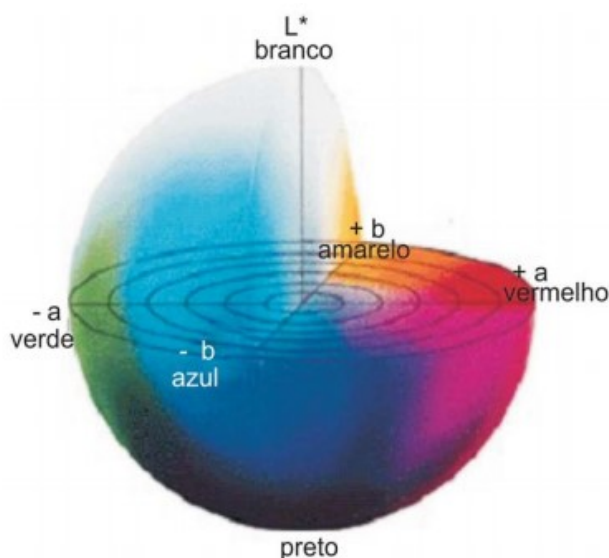


Figura 4. Representação do espaço colorimétrico $L^*a^*b^*$. Fonte: Minolta, 1994.

A capacidade de retenção de água da carne refere-se a habilidade de retenção de líquido mediante a aplicação de força ou de tratamentos externos (SILVA SOBRINHO et al., 2005). Esta, pode ser medida pela perda de peso por cozimento, quando geralmente se utiliza o músculo peitoral da ave (*Pectoralis major*) (MENDES; KOMIYAMA, 2011). É um parâmetro que avalia tanto a qualidade da carne quanto ao seu rendimento após passar por um processo de aquecimento. São as perdas que ocorrem durante o processamento da carne para o consumo (ALBUQUERQUE et al., 2014).

Um dos problemas mais comuns observados na carne de peito de frangos de corte atualmente refere-se a maciez, que geralmente ocorre devido a alterações na estrutura miofibrilar, causadas por um aparecimento rápido do *rigor mortis* (MENDES; KOMIYAMA, 2011). A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular, ou seja, à capacidade de retenção de água da carne, desta forma quanto maior for o conteúdo de água fixada no músculo, maior será a maciez da carne (ANADÓN, 2002). A textura da carne é determinada através de sua força de cisalhamento (BRESSAN, 1998).

Não só as características relacionadas à qualidade de carne como também ao seu valor nutricional, apresentam crescente importância seja para a indústria processadora como também para o consumidor final (PARK et al., 2002). Apesar de não ser considerada um aspecto físico, a composição centesimal também é um auxiliar para se determinar a qualidade da carne de frango e refere-se aos teores de umidade, proteína bruta, cinzas e de extrato etéreo que compõe o tecido cárneo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. F.; BATISTA, A. S. M.; ARAÚJO FILHO, J. T. Fatores que influenciam na qualidade da carne de cordeiros Santa Inês. **Essentia**, v. 16, p. 43, 2014.
- ALVES, M. G. M.; ALBUQUERQUE, L. F.; BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte, **Essentia**, v. 17, n. 2, p. 64-86, 2016.
- AMBRÓSIO, A.; FERNANDES, E. A.; REGINATTO, M. F.; LITZ, F. H.; CARVALHO, C. M. C.; FAGUNDES, N. S.; BARBOSA, L. A. J. Sorgo grão inteiro ou moído em substituição ao milho sob o desempenho de perus aos 28 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 30., 2013, Campinas, **Anais...** Campinas: FACTA, 2013.
- ANADÓN, H. L. S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 2002. 171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- ANDRADE, L. A. **Nanoencapsulamento de carotenoides em dispersão: uma revisão**. 2015. 53p.
- ARROYO, J.; AUVERGNE, A.; DUBOIS, J. P.; LAVIGNE, F.; BIJJA, M.; FORTUN-LAMOTHE, L. Influence of amount and form of sorghum in the diet on the performance of overfed geese, **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n. 4, p. 849-854, 2013a. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00750>
- ARROYO, J.; AUVERGNE, A.; DUBOIS, J. P.; LAVIGNE, F.; BIJJA, M.; BANNELIER, C.; MANSE, H.; FORTUN-LAMOTHE, L. Effects of substituting yellow corn for sorghum in geese diets on magret and foie gras quality, **Poultry Science**, v. 92, n. 9, p. 2448-2456, 2013b. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03136>
- BENDICH, A.; OLSON, J. A. Biological actions of carotenoids. **Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology – FASEB**, v. 3. 1989.
- BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.
- BRYDEN, W. L.; SELLE, P. H.; CADOGAN, D. J.; MULLER, N. D.; JORDAN, D.R.; GIDLEY, M. J.; HAMILTON, W. D. A review of the nutritive value of sorghum for broilers, RIRDC. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Barton, ACT. Publication 09/077. 2009.
- CAROLINO, A. C. X. G.; SILVA, M. C. A.; LITZ, F. H.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. A. Performance and carcass composition of broiler chickens fed diets containing whole grain sorghum. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1139-1148, 2014.
- CARVALHO, L. S. S.; FAGUNDES, N. S.; LITZ, F. H.; SAAR, A. G. L.; FERNANDES, E. A. Sorgo grão inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. Goiânia. v. 11 n. 21, p. 1757-1765, 2015.

CONAB, Análise mensal da produção de Sorgo, Março, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-sorgo/item/download/15915_64ce18c312a235797ecb2981a3f8daf7

COOPER, D.A.; ELDRIDGE, A.L.; PETERS, J.C. Dietary carotenoids and lung cancer: a review of recent research. **Nutrition Reviews**, v. 57, n. 5, p. 133-145, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1999.tb01794.x>

DOZIER, III. W. A.; BEHNKE, K.; KIDD, M.T.; BRANTON, S. L. Reducing utility cost in the feed mill. **Watt Poultry USA**, v.53, p.40 – 44, 2002.

ETUK, E. B.; UKAEJIOFO, U. R. Tannin content and dietary effects of brown coat coloured sorghum on the performance of young local turkey. **Animal Production Research Advances**, v. 3, n. 2, p. 86-90, 2007.

FAVERO, A.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F. MEURER, R. F. P.; OLIVEIRA, R. S.; SENS, R. F. Influence of feed form and corn particle size on the live performance and digestive tract development of turkeys. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 18, p. 772-779, 2009. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00069>

FERNANDES, E.A. **Perspectivas do sorgo no Brasil: produção e qualidade**. In: SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA, 9., Cascavel, 2003. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/nutricao/palestras.asp>

FERNANDES E. A.; PEREIRA W. J. S.; HACKENHAAR L.; RODRIGUES R. M.; TERRA R., The use of whole grain sorghum in broiler feeds, **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.3, p. 217- 222, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000300008>

FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 3, p. 375-382, 2002.

FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H. O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n1p105-111>

FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 228p.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, v. 78, p. 1323-1327, 1999. <https://doi.org/10.1093/ps/78.9.1323>

GARCIA, E. A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 4. n 1, p. 1-4, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2002000100007>

GARCIA, R.G.A.; MENDES, A.; ANDRADE, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S.E.; PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo

alto tanino e baixo tanino. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.6, p.1248-1257, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000600020>

GARCIA, R. G.; MENDES, A.A.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; KOMIYAMA, C. M.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; MARIANO, W. S. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 3, p. 257-262, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000300013>

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos, **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 349-356, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000100058>

HECKLER, J. C.; FERNANDES, F. M. **Sorgo: uma alternativa para cultivo de verão em Mato Grosso do Sul**, Comunicado Técnico Embrapa Agropecuária Oeste, n. 24, p. 1-3, 2000.

HENCKEN, H. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. **Poultry Science**, v. 71, p. 711–717, 1992. <https://doi.org/10.3382/ps.0710711>

KEMM, E.H., BRAND, T.S. Grain sorghum as energy source for growing pigs. **Pig News and Information**, v. 17, p. 87-89, 1996.

KRINSKY, N., I.; JOHNSON, E., J. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 26, n. 6, p. 459-516, 2005.
<https://doi.org/10.1016/j.mam.2005.10.001>

LEITE, P. R. S. C.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; GOMES, N. A.; JARDIM FILHO, R. M. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.3, p. 280-286, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300008>

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed., 296p., 2002.

MACLEOD, M. Nutrition-related opportunities and challenges of alternative poultry production systems. **Lohmann information**, v. 48, n. 2, p. 23-28, 2013

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo: ecofisiologia**. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 27).

MAI, A. K. **Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance**. PhD Thesis, Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands, 2007.

MELÉNDEZ-MARTINEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v 54. 149-155, 2004.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, sp. p. 352-357, 2011.

MINOLTA. **Precise color communications**. Color Control from Feeling to Instrumentation. Osaka, Japan: 1994.

MORAES, C. A.; FERNANDES, E. A.; SILVEIRA, M. M.; MARTINS, J. M. S.; LITZ, F. H.; SAAR, A. G. L.; CARVALHO, C. M. C. . Performance and meat chemical composition of quails fed with different sorghum levels instead of corn. **Ciência Rural**, v. 46, n. 5, p. 933–936, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150396>

MORENO, J. O.; ESPÍNDOLA, G. B.; SANTOS, M. S. V.; FREITAS, E. R.; GADELHA, A. C.; SILVA, F. M. C. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho, **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 29, n. 2, p. 159-163, 2007.

MOURA, A. M. A.; FONSECA, J. B.; RABELLO, C. B. V.; TAKATA, F. N.; OLIVEIRA, N. T. E. Performance and egg quality of laying Japanese quails fed rations with different sorghum levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2697-2702, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200021>

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v. 73, p. 781-791, 1994. <https://doi.org/10.3382/ps.0730781>

OLIVO, R. et al. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v. 25, n. 289, p. 44-49, 2001.

OLMEDILLA, B.; GRANADO, F.; BLANCO, I. **Carotenoides y salud humana**. Serie Informes. no. 11. Fundación Española de Nutrición. Madrid, España. 2001. p. 13-15.

PARK, G. B. et al. Influence of slaughter yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 129-136, 2002. <https://doi.org/10.2527/2002.801129x>

PASSINATO, E. B. **Corantes e Pigmentantes na alimentação animal**. 2014. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/veterinaria/artigos/57490/corantes-e-pigmentantes-na-alimentacao-animal>>. Acesso 17 de outubro de 2018.

PENZ, A. M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: Aspectos fisiológicos. Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. p.1-12.

PÉREZ-VENTRELL, A. M.; HERNÁNDEZ, J. M.; LLAURADÓ, L.; SCHIERLE, J.; BRUFAU, J. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science** v.80, p.320-326, 2001. <https://doi.org/10.1093/ps/80.3.320>

QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; MARTINO, H. S.D.; PAIVA, C. L.; MENEZES, C. B. Potencial do sorgo para uso no alimentação humano. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 278, p. 7–12, 2014.

QUIRÓS, A. R.; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97-111, 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.04.004>

ROBERT, F., PANHELEUX-LE BASTARD, M.; HAMELIN, C.; BOULARD, C.. **Effects of canthaxanthin supplementation in the Ross breeder diet on oxidative stress of chicks**. Pages 731–734 in Proc. 16th WPSA European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, France. 2007

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. de; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.
<https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n2p1-100>

ROSA, A.; SCHER, A.; SORBARA, J.; BOEMO, L.; FORGIARINI, J.; LONDERO, A.. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders. **Poultry Science**, v. 91, p. 660–666, 2012. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01582>

ROSA, W. J. **Cultura do Sorgo**. EMATER-MG, p. 6, 2012.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.V.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

SCHEUERMANN, N.G. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte**, Concordia: EMBRAPA-CNPAS, 1998. 3p. EMBRAPA CNPASA COMUNICADO TÉCNICO.

SCHIEDT K. Absorption and metabolism of carotenoids in birds, fish and crustaceans. **Biosynthesis and Metabolism of the carotenoids**, v. 3, p. 285-358, 1998.

SEDGHI, M.; EBADI, M. R.; GOLIAN, A.; AHMADI, H. Estimation and modeling true metabolizable energy of sorghum grain for poultry. **Poultry Science**, v. 90, n. 5, p.1138-1143, 2010. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01005>

SILVA, S. R., MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition of fresh yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Food Science and Technology**, v. 22, n. 3, p. 254-258, 2002.

SILVA M. C. A.; CAROLINO A. C. X. G.; LITZ F. H.; FAGUNDES N. S.; FERNANDES E. A. Sorgo grão inteiro na ração preinicial de pintinhos de corte e os efeitos sobre o desenvolvimento corporal e do tubo gastrintestinal. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p 2769-2782, 2014.

SILVA SOBRINHO, S.A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 1070-1078, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000300040>

SILVEIRA, M. M. **Estudo de programas nutricionais alternativos na dieta de frangos de corte com o uso do grão inteiro de sorgo**. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia. 2014.

SUBRAMANIAN, V.; METTA, V.C. Sorghum Grain for Poultry Feed. In: TECHNICAL AND INSTITUTIONAL OPTIONS FOR SORGHUM GRAIN, OLD MANEGMENT. 2000. Patancheru **Proceedings...** Patancheru: Índia International Consulation, 2000. p. 242-247.

SURAI, A. P., P. F. SURAI, W. STEINBERG, W. G. WAKEMAN, B. K. SPEAKE, SPARKS, N. H. C.. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chick. **British of Poultry Science**, v. 44, p. 612–619, 2003. <https://doi.org/10.1080/00071660310001616200>

SVIHUS, B. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, v. 67, p. 207-224, 2011. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000249>

TSUNECHIRO, A.; MARIANO, R; MARTINS, V.A. Produção e preços de sorgo no Estado de São Paulo, 1991-2001. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.15-24, 2010. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n1p15-24>

VALDUGA E, TATSCH PO, TIGGEMANN L, TREICHEL H, TONIAZZO G, ZENI J, LUCCIO MD. Carotenoids production: Microorganisms as source of natural dyes. **Quimica Nova**, v. 32, n. 9, p. 2429–2436, 2009.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango, 2007. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>

WILLIAMS, A. W.; BOILEAU, T. W. M.; ERDMAN, J. W. Jr. Factors influencing the uptake and absorption of carotenoids. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. p. 106 -108. 1998. <https://doi.org/10.3181/00379727-218-44275>

CAPÍTULO II

(Redigido de acordo com as normas do periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

**PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS E MORFOMETRIA DO TRATO
GASTROINTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS DE SORGO GRÃO
E A INCLUSÃO DE CAROTENOIDES**

**ZOOTECHNICAL PARAMETERS AND GASTROINTESTINAL MORPHOMETRY
OF BROILERS FEED WITH SORGHUM GRAIN AND CAROTENOIDS
SUPPLEMENTATION**

F. H. Litz*, E. A. Fernandes, R. C. Antunes, L.V. C. Girão, A. M. S. Ferreira, V. A. Limão,
J. P. R. Bueno

Universidade Federal de Uberlândia- Uberlândia, MG

*fernandalitz@veterinaria.med.br

Resumo: Objetivou-se avaliar a substituição do milho pelo sorgo grão moído ou inteiro e a inclusão de carotenoides sintéticos em rações de frangos de corte, sobre parâmetros zootécnicos e a morfometria do trato gastrointestinal. Utilizou-se 960 frangos, machos e fêmeas, da linhagem Cobb 500, que foram submetidos à quatro dietas: à base de milho (M), à base de sorgo moído (SM) ou ainda acrescido de carotenoides sintéticos (SMC) e à base de sorgo inteiro (SI). Foram avaliados o peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes, peso de moela e intestino delgado. A ração de SI proporcionou um maior desenvolvimento de moela, embora aos 7 dias não houve diferenças no peso vivo e conversão alimentar entre as dietas. SM e SMC proporcionaram maiores valores de peso vivo aos 28 dias do que SI. As conversões alimentares real e tradicional aos 40 dias foram iguais para as rações de sorgo, com um melhor rendimento de carcaça em SM e SMC. O sorgo moído pode substituir integralmente o milho nas rações para frangos de corte sem comprometimento de desempenho e rendimento de carcaça, e na forma grão inteiro é zootecnicamente viável além do benefício econômico no processamento das rações.

Palavras-chave: Desempenho, granulometria, moela, rendimento de carcaça.

Abstract: Aimed to evaluate the replacement of corn by ground or whole grain sorghum and the inclusion of carotenoids in broiler feed on zootechnical parameters and gastrointestinal tract morphometry. A total of 960 Cobb 500 broilers, half of each sex, were submitted to four feeds: ground corn (M), ground sorghum (SM) ground sorghum with carotenoid supplementation

(SMC) and whole grain sorghum (SI). Body weight, feed intake and feed conversion, carcass and cuts yield, gizzard and small intestine weight were evaluated. SI feed provided a greater development of gizzard, however at 7 days there were no differences in body weight and feed conversions between diets. SM and SMC provided higher values of body weight at 28 days than SI feed. Feed conversion at 40 days were the same for the sorghum feeds with a better carcass yield in SM and SMC. Ground sorghum can completely replace corn in broiler diets without compromising performance and carcass yield, and whole grain sorghum is zootechnically viable and can provide economic benefits in feed processing.

Key-words: Performance, particle size, gizzard, carcass yield

INTRODUÇÃO

O milho é a principal fonte energética das rações animais no Brasil e apesar de ser produzido no mundo todo, é utilizado na alimentação humana, na produção animal, produção de biocombustíveis e ainda utilizado em diversos setores industriais. Na busca contínua por melhores índices zootécnicos na avicultura, torna-se frequente a procura por diferentes ingredientes para as rações avícolas, tudo isso buscando suprir esta demanda de mercado, bem como diminuir os custos de produção.

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é o quinto cereal mais cultivado no mundo, ficando atrás somente do trigo, arroz, milho e cevada (Fornasieri e Fornasieri, 2009). No quesito nutricional, o sorgo, uma fonte energética como o milho, pode ser utilizado nas rações parcial ou integralmente fornecendo todo o conteúdo amídico necessário. Além disso, a cultura do sorgo é mais resistente à seca, o que o torna um grão de eleição para o plantio no período da safrinha, em que a pluviosidade e o fotoperíodo são menores, reduzindo os riscos de frustração de colheita do milho de segundo plantio. Além de um ciclo produtivo mais precoce, em média 30 dias, em relação à cultura do milho, sua exigência nutricional também é inferior, fazendo com que seu custo de produção seja menor. Outra particularidade do sorgo, é que este pode ser utilizado na forma de grão inteiro em rações avícolas, de forma a diminuir custos da moagem dos grãos, além de influenciar no aumento significativo da moela das aves favorecendo o coeficiente da digestibilidade das rações (Forbes e Covasa, 1995; Gabriel *et al.*, 2008), podendo atingir melhores resultados de desempenho zootécnico e econômico das aves (Carvalho *et al.*, 2015), bem como o rendimento de carcaça (Carolino *et al.*, 2014).

Carotenoides são pigmentos lipossolúveis sintetizados por plantas e microorganismos fotossintéticos (Olson, 1996). Atribui-se ainda aos carotenoides o papel de atuarem como um sistema de remoção de radicais livres, absorção e dissipação do excesso de energia de espécies quimicamente reativas (Böhm *et al.*, 1997) e ainda um precursor de vitamina A (Perez-Vendrell *et al.*, 2001). Um dos maiores receios dos produtores em utilizar o sorgo nas rações para as aves refere-se ao fato deste possuir baixo conteúdo de xantofilas e carotenoides quando comparados ao milho (Moura *et al.*, 2010), concorrendo para uma menor pigmentação amarela da carcaça das aves e gema dos ovos, o que não é atrativo para o consumidor, embora esta deficiência possa ser solucionada com a inclusão de carotenoides sintéticos à dieta.

As cantaxantinas, carotenoides sintéticos, ainda podem ser utilizadas como um antioxidante em dietas para matrizes reprodutoras objetivando diminuir a peroxidação lipídica dos tecidos dos frangos de corte ao longo do período de crescimento, benéfico naqueles períodos de formação de radicais livres sob condições de estresse, rápida taxa de crescimento e intenso metabolismo (Rosa *et al.*, 2012). Nas dietas de frangos de corte as rações tem comumente a participação de óleos de origem vegetal, caracterizados por elevado índice de ácidos graxos insaturados, assim a utilização de antioxidantes sintéticos ou naturais tem como objetivo proteger os constituintes da ração dos efeitos da oxidação lipídica (Mariutti e Bragagnolo, 2009). Sendo assim pouco se sabe sobre o efeito desse carotenoide sobre o metabolismo dos frangos de corte, principalmente em rações à base de sorgo.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a utilização de sorgo grão moído ou inteiro e a inclusão de carotenoide sintético em rações para frangos de corte e sua influência sobre o desempenho, rendimento de carcaça e a morfometria do trato gastrointestinal.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, composto de 960 aves da linhagem Cobb 500, divididas em 4 tratamentos com 6 repetições, cada uma constituída de 40 aves (20 machos e 20 fêmeas), totalizando 240 aves por tratamento, criadas do alojamento ao 40º dia.

O experimento foi realizado na Granja de Pesquisa de Aves (AVIEX) da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG, no período de setembro a outubro de 2015, executado de acordo com os princípios éticos em experimentação animal (CEUA/UFU 147/15).

Utilizou-se as seguintes dietas experimentais: M - Dieta à base de milho (Diâmetro Geométrico Médio-DGM=796µm); SM - Dieta à base de sorgo moído (DGM=804µm); SMC

- Dieta à base de sorgo moído + carotenoides (DGM= 810µm; a utilização dos carotenoides foi feita a partir dos 9 dias de idade e de acordo com o recomendado pelo fabricante, por meio dos produtos comerciais *Carophyll Red*[®] e *Carophyll Yellow*[®]); SI – Dieta à base de sorgo grão inteiro (DGM=1839µm). As rações foram formuladas à base de milho ou sorgo livre tanino, farelo de soja, isoenergéticas, utilizando como referência Rostagno *et al.* (2011) (Tab. 1).

Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho (M) e sorgo (SM, SMC, SI) para frangos de corte nas fases pré-inicial (1-8 dias), inicial (9-21 dias), crescimento (22-35dias) e final (36-40 dias).

Ingredientes	Pré-Inicial		Inicial		Crescimento		Final	
	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo
Milho 7,9/ Sorgo 8,6	54,10	55,43	55,70	57,06	58,01	59,62	61,04	62,24
Soja farelo 46,5	39,62	36,47	37,29	33,87	34,26	30,56	31,64	28,17
Óleo de Soja	2,10	3,67	3,41	4,97	4,44	6,05	4,56	6,32
Fosfato Bicálcico	1,77	1,89	1,40	1,52	1,20	1,32	0,92	1,05
Calcário	0,83	0,78	0,88	0,83	0,83	0,78	0,76	0,71
Sal Comum	0,44	0,46	0,44	0,46	0,43	0,44	0,43	0,44
DL-metionina	0,35	0,37	0,30	0,32	0,28	0,30	0,22	0,26
L-lisina HCl	0,21	0,31	0,15	0,27	0,13	0,25	0,12	0,24
Premix Vitamínico/Mineral	0,50*	0,50*	0,40*	0,40*	0,40**	0,40**	0,30***	0,30***
<i>Carophyll</i> [®] Red ¹	-	-	-	0,045	-	0,045	-	0,045
<i>Carophyll</i> [®] Yellow ¹	-	-	-	0,170	-	0,170	-	0,170
L-treonina	0,08	0,12	0,03	0,08	0,02	0,06	0,01	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes Calculados (%)								
EM, kcal/kg	2955	2955	3054	3054	3152	3152	3201	3201
Proteína Bruta	23,26	22,35	22,17	21,18	20,90	19,83	19,87	18,90
Cálcio	0,91	0,91	0,83	0,83	0,75	0,75	0,65	0,65
Cloro	0,31	0,28	0,31	0,28	0,30	0,27	0,30	0,27
Fósforo disponível	0,46	0,46	0,39	0,39	0,35	0,35	0,30	0,30
Potássio	0,89	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,76	0,71
Sódio	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
Lisina Dig.	1,30	1,30	1,20	1,20	1,11	1,11	1,04	1,04
Met+Cis Dig.	0,96	0,94	0,89	0,86	0,84	0,81	0,76	0,76
Metionina Dig.	0,66	0,66	0,60	0,60	0,56	0,56	0,49	0,51
Treonina Dig.	0,85	0,85	0,78	0,78	0,72	0,72	0,68	0,68
Triptofano Dig.	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21

Premix vitamínico/mineral por quilo do produto: 160mg/kg de Ácido fólico, 2.400mg/kg de Ácido Pantotênico, 3.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 11 g/kg Bacitracina de Zinco, 6 mg/kg de Biotina, 2.000 mg/kg de Cobre, 40 g/kg de Colina, 10 g/kg de Ferro, 200 mg/kg de Iodo, 14 g/kg de Manganês, 7.600 mg/kg de Niacina, 25 g/kg Nicarbazina, 60 mg/kg de Selênio, 2.000.000 UI/kg de Vitamina A, 300 mg/kg de Vitamina B1, 2.800 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.360 mg/kg de Vitamina B2, 160 mg/kg de Vitamina B6, 100.000 UI/kg de Vitamina D3, 4.000 UI/kg de Vitamina E, 100 mg/kg de Vitamina K3, 12 g/kg de Zinco; ****Premix vitamínico/mineral por quilo do produto:** 75mg/kg de Ácido fólico, 2.500mg/kg de Ácido Pantotênico, 1.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 75 g/kg Bacitracina de Zinco, 3,75 mg/kg de Biotina, 2.500 mg/kg de Cobre, 53 g/kg de Colina, 10,5 g/kg de Ferro, 250 mg/kg de Iodo, 35 g/kg de Manganês, 7.500 mg/kg de Niacina, 25, 5 g/kg Nicarbazina, 60 mg/kg de Selênio, 1.875.000 UI/kg de Vitamina A, 250 mg/kg de Vitamina B1, 2.500 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.200 mg/kg de Vitamina B2, 500 mg/kg de Vitamina B6, 100.000 UI/kg de Vitamina D3, 3.000 UI/kg de Vitamina E, 450 mg/kg de Vitamina K3, 15 g/kg de Zinco; *****Premix vitamínico/mineral por quilo do produto:** 75mg/kg de Ácido fólico, 2.500mg/kg de Ácido Pantotênico, 1.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 2,5 mg/kg de Biotina, 5.000 mg/kg de Cobre, 55 g/kg de Colina, 25 g/kg de Ferro, 500 mg/kg de Iodo, 35 g/kg de Manganês, 7.500 mg/kg de Niacina, 150 mg/kg de Selênio, 2.000.000 UI/kg

de Vitamina A, 50 mg/kg de Vitamina B1, 2.500 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.250 mg/kg de Vitamina B2, 50 mg/kg de Vitamina B6, 500.000 UI/kg de Vitamina D3, 4.000 UI/kg de Vitamina E, 400 mg/kg de Vitamina K3, 30 g/kg de Zinco. ¹Inclusão dos carotenoides apenas no tratamento SMC.

A densidade de cada box (repetição) correspondeu à 14 aves/m². Os boxes eram equipados com um bebedouro tipo copo de pressão para a fase inicial de criação, um bebedouro pendular e um comedouro tubular de 25 kg. No dia do alojamento todos os pintinhos foram pesados e calculou-se o peso médio que foi de 36 g (estas aves foram transportadas de longa distância e submetidas a transbordo ao longo do percurso, sendo alojadas no dia seguinte). Para todas as fases de criação o ambiente do galpão foi controlado quanto a ventilação e temperatura. As práticas de manejo e o tipo de estrutura do galpão de alojamento foram semelhantes às práticas da avicultura industrial. As aves receberam ração e água potável *ad libitum* com um programa de luz de 22 horas no período de 1 - 7 dias de idade, 20 horas no período de 8 - 21 dias de idade e 23 horas no período de 22 - 40 dias de idade.

Aos 7, 28 e 40 dias foram avaliados os parâmetros de desempenho, para isto todas as aves foram pesadas obtendo os dados de peso vivo (PV), as rações foram pesadas ao início e término de cada fase para cálculo do consumo de ração (CR) e a partir destes calculou-se a conversão alimentar tradicional (CAT=kg de ração consumida/ kg de peso vivo) e a conversão alimentar real (CAR= ração consumida/peso vivo deduzindo o peso inicial dos pintinhos e acrescentando o peso das aves mortas). As aves mortas ao longo do teste eram pesadas e os dados anotados nas fichas de acompanhamento de cada boxe.

Para a análise de morfometria intestinal, aos 7 e 40 dias de idade, utilizou-se 10 frangos machos como padrão da análise, dentro da média de peso dos tratamentos. Estes foram abatidos após jejum para avaliação de peso dos órgãos do trato gastrointestinal: moela, duodeno, jejuno e íleo em balança de precisão de 0,01g. Estes parâmetros foram expressos em peso absoluto e peso relativo ao peso vivo das aves.

Aos 40 dias de idade, todas as aves foram pesadas separadamente por sexo, determinou-se o peso médio dos tratamentos e 10 aves machos por tratamento dentro dessa média de peso ($X \pm 5\%$), foram identificadas com lacres numerados, submetidas a jejum de 8 horas e em seguida abatidas. No abate foram feitos os cortes de peito com (PCO) e sem osso (PSO), coxas e sobrecoxas (CSX) e asas (A) para as determinações de rendimento dos cortes em relação ao peso vivo (P) e da carcaça (RC).

Os dados obtidos foram verificados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelos testes de Komogorov-Smirnof e Levene, respectivamente, ambos à 0,01 de significância. Por não apresentarem distribuição normal, as variáveis peso absoluto e relativo do jejuno foram transformados em log. Em seguida, procedeu-se a análise

de variância com posterior teste de Tukey para comparação das médias, todos à 0,05 de significância pelo programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos sete dias de idade (Tab 2.), as aves dos tratamentos à base sorgo moído e inteiro tiveram um maior consumo de ração comparado a ração base milho, sem afetar as variáveis peso vivo e conversão alimentar. No período seguinte, 28 dias de idade, já havia a inclusão do quarto tratamento aonde aquele com ração base sorgo moído foi dividido em sem e com adição de carotenoides (*Carophylly yellow e red*), mas o consumo de ração mostrou-se igual tanto nas dietas base sorgo como milho. O peso vivo nas dietas base sorgo moído foi superior em relação ao sorgo inteiro e ao milho, demonstrando neste período que a participação integral do sorgo tinha um desempenho melhor, ainda mais que não houve diferença para as conversões alimentares estudadas. Ao final do experimento, 40 dias de idade, observou-se que não houve diferença para consumo de ração, mas destaca-se um peso maior nos tratamentos à base de sorgo moído sem e com carotenoide, resultados confirmados por uma melhor conversão alimentar tradicional e real. O tratamento com o sorgo grão inteiro, também acompanhou o peso e conversão alimentar com os tratamentos sorgo moído, entretanto mostrou-se também igual ao tratamento com milho.

As aves envolvidas neste experimento, ao serem alojadas, tinham um peso muito baixo (36g), pois embora tenham nascido num incubatório industrial com peso padrão de reprodutoras matriz pesada, os pintinhos tiveram que percorrer uma longa viagem além de transbordo entre dois caminhões de transporte chegando em período noturno na granja de pesquisa e por isso mesmo só foram alojados no dia seguinte. O tratamento base sorgo grão inteiro estava instalado desde o alojamento e este baixo peso das aves contribuiu para dificultar a apreensão daquela ração (SI) devido aos bicos serem muito pequenos. Segundo Portella *et al.* (1988), as aves preferem partículas de maior granulometria independente da idade, entretanto, sabe-se que existe uma correlação direta entre a granulometria e o tamanho de bico dessas aves (Favero, 2009). Mesmo assim, com o avanço de idade conseguiram adaptar-se melhor ao tamanho do grão alcançando o peso das aves dos demais tratamentos. Mas há ainda de se destacar que este peso alcançado aos 40 dias foi possível devido a uma peculiaridade da ração grão inteiro, a granulometria (DGM=1839 μ m) superior àquelas das demais rações (DGM=796 μ m, DGM=804 μ m, DGM=810 μ m), demonstrando um irrefutável efeito desta característica física das rações.

Outro ponto a se destacar, refere-se ao fato de que ao formular as rações base sorgo há um maior aporte de óleo, de forma a atender sua característica de isonomia energética, e esta

maior participação concorre ainda para uma maior eficiência energética, devido a uma redução do incremento calórico das mesmas. Por outro lado, ressalta-se que a participação do sorgo grão inteiro caracterizou ainda uma redução no custo de produção industrial desta ração.

Tabela 2. Consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAR) e tradicional (CAT) de frangos de corte (lote misto) aos 7, 28 e 40 dias alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI)

Desempenho aos 7 dias de idade				
Rações	CR (kg)	PV (kg)	CAR	CAT
M	0,156b	0,149	1,409	1,048
SM	0,161ab	0,153	1,406	1,053
SI	0,182a	0,156	1,498	1,146
CV%	7,24	5,62	8,48	8,52
P-valor	0,022	0,392	0,427	0,079
Desempenho aos 28 dias de idade				
Rações	CR (kg)	PV (kg)	CAR	CAT
M	2,166	1,375bc	1,615	1,576
SM	2,216	1,464a	1,534	1,514
SMC	2,161	1,404ab	1,577	1,539
SI	2,101	1,325c	1,620	1,587
CV%	3,20	3,40	3,56	3,70
P-valor	0,068	<0,01	0,065	0,142
Desempenho aos 40 dias de idade				
Rações	CR (kg)	PV (kg)	CAR	CAT
M	4,120	2,216b	1,892b	1,859b
SM	4,357	2,417a	1,831ab	1,802ab
SMC	4,142	2,410a	1,740a	1,719a
SI	4,116	2,332ab	1,781ab	1,766ab
CV%	4,72	3,36	4,26	4,37
P-valor	0,14	<0,01	0,016	0,03

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância

A presença de tanino no sorgo é um dos paradigmas a cerca da utilização deste na alimentação das aves, porém, o grão de sorgo no Brasil, é selecionado geneticamente para ser livre de tanino, com isso, não era esperado um desempenho inferior dos animais devido a este fator, da mesma forma, Torres *et al.* (2013) não encontraram diferenças no desempenho de frangos de 1 a 21 dias alimentados com rações de sorgo moído em substituição ao milho. Mohamed *et al.* (2015) ao trabalharem com rações com níveis de substituição do milho pelo sorgo em 15, 30 e 45%, afirmaram que o consumo de ração não é alterado devido ao fato do sorgo e do milho serem iguais nutricionalmente, estes resultados recentes corroboram com os encontrados neste trabalho.

A inclusão dos carotenoides nas dietas de sorgo moído (SMC) não influenciou o consumo de ração e peso vivo das aves, da mesma forma que Moura *et al.* (2016) ao trabalharem com o carotenoide em dietas de sorgo para codornas também não observaram

diferenças no desempenho zootécnico das mesmas. Porém aos 40 dias, observou-se que as aves que receberam a dieta com carotenoide obtiveram um melhor valor de conversão alimentar quando comparadas as da dieta de milho.

Conforme pode-se observar na Tab. 3, devido a um maior desenvolvimento da moela das aves na dieta com sorgo inteiro (SI), fez com que mesmo apresentando um maior consumo de ração, estas fossem capaz de atingir o mesmo peso vivo e conversões alimentares dos demais tratamentos. Este resultado confirma a hipótese de Silva *et al.* (2015) de que alimentos com maior granulometria promovem hipertrofia muscular na moela, devido ao esforço deste órgão para reduzir o tamanho das partículas.

Tabela 3. Pesos absolutos (g) e relativos (%) de órgãos do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 7 e 40 dias de idade alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI)

7 dias de idade									
Rações	Peso ave (g)	Peso absoluto (g)				Peso relativo ao peso da ave %			
		Moela	Duodeno	Jejuno	Íleo	Moela	Duodeno	Jejuno	Íleo
M	156,73	7,58b	5,05	8,13	5,22	4,70b	3,20	4,98	3,20
SM	162,95	7,67b	5,03	7,82	5,08	4,89b	3,13	4,97	3,15
SI	164,37	8,98a	5,02	7,72	4,90	5,48a	3,09	4,65	3,05
CV%	10,33	10,82	10,28	10,08	12,23	7,47	10,69	11,70	12,03
P-valor	0,782	0,023	0,993	0,893	0,911	0,006	0,839	0,529	0,923

40 dias de idade									
Rações	Peso ave (g)	Peso absoluto (g)				Peso relativo ao peso da ave %			
		Moela	Duodeno	Jejuno	Íleo	Moela	Duodeno	Jejuno	Íleo
M	2405b	41,36b	20,80	29,29	17,29	1,71b	0,86	1,22	0,72
SM	2550a	37,05b	21,73	31,50	19,04	1,45c	0,85	1,23	0,74
SMC	2600a	38,40b	21,11	28,07	17,05	1,48c	0,81	1,18	0,66
SI	2428b	48,93a	23,02	28,10	16,45	2,01a	0,88	1,15	0,68
CV%	2,86	6,59	13,13	12,22	14,99	5,68	13,39	11,98	14,31
P-valor	<0,01	<0,01	0,29	0,33	0,48	<0,01	0,09	0,26	0,54

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem-se entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

O peso dos órgãos intestinais é uma importante observação da resposta do organismo animal, visto que esses órgãos podem apresentar tanto uma hipo quanto uma hipertrofia a partir da nutrição que são submetidos (Ahmed *et al.*, 1991; Nyvachot e Atkinson, 1995). A morfometria de parte do tubo gastrointestinal das aves submetidas a rações com grãos de milho e sorgo moídos e inteiros comparadas em peso diretamente ou ao seu peso relativo ao peso vivo das aves, demonstram uma irrefutável diferença de peso (g) e peso relativo (%) aos sete e aos 40 dias de idade de que a moela daquelas aves alimentandas com rações de sorgo grão inteiro

foram destacadamente maiores em relação aos demais tratamentos. Entretanto as três porções do intestino delgado: duodeno, jejuno e íleo, mantiveram-se constantes e inalterados em função dos tratamentos. Garcia *et al.* (2005) também não observaram nenhum efeito da substituição do milho por sorgo no peso relativo das porções intestinais, corroborando com os resultados do presente trabalho. Há que destacar que a amostra de 10 aves machos escolhidos de cada tratamento entre as repetições mostram um peso (Tab. 3) diferente daqueles pesos médios do total das aves mistas (machos e fêmeas) em teste, mas mesmo assim mantiveram um comportamento ratificando os resultados obtidos aos sete e 40 dias de idade onde aqueles tratamentos com sorgo moído sem e com carotenoides tiveram pesos significativamente superiores aos tratamentos base milho e base sorgo grão inteiro.

Estes resultados de peso da moela reforçam os achados de desempenho das aves (Tab. 2) quando no tratamento com sorgo inteiro aos 40 dias de idade o consumo de ração e a conversão alimentar se equiparam aos tratamentos com sorgo moído.

Na Tab. 4 são demonstrados rendimento de carcaça e corte de frangos machos amostrados de cada tratamento, em que aquelas aves submetidas a rações de sorgo moído sem e com carotenoides destacaram-se em peso dos frangos da ração base milho e base sorgo grão inteiro. A inclusão de carotenoides à ração base sorgo moído, muito embora não tenha destacado em desempenho zootécnico e rendimento há que destacar as características de coloração na carcaça e seus cortes. O rendimento de carcaça teve o mesmo comportamento observado para peso vivo, mas os rendimentos de cortes mantiveram-se iguais em todos os tratamentos. Mais uma vez há que considerar em especial nestes resultados o desempenho daquelas aves submetidas a ração com grão inteiro (SI), pois devido as condições de peso (36g) que o lote foi alojado a ingestão de ração de ração foi de início um grande problema para aquelas aves, que conseguiram em curto espaço de tempo se equilibrarem ingerindo também grãos inteiros conquistando aos sete dias de idade um incremento significativo na moela (Tab. 3).

Tabela 4. Peso das aves ao abate (P), porcentagens de rendimento de carcaça (RC), peito com (PCO) e sem osso (PSO), asas (A) e coxas e sobrecoxas (CSX) de frangos de corte aos 40 dias, alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) incluído com carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI)

Rações	P (kg)	%RC	%PCO	%PSO	%A	%CSX
M	2,399b	78,683b	28,303	22,246	8,164	20,675
SM	2,563a	80,088a	28,375	22,229	7,883	20,564
SMC	2,605a	80,410a	27,386	21,476	8,025	21,599
SI	2,426b	78,962b	26,961	20,712	7,790	21,134
CV%	2,77	0,71	7,02	9,11	4,33	5,06

P-valor	<0,01	<0,01	0,29	0,26	0,09	0,13
---------	-------	-------	------	------	------	------

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância

Corroborando com os dados encontrados neste trabalho, Torres *et al.* (2013) não observaram diferenças nos rendimentos de cortes das aves ao substituírem milho por sorgo nas rações, da mesma forma que Garcia *et al.* (2013) não encontraram diferenças no rendimento de peito e coxa de aves em rações com a inclusão de sorgo e carotenoide sintético.

A utilização do sorgo em rações para frangos de corte torna-se uma boa alternativa ao milho, contribuindo com melhores ganhos de peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carcaça, e quando utilizado na forma de grão inteiro, nas condições em que este experimento foi conduzido mostrou valores de desempenho e rendimento semelhantes a ração de milho, todavia ao utiliza-lo nas rações, gera-se economia ao reduzir os custos de transporte e processamento (Svihus, 2001; Bennett *et al.*, 2002).

CONCLUSÕES

Os frangos de corte alimentados com rações à base de sorgo moído demonstram desempenho e rendimento de carcaça superiores àqueles submetidos às dietas de milho e de sorgo inteiro, porém a substituição do milho pelo sorgo na forma de grão inteiro traz benefícios no que se refere a um maior desenvolvimento da moela. A inclusão de carotenoides sintéticos em dietas de sorgo moído promove uma melhor conversão alimentar das aves do que a dieta de milho.

REFERÊNCIAS

- AHMED, A. E.; SMITHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes, of the pâncreas and the lúmen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. *Br. J. Nutr.*, v. 65, n. 2, p. 189-197, 1991.
- BENNETT, C.D., CLASSEN, H.L., RIDDELL, C., Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. *Poult. Sci.* v. 81, n. 7, p. 995–1003, 2002.
- CAROLINO, A.C.X.G.; SILVA, M.C.A.; LITZ, F.H. et al. Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo grão inteiro, *Biosci.J.*, v. 30, n. 4, p. 1139-1148, 2014.

- CARVALHO, L.S.S.; FAGUNDES, N.S.; LITZ, F.H. et al. Sorgo grão inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frangos de corte. *Encic. Biosf.*, v. 11, n. 21, p. 1757-1765, 2015.
- FAVERO, A. *Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrointestinal de perus*. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.
- FORBES, J. M.; COVASA, M. Applications of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. *World's Poult. Sci.J.*, v. 51, p. 149-165, 1995.
- FORNASIERI, F. D.; FORNASIERI, J. L. *Manual da cultura do sorgo*. Jaboticabal: Funep. 2009.
- GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M. et al. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 142, n. 1-2, p. 144-162, 2008.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; COSTA, C. et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 57, n. 5, p. 634-643, 2005.
- GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; KOMIYAMA, C.M.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; MARIANO, W.S. Implications of the use of sorghum in broiler production, *Braz. J. Poult. Sci.*, v. 15, n. 3, p. 257- 262, 2013.
- MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Rev Inst Adolfo Lutz*, v.68, p.1-11, 2009.
- MOHAMED, A.; URGE, M.; GEBEYEM, K. Effects of replacing maize with sorghum on growth and feed efficiency of commercial broiler chicken, *Veterinar. Sci. Technolo*, v. 6, n. 3, p. 1-5, 2015.

- MOURA, A. M. A.; FONSECA, J. B.; RABELLO, C. B. V.; TAKATA, F. N.; OLIVEIRA, N. T. E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. *R.Bras. Zootec.*, v.39, n. 12, p. 2697-2702, 2010.
- MOURA, A.M.A.; MELO, T.V.; MIRANDA, D.J.A. Synthetic pigments for Japanese quail fed diets with sorghum, *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 68, n. 4, p. 1007-1014, 2016.
- NYVACHOTI, C. M.; ATKINSON, J. L. The effect of feeding high-tanning sorghum on digestive organ response and overall performance of broiler chicks. *Poult. Sci.*, v. 74, p. 125, 1995. Supplement 1. Abstract.
- OLSON, J. A. *Biochemistry of vitamin A and carotenoids* : In: Vitamin A Deficiency: Health, Survival and Vision. SOMMER, A.; WEST, K. P. Ed: Oxford University Press, New York, NY, 1996.
- PÉREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poult. Sci.*, v.80, n.3, p.320-326, 2001
- PORTELLA, F. J.; CASTON, L. J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. *Can. J. Anim. Sci.*, v.68, n.3,p.923 -930, 1988.
- ROSA, A.P.; SCHER, A.; SORBARA, J.O.B.; et al. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeder. *Poult. Sci.*, v.9, n.3, p.660-666, 2012.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*. 3ª edição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.
- SILVA, M. C. A.; CAROLINO, A. C. X. G.; LITZ, F. H.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. A.; MENDONÇA, G. A. Effects of sorghum on broilers gastrointestinal tract. *Braz. J. Poult. Sci.*, v. 17, n. 1, p. 95-102, 2015.

365

366 SVIHUS, B., Norwegian poultry industry converts to whole grain pellets. *World Poult.* v. 17,
367 p. 20–21, 2001.

368

369 TORRES K. A. A., PIZAURO J.M. JR, SOARES C.P. et al. Effects of corn replacement by
370 sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. *Poult. Sci.*, v. 92, n.
371 6, p. 1564–1571, 2013.

CAPÍTULO III

(Redigido de acordo com as normas do periódico Ciência Rural)

Qualidade do filé de peito (*Pectoralis major*) de frangos de corte submetidos a dietas de sorgo grão e a inclusão de carotenoides

Chicken breast (*Pectoralis major*) quality of broilers submitted to grain sorghum diets and the inclusion of carotenoids

Fernanda Heloisa Litz^{*1}, Luciana Ruggeri Menezes Gotardo¹, Aline Maria Soares Ferreira¹,
Lúcio Vilela Carneiro Girão², Carolina Toledo Santos³, Roberto de Oliveira Roça³, Evandro
de Abreu Fernandes²

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de sorgo grão em diferentes granulometrias bem como a inclusão de carotenoides em rações para frangos de corte sobre parâmetros de qualidade da carne de peito. Foram utilizados 40 filés de peitos provenientes de frangos de corte machos com pesos médios dos tratamentos que foram constituídos de quatro rações experimentais: ração à base de milho (M), ração à base de sorgo moído sem (SM) e com a inclusão de carotenoides sintéticos (SMC) e ração à base de sorgo grão inteiro (SI), sendo 240 aves por tratamento. Foram analisados o pH às 4 e 24 horas *post mortem*, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colorimetria (L*, a*, b*) e composição centesimal (matéria seca, umidade, proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo) da musculatura dos peitos de frango. Não houve diferenças nas variáveis pH de 4 horas *post mortem*, PPC e FC. O valor de pH 24 horas *post mortem* foi menor para as aves da dieta de milho comparado com as rações SM e SI e igual a com inclusão do carotenoide. Para a luminosidade e a tendência ao vermelho(*a) o filé de peito do SMC foi estatisticamente diferente do tratamento de milho, porém na tendência para o amarelo alcançou o mesmo valor do milho e ambos maiores do que as rações SM e SI. A inclusão dos carotenoides na ração proporcionou uma carne de peito com maior teor de proteína comparado ao milho e um menor teor de gordura dentre todas as rações

testadas. Conclui-se que a substituição do milho pelo sorgo independente da granulometria permitiu que a carne de peito tivesse um mesmo padrão de qualidade e no quesito coloração, com a adição do carotenoide consegue-se o mesmo padrão das dietas de milho além de ter um menor teor de gordura na musculatura do peito.

Palavras-chave: colorimetria, composição centesimal, força de cisalhamento, pH.

Abstract: Aimed to evaluate the use of sorghum grain with different granulometries as well as the inclusion of carotenoids in broiler's feed on breast meat quality. A total of 40 breast meat were obtained from male broiler chickens with average weights of the treatments that were composed by corn (M), ground sorghum (SM) and with carotenoid (SMC) and whole grain sorghum (SI), with 240 birds per treatment. The pH at 4 and 24 hours *post-mortem*, cooking losses (PPC), shear force (FC), colorimetry (Parameters of L*-luminosity, tendency to red-a * and yellow-b *) and centesimal composition (dry matter, moisture, crude protein, mineral matter and ethereal extract) of the musculature breasts chicken were analysed. There were no differences in pH at 4 hours *post mortem*, PPC and FC. The pH at 24 hours *post mortem* was lower for corn compared to SM and SI and the same of the sorghum with inclusion of carotenoid. For luminosity and tendency to red the SMC breast fillet was statistically different from corn, but in tendency to yellow it reached the same value of corn and both higher than SM and SI. The inclusion of carotenoids in the sorghum feed provided a breast meat with higher protein content compared to corn and a lower fat content among all the other feeds. It was concluded that the replacement of corn by sorghum independent of the granulometry enable breast meat had the same quality standard and in the coloring aspect, with carotenoid addition the same type of corn diets is obtained besides having a lower fat content in the breast meat.

Keywords: colorimetry, centesimal composition, shear force, pH.

51 INTRODUÇÃO

52 É constante a busca por ingredientes alternativos nas formulações das rações animais,
53 tanto para reduzir os custos da produção animal quanto para buscar suprir a demanda de alguns
54 ingredientes utilizados principalmente para a alimentação humana, tal como milho e soja. O
55 sorgo é um dos ingredientes energéticos que pode substituir o milho nas rações avícolas.
56 Estudos demonstraram que esta substituição nas dietas de frangos em até 100% não prejudica
57 o desempenho das aves (SANTOS et al., 2006; CARVALHO et al., 2015), porém poucos são
58 as pesquisas quanto a qualidade da carne desses animais quando alimentados com essas rações,
59 principalmente com a utilização de sorgo na forma grão inteiro.

60 A procura por alimentos de qualidade é um dos principais critérios na hora da compra,
61 além disso o consumidor está cada vez mais consciente quanto ao aspecto de sua saúde. A carne
62 de frango é uma das mais consumidas em todo o mundo e é considerada mais saudável por
63 possuir um baixo teor de gordura. Sabe-se que modificações na dieta desses animais podem
64 interferir diretamente na qualidade da carne.

65 Carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pelas cores amarela, laranja e
66 vermelha nos tecidos de diversas plantas bem como em animais, tais como insetos, aves e
67 mamíferos (SURAI 2012). Por muito tempo, houve uma relutância na utilização do sorgo nas
68 rações devido à baixa concentração de carotenoides neste grão (SILVA et al., 2000) o que
69 contribuía com uma menor pigmentação da pele de frangos e das gemas de ovos de galinhas
70 alimentados com rações à base de sorgo, condições essas pouco atrativas para o consumidor
71 (MOURA et al., 2011). Porém em relação a ausência de coloração, o mesmo pode ser resolvido
72 com o uso de pigmentantes naturais ou sintéticos adicionados às dietas (GARCIA et al., 2005).

73 O uso de carotenoides sintéticos em dietas para aves tem dois objetivos: ação
74 pigmentante que contribui com a coloração das gemas dos ovos bem como da pele e carne dos
75 frangos de corte ou ainda é utilizado em rações para matrizes de corte proporcionando uma

proteção antioxidante dos ácidos graxos dos espermatozoides melhorando assim parâmetros reprodutivos (FERREIRA, 2010). Desta forma, pouco se sabe sobre o efeito deste tipo de aditivo em outros aspectos de qualidade de carne.

Sendo assim, objetivou-se avaliar a utilização de sorgo grão inteiro e a inclusão de carotenoides sintéticos em dietas para frangos de corte sobre a coloração da carne de peito bem como outras características de qualidade da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado de acordo com os princípios éticos em experimentação animal, no período de Setembro a Outubro de 2015. As aves foram criadas na Granja Experimental da Universidade Federal de Uberlândia (AVIEX-UFU), onde se estabeleceu um experimento de desempenho em um delineamento inteiramente casualizado, composto de 960 aves da linhagem Cobb, divididos em 4 tratamentos com 6 repetições, cada uma constituída de 40 aves, totalizando 240 aves por tratamento. O manejo de criação das aves seguiu o padrão convencional da avicultura e o recomendando pela linhagem tal como programa de luz, alimentação e água *ad libitum*, controle de temperatura com o uso de ventiladores e aspersores.

As rações experimentais utilizadas foram: M - Dieta à base de milho; SM - Dieta à base de sorgo moído; SMC - Dieta à base de sorgo moído + carotenoides (A utilização dos carotenoides foi feita a partir dos nove dias de idade e de acordo com o recomendado pelo fabricante, por meio dos produtos comerciais *Carophyll Red*[®] e *Carophyll Yellow*[®]); SI – Dieta à base de sorgo grão inteiro. Todas foram formuladas à base de milho ou sorgo livre tanino, farelo de soja, isoenergéticas e isonutrientes, utilizando como referência ROSTAGNO et al. (2011) (Tabela 1.).

Aos 40 dias de idade todas as aves foram pesadas, então selecionou-se dez frangos machos dentro da média de peso de cada tratamento $\pm 5\%$, totalizando 40 aves. Estas foram

identificadas e procedeu-se jejum de 8 horas, garantindo que no quesito manejo pré-abate todas fossem mantidas nas mesmas condições de modo a não interferir nos parâmetros de qualidade, incluindo a fase de transporte que foi realizado dentro da mesma propriedade, em caixas respeitando-se a densidade e transportando nas horas mais frescas do dia, para então serem eutanasiadas seguindo as normas do abate humanitário. Após insensibilização e sangria, as aves foram imersas em água aquecida à 55°C para escaldagem, posteriormente depenadas e evisceradas manualmente. Seguidamente, as carcaças foram espostejadas, e os músculos *Pectoralis major* de ambos os lados, foram separados para as análises de qualidade da carne.

A análise de pH foi realizada as quatro e 24 horas *post mortem*, com um peagâmetro de inserção HANNA modelo HI 99163 diretamente no músculo *Pectoralis major*. Mantendo as amostras resfriadas, no dia posterior ao abate foi realizada a avaliação colorimétrica dos filés de peito de frango (*Pectoralis major*) através de um colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta), no sistema CIELab, com determinação dos parâmetros L* (luminosidade), a* (-a*: verde até +a*:vermelho) e b* (-b*: azul até +b*amarelo), em três pontos distintos na parte interna do músculo do peito, segundo metodologia por VAN LAACK et al. (2000). Em sequência as amostras de filé de peito foram moídas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação a 55°C por 72 horas para se obter o teor de umidade e matéria seca. Posteriormente foram novamente moídas em moinho do tipo faca para obtenção de uma amostra fina para realização da composição centesimal, referente as análises de proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo segundo metodologia proposta por SILVA & QUEIROZ (2002). Os dados foram expressos na base natural.

Tomou-se como amostra a musculatura do lado direito do peito para a análise da perda de peso por cocção, em que estas foram pesadas em separado e colocadas em embalagens plásticas, posteriormente passaram por cozimento em banho-maria a 85°C por 30 minutos, de modo que atingissem a temperatura interna final das amostras de 75 a 80°C. Após o cozimento,

aguardou-se que as amostras atingissem a temperatura ambiente para serem pesadas novamente. A diferença de peso antes e após o processo correspondeu à perda de peso por cozimento (HONIKEL, 1998). A partir destas amostras cozidas, com as fibras musculares na orientação perpendicular às lâminas Razor Blade, foram efetuados cinco cortes na parte cranial do filé de peito para determinar a força de cisalhamento, expressa em Newton (N), de acordo com CAVITT et al. (2004).

Os dados foram verificados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Por não apresentar distribuição normal, a variável porcentagem de extrato etéreo passou por transformação logarítmica. Em seguida, foi realizada a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a um nível de 5% significância pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de sorgo nas rações independente de sua granulometria e quando da inclusão de carotenoides não comprometeu o pH mensurado às quatro horas *post mortem*, a perda de peso por cozimento bem como a força de cisalhamento dos filés de peitos de frangos. Por outro lado, os valores de pH às 24 horas *post mortem* foram superiores nos filés de peito dos frangos alimentados com sorgo (SM e SI) quando comparados ao milho (M) (Tabela 2).

O pH tem um papel crucial na transformação do músculo em carne, que constitui-se de intensos processos bioquímicos e que com o esgotamento de todas as reservas energéticas musculares estabelece-se o chamado *rigor mortis*. De acordo com LAWRIE (2005), na musculatura do peito de frangos este processo dura cerca de 4 a 8 horas. Como não houve diferenças entre as dietas em relação ao pH 4 horas *post mortem* possivelmente não houve alteração no estabelecimento do *rigor mortis* dos filés de peito. Para o pH 24 horas, apesar de haver diferença entre os tratamentos, todos os valores mantiveram-se na faixa considerada

normal (pH final de 5,92 até 6,20) e fora dos padrões para carnes DFD (pH final > 6,20) e PSE (pH final < 5,92) (QIAO et al., 2001; QIAO et al., 2002). A inclusão do carotenoide na dieta de sorgo atingiu um mesmo valor de pH às 24 horas *post mortem* do que a dieta de milho.

A perda de peso por cocção refere-se à água que é perdida durante o cozimento e isto pode interferir diretamente na cor e textura da carne, nesta última quanto maior for o teor de água fixado no músculo maior será a maciez da carne (GAYA; FERRAZ, 2006). Como estas características estão estreitamente ligadas ao pH da carne (GARCIA et al., 2013), não se observou diferenças na força de cisalhamento (força necessária para o rompimento das fibras musculares) nem na perda de peso por cozimento, possivelmente devido ao fato de que os valores do pH final (24 horas) encontraram-se dentro da normalidade. Da mesma maneira, GARCIA et al., (2005) também não observaram diferenças nesses dois parâmetros ao substituir integralmente o milho pelo grão de sorgo em dietas para frangos de corte.

A coloração foi influenciada pela dieta (Tabela 2), onde a inclusão de carotenoides na dieta de sorgo contribuiu para um menor teor de luminosidade, ou seja, para uma carne mais escura comparada com a carne daqueles animais que receberam a dieta de milho, porém não diferindo das demais rações à base de sorgo.

O parâmetro de luminosidade possui uma correlação negativa com o valor de pH da carne. Desta forma, a carne que apresentasse um menor valor de pH teria um maior valor de L*, isto é, carne de coloração mais clara (BRIDI et al., 2012), porém não foram observadas diferenças estatísticas para a luminosidade quando comparadas as dietas de milho e sorgo sem a inclusão do carotenoide. Por outro lado, GARCIA et al. (2013) também observaram um menor valor de luminosidade quando o pigmentante foi adicionado na dieta.

O teor de vermelho (+*a) dos filés de peito de frangos no tratamento com a inclusão dos carotenoides (SMC) foi menor quando comparado à dieta de milho (M) e sorgo moído (SM), porém igual ao tratamento de sorgo inteiro (SI). A inclusão de carotenoide buscando a

176 coloração vermelha foi feita a partir do recomendado pelo fabricante, mas facilmente pode ser
177 modificado para se adequar ao padrão encontrado na dieta de milho.

178 Com relação ao teor de amarelo (+*b) no músculo do peito, observou-se que com a
179 inclusão dos carotenoides atingiu-se o mesmo valor quando nas rações de milho e superiores as
180 demais rações de sorgo (SM e SI), comprovando assim o efeito do carotenoide como um
181 pigmentante. Este aspecto de coloração amarela pode ser considerado um dos pontos
182 primordiais no questionamento da utilização de sorgo nas rações avícolas, comprovando que
183 com a inclusão de um carotenoide sintético consegue-se alcançar o mesmo tom amarelo de
184 peitos de frango alimentados com ração à base de milho, além disso, ressalta-se que os
185 consumidores preferem carne de frango com uma pele mais pigmentada (ENGLERT, 1998).
186 Da mesma forma, GARCIA et al. (2013), observaram que o peito de frango de animais
187 alimentados com rações à base de 100% sorgo incluídos de carotenoides sintéticos atingiram o
188 mesmo padrão para tom de amarelo (*b) do que aqueles alimentados com dietas à base de
189 milho.

190 A substituição do milho pelo sorgo nas rações não comprometeu a composição
191 centesimal dos filés de peito dos frangos (Tabela 3), semelhante ao observado por GARCIA et
192 al. (2005) ao trabalharem com diferentes níveis de inclusão de sorgo nas dietas para frangos de
193 corte. A granulometria do sorgo, moído ou inteiro, também não comprometeu a composição
194 centesimal do músculo peitoral, o mesmo observado por SILVEIRA et al. (2017).

195 De acordo com FERNANDES (2003), o grão de sorgo possui uma menor
196 disponibilidade de aminoácidos do que o milho, principalmente de lisina e metionina, e segundo
197 TRINDADE NETO et al. (2009) quando se atende às exigências diárias desses aminoácidos
198 garante-se uma máxima deposição protéica acompanhada de uma menor deposição de gordura
199 na carcaça. Sendo assim, os resultados da composição centesimal do peito de frango reforçam

o fato de que as rações utilizadas foram isoenergéticas e isonutrientes e de que o sorgo pode ser utilizado sem nenhum prejuízo neste quesito.

Por outro lado, ao incluir os carotenoides na ração de sorgo (SMC) observou-se uma maior deposição proteica do que as rações com milho, bem como um menor teor de gordura na musculatura peitoral, atribuindo tal resultado aos carotenoides, já que foram valores de gordura menores do que as outras rações de sorgo (SM e SI). A princípio, ao testar a inclusão de carotenoides nas rações de sorgo esperava-se encontrar resultados referentes ao aspecto da coloração da carne comparado com as outras dietas, porém diante das demais análises observou-se um outro benefício atribuído aos carotenoides que foi um menor teor de gordura na musculatura do peito. As células animais podem produzir espécies reativas ao oxigênio que induzem danos oxidativos nos tecidos (HU et al., 2012) e a carne de frango é muito sensível a esse tipo de deterioração oxidativa devido ao alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (TAVÁREZ et al., 2011), este fato poderia comprometer a vida de prateleira bem como a qualidade destes produtos, entretanto a inclusão do carotenoide, tratando-se de um antioxidante, possivelmente reduziu essa oxidação na carne dos frangos, garantindo assim essa composição da carne.

A cantaxantina, um dos produtos usados na formulação da dieta teste, apesar de ser um carotenoide sintético, em 2003 o Comitê Científico para alimentos da União Europeia (SCF-EU) garantiu que essa é segura na alimentação animal e humana, dentro dos limites máximos estabelecidos pelo mesmo (BEARDSWORTH & HERNANDÉZ, 2003), os quais foram atendidos na formulação das rações. Desta forma, buscando atender um mercado consumidor cada vez mais preocupado com alimentação saudável e de qualidade, pode-se utiliza-la nas rações visando uma carne com menor teor de gordura.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a substituição do milho pelo sorgo independente da granulometria permitiu com que a carne de peito tivesse os mesmos parâmetros de qualidade e no quesito coloração, com a adição dos carotenoides sintéticos, consegue-se o mesmo padrão das dietas de milho e ainda obtém-se um menor teor de gordura na musculatura do peito.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Aprovação do Comitê de Ética em utilização de animais: CEUA/UFU 147/15.

REFERÊNCIAS

- BEARDSWORTH, P.M., HERNANDEZ, J.M. Cantaxanthin is more than a safe carotenoid. **World Poultry**, v. 19, n. 3, p.14-15, 2003. Disponível em: https://www.poultryworld.net/PageFiles/27411/001_boerderij-download-WP6022D01.pdf Acesso em: 16 ago. 2018.
- BRIDI, A.M. et al. . Indicadores de estresse e qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n.6, p.2451-2460, 2012. Disponível em: <
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/10978/11707>> Acesso em: 22 set. 2018. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n6p2451
- CARVALHOS, L. S. S. et al. Sorgo grão inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frangos de corte, **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1757-1769, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/sorgo%20grao%20inteiro.pdf>. Acesso em: 13 ago 2018.
- CAVITT, L.C. et al. Prediction of poultry meat tenderness using Razor Blade shear, AlloKramer shear, and sarcomere length. **Journal of Food Science**, v.69, n.1, p.11-15, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2621.2004.tb17879.x> Acesso em: 02 set. 2018.

- 250 ENGLERT, S. I. **Avicultura: tudo sobre raças, manejo e alimentação**. 7. ed. Guaíba:
251 Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 238 p.
- 252 FERNANDES, E.A. **Perspectivas do sorgo no Brasil: produção e qualidade**. In:
253 SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA, 9., Cascavel, 2003. Disponível em:
254 <<http://www.lisina.com.br/nutricao/palestras.asp>>. Acesso em: 05 Jun. 2018.
- 255 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**,
256 Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- 257 FERREIRA, P. B. **Cantaxantina e 25-hidroxicolecalciferol e seus efeitos sobre os aspectos**
258 **reprodutivos de galos**. In: Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Centro de Ciências
259 Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.
- 260 GARCIA, R. G. et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com
261 diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina**
262 **Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 5, p. 634-643, 2005. Disponível em:
263 <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26912.pdf> doi: [http://dx.doi.org/10.1590/S0102-](http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352005000500009)
264 09352005000500009. Acesso em: 25 Ago. 2018.
- 265 GARCIA, R. G. et al. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Brazilian**
266 **Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 3, p. 257-262, 2013. Disponível em:
267 http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2013000300013 doi:
268 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2013000300013> Acesso em: 28 Ago. 2018.
- 269 GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S.; Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne de
270 frangos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 349-356, 2006. Disponível em: < [http://www.scielo.br](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100058)
271 [/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100058](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100058)> doi:
272 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000100058> Acesso em: 13 Ago. 2018.
- 273 HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat.
274 **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998. Disponível em: < <https://www.sciencedirect>.

com/science/article/abs/pii/S0309174098000345> Doi: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5) Acesso em: 24 Ago. 2018.

HU, C.H. et al.. Effects of broccoli stem and leaf meal on broiler performance, skin pigmentation, antioxidant function, and meat quality. **Poultry Science.**, v. 91, p. 2229-2234, 2012. Disponível em: < <https://academic.oup.com/ps/article/91/9/2229/1584829> > <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02142> Acesso em: 13 Ago. 2018.

LAWRIE, RA. **Ciência da carne**. 6ª.Edição. Artmed Editora, Editorial Acríbia AS. Porto Alegre, 2005,383 p.

MOURA, A. M. A. et al.. Pigmentantes naturais em rações à base de sorgo para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**; v. 40, p. 2443-2449, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982011001100023&script=sci_abstract&tlng=pt doi: 10.1590/S1516-35982011001100023 Acesso em: 22 Set. 2018.

QIAO, M., D. L. et al, The effect of broiler breast meat color on pH,moisture, waterholding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v.80, p, 676–680, 2001. Disponível em: < <https://academic.oup.com/ps/article/80/5/676/1543517> > doi: <https://doi.org/10.1093/ps/80.5.676>. Acesso em: 09 Ago. 2018.

QIAO, M., D. L. et al. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. **Poultry Science**, v.81, p.422–427, 2002. Disponível em: <https://academic.oup.com/ps/article/81/3/422/1559636> Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.422>. Acesso em: 09 Ago. 2018.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011. 252p.

- 299 SANTOS M. S. V. et al. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja
300 para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 811-817, 2006.
301 Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n3/30074.pdf>> doi: 10.1590/S1516-
302 35982006000300025. Acesso em: 18 Jul. 2018.
- 303 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**.
304 3.ed. Viçosa:UFV; 2002. 235 p.
- 305 SILVA, J.H.V. et al. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista**
306 **Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1435-1439, 2000. Disponível em: < [http://www.scielo](http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n5/5665.pdf)
307 [.br/pdf/rbz/v29n5/5665.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n5/5665.pdf)> Doi: 10.1590/S1516-35982000000500022. Acesso em: 13 Ago.
308 2018
- 309 SILVEIRA, M. M. et al. Effect of Sorghum Based Nutritional Programs on Performance,
310 Carcass Yield and Composition of Breast in Broilers, **Brazilian Journal of Poultry**
311 **Science**, vol.19 no.spe, p. 43-50, 2017. Disponível em: < [http://www.scielo.br](http://www.scielo.br/pdf/rbca/v19nspe/1516-635X-rbca-19-spe-00043.pdf)
312 [/pdf/rbca/v19nspe/1516-635X-rbca-19-spe-00043.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbca/v19nspe/1516-635X-rbca-19-spe-00043.pdf)> Doi: 10.1590/1806-9061-2016-0253.
313 Acesso em: 13 Ago. 2018.
- 314 SURAI, P. F. The antioxidant properties of canthaxanthin and its potential effects in the
315 poultry eggs and on embryonic development of the chick. **World's Poultry Science Journal**,
316 v. 68, n. 3, p. 717-726, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0043933912000840> Acesso em:
317 25 Ago. 2018.
- 318 TAVÁREZ, M. A. et al. Effect of antioxidant inclusion and oil quality on broiler performance,
319 meat quality, and lipid oxidation. **Poultry Science**, v. 90, p. 922–930, 2011. Disponível em: <
320 <https://academic.oup.com/ps/article/90/4/922/1516502>> [https://doi.org/10.3382/ps.2010-](https://doi.org/10.3382/ps.2010-01180)
321 01180 Acesso em: 05 Ago. 2018.
- 322 TRINDADE NETO, M. A. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no
323 período de 37 a 49 dias de idade, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 508-514,

324 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n3/a16v38n3.pdf>> doi:
325 10.1590/S1516-35982009000300016. Acesso em: 15 Ago. 2018.
326 VAN LAACK, R. L. et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry**
327 **Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, 2000 Disponível em: < [https://academic.oup.com/os](https://academic.oup.com/os/article/79/7/1057/1659722)
328 [/article /79/7/1057/1659722](https://academic.oup.com/os/article/79/7/1057/1659722) doi: <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.1057> Acesso em: 2 ago 2018.

329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369

Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho (M) e sorgo (SM, SMC, SI) para frangos de corte nas fases pré-inicial (1-8 dias), inicial (9-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-40 dias).

Ingredientes	Pré-Inicial		Inicial		Crescimento		Final	
	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo
Milho 7,9/ Sorgo 8,6	54,10	55,43	55,70	57,06	58,01	59,62	61,04	62,24
Soja farelo 46,5	39,62	36,47	37,29	33,87	34,26	30,56	31,64	28,17
Óleo de Soja	2,10	3,67	3,41	4,97	4,44	6,05	4,56	6,32
Fosfato Bicálcico	1,77	1,89	1,40	1,52	1,20	1,32	0,92	1,05
Calcário	0,83	0,78	0,88	0,83	0,83	0,78	0,76	0,71
Sal Comum	0,44	0,46	0,44	0,46	0,43	0,44	0,43	0,44
DL-metionina	0,35	0,37	0,30	0,32	0,28	0,30	0,22	0,26
L-lisina HCl	0,21	0,31	0,15	0,27	0,13	0,25	0,12	0,24
Premix Vitamínico/Mineral	0,50*	0,50*	0,40*	0,40*	0,40**	0,40**	0,30***	0,30***
<i>Carophyll</i> [®] Red ¹	-	-	-	0,045	-	0,045	-	0,045
<i>Carophyll</i> [®] Yellow ¹	-	-	-	0,170	-	0,170	-	0,170
L-treonina	0,08	0,12	0,03	0,08	0,02	0,06	0,01	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes Calculados (%)								
EM, kcal/kg	2955	2955	3054	3054	3152	3152	3201	3201
Proteína Bruta	23,26	22,35	22,17	21,18	20,90	19,83	19,87	18,90
Cálcio	0,91	0,91	0,83	0,83	0,75	0,75	0,65	0,65
Cloro	0,31	0,28	0,31	0,28	0,30	0,27	0,30	0,27
Fósforo disponível	0,46	0,46	0,39	0,39	0,35	0,35	0,30	0,30
Potássio	0,89	0,85	0,85	0,80	0,80	0,75	0,76	0,71
Sódio	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
Lisina Dig.	1,30	1,30	1,20	1,20	1,11	1,11	1,04	1,04
Met+Cis Dig.	0,96	0,94	0,89	0,86	0,84	0,81	0,76	0,76
Metionina Dig.	0,66	0,66	0,60	0,60	0,56	0,56	0,49	0,51
Treonina Dig.	0,85	0,85	0,78	0,78	0,72	0,72	0,68	0,68
Triptofano Dig.	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21

***Premix vitamínico/mineral por quilo do produto:** 160mg/kg de Ácido fólico, 2.400mg/kg de Ácido Pantotênico, 3.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 11 g/kg Bacitracina de Zinco, 6 mg/kg de Biotina, 2.000 mg/kg de Cobre, 40 g/kg de Colina, 10 g/kg de Ferro, 200 mg/kg de Iodo, 14 g/kg de Manganês, 7.600 mg/kg de Niacina, 25 g/kg Nicarbazina, 60 mg/kg de Selênio, 2.000.000 UI/kg de Vitamina A, 300 mg/kg de Vitamina B1, 2.800 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.360 mg/kg de Vitamina B2, 160 mg/kg de Vitamina B6, 100.000 UI/kg de Vitamina D3, 4.000 UI/kg de Vitamina E, 100 mg/kg de Vitamina K3, 12 g/kg de Zinco;

****Premix vitamínico/mineral por quilo do produto:** 75mg/kg de Ácido fólico, 2.500mg/kg de Ácido Pantotênico, 1.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 75 g/kg Bacitracina de Zinco, 3,75 mg/kg de Biotina, 2.500 mg/kg de Cobre, 53 g/kg de Colina, 10,5 g/kg de Ferro, 250 mg/kg de Iodo, 35 g/kg de Manganês, 7.500 mg/kg de Niacina, 25, 5 g/kg Nicarbazina, 60 mg/kg de Selênio, 1.875.000 UI/kg de Vitamina A, 250 mg/kg de Vitamina B1, 2.500 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.200 mg/kg de Vitamina B2, 500 mg/kg de Vitamina B6, 100.000 UI/kg de Vitamina D3, 3.000 UI/kg de Vitamina E, 450 mg/kg de Vitamina K3, 15 g/kg de Zinco;

*****Premix vitamínico/mineral por quilo do produto:** 75mg/kg de Ácido fólico, 2.500mg/kg de Ácido Pantotênico, 1.000mg/kg de B.H.T (Hidróxido de Tolueno Burilado), 2,5 mg/kg de Biotina, 5.000 mg/kg de Cobre, 55 g/kg de Colina, 25 g/kg de Ferro, 500 mg/kg de Iodo, 35 g/kg de Manganês, 7.500 mg/kg de Niacina, 150 mg/kg de Selênio, 2.000.000 UI/kg de Vitamina A, 50 mg/kg de Vitamina B1, 2.500 mcg/kg de de Vitamina B12, 1.250 mg/kg de Vitamina B2, 50 mg/kg de Vitamina B6, 500.000 UI/kg de Vitamina D3, 4.000 UI/kg de Vitamina E, 400 mg/kg de Vitamina K3, 30 g/kg de Zinco. ¹Inclusão dos carotenoides apenas no tratamento SMC.

Tabela 2. Valores médios de pH às 4 e 24hrs pós-abate, perda de peso por cozimento (%), força de cisalhamento (N), de colorimetria (L*,a*, b*) da carne de peitos de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho ou sorgo e a inclusão de carotenoides

Tratamentos	pH 4hrs	pH 24hrs	Perda de peso por cozimento	Força de Cisalhamento	Colorimetria		
					L*	a*	b*
M	6,40	5,94b	31,55	9,91	53,70 ^a	3,88a	5,30a
SM	6,51	6,05 ^a	30,24	10,83	51,35ab	3,75a	2,90b
SMC	6,46	6,01ab	30,89	10,17	49,98b	2,88b	6,17a
SI	6,44	6,05 ^a	31,98	10,54	51,40ab	3,22ab	2,91b
P-valor	0,401	0,010	0,382	0,741	0,05	0,01	<0,001
CV%	2,30	1,66	7,08	19,01	5,65	19,23	18,11

*Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância

422 Tabela 3. Composição centesimal da carne de peito de frangos alimentados com dietas de milho,
 423 sorgo grão moído ou inteiro e a inclusão de carotenoides

Tratamentos	%UMI	%MS	%PB	%MM	%EE
M	73,52	26,48	85,48b	4,74	5,453b
SM	73,23	26,77	86,18ab	4,77	4,267b
SMC	73,31	26,68	87,52a	4,84	2,788a
SI	73,42	26,69	86,01ab	4,83	4,827b
CV%	1,03	2,82	1,20	5,21	9,04
P-valor	0,912	0,916	0,018	0,888	0,002

424 *Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de sorgo na forma de grão inteiro nas rações para frangos de corte não acarreta em prejuízos no desempenho e rendimento de carcaça, além disso traz benefícios com relação a custos de produção dessas rações por não necessitarem de moagem.

Em rações à base de sorgo se faz necessário o uso de um pigmentante buscando suprir a deficiência deste grão em xantofilas. Os carotenoides sintéticos são pigmentos sintéticos que podem ser utilizados neste caso, além do que pode-se conseguir outros benefícios principalmente no que se refere a qualidade da carne destes animais. Sendo assim, mais estudos a cerca destes ingredientes devem ser realizados.

ANEXO A

Protocolo de aprovação do Comitê de Ética (CEUA-UFU)



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)
Rua Ceará, S/N - Bloco 2T, sala 113 – CEP 38405-315
Campus Umuarama – Uberlândia/MG – Ramal (VoIP) 3423;
e-mail: ceua@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 147/15 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 082/15

Projeto Pesquisa: "Sorgo grão inteiro em dietas de frangos de corte sobre o desempenho, integridade da mucosa intestinal e qualidade de carne".

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 31 de julho de 2015.

Prof. Dr. César Augusto Garcia
Coordenador da CEUA/UFU

ANEXO B

Normas do periódico “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências.

O número de Referências não deve exceder a 30.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

O texto NÃO deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como “Main Document” (Step 6), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), com linhas numeradas.

Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no “Title Page” (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.

* na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, SEM revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser

referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, adaptadas para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);

dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);

mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979);

mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):
ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. Am. J. Vet. Res., v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. Not. Med. Vet., n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critcal6.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more cambative, organized. Miami Herald, 1994.
Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>.
Acessado em: 5 dez. 1994.

ANEXO C

Normas do periódico “Ciência Rural”

Instruções: Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem. Tendo em vista o formato de publicação eletrônica estaremos considerando manuscritos com páginas adicionais além dos limites acima. No entanto, os trabalhos aprovados que possuírem páginas além do estipulado terão um custo adicional para a publicação.

O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos:

Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão; Referências e Declaração de conflito de interesses. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado

Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978). As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.
TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Wiley, 1977. Cap.4, p.72-90.
TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Available from: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Accessed: Mar. 18, 2002. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Response of *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) to different concentrations of diatomaceous earth in bulk stored wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2009. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

SENA, D. A. et al. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150705, 2017. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000300151&lng=pt&nrm=iso>. Accessed: Mar. 18, 2017. Epub 15-Dez-2016. doi: 10.1590/0103-8478cr20150705 (Artigo publicado eletronicamente).

Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20). (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow dysplasia. In: WORLD SMALL ANIMAL

VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Online. Available from: <<http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>>. Accessed: Mar. 18, 2005 (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Online. Available from: <<http://www.zh.com.br/especial/index.htm>>. Accessed: Mar. 18, 2001(OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Online. Available from: <[http://www. Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm](http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm)>. Accessed: Mar. 18, 2007.

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC. (OBS.: tentar evitar esse tipo de citação).

Desenhos, gráficos e fotografias : Serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.