



Parâmetros zootécnicos e desenvolvimento da moela de frangos de corte em dietas de sorgo grão e a inclusão de carotenoides

[*Zootechnical parameters and gizzard development of broilers fed with sorghum grain and carotenoid supplementation*]

F.H. Litz¹, E.A. Fernandes², R.C. Antunes², L.V.C. Girão², A.M.S. Ferreira¹,
V.A. Limão¹, J.P.R. Bueno¹

¹Aluno de pós-graduação – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

²Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

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 desenvolvimento da moela. Utilizaram-se 960 frangos, machos e fêmeas, da linhagem Cobb 500, que foram submetidos a 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 peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes, peso de moela. A ração de SI proporcionou maior desenvolvimento de moela, embora, aos sete dias, não tenha havido diferenças no peso vivo e na 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 semelhantes 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.

Palavras-chave: desempenho, granulometria, moela, rendimento de carcaça

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the replacement of corn with ground or whole grain sorghum and the inclusion of carotenoids in broiler feed on zootechnical parameters and gizzard development. 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 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.

Keywords: 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, na produção de

biocombustíveis e 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 essa demanda de mercado, bem como diminuir os custos de produção.

Recebido em 7 de maio de 2019

Aceito em 2 de agosto de 2019

E-mail: fernandalitz@veterinaria.med.br

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é o quinto cereal mais cultivado no mundo, ficando atrás somente do trigo, do arroz, do milho e da 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 safreinha, em que a pluviosidade e o fotoperíodo são menores, reduzindo os riscos de frustração de colheita do milho de segundo plantio. Além de 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 modo a diminuir custos da moagem dos grãos. Além disso, pode 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).

Apesar dos benefícios do sorgo, um dos maiores receios dos produtores em utilizá-lo nas rações para as aves refere-se ao fato de este possuir baixo conteúdo de xantofilas e carotenoides quando comparado ao milho (Moura et al., 2010). Tal característica acarreta uma menor pigmentação amarela da carcaça das aves e da gema dos ovos, o que não é atrativo para o consumidor, embora essa deficiência possa ser solucionada com a inclusão de carotenoides sintéticos à dieta. Carotenoides são pigmentos lipossolúveis sintetizados por plantas e microrganismos 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), bem como um precursor de vitamina A (Pérez-Vendrell et al., 2001).

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, o que é 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 têm comumente a participação de óleos de origem vegetal, caracterizados por elevado índice de ácidos graxos insaturados; desse modo, a utilização de antioxidantes sintéticos ou naturais tem como objetivo proteger os constituintes da ração dos efeitos da oxidação lipídica (Mariutti e Bragagnolo, 2009). Assim, pouco se sabe sobre o efeito desse carotenoide sobre o metabolismo dos frangos de corte, principalmente em rações à base de sorgo.

Nesse 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, o rendimento de carcaça e o desenvolvimento da moela.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um delineamento experimental inteiramente ao acaso, composto de 960 aves da linhagem Cobb 500, divididas em quatro tratamentos com seis 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).

Utilizaram-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 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 (DGM=1839µm). As rações foram formuladas à base de milho ou sorgo livre tanino, farelo de soja, isoenergéticas, utilizando-se como referência Rostagno et al. (2011) (Tab. 1).

Parâmetros zootécnicos e...

Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações à 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	0,50*	0,50*	0,40*	0,40*	0,40**	0,40**	0,30***	0,30***
Vitamínico/Mineral								
<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), 11g/kg bacitracina de zinco, 6mg/kg de biotina, 2.000mg/kg de cobre, 40g/kg de colina, 10g/kg de ferro, 200mg/kg de iodo, 14g/kg de manganês, 7.600mg/kg de niacina, 25g/kg nicarbazina, 60mg/kg de selênio, 2.000.000UI/kg de vitamina A, 300mg/kg de vitamina B1, 2.800mcg/kg de vitamina B12, 1.360mg/kg de vitamina B2, 160mg/kg de vitamina B6, 100.000UI/kg de vitamina D3, 4.000UI/kg de vitamina E, 100mg/kg de vitamina K3, 12g/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), 75g/kg bacitracina de zinco, 3,75mg/kg de biotina, 2.500mg/kg de cobre, 53g/kg de colina, 10,5g/kg de ferro, 250mg/kg de iodo, 35g/kg de manganês, 7.500mg/kg de niacina, 25, 5g/kg nicarbazina, 60mg/kg de selênio, 1.875.000UI/kg de vitamina A, 250mg/kg de vitamina B1, 2.500mcg/kg de de vitamina B12, 1.200mg/kg de vitamina B2, 500mg/kg de vitamina B6, 100.000UI/kg de vitamina D3, 3.000UI/kg de vitamina E, 450mg/kg de vitamina K3, 15g/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), 2,5mg/kg de biotina, 5.000mg/kg de cobre, 55g/kg de colina, 25g/kg de ferro, 500mg/kg de iodo, 35g/kg de manganês, 7.500mg/kg de niacina, 150mg/kg de selênio, 2.000.000UI/kg de vitamina A, 50mg/kg de vitamina B1, 2.500mcg/kg de de vitamina B12, 1.250mg/kg de vitamina B2, 50mg/kg de vitamina B6, 500.000UI/kg de vitamina D3, 4.000UI/kg de vitamina E, 400mg/kg de vitamina K3, 30g/kg de zinco. ¹Inclusão dos carotenoides apenas no tratamento SMC.

A densidade de cada box (repetição) correspondeu a 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

25kg. No dia do alojamento, todos os pintinhos foram pesados, e calculou-se o peso médio, que foi de 36g (essas 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 à ventilação e à 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 um a sete dias de idade; 20 horas; no período de oito a 21 dias de idade; e 23 horas, no período de 22 a 40 dias de idade.

Aos sete, 28 e 40 dias, foram avaliados os parâmetros de desempenho; para isso, todas as aves foram pesadas. Quando foram obtidos 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, com base nesse resultado, 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-se 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 box.

Para a análise de desenvolvimento da moela, aos sete e aos 40 dias de idade, utilizaram-se 10 frangos machos como padrão de análise, dentro da média de peso dos tratamentos. Esses foram abatidos após jejum alimentar de oito horas, para avaliação de peso da moela, utilizando-se uma balança de precisão de 0,01g. Esse parâmetro foi expresso 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 oito 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 à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias pelos testes de Komogorov-Smirnof e Levene, respectivamente, ambos a 0,01 de significância. Em seguida, procedeu-se à análise de variância com posterior teste de Tukey para comparação das médias, todos a 0,05 de significância pelo programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos sete dias de idade (Tab. 2.), as aves dos tratamentos à base de sorgo moído e inteiro tiveram um maior consumo de ração, quando comparadas às aves com ração à base de milho, sem afetar as variáveis peso vivo e conversão alimentar. No período seguinte, 28 dias de idade, já havia a inclusão do quarto tratamento, em que aquele com ração à base de 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 à base de sorgo como de milho. O peso vivo nas dietas à base de sorgo moído foi superior em relação ao sorgo inteiro e ao milho, entretanto não houve diferença para as conversões alimentares estudadas. Ao final do experimento, 40 dias de idade, não houve diferença para consumo de ração, porém o peso vivo foi maior nas aves dos tratamentos à base de sorgo moído sem e com carotenoide. As aves das dietas de sorgo grão inteiro obtiveram peso e conversão alimentar iguais às de sorgo moído, entretanto mostraram-se também iguais às aves da dieta de milho.

Sabe-se que as aves preferem partículas de maior granulometria, independentemente da idade (Portella *et al.*, 1988), entretanto existe uma correlação direta entre a granulometria e o tamanho de bico dessas aves (Favero, 2009). Mesmo assim, com o avanço da idade, elas conseguiram adaptar-se melhor ao tamanho do grão, alcançando, aos 40 dias, o peso das aves dos demais tratamentos. Destaca-se que esse peso só 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), o que demonstra o efeito dessa característica física das rações.

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) acrescido de 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 entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na formulação das rações à base de sorgo, há um maior aporte de óleo, de forma a atender sua característica de isonomia energética. Devido a essa maior participação de óleo, ocorre maior eficiência energética das rações por se reduzir o incremento calórico delas. Por outro lado, ressalta-se que a utilização do sorgo grão inteiro dispensa o uso do moinho na produção das rações e que a moagem dos cereais representa 25% a 30% do custo de fabricação da ração (Dozier *et al.*, 2002).

A presença de tanino no sorgo é um dos paradigmas acerca da utilização deste na alimentação das aves, porém o grão de sorgo, no Brasil, é selecionado geneticamente para ser livre de tanino. Assim, não era esperado um desempenho inferior dos animais devido a esse fator; da mesma forma, Torres *et al.* (2013) não encontraram diferenças no desempenho de frangos de um 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

de o sorgo e de o milho serem iguais nutricionalmente; esses resultados recentes corroboram os encontrados neste trabalho.

A inclusão dos carotenoides nas dietas de sorgo moído (SMC) não influenciou o consumo de ração e o peso vivo das aves. Moura *et al.* (2016), ao trabalharem com o carotenoide em dietas de sorgo para codornas, também não observaram diferenças no desempenho zootécnico delas. Porém, aos 40 dias, observou-se que as aves que receberam a dieta com carotenoide obtiveram um melhor valor de conversão alimentar quando comparadas à dieta de milho, possivelmente pelo seu efeito antioxidante, garantindo, assim, um melhor aproveitamento do óleo adicionado à ração.

Conforme se pode observar na Tab. 3, o maior desenvolvimento da moela das aves na dieta com sorgo inteiro (SI) fez com que, mesmo apresentando um maior consumo de ração, essas fossem capazes de atingir o mesmo peso vivo e as mesmas conversões alimentares das aves dos demais tratamentos. Esse resultado é confirmado por Silva *et al.* (2015), em cujo estudo foi

observado que alimentos com maior granulometria promovem hipertrofia muscular na moela, devido ao esforço desse órgão para reduzir o tamanho das partículas.

O peso da moela é uma importante observação da resposta do organismo animal, visto que esse órgão pode apresentar tanto uma hipo quanto uma hipertrofia dependendo da nutrição a que os animais são submetidos (Ahmed *et al.*, 1991; Nyvachot e Atkinson, 1995). O peso da moela das aves alimentadas com rações com grãos de milho e sorgo moídos e inteiros, comparadas em peso absoluto, ou em seu peso relativo, ao peso

vivo das aves, demonstra uma diferença significativa, aos sete e aos 40 dias de idade, de que as moelas daquelas aves alimentadas com rações de sorgo grão inteiro foram maiores em relação às dos demais tratamentos. As amostras de 10 aves machos escolhidos ao acaso apresentam um peso (Tab. 3) diferente daqueles pesos médios do total das aves mistas (machos e fêmeas). Porém, ainda assim, mantiveram os resultados obtidos aos 40 dias de idade, quando aqueles tratamentos com sorgo moído sem e com carotenoides mostraram pesos significativamente superiores aos tratamentos à base de milho e à base de sorgo grão inteiro.

Tabela 3. Peso das aves, absoluto (g) e relativo (%), da moela de frangos de corte machos aos 7 e 40 dias de idade, alimentados com rações à base de milho (M), sorgo moído (SM) acrescido de carotenoides (SMC) e sorgo inteiro (SI)

Rações	7 dias			40 dias		
	Peso vivo (g)	Peso absoluto da moela (g)	Peso relativo da moela (%)	Peso vivo (g)	Peso absoluto da moela (g)	Peso relativo da moela (%)
M	156,73	7,58b	4,70b	2405b	41,36b	1,71b
SM	162,95	7,67b	4,89b	2550a	37,05b	1,45c
SMC	-	-	-	2600a	38,40b	1,48c
SI	164,37	8,98a	5,48a	2428b	48,93a	2,01a
CV%	10,33	10,82	7,47	2,86	6,59	5,68
P-valor	0,782	0,023	0,006	<0,01	<0,01	<0,01

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Esses resultados de peso da moela reforçam o desempenho das aves (Tab. 2), quando, no tratamento com sorgo inteiro, aos 40 dias de idade, o consumo de ração e a conversão alimentar foram iguais aos tratamentos com sorgo moído.

Na Tab. 4, são demonstrados rendimento de carcaça e corte de frangos machos, em que as aves submetidas a rações de sorgo moído sem e com carotenoides tiveram maiores pesos do que

aquelas submetidas a rações à base de milho e à base de sorgo grão inteiro. O rendimento de carcaça teve o mesmo comportamento observado para peso vivo, mas os rendimentos de cortes mantiveram-se iguais em todos os tratamentos. Destaca-se que o desempenho daquelas aves submetidas à ração com grão inteiro (SI) conseguiu, em curto espaço de tempo, equilibrar-se, e esses animais conquistaram, 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) acrescido de 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 entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Corroborando 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 para melhores ganhos de peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carcaça, visto que promove uma otimização no uso da energia. Quando empregado na forma de grão inteiro, nas condições em que este experimento foi conduzido, mostrou valores de desempenho e rendimento semelhantes à ração de milho, todavia, ao ser utilizado nas rações, gera economia por 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 (com e sem carotenoides) 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 dieta de sorgo moído com inclusão de carotenoides sintéticos promove 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, 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, p.995-1003, 2002.
- BÖHM, F.; EDGE, R.; LAND, E.J. *et al.* Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. *J. Am. Chem. Soc.*, v.119, p.621-622, 1997.
- 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, 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. *Encicl. Biosf.*, v.11, p.1757-1765, 2015.
- DOZIER III, W.A.; BEHNKE, K.; KIDD, M.T. *et al.* Reducing utility cost in the feed mill. *Watt Poult.*, v.53, p.40-44, 2002.
- FAVERO, A. *Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrointestinal de perus.* 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR.
- 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. 202p.
- 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, p.144-162, 2008.
- GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. *et al.* Implications of the use of sorghum in broiler production. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.15, 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, *Vet. Sci. Technol.*, v.6, p.1-5, 2015.
- MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; RABELLO, C.B.V. *et al.* N.T.E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, 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, 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, Suppl.1., p.125, 1995. Abstract.
- OLSON, J.A. *Biochemistry of vitamin A and carotenoids*. In: SOMMER, A.; WEST, K.P. (Eds.). *Vitamin A deficiency: health, survival and vision*. New York: Oxford University Press, 1996. 456p.
- 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, 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, 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, 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*. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.
- SILVA, M.C.A.; CAROLINO, A.C.X.G.; LITZ, F.H. et al. Effects of sorghum on broilers gastrointestinal tract. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.17, p.95-102, 2015.
- SVIHUS, B. Norwegian poultry industry converts to whole grain pellets. *World Poult.*, v.17, p.20-21, 2001.
- TORRES, K.A.A.; PIZAURO, J.M.J.R.; SOARES, C.P. et al. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. *Poult. Sci.*, v.92, p.1564-1571, 2013.