



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DAVYD HERIK SOUZA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM E SUA
UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO
CONTENDO SORGO COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA**

FORTALEZA

2014

DAVYD HERIK SOUZA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM E SUA
UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO
CONTENDO SORGO COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S714a Souza, Davyd Herik.
Avaliação nutricional do resíduo da semente do urucum e sua utilização em rações para frangos de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia / Davyd Heryk Souza.
76 f. : enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Nutrição Animal e forragicultura.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
1. Frango de corte. 2. Ave doméstica – Alimentação e rações. 3. Nitrogênio na nutrição animal. I. Título.

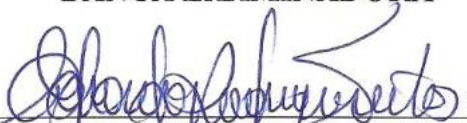
DAVYD HERIK SOUZA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM E SUA
UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO
CONTENDO SORGO COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA**


Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 31/01/2014

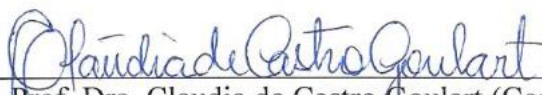
BANCA EXAMINADORA




Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dra. Claudia de Castro Goulart (Conselheira)
Universidade do Vale do Acaraú - UVA



Dra. Rosa Patrícia Ramos Salles (Conselheira)
Universidade Federal do Ceará - UFC

A meu pai, José Oberto de Souza Silva (*in memoriam*), por ter partido tão cedo, e não poder acompanhar a minha trajetória. À minha mãe, Maria Alzerina de Souza, pelo exemplo de vida, esforço e dedicação e por me incentivar e auxiliar sempre na busca dos meus sonhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a vida e guiado sempre pelos caminhos certos, proporcionando paz, saúde e felicidades, além de muita força de vontade e determinação na incansável luta contra as adversidades da vida.

Aos meus avós: Terezinha, Dr. Gregório, Lita e Samuel (*in memoriam*), por todo carinho e ensinamentos, aos quais levarei por toda vida, como também por todo orgulho que expressam ao falar deste neto.

À minha mãe, Maria Alzerina de Souza, por ser a pessoa mais importante da minha vida. Pelo seu amor e carinho e por nunca ter duvidado do meu potencial, sempre me estimulando e motivando frente às batalhas da vida, sem medir esforços, para que eu saia vitorioso. Falando sempre: “se é isso mesmo que você quer meu filho, vai em frente que damos um jeito. Se não der certo volta pra casa.”.

Às minhas irmãs Days Hemilly e Ingrid Lorrany e ao meu irmão Wemerson Soares, por se orgulharem de mim.

À minha namorada Kélita Alves Rodriguês, por todos os momentos tristes e felizes que esteve ao meu lado, me auxiliando nas tomadas de decisões e na superação de alguns momentos árduos nesta caminhada. Sempre fez com que a distância entre nós fosse apenas espacial, pois o afeto, companheirismo, cumplicidade, carinho e amor sempre foi muito presente, mesmo sendo em sua maior parte por telefone. Foi muito mais do que uma namorada, foi uma grande amiga.

A todos os meus familiares, em especial aos meus primos: Renê, Tereza e Juninho e minhas tias Fransquinha e Margarida, pelo carinho e apreço que demonstram por mim.

A todos os amigos que me acompanharam durante esta jornada, acreditando, estimulando e ajudando a superar as dificuldades e alcançar meus objetivos.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, pelas oportunidades proporcionadas, pela paciência, apoio e credibilidade no desenvolvimento deste trabalho, por todos os ensinamentos e por servir como exemplo e motivação profissional.

À Doutora e pesquisadora Raffaella Castro, pela preciosa colaboração no desenvolvimento e elaboração deste trabalho.

À Doutora Rosa Patrícia pelas colaborações para a realização e conclusão deste trabalho.

Ao professor Germano Augusto Jerônimo do Nascimento e a professora Claudia de Castro Goulart pela disponibilidade e colaborações.

Aos alunos de graduação que fazem parte do Setor de Avicultura da UFC, pela colaboração, boa convivência e pelos momentos de esforço e distração, especialmente a Lorena Câmara, Edibergue Oliveira, Tiago Hellery e David Lucena pela participação ativa nos experimentos.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Zootecnia, Danilo Rodrigues, Carlos Eduardo, Nádia Braz, Nadja Farias, Diego Dantas, Herbenson Marques, Thaís Tavares, Rebeca Cruz, Gilson Brito, Newton Lima, Tiago Silva, Renan Saraiva e Lucas dos Santos, pelas ajudas, convivência e troca de experiências, ressaltando a colega Rafaela Maia e o Carlos Weiber pelos efetivos auxílios nas atividades experimentais.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFC Izaías Carlos e Francisco Ormani (Maninho), pela colaboração nas atividades relacionadas ao experimento e pela amizade.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - UFC, pela oportunidade de cursar o Mestrado em Zootecnia.

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, por ceder as instalações, os equipamentos bem como os reagentes para a realização das análises químicas.

À UFC e a todos os professores, pelos esforços despendidos para melhor transmissão possível dos conhecimentos necessários para minha formação profissional e aos funcionários que de forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

À empresa Agropecuária Beraba Ltda pela doação do resíduo da semente do urucum.

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo financiamento do projeto.

À Evonik pela realização da análise de aminoácidos.

À Fatec pela doação do premix.

"Você é o único responsável pela limitação dos seus sonhos, desta forma, acredite até mesmo no impossível e busque-o incansavelmente."

(Davyd Herik Souza)

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM E SUA UTILIZAÇÃO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO CONTENDO SORGO COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA

RESUMO

Objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do resíduo da semente do urucum (RSU) e avaliar a sua utilização em rações para frangos de corte de crescimento lento formuladas com sorgo como principal fonte de energia. Para determinar a EMA e EMAn foram realizados dois ensaios de metabolismo (14 a 21 e 28 a 35 dias de idade). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e duas idades) com 5 repetições por tratamento, de 5 aves no primeiro ensaio e 4aves no segundo. Os valores de EMA e EMAn não foram influenciados significativamente pelo tipo de linhagem, no entanto, sofreram influência significativa da idade, obtendo-se maiores valores com as aves mais velhas. O RSU apresentou 88,77% de matéria seca, 4.083 kcal/kg de energia bruta, 15,43% de proteína bruta, 14,43% de fibra em detergente ácido, 37,11% fibra em detergente neutro e 1,86% de extrato etéreo. Os valores determinados para EMA e EMAn na matéria seca e EMAn na matéria natural, foram de 2.462, 2.314 e 2.054 kcal/kg para aves de 14 a 21 dias de idade e de 3.187, 3.174 e 2.817 kcal/kg para aves de 28 a 35 dias, respectivamente. No ensaio de desempenho, foram alojados 420 pintos da linhagem carijó pesadão de 1 a 78 dias de idade, distribuídos em DIC em esquema fatorial 2x7, onde os fatores foram 2 sexos e 7 rações, totalizando 14 tratamentos. Com 3 repetições de 10 aves por tratamento. As rações consistiram em: R1 - ração composta por milho e farelo de soja; R2 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho sem a adição de pigmentante; R3, R4, R5, R6 e R7 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho com a adição de 3; 6; 9; 12 e 15% de RSU, respectivamente. Independente do sexo, as rações não influenciaram as variáveis de desempenho e características de carcaça. Entretanto, a inclusão do RSU influenciou os parâmetros de cor da carne tornando-a mais pigmentada. Em rações para aves de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia, pode-se incluir até 15% do RSU, pois o nível de inclusão do resíduo não influenciou o desempenho e as características de carcaça das aves, sendo possível reduzir os problemas de pigmentação da carne com a substituição total do milho pelo sorgo com a inclusão do RSU a partir de 3%.

Palavras-chave: alimento alternativo, energia metabolizável, pigmentante natural, nutrição de aves.

NUTRITIONAL EVALUATION OF ANNATTO SEED BY-PRODUCT AND ITS USE IN FEEDING CHICKENS OF SLOW GROWTH CONTAINING SORGHUM IS THE MAIN ENERGY SOURCE

ABSTRACT

The objective this study was determine the chemical composition and the apparent metabolizable energy (EMA) and apparent corrected for nitrogen balance (EMAn) of the annatto seed by-product (RSU) and evaluate its use in rations for broiler growth slow formulated with sorghum as the main source of energy. To determine the EMA and EMAn two metabolism assays (14 to 21 and 28 to 35 days of age) were performed. Was used completely randomized design (DIC) in a 2x2 factorial design (two strains and two ages) with 5 replicates per treatment, 5 poultry in the first test and 4aves in the second. The EMA and EMAn values were not significantly influenced by the type of strain, however, suffered significant influence of age, obtaining higher values with older poultry. The RSU showed 88,77% dry matter, 4.083 kcal/kg of gross energy, 15,43% crude protein , 14,43% acid detergent fiber, 37,11% neutral detergent fiber and 1,86% ether extract. The values determined for EMA and EMAn in dry matter and EMAn in natural matter, were 2.462, 2.314 and 2.054 kcal / kg for poultry 14-21 days of age and 3.187, 3.174 and 2.817 kcal / kg for poultry from 28 to 35 days, respectively. In the performance trial, 420 chicks carijó pesadão lineage from 1 to 78 days of age in DIC in 2x7 factorial were housed, where the factors were 2 sexes and 7 rations, totaling 14 treatments. With 3 replicates of 10 poultry per treatment. The rations were: R1 - ration composed of corn and soybean meal; R2 - ration with 100% sorghum replacing corn without adding pigmentante, R3, R4, R5, R6 and R7 - ration with 100% sorghum replacing corn with the addition of 3, 6, 9, 12 and 15% of RSU, respectively. Regardless of gender, the diets did not affect the performance variables and carcass characteristics. However, the inclusion of RSU influenced color parameters of meat making it more pigmented. In poultry feed slow growing containing sorghum as the main energy source, can include up to 15% of RSU, because the level of inclusion of the residue did not influence performance and carcass characteristics of poultry, and you can reduce the problems of pigmentation of the meat with total replacement of corn by sorghum with inclusion of RSU starting 3%.

Keywords: feedstuff, metabolizable energy, natural pigment, poultry nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química e valores energéticos do resíduo da semente do urucum, determinada por vários autores	31
Tabela 2 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações referência para frangos de corte em duas idades distintas	44
Tabela 3 - Composição química e energia bruta do resíduo da semente do urucum	46
Tabela 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e na matéria natural (MN) do resíduo da semente do urucum, determinados com duas linhagens de frangos de corte em idades distintas...	48
Tabela 5 - Valores de composição química e de energia do resíduo da semente do urucum utilizado para formulação das rações nas diferentes fases experimentais	60
Tabela 6 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 1 a 28 dias de idade ..	61
Tabela 7 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 28 a 56 dias de idade.	62
Tabela 8 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 56 a 78 dias de idade.	63
Tabela 9 - Desempenho das aves de corte de crescimento lento em três períodos de criação	66
Tabela 10 - Características de carcaça de aves de corte de crescimento lento aos 78 dias de idade	68
Tabela 11 - Valores médios da luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) do peito e da sobrecoxa de aves de crescimento lento.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Intensidade da cor vermelha
ANOVA	Análise de Variância
ASA	Amostra Seca ao Ar
b*	Intensidade da cor amarela
BN	Balanco de Nitrogênio
CA	Conversão Alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
cm	Centímetros
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CV	Coefficiente de Variação
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
DOI	Divisão de Operações Industriais
DZ	Departamento de Zootecnia
EB	Energia Bruta
EE	Extrato Etéreo
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanco de Nitrogênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FAO	Food and Agriculture Organization
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
g	Gramas
g/ave	Gramas por ave
g/g	Grama por grama
h	Horas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

kcal	Quilocalorias
kg	Quilograma
kg/ha	Quilograma por hectare
L*	Luminosidade
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
m	Metro
m ²	Metro Quadrado
mcg	Micrograma
mg	Miligrama
min	Minutos
min./vit.	Mineral Vitamínico
mm	Milímetro
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
Nº	Número
N	Nitrogênio
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
R ²	Coefficiente de Determinação
RSU	Resíduo da Semente do Urucum
SAS	Statistical Analysis System
SNK	Student-Newman-Keuls
SRU	Semente Residual do Urucum
UFC	Universidade Federal do Ceará
UI	Unidade Internacional
USA	United States of América

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau centígrado
%	Porcentagem
+	Mais
-	Menos
<	Menor

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS	18
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Aves de corte de crescimento lento na avicultura alternativa	20
2.2 Aspectos do aproveitamento de nutrientes por aves de crescimento rápido e lento	22
2.3 Alimentos alternativos para aves	23
2.4 Sorgo na alimentação de aves	25
2.5 Pigmentantes na ração de aves	27
2.6 Urucum (<i>Bixa orellana</i> L.)	28
2.6.1 Caracterização	28
2.6.2 Produtos e suas utilizações	29
2.6.3 Resíduo da semente do urucum	30
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM PARA AVES DE CRESCIMENTO RÁPIDO E LENTO	38
RESUMO	39
ABSTRACT	40
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51
CAPÍTULO III - INCLUSÃO DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM EM RAÇÕES CONTENDO SORGO PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO	54
RESUMO	55
ABSTRACT	56
1 INTRODUÇÃO	57

2 MATERIAL E MÉTODOS	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	74

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A produção de frangos de crescimento lento tem conceito diferenciado da produção intensiva, por buscar um sistema alternativo de criação que imponha menores impactos ao meio ambiente e às aves. Esse segmento vem se desenvolvendo em escala ascendente, pois o nicho de mercado para os produtos provenientes deste sistema de criação, vem crescendo a cada dia. Uma comprovação disso, se dá com o aumento em 400% na produção de carne com o uso da linhagem francesa Label Rouge, em duas décadas (CASTELLINI *et al.*, 2008).

Semelhantemente aos diversos segmentos da avicultura, entre os elementos que compõem o custo de produção, a alimentação é o que representa a maior proporção. O milho é um dos principais responsáveis por isso, pois é o ingrediente que entra em maior quantidade nas rações das aves. A demanda crescente desse ingrediente para a alimentação humana, indústria de biocombustíveis para a produção do etanol, as produções limitadas em determinados anos, o preço elevado na entressafra e no mercado internacional, vem onerando cada vez mais os custos de produção (NUNES e MAIER, 2012).

Em determinadas épocas do ano, existe a disponibilidade de alimentos energéticos de menor custo, que podem servir como opções para os nutricionistas substituírem o milho das rações para aves (LEITE *et al.*, 2011). No entanto, se faz necessário a avaliação constante da composição físico-química e energética desses alimentos, sobretudo dos ingredientes alternativos, como os resíduos agroindustriais, que normalmente não são aproveitados de forma racional na alimentação de animais ou são descartados. Para aves de crescimento lento, essa avaliação torna-se ainda mais importante, pois aves dessa categoria apresentam menor exigência em comparação a frangos de corte de crescimento rápido, o que pode possibilita a formulação de rações com menores densidades nutricionais e permitir maior inclusão destes ingredientes nas dietas (SILVA *et al.*, 2009).

Por possuir características mercadológicas e nutricionais propícias para substituir o milho como fonte de energia na dieta de aves, o sorgo vem sendo testado rotineiramente e tem obtido destaque em estudos com ingredientes alternativos (ROCHA *et al.*, 2008). O valor nutricional desse ingrediente chega a alcançar 95% do valor nutricional do milho enquanto o valor comercial é cerca de 80% (MIRANDA, 2009).

Na atualidade, com as variedades de sorgo baixo tanino, o principal problema

encontrado com a utilização desse alimento na dieta de aves é o baixo teor de xantofila e caroteno que o mesmo possui. Embora não imprimam valor nutricional, são estes pigmentos que conferem a cor amarela alaranjada na pele e carne dos frangos, sendo a mesma, o primeiro atributo avaliado pelo consumidor na aquisição do produto. Desta forma, ao utilizar o sorgo na alimentação das aves, deve-se incluir pigmentantes artificiais ou naturais para correção do problema.

O resíduo da semente do urucum (RSU) representa cerca de 97 a 98% da semente bruta e é um subproduto do processo para obtenção do produto mais popular do urucum, o colorau, e da extração dos pigmentos para a indústria de corantes naturais, o mesmo não é aproveitado após o processamento, tornando-se um ameaça potencial, pois ao ser descartado pela indústria, pode vir a poluir o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2006). Este resíduo do processamento, apresenta, ainda, forte coloração vermelha e análises de composição química do mesmo mostraram que tem potencial para ser usado na alimentação de aves (SILVA *et al.*, 2005), sendo desta forma um alimento alternativo com potencial pigmentante para viabilizar a utilização do sorgo.

Diante do exposto, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do RSU e avaliar a sua utilização em rações para frangos de corte de crescimento lento formuladas com sorgo como principal fonte de energia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aves de corte de crescimento lento na avicultura alternativa

A criação de aves tipo caipira para a produção de carne é um dos segmentos da avicultura alternativa que vem despontando como opção bastante promissora, haja vista o crescimento substancial da demanda de mercado por esse produto (SANTOS *et al.*, 2005). Esse aumento da demanda está relacionado com o interesse de uma parte dos consumidores que formam um nicho de mercado disposto a pagar por carnes com características diferenciadas das apresentadas pelas aves criadas convencionalmente (DOURADO *et al.*, 2009). Um bom exemplo desse crescimento foi constatado por Castellini *et al.* (2008), que relataram que em 20 anos a produção de carne com o uso da linhagem francesa Label Rouge, aumentou em quatro vezes.

A produção de frangos caipira tem conceito diferenciado da produção intensiva, por buscar um sistema alternativo de produção que imponha menores impactos ao meio ambiente e às aves. Assim, as principais características desejadas nesse tipo de criação são: segurança alimentar, qualidade sensorial do produto, preocupação com o meio ambiente, bem-estar dos animais (MADEIRA *et al.*, 2010). Neste sistema os animais podem expressar comportamentos típicos de aves criadas em seu habitat natural pelo fato de haver maior espaço por animal e maior liberdade de movimentação, refletindo de forma positiva na saúde e no bem estar dos animais (GONÇALVES, 2012).

O sistema mais utilizado no nosso país para criação das aves de corte tipo caipira tem sido o semi-intensivo, onde as aves permanecem soltas durante a maior parte do dia, tendo acesso à área de pastejo e dispondo, ainda, de um abrigo para pernoite e estadia nas horas mais quentes, com acesso à água e ração balanceada. Segundo Takarashi *et al.* (2006), as aves criadas nesse sistema são mais conhecidas como caipira na região Sudeste, colonial na região Sul e capoeira na região Nordeste.

O sistema de produção para frangos de corte tipo caipira ou colonial está normatizado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no ofício circular DOI/DIPOA N° 007/99 de 19/05/99 (MAPA, 1999) que trata do registro do produto Frango Caipira ou Colonial. Esse documento define que deve se utilizar linhagens específicas, de crescimento lento, para chegar ao peso ideal de abate com a idade mínima de 85 dias, que os pintos devem ter acesso ao piquete a partir dos 28 dias de idade com área mínima de 3m² por ave e que em nenhuma das fases de criação seja fornecido ração contendo promotores de

crescimento, nem subprodutos de origem animal, como farinhas de carne, por exemplo. Recentemente foi publicado o Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 02/2012 (MAPA, 2012), que preconiza a redução do tempo de abate em 15 dias, passando então para 70 dias.

No Brasil, a criação de aves de corte tipo caipira faz uso de algumas linhagens que foram geneticamente trabalhadas, selecionadas, adaptadas e passaram por programa de melhoramento genético para a fixação de alguns parâmetros produtivos e, ao mesmo tempo, para reduzir as características indesejáveis (ZANUSSO e DIONELLO, 2003). Paraíso Pedrês, Label Roug, Isa Label, Caipirão da ESALQ, 7 P, Embrapa 041, Paraíso Pelado, Caipirinha da ESALQ e Carijó Barbada são linhagens que apresentam características propícias para produção em sistema alternativo, como crescimento lento e rusticidade necessária para criação em sistema semi-intensivo (DOURADO *et al.*, 2009).

Segundo Hellmeister Filho *et al.* (2003), no sistema semi-intensivo, não basta o oferecimento de condições ambientais adequadas para que ocorra o aumento da produtividade das aves, mas também se faz necessária a utilização de aves melhoradas e adaptadas para o sistema alternativo, com alto potencial genético, além de condições adequadas de manejo e nutrição.

De acordo com Mendonça *et al.* (2007), na avicultura alternativa utilizam-se aves com características próprias, sendo que estas, normalmente, apresentam curvas e taxa de crescimento diferentes das linhagens comerciais de corte. Geralmente são aves de crescimento mais lento, cujas exigências nutricionais diferem das exigências dos frangos de corte de linhagens industriais. Os frangos coloniais, em geral, apresentam menor consumo que as aves comerciais, conseqüentemente, menor eficiência alimentar (TAKAHASHI *et al.*, 2006).

Dourado *et al.* (2009) relatam em estudo, que seria impossível criar até 12 semanas de idade uma linhagem com crescimento rápido, pois, seu peso seria demasiadamente elevado e sua taxa de engorda excessiva, prejudicando a conversão alimentar, além de apresentar mortalidade elevada e possíveis problemas locomotores. Por isso, foram estudados genes específicos para o crescimento mais lento e adaptados para estas características.

Os frangos de corte provenientes de linhagens tipo caipira apresentam características organolépticas da carne diferenciadas, o que proporciona um sabor apurado, isso porque o teor de gordura é menor, a coloração é mais intensa e a textura das fibras é mais consistente, quando comparados aos frangos de corte de linhagem convencional (FERREIRA, 2013). Takahashi *et al.* (2006) relataram que o frango tipo caipira apresenta uma carne mais escura e firme, com sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça. As aves tipo caipira

possuem essas características pois são animais adultos, próximos da maturidade sexual e que não sofreram melhoramento genético intenso ou que foram submetidos ao exercício (criação extensiva ou semi-intensiva) de acordo com Madeira *et al.* (2010).

O hábito de consumir gramíneas ou leguminosas à vontade, e ainda de ciscarem o terreno à procura de insetos, minhocas e larvas que possam completar sua alimentação, favorece a ingestão de fontes variadas de vitaminas e minerais, principalmente fibras e xantofila, conferindo-lhes resistência às doenças e modificando a qualidade de seus produtos (EMPARN, 2002).

2.2 Aspectos do aproveitamento de nutrientes por aves de crescimento rápido e lento

Para a nutrição adequada e, conseqüente, elevação dos índices produtivos das aves é fundamental que se tenha conhecimento de alguns aspectos básicos inerentes a estes animais, como por exemplo, o conhecimento das exigências nutricionais e o aproveitamento dos alimentos pelos mesmos (SANTOS, 2012). Dessa forma, se as aves de linhagens de crescimento lento são animais cujo incremento positivo no tamanho e no peso vivo por unidade de tempo, ocorre a velocidade inferior àquela verificada nas linhagens industriais (MENDONÇA *et al.*, 2007), é possível que ocorra também, diferenças no aproveitamento dos nutrientes dos alimentos entre estas linhagens (SANTOS, 2012).

Nesse contexto, Wada *et al.* (2004) determinaram a energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) do milho, do farelo e óleo de soja, com frangos de corte Isa Label e verificaram que os valores energéticos destes alimentos ficaram abaixo em 2,3; 10,5 e 9,1% respectivamente, daqueles determinados por Rostagno *et al.* (2011), com frangos industriais. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima (2007) que ao avaliar o aproveitamento energético do gérmen integral e de farelos de glúten do milho, determinou menores valores de EMAn com aves de crescimento lento, também em relação aos propostos para frangos de crescimento rápido.

Resultados contraditórios aos citados anteriormente, foram relatados por Krás (2010), que ao comparar a capacidade digestiva de frangos de crescimento rápido (Cobb) e lento (Label Rouge) verificou que a EMAn e a digestibilidade da fibra em detergente ácido da ração foi superior para frangos Label Rouge aos 41 dias de idade.

Ao avaliar alguns parâmetros inerentes a eficiência digestiva, metabolismo de nutrientes e energia, com frangos de crescimento lento (Isa Label) e rápido (Cobb), Santos (2012) verificou que existem particularidades das linhagens quanto ao desenvolvimento dos

órgãos do sistema digestório e parâmetros séricos bioquímicos nas diferentes idades de avaliação, mas que a atividade total das enzimas pancreáticas lipase e amilase não diferem, indicando capacidade de digestão de nutrientes semelhante entre as linhagens. O autor verificou ainda que não houve diferença entre as linhagens, para os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca e do nitrogênio. Por outro lado, a linhagem Isa Label apresentou maior metabolizabilidade dos lipídeos dos alimentos, bem como maiores valores energéticos (EMA e EMAn) do milho.

Para frangos de crescimento rápido existem uma gama de estudos que favoreceu a criação de bancos de dados consolidados referentes às exigências nutricionais e aproveitamento de diversos alimentos por estes animais (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Contudo, ainda são poucos os estudos com aves de crescimento lento, impossibilitando, desta forma, que se trace com maior segurança comparativos para verificar a magnitude das diferenças no aproveitamento de nutrientes e nas exigências nutricionais entre as aves de crescimento rápido e lento. Devido a isto, as formulações de rações para as aves de crescimento lento normalmente são realizadas com base nos dados provenientes de tabelas de composição dos alimentos e exigências nutricionais determinadas com linhagens industriais. Isso gera na maioria dos casos problemas relativos ao custo de produção, redução no desempenho, maior deposição de gordura na carcaça e elevada excreção para o ambiente dos nutrientes não aproveitados pelos animais (SANTOS, 2012). Dessa forma, fica bem claro a necessidade da realização de estudos que gerem dados para aprimorar a nutrição e com isso permitir maiores avanços na produção das aves de crescimento lento.

2.3 Alimentos alternativos para aves

Na produção de frangos de corte comercial no Brasil, entre os fatores limitantes estão os custos com alimentação, visto que estes representam em média 70% dos custos de produção (CARNEIRO *et al.*, 2009). Custos que são semelhantes na produção de frangos tipo caipira (SOUZA *et al.*, 2011).

O milho e o farelo de soja chegam a perfazer 90% do total de ingredientes das rações, constituindo desta forma a maior parte dos custos relativos à alimentação e, conseqüentemente, dos custos de produção de aves. Assim, a possibilidade de substituição do milho e do farelo de soja em apenas 10% nas rações de frangos de corte reduziria por ano aproximadamente 100 mil toneladas de milho e 40 mil toneladas de farelo de soja, aumentando as receitas da indústria avícola (SILVA *et al.*, 2005).

O milho é a principal fonte de carboidratos utilizada nas rações comerciais destinadas para aves, chegando a compor cerca de 60% da ração e fornece aproximadamente 65% da energia metabolizável e 20% da proteína para esses animais (BOZUTTI, 2009). Segundo Gomes *et al.* (2007), dependendo da época do ano o milho, pode ser responsável por cerca de 40% do custo de produção.

Porém, o agravante da demanda crescente desse ingrediente para a alimentação humana, indústria de biocombustíveis para a produção do etanol, as produções limitadas em determinados anos, o preço elevado na entressafra e no mercado internacional, vem onerando cada vez mais os custos de produção e preocupando bastante os produtores e pesquisadores, que buscam incessantemente ingredientes alternativos para formulação das dietas (NUNES e MAIER, 2012).

O pré-requisito indispensável para que um alimento se enquadre no perfil alternativo ou não convencional, é que o insumo esteja disponível em uma determinada região por um período mínimo de tempo e em quantidade que possa permitir uma troca significativa por aquele alimento convencionalmente utilizado (FIALHO, 2009). Segundo Leite *et al.* (2011), em determinadas épocas do ano, os alimentos energéticos de menor custo são opções para os nutricionistas substituir o milho das rações para frangos.

Uma gama de alimentos com valor energético semelhante ao do milho vêm sendo avaliados por diversos pesquisadores em todo país, com vistas a substituí-lo parcial ou totalmente, porém, mantendo as exigências nutricionais das aves de acordo com a idade. Dentre estes alimentos encontram-se: sorgo, milheto, triticale, quirera de arroz, raspa de mandioca e farinha de batata doce (NUNES e MAIER, 2012).

A avaliação constante da composição físico-química e energética de alimentos para aves é extremamente importante, principalmente de ingredientes alternativos, como os resíduos da agroindústria, que normalmente não são utilizados de forma racional na alimentação de animais ou são descartados (SILVA *et al.*, 2009). Segundo Rocha *et al.* (2008), entre os alimentos alternativos, o sorgo se destaca nas pesquisas por suas características nutricionais e frequentemente é utilizado como fonte de energia alternativa ao milho, principalmente nas regiões semiáridas e tropicais, onde sua cultura apresenta melhor rendimento de nutrientes por unidade de área.

Em frangos caipiras, a avaliação nutricional de ingredientes alternativos nas dietas torna-se ainda mais importante, pois aves dessa categoria apresentam menor exigência em comparação a frangos de corte de linhagem comercial, o que possibilita a formulação de

rações com menores densidades nutricionais e permite maior inclusão desses ingredientes nas rações (SILVA *et al.*, 2009).

2.4 Sorgo na alimentação de aves

O sorgo é uma gramínea que pertence à família *Poaceae* e tem como nome científico *Sorghum bicolor* L. Moench. Ocupa entre os cereais o quinto lugar em área plantada no mundo, atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada. Em 2011 a produção mundial de sorgo foi cerca de 60,2 milhões de toneladas, em uma área de 44,4 milhões de hectares e espera-se que até o fim de 2014 a produção mundial alcance 64 milhões de toneladas (SANGLARD e MELO, 2013).

A produção de sorgo na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália destina-se, principalmente, à alimentação animal (MIRANDA, 2009), sendo utilizado nas formulações de dietas como principal substituto ao milho (ANTUNES *et al.*, 2007).

O teor de taninos presentes no sorgo é um fator importante a ser considerado, pois estes possuem a capacidade de formar complexos com carboidratos e proteínas, reduzindo assim sua digestibilidade e palatabilidade, além de promover sabor adstringente ao alimento (Rostagno *et al.*, 2001). Contudo, atualmente, os problemas para utilização do sorgo na alimentação de aves inerentes à presença de taninos foram minimizados com o desenvolvimento das variedades de baixo tanino destinadas à produção de grãos.

O preço da saca do sorgo pode ser até 32% menor que a do milho (dependendo da época do ano), representando uma redução significativa nos custos de produção (Costa *et al.*, 2006). Segundo Miranda (2009), o valor comercial do sorgo é cerca de 80% e o biológico chega a alcançar 95% do valor do milho.

O valor nutricional do sorgo na dieta das aves é considerado alto, de 85 a 95%, em comparação ao milho, o que torna viável a substituição total do milho por esse ingrediente. O sorgo possui conteúdo mais elevado de proteína bruta e o milho apresenta maior concentração de extrato etéreo, de lisina e de metionina. Em média, esses cereais apresentam valores semelhantes de fibra em detergente neutro, de fibra bruta, de cálcio e de fósforo (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

No Brasil, o uso do sorgo de baixo tanino na alimentação de aves tem indicado bons resultados em termos práticos e econômicos e a viabilidade de sua utilização vem sendo comprovada por vários pesquisadores.

Morais *et al.* (2002), testando os feitos da substituição do milho pelo sorgo com

adição de enzimas digestivas sobre o ganho médio de peso de frangos de corte, relataram que a adição de sorgo não interfere no ganho de peso das aves até ao nível de 45% e que as enzimas utilizadas não exerceram nenhuma influência sobre a eficiência alimentar do sorgo nos níveis usados.

Rocha *et al.* (2008), ao realizarem a substituição total do milho por sorgo em dietas para frangos de corte, concluíram que a utilização do sorgo em substituição total ao milho pode ser realizada a partir dos 8 dias de idade sem interferir negativamente nos resultados de desempenho e rendimento de carcaça.

Leite *et al.* (2011) avaliando o desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações contendo sorgo ou milho como fonte energética em substituição ao milho, observaram que a ração elaborada com sorgo proporcionou melhor conversão alimentar aos frangos, em comparação às rações à base de milho, independentemente da adição ou não de complexo enzimático.

Apesar das características nutricionais e viabilidade econômica conferida ao sorgo, seu baixo teor de xantofila e caroteno vem se tornando o principal entrave na utilização desse alimento na dieta de aves. Embora não ofereçam valor nutricional, são estes pigmentos que conferem a cor amarela alaranjada na pele e carne de frangos de corte, característica importante na preferência do consumidor. Desta forma, a adição de pigmentos artificiais ou naturais na alimentação das aves tem sido realizada para correção do problema.

Pérez-Vendrell (2001), ao suplementar a ração para frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e de sorgo com xantofila, verificou que as aves que receberam milho apresentaram melhor pigmentação que aquelas que receberam sorgo.

Avaliando o uso de sorgo na alimentação de frangos de corte, Garcia *et al.* (2005) verificaram que não houve efeito da substituição do milho pelo sorgo sobre o desempenho, rendimentos de carcaça, carne de peito e pernas, composição química e características sensoriais da carne de frangos de corte. Entretanto, houve diminuição dos valores de a^* (intensidade da cor vermelha) e b^* (intensidade da cor amarela) e aumento de L^* (luminosidade) à medida que aumentaram os níveis (0, 25, 50, 75 e 100%) de substituição do milho pelo sorgo. Segundo os pesquisadores o problema de pigmentação da carne verificado, pode ser resolvido com o uso de pigmentantes naturais ou sintéticos adicionados às rações.

Não foram encontrados na literatura resultados de pesquisa com a utilização do sorgo na dieta de frangos de corte tipo caipira, mesmo com o indicativo de utilização deste ingrediente, comprovado pelos bons resultados obtidos com frango industrial.

2.5 Pigmentantes na ração de aves

A despigmentação de produtos avícolas, como gema de ovo, pele e carne de frango, quando o sorgo é utilizado na alimentação das aves pode levar à recusa no momento da aquisição destes por parte dos consumidores, que por sua vez, a cada dia, se tornam mais exigentes.

Segundo Rajput *et al.* (2012), a pigmentação exerce poder de convencimento no momento da compra do produto. Em muitos países a cor está equivocadamente associada com a qualidade sanitária da ave, onde um frango mais amarelo (pele bem pigmentada) é percebido como indicativo de saúde pela maioria dos consumidores.

Constant *et al.* (2002) descreveram que apesar de subjetiva, a aceitação de um produto alimentício pelo consumidor está intimamente relacionada com a cor, sendo a mesma, o primeiro atributo a ser avaliado.

Harder *et al.* (2010) relatam que o frango é a única espécie conhecida que possui músculos com cores extremas: o peito possui cor rosa pálida, enquanto que a porção da coxa e sobrecoxa possuem coloração vermelha intensa, *in natura*.

De acordo com Pérez-vendrell *et al.* (2001) a coloração da carne de frango é fortemente influenciada pela presença de pigmentantes na alimentação.

Os pigmentantes ou corantes são aditivos alimentares que conferem, intensificam ou restauram a cor de um alimento. No Brasil existem três categorias de pigmentantes permitidas para uso em alimentos, segundo o artigo 10 do Decreto N° 55.871, de 26 de março de 1965: **Natural:** é um pigmento inócuo, extraído de substância vegetal ou animal; **Caramelo:** produto obtido a partir de açúcares pelo aquecimento a temperatura superior ao seu ponto de fusão e posterior tratamento indicado pela tecnologia; **Artificial:** substância obtida por processo de síntese, com composição química definida (BRASIL, 2002).

No entanto nos últimos anos, a opção pelo uso de pigmentos naturais tem aumentado cada vez mais, em virtude das restrições por parte dos consumidores e do rigor das legislações dos países desenvolvidos, que proíbem a adição de pigmentos sintéticos às rações animais e aos alimentos humanos (MORENO *et al.*, 2007). Por isso, algumas fontes de pigmentos naturais vêm sendo testadas para substituir os sintéticos.

No Brasil e em diversas partes do mundo, os principais pigmentantes naturais que vem sendo utilizados na dieta das aves são o açafrão (*Crocus sativus* L.), a óleoresina de páprica (*Capsicum annum*), o extrato de pétala de marigold (*Tagetes erecta*) e os derivados do

urucum (*Bixa orellana* L.), que vêm se destacando tanto para a alimentação humana como animal.

2.6 Urucum (*Bixa orellana* L.)

2.6.1 Caracterização

O urucuzeiro é originário da América Tropical, possivelmente da flora amazônica e o nome científico *Bixa orellana* L., foi dado por Francisco Orellana, após uma expedição na região da Amazônia setentrional. Bem conhecido pelos indígenas, era utilizado como repelente de insetos e protetor solar de pele, muito antes do descobrimento do Brasil. No entanto, com o passar dos anos os colonos começaram a usar seus produtos como condimento para vários pratos caseiros (GIULIANO *et al.*, 2003).

Por conta da sua propagação em diferentes regiões do mundo, pode-se encontrar uma grande quantidade de nomes vulgares para a planta como: Urucu, urucum, açafão, açafão e açafroeira da terra (Brasil), atole, achiote e bija (Peru, Colômbia e Cuba), onotto e onotillo (Venezuela), urukú (Paraguai), roucou e rocuyer (República Dominicana e Guiana francesa), rocuyer (França), axiote (México), urucu (Argentina), analto, atta e kushub (Honduras Britânica), analto (Honduras), guajachote (El Salvador), ditaque e kifasu (Angola), achiote, achote, anatto, bija (Porto Rico), roucou e koessewee (Surinam), uñañé,eroyá, chagerica, orelana, ranota, annatto e lipstick (USA) (Franco *et al.*, 2001).

A planta do urucum pode ser observada como um arbusto grande ou como uma árvore pequena, chegando a alcançar de 2 a 5 metros de altura, dependendo da região em que é cultivada e da idade da planta (VERÍSSIMO *et al.*, 2008). Trata-se de uma cultura que vem conquistando cada vez mais importância econômica, uma vez que do pericarpo (camada que envolve as sementes) se extrai um corante natural ou pigmento constituído por vários carotenóides (FRANCO *et al.*, 2008).

A América Latina é o principal produtor mundial de urucum, apresentando uma produção anual de aproximadamente 17 toneladas, das quais 10 são originárias do Brasil (IBGE, 2011). O urucum é cultivado em quase todos os estados brasileiros, principalmente na Paraíba, Piauí, Bahia, Pará, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Paraná (VERÍSSIMO *et al.*, 2008).

Segundo Franco *et al.* (2008), dependendo da cultivar, das condições de cultivo e do manejo das plantas, a produtividade média do urucum inicia normalmente entre 400 e 500

kg/ha até a sua estabilização, variando de 1.600 a 2.000 kg/ha, a qual ocorre a partir do quarto ano de produção.

De acordo com Franco *et al.* (2002), nos frutos do urucum denominados de cápsulas ou cachopas, observam-se antes da maturação fisiológica colorações variadas, desde verde-clara a verde escura, amareladas ou vermelho-escura. Um fruto bem desenvolvido pode fornecer, em média, 40 a 60 sementes e excepcionalmente é possível encontrar cápsulas com 70 sementes.

Os grãos são arredondados, revestidos por uma camada pastosa de coloração avermelhada, os quais tornam-se secos, duros e de coloração escura com o amadurecimento e apresentam diâmetro médio de 0,4 cm. A bixina é o pigmento presente em maior concentração nos grãos, representando mais de 80% dos carotenóides totais do urucum, lipossolúvel e sujeita à extração com alguns solventes orgânicos (FRANCO *et al.*, 2002). Este corante é utilizado por indústrias de cosméticos, produtos farmacêuticos e principalmente de alimentos, devido à tendência de substituição de corantes sintéticos por naturais (SANTOS *et al.*, 2013).

2.6.2 Produtos e suas utilizações

A importância do urucum se deve principalmente às limitações no uso de corantes artificiais em alimentos, levando a indústria alimentícia a optar pela exploração de corantes naturais (HARDER *et al.*, 2007; FRANCO *et al.*, 2008).

O urucum possui sementes ricas em carotenóides bixina e norbixina, sendo sua relação variável de acordo com o cultivar. De maneira geral, a parcela majoritária é encontrada sob a forma de bixina que é atóxica e pode ser extraída a partir da polpa da semente e empregada em muitos produtos, para alimentação humana e animal. A norbixina, por sua vez, é encontrada em pequenas quantidades nas sementes (GARCIA *et al.*, 2009).

Segundo Giuliano *et al.* (2003), o pericarpo maduro das sementes apresenta pigmentos de coloração amarelo-avermelhado atribuída à presença dos carotenóides bixina e norbixina. Em razão da intensidade das cores e da estabilidade frente às condições de processamento, os pigmentos do urucum são empregados como condimentos e corantes alimentícios.

De acordo com Franco *et al.* (2008), a bixina tem se destacado com uma das principais fontes de corantes naturais utilizadas no mundo, principalmente na indústria têxtil, de alimentos e cosméticos, e também na farmacêutica para o tratamento de diversas doenças.

Já Franco (2008), relata que os corantes lipossolúveis à base de bixina possuem grandes aplicações em produtos alimentícios, a exemplo de massas, recheios e produtos oleosos; os hidrossolúveis à base de norbixina, são amplamente usados em salsicharias, laticínios e cereais e os condimentos como o colorau ou colorífico, são muito comum na culinária brasileira e na América Latina.

Carvalho (1999) cita três processos comerciais para extração do pigmento dos grãos de urucum: a extração por imersão em solução alcalina, a mais utilizada, a extração por imersão em óleo vegetal e em solventes orgânicos e a extração dos preparos comerciais utilizadas como corantes. Mais de 50% das sementes de urucum produzidas no Brasil são usadas para o preparo do colorau, totalmente consumido no mercado nacional.

Esse produto é consumido por mais de 140 milhões de brasileiros e, em algumas regiões do País, supera 500 g/ per capita/ano. O mercado interno com o urucum envolve cerca de 1 milhão de pessoas na sua produção, sobretudo, na fabricação do colorau. Seu consumo não é prejudicial à saúde, pois além de reduzir o colesterol total e triglicérides, possui altos teores de proteínas e aminoácidos essenciais (FRANCO, 2008).

O colorau é definido segundo a resolução CNNPA 12/78 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1978), como um produto constituído pela mistura de fubá ou farinha de mandioca com urucum em pó ou extrato oleoso de urucum adicionado ou não de sal e de óleos comestíveis. O extrato oleoso de urucum é um produto industrial obtido pela remoção dos pigmentos da semente de urucum diluídos em solução oleosa.

2.6.3 Resíduo da semente do urucum

Na obtenção do produto mais popular do urucum, o colorau, e da extração dos pigmentos para a indústria de corantes naturais, cerca de 97 a 98% da semente bruta de urucum não é aproveitada após o processamento, tornando-se um resíduo que ao ser descartado pela indústria pode vir a poluir o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2006). Esse resíduo do processamento, denominado semente residual de urucum (SRU) ou resíduo da semente do urucum (RSU) apresenta, ainda, forte coloração vermelha.

Segundo Rêgo *et al.* (2010), aproximadamente 2.500 toneladas de subproduto do urucum são obtidos no Brasil a cada ano, sobretudo na região Nordeste, onde quase 97% deste não é aproveitado.

As análises de composição química do resíduo realizadas por alguns autores (Tabela 1) mostraram que este tem potencial para ser usado na alimentação animal.

A maioria dos trabalhos com a utilização de urucum na alimentação animal baseia-se no aproveitamento de seus subprodutos e do extrato oleoso que pode ser obtido da semente. Para aves, as pesquisas concentram-se basicamente em determinar níveis ideais de inclusão dos subprodutos na dieta visando a manutenção da produtividade e melhoria na cor da gema dos ovos e da pele e carne dos frangos (GARCIA *et al.*, 2009).

Tabela 1 - Composição química e valores energéticos do resíduo da semente do urucum, determinada por vários autores

	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (Kcal)	EMAn (Kcal)
Tonani <i>et al.</i> (2000)	88,80	13,50	1,50	6,20	15,00	45,70	25,00	-	-
Utiyama <i>et al.</i> (2002)	86,71	14,73	-	-	-	-	-	3,743	-
Kill <i>et al.</i> (2005)	88,02	12,58	1,77	-	11,07	-	-	3.484	-
Silva <i>et al.</i> (2005)	-	12,12	-	-	-	-	-	4.400	2.233
Gonçalves <i>et al.</i> (2006)	85,08	14,57	2,90	-	-	55,91	23,39	-	-
Moraes, (2007)	87,35	14,78	2,26	5,05	-	49,71	29,94	3.910	-

MS-Matéria seca; PB-Proteína bruta; EE-Extrato etéreo; MM-Matéria mineral; FB-Fibra bruta; FDN-Fibra em detergente neutro; FDA-Fibra em detergente ácido; EB-Energia bruta; EMAn-Energia metabolizável aparente para aves corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Na alimentação de poedeiras comerciais, Silva *et al.* (2006) incluíram 40% de sorgo nas rações e suplementaram com 0, 4, 8 e 12% de RSU. Os autores observaram que a inclusão do RSU melhorou a pigmentação da gema dos ovos e não influenciou significativamente o desempenho e qualidade dos ovos, podendo ser incluído em até 12% na ração. Braz *et al.* (2007) avaliaram o uso da SRU (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 %), proveniente de uma indústria cearense de produção do colorau, como fonte de pigmentos em rações para poedeiras comerciais contendo 100% de substituição do milho por sorgo e constaram que a inclusão de até 2% de RSU promoveu aumento na coloração da gema e não prejudicou o desempenho e a qualidade dos ovos. Entretanto, segundo os pesquisadores, embora, o nível de 2% de inclusão da SRU tenha proporcionado a melhor coloração entre os níveis testados, a coloração das gemas dos ovos das aves submetidas a esse tratamento foi 38,6% inferior à determinada para os ovos das aves alimentadas com a ração contendo milho. De acordo com as estimativas dos autores, seria necessário incluir 3,77% de RSU para obtenção de coloração semelhante.

Já para frangos de corte, Silva *et al.* (2005) estudaram o efeito da inclusão do RSU (2,5; 5,0; 10; 12,5 e 15%) em rações a base de milho como principal fonte energética e avaliaram o desempenho e características de carcaça destes animais. Os pesquisadores observaram que nenhum efeito do resíduo da semente de urucum foi detectado sobre a pigmentação da carcaça medida na pele da perna, pelo método visual do leque colorimétrico. No entanto, a partir dos dados de desempenho, os autores recomendam a inclusão de 9,9% do RSU na dieta de frangos de corte de 1 a 47 dias de idade.

Com objetivo de avaliar o comportamento do urucum (semente integral moída) como pigmentante na carne de frango cozida, Harder *et al.* (2010) incluíram 0; 1; 2 e 3% de urucum na ração dos frangos de corte. Conforme os pesquisadores houve aumento da coloração da carne do frango mesmo após o cozimento, principalmente, com adição de 3% do urucum na alimentação. Baseados nos resultados obtidos os pesquisadores concluíram que o urucum pode ser utilizado como agente pigmentante para melhorar a coloração dos cortes de carne de frangos.

Em se tratando de frangos de corte tipo caipira, não foram encontrados trabalhos na literatura, relacionado à utilização do urucum ou de subprodutos do mesmo na alimentação destes animais, nem como potencial pigmentante da carne, tanto quanto alimento alternativo.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. *et al.* Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1351-1354, 2007.
- BOZUTTI, S. R. A. **Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com adição de enzimas**. 2009, 81p. (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2009.
- BRASIL. ANVISA. **Decreto no 55.871/65 de 26 de março de 1965**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> 2002. Acesso em: 26 de nov. 2013.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jul. 1978.
- BRAZ, N. M., FUENTES, M. F. F, FREITAS, E. R. *et al.* Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. **Acta Scientiarum. Animal Scientiarum**, v.29, n.2, p.129-133, 2007.
- CARNEIRO, A. P. M.; PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H. *et al.* Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.1, p.1-3, 2009.
- CARVALHO, P. R. N. Annatto: technological advances and perspectives. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.49, n.1, p.71-73,1999.
- CASTELLINI, C.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. *et al.* Atributos qualitativos e percepção do consumidor de carne orgânica e aves ao ar-livre. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.500-512, 2008.
- CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes Alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.20, n.2, p.203-220, 2002.
- COSTA, F. G. P.; GOMES, C. A. V.; SILVA, J. H.V. *et al.* Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. **Acta Scientiarum Animal Scientiarum**, v.28, n.4, p.409-414, 2006.
- DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N. *et al.* Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.3, p.875-881, 2009.
- EMPARN. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria da Agricultura da Pecuária e da Pesca. **Manejo e produção de galinha caipira**. Natal, 2002. 66p.

FERREIRA, C. B. **Redução da proteína bruta da ração de frangos de corte tipo caipira.** 2013. 53p. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

FIALHO, E. T. **Alimentos alternativos para suínos.** Lavras: UFLA, p.232, 2009.

FRANCO C. F. O. **Corantes naturais de urucum (*Bixa orellana* L.) no tratamento da hiperlipidemia em animais e câncer em animais.** 2008. 193p. (Pós-Doutorado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

FRANCO, C. F. O.; FABRI, E. G.; BARREIRO NETO, M. *et al.* **Urucum: sistemas de produção para o Brasil.** João Pessoa: EMEPA, 2008. 112p.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P.; CAZE FILHO, J. *et al.* **Urucum: agronegócio de corantes naturais.** João Pessoa: SAIA, 2002. 120p.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P.; CAZÉ FILHO, J. *et al.* **Cultivo do urucuzeiro: técnicas e manejo.** João Pessoa: EMEPA-PB, 2001. 39p. (EMEPA-PB) Documento, 29.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005.

GARCIA, R. G.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentados semente de Urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.4, p.689-697, 2009.

GIULIANO, G.; ROSATI, C.; BRAMLEY, P. M. To dye or not to dye: biochemistry of annatto unveiled. **Trends in Biotechnology**, v.21, n.12, p.513-516, 2003.

GOMES, F. A.; FASSANI, É. J.; RODRIGUES, P. B. *et al.* Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-402, 2007.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.2, p.228-234, 2006.

GONÇALVES, S. A., **Comportamento de diferentes linhagens de frango de corte tipo caipira.** 2012. 34p. (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.

HARDER, M. N. C. CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; COELHO, A. A. *et al.* Cholesterol and iron availability in yolk of laying hens feed with annatto (*Bixa orellana*). **Animal**, v.1, n.1, p.477-482, 2007.

HARDER, M. N. C.; SPADA, F. P.; SAVINO, V. J. M. *et al.* Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.507-509, 2010.

HELLMEISTER FILHO, P.; MENTEN, J. F. M.; SILVA, M. A. N. *et al.* Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.1883-1889, 2003.

IBGE – Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**, v.26, p.53, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2011/>> Acesso em: 27 nov. 2013.

KILL, J. L.; SILVEIRA, E. R.; SILVA, F. C. O. *et al.* Valor nutritivo do resíduo de sementes processadas de urucum para suínos em crescimento. In: ZOOTEC 2005, Campo Grande, MS. **Anais...**, Campo Grande. MS, 2005. CD-Rom.

LEITE, P. R. S. C.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H. *et al.* 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.

LIMA, S. B. P. **Avaliação nutricional de co-produtos do milho para frango de corte caipira**. 2007. 50p. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; ARAUJO, P. C. *et al.* Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 02/2012 de 01/02/2012. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2012.

MENDONÇA, M. O.; SOKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R. *et al.* Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semi-confinado. **Acta Scientiarum Animal Scientiarum**, v.29, p.23-30, 2007.

MIRANDA, A. P. **Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade e efeitos na biodigestão anaeróbia**. 2009. 123p. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2009.

MORAES, S. A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 57p. (Doutorado em Ciência animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

MORAIS, E.; FRANCO, S. G.; FEDALTO, L. M. Efeitos da substituição do milho pelo sorgo, com adição de enzimas digestivas, sobre o ganho médio de peso de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.109-114, 2002.

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

NUNES, J. K.; MAIER, J. C. Alimentos alternativos ao milho na dieta de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.2, p.1760-1769, 2012.

PÉREZ-VENDRELL, A. M. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, p.320-326, 2001.

RAJPUT, N.; NAEEM, M.; ALI, S. *et al.* Effect of Dietary Supplementation of Marigold Pigment on Immunity, Skin and Meat Color, and Growth Performance of Broiler Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.14, n. 4, p.233-304, 2012.

RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S. *et al.* Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.482-489, 2010.

ROCHA, V. R. R. A.; JÚNIOR, W. M. D.; RABELLO, C. B. *et al.* Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.95-102, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; TOLEDO, R. S. **Utilização do sorgo nas rações de suínos e aves**. 2001. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

SANGLARD, D. A. e MELO, G. G. **Potencial da Cultura do Sorgo no Semiárido**. 2013 Disponível em: <<http://www.cdsa.ufcg.edu.br>>. Acesso em: 02 de Dez. 2013.

SANTOS, F. R. **Comparação da eficiência digestiva e metabolismo de nutrientes e de energia entre frangos de crescimento lento e rápido**. 2012. 98p. (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, 2012.

SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R. *et al.* Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SANTOS, D. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. *et al.* Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.223-231, 2013.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. *et al.* Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1606-1613, 2005.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.988-994, 2006.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C. *et al.* Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.489-499, 2011.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA E. S. P. B. *et al.* Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

TONANI, F. L.; RUGGIERI, A. C.; GUIM, A. *et al.* Avaliação nutricional do resíduo de urucum (*Bixa orellana*, L.), após a extração do corante. **ARS Veterinária**, v.16, n.2, p.118-121, 2000.

UTIYAMA, C. E.; MIYADA, V. S.; FIGUEIREDO, A. N. *et al.* Digestibilidade de nutrientes do resíduo de sementes processadas de urucum (*Bixa orellana* L.) para suínos em crescimento. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...**, Recife: SBZ, 2002. CD-Rom.

VERÍSSIMO, S. A.; OLIVEIRA, E. L.; LADCHUMANANANDASIVAM, R. *et al.* Aproveitamento do corante natural (*Bixa orellana*) no tingimento de fibra celulósica. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.2, n.1, p.35-39, 2008.

WADA, M. T.; SAKOMURA, N. K.; MENDONÇA, M.O. *et al.* Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns ingredientes utilizados na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 6, p.59, 2004.

ZANUSSO J. T; DIONELLO N. J. L. Produção avícola alternativa: análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.191-194, 2003.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM PARA AVES DE CRESCIMENTO RÁPIDO E LENTO

CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM PARA AVES DE CRESCIMENTO RÁPIDO E LENTO

RESUMO

Objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do resíduo da semente do urucum (RSU), utilizando duas linhagens de frangos de corte em diferentes idades. Para isso, foram realizados dois ensaios de metabolismo (14 a 21 e 28 a 35 dias de idade) utilizando o método de coleta total de excretas. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e duas idades) com 5 repetições por tratamento, de 5 aves no primeiro ensaio e 4 aves no segundo. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água a vontade. As rações fornecidas foram, uma referência composta a base de milho e farelo de soja e uma ração teste composta por 70% da ração referência e 30% do RSU. Os valores de EMA e EMAn não foram influenciados significativamente pelo tipo de linhagem, no entanto, sofreram influência significativa da idade, obtendo-se maiores valores com as aves mais velhas. O RSU apresentou 88,77% de matéria seca, 4.083 kcal/kg de energia bruta, 15,43% de proteína bruta, 14,43% de fibra em detergente ácido, 37,11% fibra em detergente neutro e 1,86% de extrato etéreo. Os valores determinados para EMA e EMAn na matéria seca e EMAn na matéria natural, foram de 2.462, 2.314 e 2.054 kcal/kg para aves de 14 a 21 dias de idade e de 3.187, 3.174 e 2.817 kcal/kg para aves de 28 a 35 dias, respectivamente.

Palavras-chave: alimento alternativo, *Bixa orellana* L., nutrição de aves.

CHAPTER II - CHEMICAL COMPOSITION AND METABOLIZABLE ENERGY VALUES OF ANNATTO SEED BY-PRODUCT FOR POULTRY OF FAST AND SLOW GROWTH

ABSTRACT

The objective this study was determine the chemical composition and the apparent metabolizable energy (EMA) and apparent corrected for nitrogen balance (EMAn) of the annatto seed by-product (RSU), using two strains of broilers at different ages. For this, two metabolism trials (14 to 21 and 28 to 35 days old) were performed using the method of total excreta collection. Was used a completely randomized design (DIC) in 2x2 factorial design (two strains and two ages) with 5 replicates per treatment, 5 poultry in the first test and 4 poultry in the second. Throughout the experimental period the poultry received feed and water ad libitum. The rations provided were, a reference ration composed with corn and soybean meal and a test ration containing 70% of the reference ration and 30% of RSU. The EMA and EMAn values were not significantly influenced by the type of strain, however, suffered significant influence of age, obtaining higher values with older poultry. The RSU showed 88,77% dry matter, 4.083 kcal/kg of gross energy, 15,43% crude protein, 14,43% acid detergent fiber, 37,11% neutral detergent fiber and 1,86% ether extract. The values determined for EMA and EMAn in dry matter and EMAn in natural matter, were 2.462, 2.314 and 2.054 kcal/kg for poultry 14-21 days of age and 3.187, 3.174 and 2.817 kcal/kg for poultry from 28 to 35 days, respectively.

Keywords: alternative feedstuff, *Bixa orellana* L., poultry nutrition.

1 INTRODUÇÃO

Subprodutos da agroindústria estão disponíveis em certas regiões do país e em sua maioria são pouco estudados em termos de valor nutritivo para aves. A avaliação constante da composição físico-química e energética de alimentos é extremamente importante, principalmente de ingredientes alternativos, como os resíduos agroindustriais, que normalmente não são utilizados de forma racional na alimentação animal (SILVA *et al.*, 2009).

Na obtenção do colorau, produto mais popular do urucum (*Bixa orellana* L.), cerca de 97 a 98% da semente bruta não é aproveitada após o processamento, tornando-se um resíduo que pode vir a ser descartado inadequadamente e poluir o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2006). O colorau é consumido por mais de 140 milhões de brasileiros e em algumas regiões do país supera 500 g/ per capita/ano (FRANCO, 2008).

Rêgo *et al.* (2010) afirmaram que aproximadamente 2.500 toneladas de subproduto do urucum são obtidos no Brasil a cada ano, sobretudo na região Nordeste, onde quase 97% deste não é aproveitado. Entretanto, as análises de composição química deste resíduo (UTIYAMA *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2005) mostraram que o mesmo tem potencial para ser usado em rações de suínos e aves.

A energia presente nos alimentos é o componente fundamental na elaboração de rações avícolas (NRC, 1994). A mesma não é considerada um nutriente, mas sim o produto resultante da oxidação de nutrientes orgânicos e é o principal fator limitante para o ótimo desempenho das aves. Sua suplementação adequada é fator importante na garantia do sucesso dos programas nutricionais, pois está relacionada com o consumo de alimento e é utilizada nos mais diferentes processos metabólicos que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo (FISCHER Jr. *et al.*, 1998).

As necessidades energéticas das aves são expressas principalmente como energia metabolizável (EM). Segundo Albino *et al.* (1994), esta é a melhor forma de estimar a energia disponível nos alimentos. Freitas *et al.* (2006) relataram que a principal preocupação na formulação de rações para frangos de corte é fornecer energia em quantidade adequada, e para que isso seja feito com segurança, há a necessidade de se conhecer o valor energético dos alimentos.

A literatura tem mostrado que variações como, tipo de cultivar plantada, clima e condições de solo, bem como o processamento podem influenciar na composição de um subproduto e, conseqüentemente, nos valores de energia metabolizável e aproveitamento dos

nutrientes pelos animais. Essas variações tornam-se um sério problema na hora de formular as rações, havendo, portanto, a necessidade de pesquisas constantes no sentido de atualizar os valores nutricionais dos alimentos.

Diante do exposto, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do RSU, utilizando duas linhagens de frangos de corte em diferentes idades, sendo uma linhagem de crescimento rápido e outra de crescimento lento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de Março a Abril de 2013.

O RSU utilizado foi proveniente da empresa Paschoini Agro Ltda que fica localizada na cidade de São Sebastião do Paraíso no estado de Minas Gerais. Na empresa a extração da bixina é feita por centrifugação em água. Após o processamento, as sementes passam por uma operação de secagem, posteriormente são moídas, ensacadas e comercializadas. Uma amostra deste resíduo foi enviada ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do DZ/CCA/UFC, para a determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) e energia bruta, determinada em bomba calorimétrica tipo “PARR”. Para a realização da análise do conteúdo de aminoácidos totais uma amostra foi enviada ao Laboratório de Nutrição Animal da Evonik.

Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), foram conduzidos dois ensaios de metabolismo com aves de corte em duas idades distintas, sendo o primeiro ensaio realizado no período de 14 a 21 dias de idade das aves e o segundo ensaio no período de 28 a 35 dias de idade, utilizando o método de coleta total de excretas. Foi utilizado DIC em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e duas idades) com 5 repetições por tratamento, de 5 aves no primeiro ensaio e 4 aves no segundo. As linhagens consistiram em uma de crescimento rápido (ROSS) e uma de crescimento lento (Label Rouge).

As rações utilizadas em cada idade foram, uma referência composta à base de milho e farelo de soja (Tabela 2) formulada segundo as recomendações nutricionais e valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2011), exceto para o RSU que foi previamente determinada nesse estudo, e uma ração teste contendo RSU. Na ração teste, o RSU substituiu, com base na matéria natural, 30% da ração referência, sendo composta desta forma por 70% da ração referência e 30% do RSU.

Para o estudo foram criadas 100 aves de cada linhagem, desde o primeiro dia de idade, separadas no mesmo galpão, construído de alvenaria com cobertura de telha tipo francesa, piso de concreto, coberto por cama de maravalha, com tela de proteção até altura do pé-direito do telhado, adotando manejo convencional para produção de frangos de corte.

Foram utilizadas as mesmas aves no primeiro e no segundo ensaio, no primeiro ensaio utilizou-se 100 aves e no segundo 80, metade de cada linhagem. Em ambos os ensaios, as aves foram selecionadas com base no peso corporal, conforme recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves.

Tabela 2 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações referência para frangos de corte em duas idades distintas

Ingredientes (kg)	Idade (dias)	
	14 - 21	28 - 35
Milho	57,76	62,82
Farelo de soja (45%)	35,67	30,57
Óleo de soja	2,45	3,00
Calcário calcítico	0,84	0,76
Fosfato bicálcico	1,88	1,65
Suplemento min./vit. ¹	0,20	0,15
Sal comum	0,45	0,42
DL - metionina	0,30	0,24
L - lisina HCL	0,30	0,24
Cloreto de colina	0,05	0,05
Bacitracina de zinco	0,05	0,05
Salinomicina	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,000	3,098
Proteína bruta (%)	21,40	19,41
Matéria Seca (%)	88,34	88,28
Fibra detergente ácido (%)	4,95	4,72
Fibra detergente neutro (%)	11,73	11,62
Cálcio (%)	0,92	0,82
Fósforo disponível (%)	0,46	0,41
Sódio (%)	0,22	0,21
Cloro (%)	0,30	0,28
Lisina total (%)	1,36	1,18
Metionina + cistina total (%)	0,96	0,85
Metionina total (%)	0,62	0,54
Treonina total (%)	0,82	0,74
Triptofano total (%)	0,26	0,23

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5.500.000 UI, Vitamina B1 500mg, Vitamina B12 7.500mcg, Vitamina B2 2,502mg, Vitamina B6 750mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, Vitamina E 6.500 UI, Vitamina K3 1.250mg, Biotina 25mg, Niacina 17,5g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6.030mg, Cobalto 50mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25g, Iodo 500mg, Manganês 32,5g, Selênio 100.05mg, Zinco 22,49g.

Cada ensaio teve duração de sete dias, sendo três dias para adaptação às rações experimentais e às gaiolas e quatro dias para a coleta das excretas. Durante todo o período

experimental, água e ração foram fornecidas à vontade, sendo os comedouros abastecidos com ração três vezes ao dia para evitar desperdícios. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados diariamente às 08h00min e 16h00min horas, utilizando um termohigrômetro digital. As aves foram submetidas a um programa de luz de 24 horas durante todo o período experimental.

Para a coleta das excretas, foram instaladas sob as gaiolas, bandejas de alumínio previamente revestidas com plástico para evitar perdas do conteúdo excretado. A identificação das excretas provenientes das rações em avaliação foi realizada com a adição de 1% de óxido férrico (cor azul) nas rações, no primeiro e no último dia de coleta, sendo desprezadas as excretas que não estavam marcadas na primeira coleta e as marcadas na última coleta do período de avaliação. Realizou-se duas coletas de excretas diárias, no início da manhã (08h00min) e no final da tarde (16h00min). Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e congeladas.

No final de cada período experimental, determinou-se a quantidade de ração consumida e o total de excretas produzidas. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas e posteriormente foi retirada e pesada uma amostra, sendo encaminhada para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para promover a pré-secagem e determinação do peso da amostra seca ao ar (ASA).

Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm e encaminhadas ao LANA-UFC, junto com amostras das rações experimentais, para a determinação da MS e nitrogênio, seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática tipo “PARR”. Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados os valores de EMA e EMAn do alimento teste, utilizando as equações propostas por Sakomura e Rostagno (2007).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o software “Statistical Analyses System” (SAS, 2000), segundo um modelo fatorial 2x2 (2 linhagens x 2 idades) e a comparação entre as médias feita pelo teste t de Student (5%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de máxima e mínima para temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante os períodos experimentais foram de 33,70 e 28,26°C e 78,00 e 52,50%, no primeiro ensaio e de 33,50 e 29,07°C e 79,73 e 54,82% no segundo, respectivamente.

A composição química do resíduo da semente do urucum está apresentada na Tabela 3. O valor de matéria seca determinado foi de 88,77%, estando bem próximo aos valores de 88,80, 86,71, 88,02, 85,08 e 87,35% determinados por Tonani *et al.* (2000), Utiyama *et al.* (2002), Kill *et al.* (2005), Gonçalves *et al.* (2006) e Moraes (2007), respectivamente.

Tabela 3 - Composição química e energia bruta do resíduo da semente do urucum

Constituintes	Resíduo da Semente do Urucum
Matéria seca (%)	88,77
Energia bruta (kcal/kg) ¹	4.083
Proteína bruta (%) ¹	15,43
Fibra em detergente ácido (%) ¹	14,43
Fibra em detergente neutro (%) ¹	37,11
Extrato etéreo (%) ¹	1,86
Matéria mineral (%) ¹	3,54
Lisina total (%) ¹	0,81
Metionina total (%) ¹	0,28
Cistina total (%) ¹	0,23
Metionina + cistina total (%) ¹	0,51
Treonina total (%) ¹	0,55

¹ Valores expressos com base na matéria seca.

A energia bruta determinada foi de 4.083 kcal/kg, estando 8,33% acima dos 3.743 kcal/kg e 14,67% acima dos 3.484 kcal/kg encontrados por Utiyama *et al.* (2002) e Kill *et al.* (2005) respectivamente e 7,76% abaixo dos 4.400 kcal/kg determinados por Silva *et al.* (2005).

Para proteína bruta, o valor encontrado foi de 15,43%, sendo este superior aos valores encontrados na literatura (TONANI *et al.*, 2000; UTIYAMA *et al.*, 2002; KILL *et al.*, 2005); SILVA *et al.*, 2005; GONÇALVES *et al.*, 2006; MORAES, 2007), que variaram de 12,12 a 14,78 % de PB.

Em se tratando dos valores de fibra, que foram de 14,43% para detergente ácido e 37,11% para detergente neutro, estes foram inferiores aos citados por Tonani *et al.* (2000) de 25% para FDA e 47,70% para FDN, Gonçalves *et al.* (2006) que determinaram 23,39% de FDA e 55,91% de FDN e Moraes (2007) que encontrou 29,94% de FDA e 49,71% de FDN. A

menor quantidade de fibra do RSU verificada na presente pesquisa é vantajosa, pois favorece a utilização do mesmo em dietas para aves, considerando a relação inversa existente entre o conteúdo de fibra dietética e a digestibilidade da mesma. De acordo com Roberts *et al.* (2007a), entre as preocupações com o nível de fibra na ração para aves estão principalmente a redução na digestibilidade dos nutrientes e o aumento na excreção de nitrogênio, podendo acarretar ainda em redução no desempenho destes animais. Roberts *et al.* (2007b) relatam, ainda, que o aumento dos teores de fibra também pode provocar diluição da energia da ração, levando a um aumento compensatório no consumo das aves para que atinja os níveis energéticos exigidos para o crescimento, desenvolvimento e produção.

O valor de 1,86% para o extrato foi 24% superior ao menor valor encontrado na literatura, que foi de 1,50% determinado por Kill *et al.* (2005), no entanto foi 64,14% inferior ao maior valor (2,90%), encontrado por Gonçalves *et al.* (2006).

Quanto aos aminoácidos, os valores de 0,81% de lisina e 0,55% de treonina, ficaram bem próximos aos determinados por Queiroz (2006), que forma de 0,78% de lisina e 0,47% para treonina. Já os valores de metionina, cistina e metionina + cistina foram superiores aos 0,14%, 0,08% e 0,22% determinados pelo mesmo autor para estes aminoácidos, respectivamente.

As variações encontradas para os constituintes do RSU determinados nesse estudo, em relação aos demais realizados, podem ser atribuídas às diferentes origens dos subprodutos avaliados, uma vez que a composição dos alimentos de origem vegetal pode ser influenciada por fatores como solo, clima e variedade genética e, no caso de subprodutos, pelo processamento a que foram submetidos (SILVA *et al.*, 2008).

Os valores de EMA e EMAn não foram influenciados significativamente pelo tipo de linhagem, no entanto sofreram influência significativa da idade das aves (Tabela 4). Não houve interação entre os fatores avaliados. As diferenças observadas entre os valores obtidos nas duas idades avaliadas, foram de 22,75% para EMA e de 27,09% para EMAn, com maior eficiência das aves mais velhas.

Silva *et al.* (2005) também determinaram valores de energia do RSU para frangos de corte, entre o 20º e 25º dia de idade, utilizando a metodologia de coleta total de excretas. Os autores encontraram 2.344 kcal/kg de EMA e 2.233 kcal/kg de EMAn. Resultados bem próximos aos determinados no primeiro ensaio (14-21 dias de idade) deste estudo, que foram de 2.462 de EMA e 2.314 kcal/kg de EMAn.

Em se tratando da diferença nos valores de energia metabolizável encontrados entre as idades avaliadas, os resultados obtidos corroboram com os valores obtidos na

avaliação de outros alimentos. Mello *et al.* (2009), determinaram os valores de energia metabolizável de dez ingredientes com aves de diferentes idades e verificaram que os valores de EMA e EMAn da maioria dos ingredientes testados aumentaram com o avançar da idade das aves. Dessa forma, os autores concluíram que, ao formular rações para aves, deve-se considerar que os valores energéticos dos alimentos diferem em cada idade.

Tabela 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca (MS) e na matéria natural (MN) do resíduo da semente do urucum, determinados com duas linhagens de frangos de corte em idades distintas

Linhagem	Idades (dias)		Média
	14 - 21	28 - 35	
	EMA (kcal/kg de MS)		
Crescimento lento	2.466	3.171	2.819
Crescimento rápido	2.459	3.202	2.830
Média	2.462b	3.187a	
ANOVA¹ Efeitos	p-Valor		
Idade	0,0001		
Linhagem	0,7574		
Idade x Linhagem	0,6162		
Média geral	2.825		
CV² (%)	2,97		
	EMAn (kcal/kg de MS)		
Crescimento lento	2.319	3.169	2.744
Crescimento rápido	2.309	3.179	2.744
Média	2.314b	3.174a	
ANOVA¹ Efeitos	p-Valor		
Idade	0,0001		
Linhagem	0,9888		
Idade x Linhagem	0,7767		
Média geral	2.744		
CV² (%)	2,85		
	EMAn (kcal/kg de MN)		
Crescimento lento	2.058	2.813	2.435
Crescimento rápido	2.050	2.822	2.436
Média	2.054b	2.817a	
ANOVA¹ Efeitos	p-Valor		
Idade	0,0001		
Linhagem	0,9873		
Idade x Linhagem	0,7780		
Média geral	2,436		
CV² (%)	2,85		

¹ANOVA = Análise de variância (P<0,05); ² CV = Coeficiente de variação; Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste t de Student (P<0,05).

Brumano *et al.* (2006) comparou os resultados obtidos com aves em diferentes idades e verificaram que aves mais jovens são menos eficientes para digerir e absorver os nutrientes presentes nos alimentos, visto que o sistema digestivo desses animais encontra-se ainda em desenvolvimento, enquanto as aves mais velhas, além do sistema digestivo mais desenvolvido, possuem maior tamanho do trato digestivo e maior produção de enzimas e secreções gástricas, levando a um melhor aproveitamento dos alimentos.

Ao determinarem o valor de EMA do óleo de soja, o coeficiente de metabolização da matéria seca e a retenção de nitrogênio em rações isocalóricas em função de duas idades das aves e de quatro níveis de inclusão do óleo de soja, Andreotti *et al.* (2004) verificaram que frangos em crescimento, com idade de 22 a 30 dias, apresentam maior retenção de nitrogênio quando comparados com frangos na fase final, 42 a 50 dias.

Freitas *et al.* (2006) avaliaram o efeito da formulação de rações para frangos de corte utilizando os valores de energia metabolizável de alimentos determinados por diferentes métodos e recomendam que as rações para frangos de corte, até 21 dias de idade devem ser formuladas considerando os valores de EMAn determinada com pintos e, para frangos com idade acima de 21 dias, deve ser considerado o aumento na digestibilidade dos nutrientes e valorizar a contribuição energética dos alimentos, utilizando preferencialmente os valores de EMAn determinados com aves adultas para a formulação.

Para Calderano (2008) a adoção de um único valor de EM dos alimentos para todas as idades pode levar a utilização de valores superestimados, principalmente para aves nas primeiras semanas de idade.

4 CONCLUSÕES

O RSU avaliado apresenta 88,77% de matéria seca, 4.083 kcal/kg de energia bruta, 15,43% de proteína bruta, 14,43% de fibra em detergente ácido, 37,11% fibra em detergente neutro e 1,86% de extrato etéreo.

Como não houve diferença entre aves de crescimento lento e rápido, pode-se considerar os valores médios de EMA e EMAn na MS e EMAn na MN, respectivamente, de 2.462, 2.314 e 2.054 kcal/kg para aves de 14 a 21 dias de idade e de 3.187, 3.174 e 2.817 kcal/kg para aves de 28 a 35 dias.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L. F. T.; DE BRUM, P. A. R.; FILHO, F. B. *et al.* Análise individual versus "pool" de excreta na determinação da energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p.467-473, 1994.
- ANDREOTTI, M. O., JUNQUEIRA, O. M., BARBOSA, M. J. B., *et al.* Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1145-1151, 2004.
- BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de alguns alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CALDERANO, A. A. Determinação de valores de energia metabolizável de alimentos para aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.626-637, 2008.
- FISCHER JR., A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.
- FRANCO, C. F. O.; FABRI, E. G.; BARREIRO NETO, M. *et al.* **Urucum**: sistemas de produção para o Brasil. João Pessoa: EMEPA, 2008. 112p.
- FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; EZEQUIEL, J. M. B. *et al.* Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.107-115, 2006.
- GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.228-234, 2006.
- KILL, J. L.; SILVEIRA, E. R.; SILVA, F. C. O. *et al.* Valor nutritivo do resíduo de sementes processadas de urucum para suínos em crescimento. In: ZOOTEC 2005, Campo Grande, MS. **Anais...**, Campo Grande, MS, 2005. CD-Rom.
- MELLO, H. H. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. *et al.* Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MORAES, S. A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 57p. (Doutorado em Ciência animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D. C.: National Academy of Sciences: 1994. 155p.

RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S. *et al.* Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.482-489, 2010.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J. *et al.* Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poultry Science**. v.86, n.8, p.1625-1632, 2007a.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J. *et al.* Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance from and eggs production in laying hens. **Poultry Science**. v.86, n.8, p.1716-1725, 2007b.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2000.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T.; RABELLO, C. B. *et al.* Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.

SILVA, F. A. M.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1606-1613, 2005.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.988-994, 2006.

SILVA, R. B.; Freitas, E. R.; Fuentes, M. F. F. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum. Animal Scientiarum**, v.30, n.3, p.269-275, 2008.

TONANI, F. L.; RUGGIERI, A. C.; GUIM, A. *et al.* Avaliação nutricional do resíduo de urucum (*Bixa orellana*, L.), após a extração do corante. **ARS Veterinária**, v.16, n.2, p.118-121, 2000.

UTIYAMA, C. E.; MIYADA, V. S.; FIGUEIREDO, A. N. *et al.* Digestibilidade de nutrientes do resíduo de sementes processadas de urucum (*Bixa orellana* L.) para suínos em crescimento. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...**, Recife: SBZ, 2002. CD-Rom.

CAPÍTULO III

INCLUSÃO DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM EM RAÇÕES CONTENDO SORGO PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

CAPÍTULO III - INCLUSÃO DO RESÍDUO DA SEMENTE DO URUCUM EM RAÇÕES CONTENDO SORGO PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do resíduo da semente do urucum (RSU) em rações contendo sorgo como principal fonte de energia sobre o desempenho, as características de carcaça e a coloração da carne de frangos de corte de crescimento lento. Para isto, foram alojados 420 pintos sexados, da linhagem carijó pesadão de 1 a 78 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) segundo o esquema fatorial 2x7, onde os fatores foram 2 sexos (machos e fêmeas) e 7 rações, totalizando 14 tratamentos. Com 3 repetições de 10 aves por tratamento. As rações consistiram em: R1 - ração composta por milho e farelo de soja; R2 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho sem a adição de pigmentante; R3, R4, R5, R6 e R7 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho com a adição de 3; 6; 9; 12 e 15% de RSU, respectivamente. O programa de alimentação consistiu de três fases, a fase inicial (1 a 28 dias), fase de crescimento (28 a 56 dias) e fase final (56 a 78 dias). Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade. Independente do sexo, as rações não influenciaram o consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), rendimento (%) de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, porcentagem de gordura abdominal, peso relativo do fígado. Entretanto, a inclusão do RSU influenciou os parâmetros de cor da carne tornando-a mais pigmentada. Em rações para aves de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia, pode-se incluir até 15% do RSU, pois o nível de inclusão do resíduo não influenciou o desempenho e as características de carcaça das aves, sendo possível reduzir os problemas de pigmentação da carne com a substituição total do milho pelo sorgo com a inclusão do RSU a partir de 3%.

Palavras-chave: aves de crescimento lento, ganho de peso, pigmentante natural.

CHAPTER III - INCLUSION OF ANNATTO SEED BY-PRODUCT IN DIETS CONTAINING SORGHUM FOR BROILER CHICKENS SLOW GROWTH

ABSTRACT

The objective this study was evaluate the effect of the inclusion of annatto seed by-product (RSU) in diets containing sorghum as the main source of energy on performance, carcass characteristics and meat color of broiler chickens slow growth. To this, 420 sexed chicks, the carijó pesadão lineage from 1 to 78 days of age in a randomized design (DIC) according factoria to 2x7 were housed, where 2 factors were sex (males and females) and 7 rations, totaling 14 treatments. With 3 replicates of 10 poultry per treatment. The rations consisted: R1 - ration consisting of corn and soybean meal, R2 - ration with 100% sorghum replacing corn without adding pigmentante, R3, R4, R5, R6 and R7 - ration with 100% sorghum replacing corn, with addition of 3, 6, 9, 12 and 15% of RSU, respectively. The feeding program consisted of three phases, the initial phase (1 to 28 days) growth phase (28 to 56 days) and late phase (56-78 days). Throughout the experimental period the poultry received feed and water ad libitum. Regardless of gender, the treatments did not affect feed intake (g/poultry), weight gain (g/poultry), feed conversion (g/g), yield (%) of carcass, breast, thigh and drumstick, percentage of abdominal fat, relative liver weight. In poultry feed slow growing containing sorghum as the main energy source, can include up to 15% of RSU, because the level of inclusion of the residue did not influence performance and carcass characteristics of poultry, and you can reduce the problems of pigmentation of the meat with total replacement of corn by sorghum with inclusion of RSU starting 3%.

Keywords: poultry of slow growth, weight gain, natural pigment.

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne de aves de crescimento lento vem se destacando no cenário nacional, pois a demanda crescente por esse produto tornou o sistema de produção de aves para atender esse mercado um dos segmentos mais promissores da avicultura alternativa (SANTOS *et al.*, 2005). O consumidor desse produto está disposto a pagar por carnes com características diferenciadas em relação às das aves criadas convencionalmente, que incluem preocupação com o meio ambiente, bem-estar dos animais, qualidade sensorial do produto, sem esquecer da segurança alimentar (DOURADO *et al.*, 2009).

O sistema de produção para frangos de corte tipo caipira ou colonial foi normatizado (MAPA, 1999; MAPA, 2012). Essas normas definem, entre outras exigências, que se deve utilizar linhagens específicas, de crescimento lento, para chegar ao peso ideal de abate com a idade mínima de 70 dias. O menor crescimento das aves de crescimento lento faz com que a conversão do alimento consumido em carne seja menor para as aves de crescimento lento em relação às de crescimento rápido utilizadas na avicultura convencional (SANTOS *et al.*, 2005). Certamente, isso contribui para aumentar as preocupações com um dos fatores limitantes da atividade que é o custo relacionado à alimentação (SOUZA *et al.*, 2011).

Nas rações para aves o milho é o principal ingrediente energético utilizado, fornecendo aproximadamente 65% da energia metabolizável e 20% da proteína, chegando a compor cerca de 60% da ração fornecida a esses animais. Dependendo da época do ano este ingrediente, pode ser responsável por cerca de 40% do custo de produção (GOMES *et al.*, 2007). Isso vem preocupando produtores e pesquisadores, que na tentativa de reduzir os custos com alimentação, buscam constantemente ingredientes alternativos para formulação das rações.

Dentre os alimentos alternativos, o sorgo frequentemente é utilizado como fonte de energia alternativa ao milho, e vem se destacando nas pesquisas devido as suas características nutricionais, principalmente quando produzido nas regiões semiáridas e tropicais, onde sua cultura apresenta melhor rendimento de nutrientes por unidade de área (ROCHA *et al.*, 2008). Apesar das características nutricionais e viabilidade econômica conferida ao sorgo, seu baixo teor de xantofila e caroteno é considerado o principal entrave na utilização desse alimento na dieta de aves. Embora não ofereçam valor nutricional, são estes pigmentos que conferem a cor amarelo alaranjada na pele e carne de frangos de corte, característica importante na preferência do consumidor (GARCIA *et al.*, 2005).

Para correção desse problema tem sido efetuada a adição de pigmentos, sejam artificiais ou naturais, na alimentação das aves. No entanto, em consequência das restrições por parte dos consumidores e do rigor das legislações dos países desenvolvidos nos últimos anos, as quais proíbem a adição de pigmentos sintéticos às rações animais e aos alimentos humanos, a opção pelo uso de pigmentos naturais tem aumentado cada vez mais (MORENO *et al.*, 2007).

Nesse cenário, entre os pigmentos naturais testados, os derivados do urucum (*Bixa orellana* L.) vem se destacando tanto na alimentação humana quanto animal. Com isso, tem crescido o processamento da semente do urucum por agroindústrias nas diferentes regiões do Brasil. Na obtenção do produto mais popular do urucum, o colorau, e da extração dos pigmentos para a indústria de corantes naturais, cerca de 97 a 98% da semente bruta de urucum não é aproveitada após o processamento, tornando-se um resíduo que ao ser descartado pela indústria pode vir a poluir o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2006). Esse resíduo do processamento, denominado resíduo da semente do urucum (RSU) apresenta, ainda, forte coloração vermelha e os valores de sua composição química indicam que o mesmo pode ser usado na alimentação animal.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do RSU em rações contendo sorgo como principal fonte de energia sobre o desempenho, as características de carcaça e a coloração da carne de frangos de corte de crescimento lento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 24 de setembro a 10 de dezembro de 2013, com duração de 78 dias. Para isso, utilizou-se um galpão de alvenaria com dimensões de 15m x 10m, coberto por telhas de barro, piso cimentado com cama de maravalha sobre o mesmo, pé direito com 3,5 m, orientação longitudinal no sentido leste-oeste e dividido em 48 boxes de 1,5m x 1,0m.

Foram alojados 420 pintos sexados, da linhagem carijó pesadão com 1 dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado segundo o esquema fatorial 2x7, onde os fatores foram 2 sexos (machos e fêmeas) e 7 rações, totalizando 14 tratamentos. Com 3 repetições de 10 aves por tratamento. Para formar as parcelas experimentais as aves foram selecionadas com base no peso corporal de forma a obter parcelas com menor variação de peso, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves.

As rações consistiram em: R1 - ração composta por milho e farelo de soja; R2 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho sem a adição de pigmentante; R3, R4, R5, R6 e R7 - ração com 100% de sorgo em substituição ao milho com a adição de 3; 6; 9; 12 e 15% de RSU, respectivamente.

O programa de alimentação consistiu de três fases, a fase inicial (1 a 28 dias), fase de crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 78 dias). Para o cálculo das rações experimentais, foram considerados os valores de composição dos ingredientes apresentados por Rostagno *et al.* (2011), exceto para o RSU (Tabela 5) para o qual foram utilizados os valores determinados no primeiro estudo dessa pesquisa e por Queiroz (2006). As exigências nutricionais consideradas na formulação foram as propostas no NRC (1994) para frangos de corte. Para cada fase de criação, as rações (Tabelas 6, 7 e 8) foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e foram mantidas sobre um programa de 24 horas de luz por dia até o término da fase inicial e, a partir daí, apenas sobre luz natural. Os dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram coletados no início da manhã (08h:00min) e no final da tarde (16h:00min) com o auxílio de um termohigrômetro digital.

Tabela 5 - Valores de composição química e de energia do resíduo da semente do urucum utilizado para formulação das rações nas diferentes fases experimentais

Constituintes ¹	Resíduo da semente do urucum (RSU)	
	Fase inicial	Fases crescimento e final
Matéria seca (%)	88,77 ²	88,77 ²
EMAn (kcal/kg)	2.058 ²	2.813 ²
Proteína Bruta (%)	13,46 ²	13,46 ²
Fibra detergente ácido (%)	12,81 ²	12,81 ²
Fibra detergente neutro (%)	32,94 ²	32,94 ²
Extrato etéreo (%)	1,65 ²	1,65 ²
Matéria mineral (%)	3,14 ²	3,14 ²
Cálcio (%)	0,18 ³	0,18 ³
Fósforo (%)	0,31 ³	0,31 ³
Lisina Total (%)	0,61 ²	0,61 ²
Metionina total (%)	0,21 ²	0,21 ²
Metionina + cistina total (%)	0,38 ²	0,38 ²
Triptofano total (%)	0,09 ²	0,09 ²
Treonina total (%)	0,41 ²	0,41 ²

¹Valores expressos na matéria natural; ²Valores determinados pelo autor no estudo anterior; ³Queiroz, (2006).

As variáveis estudadas foram consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), rendimento (%) de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, porcentagem de gordura abdominal (%), peso relativo do fígado (%) e coloração da carne.

As rações fornecidas no início e as sobras no final de cada fase de criação foram pesadas para determinar o consumo de ração. Nesses mesmos períodos, também foram realizadas as pesagens das aves de cada parcela para cálculo do ganho de peso médio da parcela, sendo a conversão alimentar calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Os dados de desempenho foram corrigidos pela mortalidade (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Ao final do período experimental (78 dias de idade das aves), foram selecionadas duas aves de cada parcela, mediante o peso médio da mesma, para abate e avaliação das características de carcaça. As aves escolhidas foram identificadas e após jejum alimentar de 8 horas, foram abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas (água a 60°C por 3 minutos), depenadas e evisceradas. As carcaças sem cabeça, pescoço, pés e vísceras foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça em relação ao peso corporal da ave em jejum. Posteriormente, as carcaças foram cortadas e as partes pesadas para determinar o rendimento de peito, de coxa+sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal, que foram calculados em função do peso da carcaça quente. O peso relativo do fígado foi calculado através da relação entre o peso absoluto do órgão e o peso corporal da ave em jejum.

Tabela 6 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 1 a 28 dias de idade

Ingredientes (kg)	Níveis de inclusão do RSU (%)						
	0	0	3	6	9	12	15
Milho	61,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sorgo	0,00	61,15	57,86	54,57	51,27	47,97	44,70
Farelo de soja (45%)	33,50	32,05	31,81	31,57	31,33	31,09	30,84
RSU	0,00	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Óleo de soja	1,17	3,02	3,57	4,12	4,68	5,23	5,78
Calcário calcítico	1,09	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
Fosfato bicálcico	1,62	1,57	1,54	1,50	1,47	1,44	1,40
Suplemento min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49
DL - metionina	0,20	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de zinco	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado							
Energia Metaboliz. (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína bruta (%)	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12
Matéria Seca (%)	88,40	88,87	88,91	88,95	88,99	89,03	89,07
Extrato Etéreo (%)	3,98	5,36	5,85	6,35	6,86	7,35	7,85
Fibra detergente ácido (%)	4,78	6,19	6,36	6,53	6,71	6,88	7,05
Fibra detergente neutro (%)	11,97	10,55	11,18	11,80	12,43	13,05	13,68
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Cloro (%)	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Potássio (%)	0,79	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72
Lisina total (%)	1,08	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04
Metionina + cistina total (%)	0,83	0,83	0,83	0,82	0,83	0,83	0,83
Metionina total (%)	0,50	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53
Treonina total (%)	0,79	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74
Triptofano total (%)	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5.500.000 UI, Vitamina B1 500mg, Vitamina B12 7.500mcg, Vitamina B2 2,502mg, Vitamina B6 750mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, Vitamina E 6.500 UI, Vitamina K3 1.250mg, Biotina 25mg, Niacina 17,5g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6.030mg, Cobalto 50mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25g, Iodo 500mg, Manganês 32,5g, Selênio 100.05mg, Zinco 22,49g.

Tabela 7 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 28 a 56 dias de idade.

Ingredientes (kg)	Níveis de inclusão do RSU (%)						
	0	0	3	6	9	12	15
Milho	67,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sorgo	0,00	66,75	63,99	61,22	58,45	55,67	52,89
Farelo de soja (45%)	27,71	26,05	25,72	25,39	25,06	24,72	24,38
RSU	0,00	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Óleo de soja	1,73	3,80	3,93	4,06	4,19	4,32	4,46
Calcário calcítico	1,36	1,41	1,42	1,43	1,44	1,46	1,47
Fosfato bicálcico	1,13	1,08	1,04	1,01	0,97	0,94	0,91
Suplemento min./vit. ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
DL - metionina	0,07	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
L - lisina HCL	0,00	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de zinco	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado							
Energia Metaboliz. (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	17,87	17,87	17,87	17,87	17,87	17,87	17,87
Matéria Seca (%)	88,35	88,87	88,86	88,85	88,84	88,83	88,82
Extrato Etéreo (%)	4,64	6,20	6,29	6,38	6,48	6,57	6,66
Fibra detergente ácido (%)	4,51	6,04	6,23	6,43	6,62	6,82	7,00
Fibra detergente neutro (%)	11,84	10,29	10,95	11,62	12,28	12,94	13,61
Cálcio (%)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Potássio (%)	0,70	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63
Lisina total (%)	0,93	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Metionina + cistina total (%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Metionina total (%)	0,34	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37
Treonina total (%)	0,71	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Triptofano total (%)	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5.500.000 UI, Vitamina B1 500mg, Vitamina B12 7.500mcg, Vitamina B2 2,502mg, Vitamina B6 750mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, Vitamina E 6.500 UI, Vitamina K3 1.250mg, Biotina 25mg, Niacina 17,5g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6.030mg, Cobalto 50mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25g, Iodo 500mg, Manganês 32,5g, Selênio 100.05mg, Zinco 22,49g.

Tabela 8 - Composição, níveis nutricionais e energéticos das rações experimentais para frangos de corte de crescimento lento na fase de 56 a 78 dias de idade.

Ingredientes (kg)	Níveis de inclusão do RSU (%)						
	0	0	3	6	9	12	15
Milho	66,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sorgo	0,00	66,45	63,68	60,92	58,14	55,37	52,61
Farelo de soja (45%)	26,97	25,43	25,09	24,74	24,40	24,05	23,71
RSU	0,00	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Óleo de soja	3,16	5,21	5,34	5,47	5,60	5,74	5,87
Calcário calcítico	1,14	1,18	1,19	1,20	1,22	1,23	1,24
Fosfato bicálcico	1,08	1,03	1,00	0,96	0,93	0,90	0,86
Suplemento min./vit. ¹	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39
DL - metionina	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Bacitracina de zinco	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado							
Energia Metaboliz. (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
Matéria Seca (%)	88,47	88,98	88,97	88,96	88,95	88,94	88,93
Extrato Etéreo (%)	6,05	7,59	7,68	7,77	7,86	7,96	8,05
Fibra detergente ácido (%)	4,44	5,97	6,17	6,36	6,55	6,74	6,94
Fibra detergente neutro (%)	11,71	10,17	10,83	11,50	12,16	12,82	13,49
Cálcio (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Cloro (%)	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Potássio (%)	0,69	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61
Lisina total (%)	0,91	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,86
Metionina + cistina total (%)	0,62	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Metionina total (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Treonina total (%)	0,69	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Triptofano total (%)	0,21	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 5.500.000 UI, Vitamina B1 500mg, Vitamina B12 7.500mcg, Vitamina B2 2,502mg, Vitamina B6 750mg, Vitamina D3 1.000.000 UI, Vitamina E 6.500 UI, Vitamina K3 1.250mg, Biotina 25mg, Niacina 17,5g, Ácido fólico 251 mg, Ácido pantotênico 6.030mg, Cobalto 50mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25g, Iodo 500mg, Manganês 32,5g, Selênio 100.05mg, Zinco 22,49g.

Para avaliar a coloração da carne, os peitos e as sobrecoxas das aves foram embalados em sacos plásticos, colocados em isopor com gelo e encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos/CCA/UFC onde foram realizadas as avaliações da coloração da carne de ambos os cortes através de medição objetiva, mediante colorímetro Minolta CR300, Tokyo, operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*), sendo L^* a luminosidade variando em uma escala de 0 (preto)

para 100 (branco), a* a intensidade de cor que varia de verde (-60) a vermelho (+60) e b* a intensidade de cor que varia de azul (-60) a amarelo (+60) (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006). Para avaliação, a sonda de medição foi colocada em contato com a superfície do músculo do peito e da sobrecoxa, em três pontos distintos e feita a média para cada porção. A calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante D65.

A análise estatística dos dados foi realizada através do “Statistical Analyses System” (SAS, 2000). Inicialmente, os dados dos tratamentos foram submetidos a análise de variância segundo um modelo fatorial (2 sexos x 7 rações). A comparação das médias entre as rações foi realizada pelo teste SNK (5%). Em seguida, foi realizada a análise de regressão para os dados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do RSU (R3, R4, R5, R6 e R7), excluindo-se as rações com nível zero de inclusão do RSU (R1 e R2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de mínima e máxima para temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante o período experimental foram de 27,66 e 31,56°C e 47,37 e 70,64%, respectivamente.

Os resultados médios de consumo de ração (CR) (g/ave), ganho de peso (GP) (g/ave) e conversão alimentar (CA) (g/g) de frangos de corte de crescimento lento durante o experimento estão apresentados na tabela 9.

Na análise de variância, constatou-se que não houve interação significativa entre os fatores, sexo e rações, sobre o CR, GP e CA em nenhuma das fases de avaliação do desempenho. Também se observou que as rações não influenciaram significativamente essas variáveis nas diferentes fases. No entanto, houve diferença entre os sexos no consumo de ração e ganho de peso em todas as fases avaliadas e na conversão alimentar nas fases de 1 a 56 e de 1 a 78 dias de idade.

Conforme a análise de regressão, a inclusão do RSU a partir de 3% não influenciou significativamente o CR, GP e CA em nenhuma das fases de avaliação do desempenho.

Os resultados obtidos indicam que, semelhante ao que tem sido relatado para frangos de corte de crescimento rápido (GARCIA *et al.*, 2005; ROCHA *et al.*, 2008), o sorgo pode ser utilizado como substituto total do milho na alimentação de frangos de corte de crescimento lento sem causar prejuízos ao desempenho animal.

Sabe-se que a energia metabolizável tem sido relatada como o principal fator da ração que influencia o consumo voluntário de ração pelas aves (FREITAS *et al.*, 2011), assim, pode-se inferir que a ausência de efeito significativa da inclusão da RSU sobre a ingestão de ração pode ser associada a boa avaliação do valor de energia metabolizável do alimento, visto que as rações foram calculadas para serem isoenergéticas considerando os valores de energia metabolizável do RSU determinados para os frangos de crescimento lento nas diferentes idades.

O ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento dos nutrientes da ração pelas aves, assim, os resultados obtidos para o ganho de peso refletem os obtidos para o consumo de ração, que não divergiu entre os tratamentos. Por sua vez, a conversão alimentar é obtida a partir da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, sendo assim, os resultados para essa variável é reflexo dos resultados obtidos para o consumo de ração e para o ganho de peso das aves para os diferentes tratamentos.

Tabela 9 - Desempenho das aves de corte de crescimento lento em três períodos de criação

Rações	Períodos (dias de idade)								
	1 – 28			1 - 56			1 - 78		
	CR	GP	CA	CR	GP	CA	CR	GP	CA
Milho	1142,66	690,44	1,65	4148,80	1846,34	2,25	7390,40	2645,81	2,81
Sorgo	1102,26	708,02	1,56	4162,10	1857,02	2,27	7403,30	2576,17	2,89
Sorgo+3% RSU	1125,20	745,59	1,53	4191,80	1931,55	2,18	7420,30	2637,35	2,82
Sorgo+6% RSU	1061,67	729,06	1,46	4030,10	1899,17	2,13	7366,60	2662,97	2,77
Sorgo+9% RSU	1101,32	719,74	1,54	4199,50	1889,93	2,23	7607,30	2625,73	2,90
Sorgo+12% RSU	1209,34	746,32	1,63	4362,80	1893,28	2,31	7683,20	2625,23	2,94
Sorgo+15% RSU	1200,23	706,36	1,70	4263,20	1880,27	2,27	7678,10	2689,35	2,87
Sexo									
Macho	1227,46a	792,61a	1,55	4650,39a	2137,16a	2,17a	8262,20a	2969,69a	2,78a
Fêmea	1041,87b	648,97b	1,61	3737,68b	1633,57b	2,29b	6751,87b	2305,34b	2,93b
Média	1134,67	720,79	1,58	4194,03	1885,37	2,23	7507,03	2637,51	2,86
CV¹ (%)	9,88	7,85	8,55	4,50	4,25	5,19	2,61	4,44	3,42
ANOVA²									
	p-valor								
Rações	0,2519	0,5632	0,0652	0,1414	0,6205	0,1364	0,0666	0,7698	0,0690
Sexo	0,0001	0,0001	0,1889	0,0001	0,0001	0,0029	0,0001	0,0001	0,0001
Rações x Sexo	0,8766	0,5330	0,9333	0,1582	0,3400	0,6832	0,1304	0,3802	0,2619
Regressão									
Linear	0,0665	0,6162	0,0640	0,4895	0,6733	0,0815	0,4341	0,8826	0,0643
Quadrática	0,3459	0,9406	0,1546	0,8862	0,8316	0,7923	0,9577	0,8333	0,3939

¹CV = Coeficiente de variação; ²ANOVA = Análise de variância (P<0,05); Entre sexos, médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F (P<0,05).

Os efeitos obtidos para inclusão do RSU na ração dos frangos de crescimento lento corroboram, em parte, os relatados por Silva *et al.* (2005) que avaliaram a inclusão (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10; 12,5; 15%) de RSU, em rações formuladas à base de milho como principal fonte energética, sobre o desempenho de frangos de crescimento rápido. Os autores verificaram que no período de 1 a 47 dias de idade não houve efeito significativo para consumo de ração e ganho de peso, no entanto, para conversão alimentar houve efeito dos níveis de RSU, onde as aves alimentadas com ração contendo 7,5% de inclusão do subproduto apresentaram pior conversão do que o grupo controle (0%).

Quanto ao efeito do sexo no desempenho, observou-se que os machos apresentaram maior consumo de ração e ganho de peso em todas as fases avaliadas e melhor conversão alimentar em relação às fêmeas nas fases de 1 a 56 e de 1 a 78 dias de idade.

Os resultados obtidos para a diferença entre o desempenho de machos e fêmeas na presente pesquisa estão de acordo com os relatados na literatura. O efeito do sexo sobre CR, GP e CA, só não foi significativo para CA até os 21 dias de idade, segundo Dourado *et al.* (2009), ou até 28 dias de idade, conforme Del Castilho *et al.* (2013). Santos *et al.* (2005) verificaram que a taxa de crescimento e a conversão alimentar de machos e de fêmeas das linhagens de crescimento lento é semelhante até os 21 dias de idade e a partir do 28º dia começa a se diferenciar.

Normalmente, os pesquisadores associam esse comportamento dos resultados obtidos para cada sexo às diferenças metabólicas entre os sexos, onde os machos apresentam crescimento mais acelerado, com melhor eficiência de utilização do alimento e, conseqüentemente, melhor conversão alimentar. Gonzales e Sartori (2002) relataram que as diferenças encontradas entre machos e fêmeas quanto ao desenvolvimento muscular de frangos de corte têm influência significativa de fatores hormonais e assim, como os machos possuem mais hormônios andrógenos responsáveis pelo anabolismo muscular, eles têm taxa de crescimento maior do que as fêmeas. Mendes *et al.* (2004) afirmaram, ainda, que as fêmeas têm fibras musculares menores do que os machos da mesma idade, de modo que o aumento no diâmetro da fibra, devido ao exercício muscular constante é diferente de acordo com o sexo, sendo maior no sexo masculino. Além de tudo, machos apresentam maior comprimento dos intestinos delgado e grosso, o que permite melhor capacidade de absorção de nutrientes, justificando os maiores GP e CA em relação às fêmeas (TAKAHASHI *et al.*, 2006).

Para as características de carcaça (Tabela 10), constatou-se que não houve interação significativa entre os fatores, sexo e rações, sobre nenhum dos parâmetros avaliados. Também se observou que os tratamentos não influenciaram significativamente as

características de carcaça avaliadas. No entanto, na comparação entre os sexos, observou-se que o rendimento de carcaça não diferiu entre machos e fêmeas, porém, as fêmeas apresentaram maior rendimento de peito, porcentagem de gordura abdominal e peso relativo do fígado, enquanto, os machos apresentaram maior rendimento de coxa+sobrecoxa.

Tabela 10 - Características de carcaça de aves de corte de crescimento lento aos 78 dias de idade

Rações	Parâmetros (%)				
	Carcaça	Peito	Coxa+sobrecoxa	Fígado ³	Gord. Abdominal
Milho	73,50	29,19	32,64	1,32	2,65
Sorgo	73,75	28,22	32,00	1,28	3,12
Sorgo+3% RSU	74,94	28,68	31,94	1,29	3,39
Sorgo+6% RSU	74,40	29,13	31,11	1,32	3,43
Sorgo+9% RSU	74,14	28,36	32,16	1,32	3,47
Sorgo+12% RSU	73,41	27,75	32,07	1,29	3,63
Sorgo+15% RSU	73,70	29,02	32,56	1,32	2,95
Sexo					
Macho	74,17	28,17b	33,31a	1,27b	2,70b
Fêmea	73,78	29,07a	30,82b	1,34a	3,77a
Média	73,98	28,62	32,07	1,31	3,23
CV¹ (%)	1,77	3,96	2,97	8,44	20,81
ANOVA²		p-valor			
Rações	0,4079	0,2706	0,1692	0,9895	0,1976
Sexo	0,3506	0,0152	0,0001	0,0269	0,0001
Rações x Sexo	0,6027	0,1641	0,2357	0,7869	0,1698
Regressão					
Linear	0,0631	0,7094	0,3327	0,8772	0,5788
Quadrática	0,5506	0,4226	0,5811	0,9270	0,3615

¹CV = Coeficiente de variação; ²ANOVA = Análise de variância (P<0,05); ³Relação do peso do órgão com o peso da ave viva em jejum; Entre sexos, médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F (P<0,05).

Os resultados obtidos na presente pesquisa para a substituição total do milho pelo sorgo são semelhantes aos relatados na literatura. Segundo Garcia *et al.* (2005) a substituição do milho pelo sorgo em rações para frangos de corte em níveis de até 100% não promoveu diferenças significativas para o rendimento de carcaça, peito e pernas (coxa+sobrecoxa).

Entretanto os resultados obtidos com a inclusão do RSU diferem, em parte, dos obtidos por Silva *et al.* (2005). Embora não tenha sido verificado efeito significativo sobre a porcentagem de gordura abdominal dos frangos, os pesquisadores observaram redução linear

no rendimento de carcaça e porcentagem de coxa à medida que o nível do RSU foi aumentando na ração. Os autores associaram o ocorrido para o rendimento de carcaça e cortes da carcaça ao aumento da proporção do trato gastrointestinal das aves, acarretado pelo aumento da fibra na ração, com a elevação do nível do RSU.

Efeitos inerentes ao dimorfismo sexual sobre as variáveis de rendimento de carcaça de linhagens de crescimento lento, também foram relatados por outros pesquisadores. Santos *et al.* (2005), Takahashi *et al.* (2006), Dourado *et al.* (2009) e Del Castilho *et al.* (2013) constataram que não houve diferença significativa para o rendimento de carcaça entre os sexos, porém, houve maior rendimento de peito para as fêmeas e de coxa+sobrecoxa para os machos. Maior peso relativo da gordura abdominal para as fêmeas foi observado por Santos *et al.* (2005) e Campelo *et al.* (2009).

O maior peso relativo do fígado, observado para fêmeas, pode estar diretamente associado à maior deposição de gordura abdominal nessas aves. O desenvolvimento do fígado pode ter ocorrido devido à maior atividade deste órgão, já que o mesmo participa ativamente no metabolismo lipídico, ou até mesmo pela deposição nos hepatócitos, de uma porção da gordura disponível para estocagem.

As diferenças nas características de carcaça, deposição de gordura e tamanho de órgãos entre os sexo podem ser reflexos de diferentes padrões de desenvolvimento dos tecidos corpóreos associados à atividade hormonal de cada sexo, como já foi descrito em outras espécies (MAHGOUB *et al.*, 2004).

Os resultados médios obtidos para os parâmetros de coloração da carne, L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela), do peito e da sobrecoxa das aves submetidas aos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 11.

Constatou-se que não houve interação significativa entre os fatores, sexo e rações, sobre nenhum dos parâmetros de cor avaliados no peito e na sobrecoxa dos frangos. Também não houve diferença significativa entre os sexos para os parâmetros de coloração da carne. Porém, houve efeito significativo das rações sobre L*, a* e b*, do peito e da sobrecoxa.

A luminosidade (L*) da carne do peito das aves alimentadas com a ração contendo milho como principal fonte de energia foi semelhante a da carne das aves alimentadas com ração a base de sorgo sem adição de RSU. Já na carne da sobrecoxa, aves alimentadas com sorgo sem RSU apresentaram maior valor de L*, indicando que a carne dessas aves era menos escura que a das aves alimentadas com milho. A adição de RSU, em todos os níveis resultou em menor valor de L* da carne do peito e da sobrecoxa em relação à carne das aves alimentadas com a ração a base de milho ou sorgo sem adição de RSU.

Tabela 11 - Valores médios da luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) do peito e da sobrecoxa de aves de crescimento lento

Rações	Peito			Sobrecoxa		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Milho	54,22a	1,48a	6,56a	51,67b	1,63a	4,05bc
Sorgo	55,32a	1,08b	3,35c	53,93a	1,05b	3,46c
Sorgo+3% RSU	51,93b	1,48a	5,03b	49,93c	1,55a	3,72c
Sorgo+6% RSU	51,61b	1,51a	5,55ab	49,67c	1,64a	3,97bc
Sorgo+9% RSU	51,29b	1,53a	5,80ab	47,63d	1,66a	4,11bc
Sorgo+12% RSU	48,67c	1,54a	5,95ab	47,30d	1,76a	4,43ab
Sorgo+15% RSU	46,98c	1,60a	6,39a	46,53d	1,90a	4,79a
Sexo						
Macho	51,31	1,49	5,39	49,75	1,65	4,05
Fêmea	51,55	1,47	5,67	49,30	1,64	4,07
Média	51,43	1,48	5,49	49,52	1,65	4,06
CV¹ (%)	2,69	10,88	8,40	2,13	10,09	7,04
ANOVA²	p-valor					
Rações	0,0001	0,0144	0,0001	0,0001	0,0007	0,0001
Sexo	0,6461	0,2469	0,0639	0,2729	0,5579	0,8564
Rações x Sexo	0,9202	0,2354	0,0741	0,0725	0,7701	0,1849
Regressão						
Linear	0,0001	0,4291	0,0296	0,0004	0,0003	0,0001
Quadrática	0,0684	0,9414	0,8851	0,7841	0,5896	0,5302

¹ CV = Coeficiente de variação; ² ANOVA = Análise de variância (P<0,05); Entre as rações, médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste de SNK (P<0,05).

Os valores de a* do peito e da sobrecoxa não diferiram entre as aves alimentadas com ração contendo milho sem a adição do RSU e aquelas alimentadas com rações contendo sorgo com níveis do resíduo, no entanto, a ração a base de sorgo sem o pigmentante proporcionou intensidade da cor vermelha (a*) inferior para ambas as partes, confirmando a deficiências de pigmentação do sorgo.

A proporção da cor amarela (b*) da carne do peito das aves alimentadas com a ração contendo milho como principal fonte de energia foi superior a da carne das aves alimentadas com ração a base de sorgo sem adição de RSU. Já na carne da sobrecoxa, os valores de b* não diferiram entre estes tratamentos, embora tenha sido registrado maior valor para ração com milho.

Nas rações contendo sorgo, a inclusão de RSU a partir de 3% proporcionou maior valor de b^* na carne do peito em relação à ração contendo sorgo sem RSU, enquanto, na carne da sobrecoxa essa diferença só foi significativa com a inclusão a partir de 12%.

Em relação à carne das aves alimentadas com a ração contendo milho, a inclusão da RSU proporcionou valores semelhante de intensidade da cor amarela (b^*) a partir de 6% na carne do peito e a partir de 3% na carne da sobrecoxa, sendo que na carne da sobrecoxa o valor de b^* para a inclusão de 15% de SRU foi superior ao obtido com a ração contendo milho.

Conforme a análise de regressão, o RSU em níveis acima de 3% em rações contendo sorgo promoveu redução linear no valor de L^* tanto do peito ($Y = 53,948 - 1,284X$; $R^2 = 0,87$) quanto da sobrecoxa ($Y = 50,963 - 0,917X$; $R^2 = 0,93$), aumento linear nos valores de b^* do peito ($Y = 4,808 + 0,312X$; $R^2 = 0,96$) e da sobrecoxa ($Y = 3,424 + 0,26X$; $R^2 = 0,98$) e aumento linear no valor de a^* , apenas, das sobrecoxas ($Y = 1,460 + 0,08X$; $R^2 = 0,95$) Esses resultados indicam que o RSU possui efeito pigmentante positivo na carne das porções de aves de crescimento lento alimentadas com ração contendo sorgo como principal fonte de energia.

Diferente do observado na presente pesquisa, Silva *et al.* (2005) relataram que nenhum efeito do RSU foi detectado sobre a pigmentação da carcaça medida na pele da perna, pelo método visual do leque colorimétrico. Vale destacar que os pesquisadores promoveram a adição do RSU em rações formuladas com milho como principal fonte de energia.

Por sua vez, Harder *et al.* (2010) relataram o potencial de pigmentação da semente de urucum, melhorando a coloração da carne dos cortes de frango após o cozimento. Segundo os autores, a adição de 3% de semente de urucum na ração promoveu menor valor de luminosidade (L^*) na carne do peito, indicando carne mais escura que a das aves alimentada com ração a base de milho e soja sem adição de urucum. Embora, não tenha ocorrido diferença significativa, os parâmetros a^* e b^* da carne do peito também foram maior para as aves alimentadas com 3% de semente de urucum na ração. Para a carne da coxa, os pesquisadores relataram maior valor de b^* com a inclusão de 3% de urucum sem diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de L^* e a^* .

Considerando os resultados obtidos nessa pesquisa e os relatados por Harder *et al.* (2010), pode-se inferir que o escurecimento (menor luminosidade) da cor da carne dos frangos alimentados com as rações contendo sorgo e níveis do RSU ocorreu, principalmente, devido ao aumento significativo da proporção da cor amarela (b^*) na carne, visto que para a cor vermelha (a^*) não foi tão expressivo. Esse comportamento dos efeito dos produtos do

urucum na cor da carne diferem dos relatados sobre os efeitos desses produtos na cor da gema, uma vez que a adição da semente de urucum além de reduzir a luminosidade (L^*) aumentou os valores de a^* e b^* (HADER *et al.*, 2007; GARCIA *et al.*, 2009).

Contudo, pode-se afirmar que a substituição total do milho pelo sorgo na ração de aves de crescimento lento não afeta o desempenho e as características de carcaça das aves, mas pode reduzir a coloração da carne. Assim, considerando que esse tipo de ave tem sido criado para atender um nicho de mercado em que os consumidores buscam uma carne com atributos diferenciados, principalmente, textura mais dura e coloração mais escura, a substituição total do milho pelo sorgo torna-se inviável. Por sua vez, a inclusão a partir de 3% do RSU em rações contendo sorgo como principal fonte de energia pode resolver o problema de pigmentação da carne e o seu uso como um ingrediente pode chegar até 15% de inclusão.

4 CONCLUSÃO

Pode-se incluir até 15% do RSU em rações para aves de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia, sendo possível reduzir os problemas de pigmentação da carne com a substituição total do milho pelo sorgo com a inclusão do RSU a partir de 3%.

REFERÊNCIAS

- CAMPELLO, C. C.; SANTOS, M. S. V.; LEITE, A. G. A. *et al.* Características de carcaça de frangos tipo caipira alimentados com dietas contendo farinha de raízes de mandioca. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1021-1028, 2009.
- DEL CASTILHO, C. C.; SANTOS, T. T.; RODRIGUES, C. A. F. *et al.* Effects of sex and genotype on performance and yield characteristics of free range broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1483-1490, 2013.
- DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N. *et al.* Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.3, p.875-881, 2009.
- FREITAS, E. R.; LIMA, R. C.; SILVA, R. B. *et al.* Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo da castanha de caju para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1006 - 1013, 2011.
- 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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005.
- GARCIA, R. G.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentados semente de Urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.4, p.689-697, 2009.
- GOMES, F. A.; FASSANI, É. J.; RODRIGUES, P. B. *et al.* Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-402, 2007.
- GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.279-297.
- HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa Ciências Veterinárias**, v.102, n.563-564, p.339-342, 2007.
- HARDER, M. N. C.; SPADA, F. P.; SAVINO, V. J. M. *et al.* Coloração de cortes cozidos de frangos alimentados com urucum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.507-509, 2010.
- MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; AL-SAQRY, N. M.; AL-BUSAIDI, R. M. Effects of body weight and sex on carcass tissue distribution in goats. **Meat Science**, v.67, n.4, p.577-585, 2004.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. **Ofício Circular**

DOI/DIPOA n° 007/99 de 19/05/1999. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA n° 02/2012 de 01/02/2012. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2012.

MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de Frangos de Corte.** Campinas: FACTA, 2004. 356p.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry.** 9 ed. Washington, D. C.: National Academy of Sciences: 1994. 155p.

QUEIROZ, E. A. **Níveis de Farelo de Urucum (*Bixa orellana* L.) em Rações à Base de Sorgo para Poedeiras Comerciais.** 2006. 38p. (Mestre em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006.

ROCHA, V. R. R. A.; JÚNIOR, W. M. D.; RABELLO, C. B. *et al.* Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.95-102, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.

SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R. *et al.* Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics.** Version 8. Carry, NC, 2000.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes.** São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236p.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1606-1613, 2005.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; FILHO, J. J. *et al.* Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.988-994, 2006.

SOUZA, K. M. R.; CARRIJO, A. S.; KIEFER, C. *et al.* Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.489-499, 2011.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA E. S. P. B. *et al.* Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.