



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA
AMAZÔNIA

JANAÍNA DE CÁSSIA BRAGA ARRUDA

USO DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO INICIAL DE
FRANGO DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

BELÉM

2018

JANAÍNA DE CÁSSIA BRAGA ARRUDA

USO DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO INICIAL DE
FRANGO DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de doutorado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, área de concentração: Produção Animal, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora.

Orientadora: Prof.^a DSc. Ana Rita de Lima

Co-Orientador: Prof.^o. DSc. Kedson Raul de Souza Lima

BELÉM

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

JANAÍNA DE CÁSSIA BRAGA ARRUDA

USO DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO INICIAL DE
FRANGO DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do curso de doutorado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, área de concentração: Produção Animal, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora.

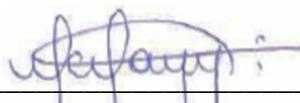
Orientador: Profº DSc. Kedson Raul de Souza Lima

Aprovado em 12/12/2018

BANCA EXAMINADORA



Profº DSc. Kedson Raul de Souza Lima - Presidente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



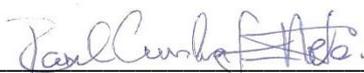
Profª DSc. Maria Cristina Manno – 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Profº DSc. José Anchieta de Araújo – 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ



Profª DSc. Kênia Ferreira Rodrigues – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS



Profº DSc. Raul da Cunha Lima Neto – 4º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ

AGRADECIMENTOS

À Deus, sempre, em todos os momentos e em todos os lugares, por seu amor infinito.

Aos meus pais Euclides Arruda Filho e Geruza Maria Braga de Arruda, por serem meus exemplos em tudo e mesmo na distância dilacerante sempre apoiaram minhas decisões.

Ao meu esposo, Renato de Araújo Barbosa, companheiro incansável ao meu lado em cada alegria e cada correria, apoio logístico e incentivador constante. E nossos filhos, Thales e Theo, verdadeiro combustível da minha alma e amor incondicional dessa existência terrena.

À minhas irmãs Jerusa e Julienne, e meus sobrinhos Túlio, Thamires e Tiana, pelo bálsamo de suas presenças, escassas, porém sempre edificantes.

À professora Ana Rita, pela confiança, ensinamentos e amizade antes, durante e depois dessa jornada.

Ao professor Kedson Raul de Souza Lima, um verdadeiro exemplo de profissional dedicado e íntegro, sempre instigando minha curiosidade a busca por respostas, abraçou-me tal qual uma filha e não mediu esforços. Como amigo, sempre esteve presente ao lado da minha família apoiando e participando. Minha gratidão!

À professora Maria Cristina Manno, por todo suporte nos momentos de aflição, por entender minhas angústias e pela valiosa contribuição em cada pedido de ajuda. Mais que uma colega de trabalho, uma amiga e comadre. Você é um exemplo de ser humano!

À Universidade de Santiago de Compostela- USC, na pessoa do professor DSc. José Manuel Cifuentes Martínez, pela acolhida e apoio durante o período do Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior – PDSE/CAPES, e a realização das análises histológicas.

Aos parceiros do NUPEAN, Raíssa, Yan, Brendinha, Thamara, Higor, Léo, Aline, Renata, “Agroman”, Ícaro, Valéria, Melissa, Brenda³, Mário Jorge, Marília e Bruno pelos dias de galpão e noites de salinha, por serem a força motriz do trabalho do núcleo e por toda ajuda durante as análises. Especialmente à Lívia Anália Bentes da Fonseca, minha parceira de projeto, de execução e de preocupações, meu braço direito, uma amiga para toda vida. Todos vocês foram fundamentais!

Aos amigos, Cristian, Adriane, Aníbal, Ingrid, Alex, Jéssica, Fernando e Ísis, por todos os momentos de descontração, os laços invisíveis que nos unem não aparecem nas fotos, mas são eles que ficam pro resto de nossas vidas. Vocês são a família que eu escolhi ter!

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa – FAPESPA, pelo apoio financeiro dado ao projeto de pesquisa.

À todos professores do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, pela oportunidade de agregar mais conhecimento durante a realização do doutorado, por vezes não foi fácil estar em dois lugares ao mesmo tempo, mas com o esforço de todos, tudo deu certo.

Aos colegas da turma pioneira de doutorado da UFRA, Camila, Darlene, Ernestina, Paulo Henrique, Rafael, Marconi, Sinerey e Waldjânio, nós conseguimos!

E por fim a todos que cruzaram meus dias durante esses anos, sei que de alguma forma vocês contribuíram para minha mudança profissional ou pessoal; espero que um dia eu também consiga retribuir na mesma intensidade.

Minha profunda gratidão a todos!

Aos meus pais

Euclides Arruda Filho e Geruza Maria Braga de Arruda, por serem meus eternos exemplos, cada um a sua maneira ajudou a construir o ser humano que a cada dia eu tento melhorar. Devo tudo que me tornei hoje a vocês dois!

Aos meus filhos

Thales Euclides Arruda Lima e Theo Euclides Arruda Barbosa, que me fazem exercer o meu melhor papel, que mais me alegra que mais me exige e que nem sempre eu o exerço com maestria, mas, seguramente, é o papel que eu mais amo: o de ser mãe!

Ao meu esposo

Renato de Araújo Barbosa, por me permitir caminhar ao seu lado nessa jornada terrena!

Dedico!

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”

(Isaac Newton)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
ARTIGO 5 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS	
Figura 1. Vilosidades da porção do duodeno de frangos de corte de crescimento lento alimentados com ração contendo farelo de caroço de açaí (A), torta de coco (B) e torta de palmiste (C), na fase inicial do crescimento de 1 a 28 dias.....	94

LISTA DE TABELAS

	Pág.
ARTIGO 1 AÇAÍ SEED BRAN IN THE FEED OF SLOW-GROWTH BROILERS	
Table 1. Centesimal composition (%) of rations fed to slow-growth broilers in the initial growth phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of açaí seed bran in their diet. T0: control diet without açaí seed bran; T1: diet with 2% açaí seed bran; T2: diet with 6% açaí seed bran; T3: diet with 10% açaí seed bran.....	42
Table 2. Bromatological composition of different components of the açaí fruit. AcM= açaí seed with mesocarp; AsM= açaí seed without mesocarp, expressed on dry basis. Values are mean \pm SD of five samples.....	43
Table 3. Means of performance parameters (N= 8 replicates per treatment) of slow-growing broilers in the initial phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of açaí seed bran in their diet. T0: control diet without açaí seed bran; T1: diet with 2% açaí seed bran; T2: diet with 6% açaí seed bran; T3: diet with 10% açaí seed bran. CV = coefficient of variance.....	43
Table 4. Production performance and production cost of slow-growth broilers in the initial growth phase (1 to 28 days) fed with diets containing different proportions of açaí seed bran. T0: control diet without açaí seed bran; T1: diet with 2% açaí seed bran; T2: diet with 6% açaí seed bran; T3: diet with 10% açaí seed bran. Values for intake and average weight are the mean of eight replicates per treatments. Production cost values are from March 2016. All monetary values are in Brazilian real (R\$).....	44
Table 5. Economic viability parameters estimated for slow-growth broilers at initial phase (1 to 28 days) submitted to different	44

treatments of inclusion of açai seed bran in their diet. T0: control diet without açai seed bran; T1: diet with 2% açai seed bran; T2: diet with 6% açai seed bran; T3: diet with 10% açai seed bran. EOC = effective operational cost; GEa = gross earning; GMEOC = gross margin in relation to effective operational cost; LP = leveling point; EOP = effective operational profit; PI = profitability index in the production of an experimental unit (13 chickens per unit). All monetary values are in Brazilian real (R\$).....

ARTIGO 2. INCLUSÃO DE TORTA DE COCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

- Tabela 1. Composição centesimal (%) calculada das rações da fase inicial (1 a 28 dias) com inclusão de torta de coco, destinadas à alimentação de frangos de crescimento lento, conforme tratamentos..... 49
- Tabela 2. Média dos parâmetros de desempenho de frangos de corte de crescimento lento em fase inicial (1 a 28 dias), submetidos a diferentes tratamentos com inclusão de Torta de Coco na dieta. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25% de torta de coco. CV= coeficiente de variação..... 51
- Tabela 3. Peso ao abate, comprimento do trato gastrointestinal (TGI) e peso relativo (%) de órgão do sistema digestório de frangos de corte de crescimento lento (de 1 a 28 dias) alimentados com diferentes níveis de Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25% de torta de coco. CV= coeficiente de variação..... 53
- Tabela 4. Desempenho da produção e custo de produção de frango de corte de crescimento lento na fase inicial de crescimento (1 a 28 dias), alimentados com dietas contendo Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de coco; 53

T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25% de torta de coco. Valores para consumo e peso médio são a média de oito repetições por tratamento. Os valores de custo de produção são de março de 2016. Todos os valores monetários estão expressos em reais (R\$).....

Tabela 5. Parâmetros de viabilidade econômica estimados para frangos de corte de crescimento lento em fase inicial (1 a 28 dias) submetidos a diferentes tratamentos de inclusão de Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25% de torta de coco. Custo operacional efetivo = COE; receita bruta = RB; margem bruta relacionada ao COE = MCOE; ponto de nivelamento = PN; lucro operacional efetivo = LOE; índice de lucratividade = IL. Todos os valores monetários são em reais (R\$)..... 54

ARTIGO 3 USE OF PALM OIL CAKE IN DIETS FOR SLOW GROWING CHICKENS

Table 1. Composition and calculated value (%) of the experiments diets for the starter phase of slow growing chickens (1-28 days), with inclusion of palm oil cake according to treatments..... 73

Table 2. Average of the performance parameters according to the amount (%) of palm oil cake in the diet of slow growing chickens over the starter phase (1-28 days) per treatment..... 73

Table 3. Slaughter weight, length of GI Tract and relative weight of organs (%) of the digestive system of slow growing chickens fed with palm oil cake (1-28 days), per treatment..... 73

Table 4. Cost of the rations (R\$/kg), feed intake and cost of the starter phase of slow growing chickens per chicken, average weight of the birds and cost per kilo of produced the broiler chicken, related to treatments..... 74

Table 5. Operating Cost (OC), Gross Revenue, Gross Margin (GM), 74

Break Even point (BEP), Operating Profit (OP) and Profitability Index (PI) for the production of one experimental unit of slow growing chickens over the starter phase (1-28 days) in the treatments.....

ARTIGO 4 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

- Tabela 1. Composição centesimal (%) calculada da ração referência destinada à alimentação de frangos de corte de crescimento lento (1 a 28 dias de idade)..... 79
- Tabela 2. Composição química e valores de energia bruta dos alimentos testados..... 82
- Tabela 3. Coeficiente de metabolizabilidade¹ dos nutrientes (matéria seca – MS, proteína bruta – PB, extrato etéreo – EE, energia bruta – EB e fibra bruta – FB), energia metabolizável aparente (EMA)² e corrigida (EMAn)³ das rações com farelo de caroço de açaí, torta de palmiste e torta de coco, para frangos de corte de crescimento lento. T1: ração referência; T2: ração referência+30% de farelo de caroço de açaí; T3: ração referência+30% de torta de palmiste; T3: ração referência+30% de torta de coco..... 83

ARTIGO 5 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS

- Tabela 1. Médias e erros padrões do comprimento do vilo, profundidade da cripta e relação vilo:cripta do duodeno de frangos de corte de crescimento lento alimentados com diferentes tipos de ingredientes alternativos..... 93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

AcM – açaí com mesocarpo

ADF – acid detergent fiber

ADS – air dry samples

ANOVA – análise de variância

ASA – amostra seca ao ar

ASB – açaí seed bran

AsM – açaí sem mesocarpo

BEP – break even point

BWG – body weight gain

Ca – cálcio

CA – conversão alimentar

CC – coconut cake

CDEB – coeficiente de digestibilidade da energia bruta

CDMS – coeficiente de digestibilidade da matéria seca

CDPB – coeficiente de digestibilidade da proteína bruta

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CF – crude fiber

CM – coeficiente de metabolizabilidade

COE – custo operacional efetivo

CR – consumo de ração

CV – coeficiente de variação

DM – dry matter

DWG – dairy weight gain

EB – energia bruta

EC – Expenses contracted

EE – ether extract

EM – energia metabolizável

EMA – energia metabolizável aparente

EMAn – energia metabolizável aparente corrigida

EOC – effective operational cost

EOP – effective operational profit

FB – fibra bruta

FC – feed conversion rate

FCA – farelo do caroço de açaí

FI – feed intake

GE – gross energy

GEa – gross earnings

GMEOC – gross margin in relation to effective operating cost

GP – ganho de peso

I – insums

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IL – índice de lucratividade

ISPA – Instituto da Saúde e Produção Animal

LABNUTAN – laboratório de nutrição animal

LOE – lucro operacional efetivo

LP – leveling point

LTDA – limitada

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MBCOE – margem bruta em relação ao custo operacional efetivo

MS – matéria seca

N – nitrogênio

Na – sódio

NBR – Norma Brasileira

NDF – neutral detergent fiber

OE – operational expenses

P – fósforo

PB – proteína bruta

PI – profitability index

PKC – palm kernel cake

PN – ponto de nivelamento

PNSA – Programa Nacional de Sanidade Avícola

POC – palm oil cake

RB – receita bruta

S/A – sociedade anônima

SAS – Statistic Analysis System

TC – torta de coco

TGI – trato gastrointestinal

TP – torta de palmiste

UFRA – Universidade Federal Rural da Amazônia

VI – viability index

WG – weight gain

USO DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO INICIAL DE FRANGO DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

RESUMO

A criação de frango de crescimento lento aumenta gradativamente em todo mundo em função da busca do consumidor exigente em ter carne de qualidade diferenciada à sua mesa, produzida de maneira ecologicamente sustentável com novos padrões de bem-estar para as aves. Para a manutenção desta frágil cadeia produtiva, a busca por redução nos custos de produção é uma constante, deste modo a recomendação de novos ingredientes que tenham potencial de uso para alimentação das aves trará benefícios produtivos e econômicos especialmente aos produtores de pequeno e médio porte. Desta maneira, a tese foi conduzida na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Belém, Brasil, para analisar o uso de ingredientes alternativos no intuito de instituir uma dieta de baixo custo para frango de corte de crescimento lento. A pesquisa teve como base a realização de dois experimentos, de desempenho e de metabolizabilidade, que geraram os cinco capítulos desta tese. No primeiro momento foi realizada a análise da composição bromatológica de porções residuais do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), caroço de açaí com mesocarpo e caroço de açaí sem mesocarpo para identificação da melhor fração para elaboração do farelo de caroço de açaí que posteriormente foi incluído em diferentes níveis (2, 6 e 10%) em rações para frangos de corte de crescimento lento em fase inicial de 1 a 28 dias. Também foi realizada inclusão de níveis de 10, 15 e 20% de torta de palmiste (*Elaeis guineenses*), e a avaliação da inclusão de torta de coco (*Coccus nucifera*) em 5, 15 e 25%; os ingredientes alternativos testados foram analisados quanto ao desempenho das aves, alometria dos órgãos do sistema digestivo e a viabilidade econômica de seu uso nas dietas. Com base na composição bromatológica o caroço de açaí sem mesocarpo foi escolhido para elaboração do farelo de caroço de açaí (FCA); e os resultados do desempenho mostraram que o farelo de caroço de açaí pode ser incluído em até 10% sem prejuízo, a torta de palmiste (TP) em até 20% e a torta de coco (TC) em até 15% sem causar prejuízo no desempenho, na alometria dos órgãos digestivos e sem desvantagem econômica para o produtor. Os resultados estão descritos no primeiro, segundo e terceiro artigos respectivamente. Em um segundo momento, realizamos um experimento de análise de metabolizabilidade dos três ingredientes alternativos testados, FCA, TC e TP, substituindo 30% da ração referência por cada ingrediente não convencional, onde a

TP mostrou os melhores coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e a TC os piores valores - o material completo encontra-se no quarto artigo. E o quinto artigo descreve a avaliação da morfometria intestinal dos frangos de corte de crescimento lento alimentados com os diferentes níveis de inclusão de FCA, TC e TP em suas dietas; onde constatamos que os níveis de inclusão dos três ingredientes promoveram um aumento das vilosidades do duodeno estimulando o processo de renovação celular; os níveis de FCA não interferiram negativamente na morfometria intestinal das aves.

Palavras-chave: Açaí. Frango caipira. Torta de coco. Torta de palmiste.

USE OF ALTERNATIVE INGREDIENTS IN THE FEED OF SLOW-GROWTH BROILERS

SUMMARY

The creation of slow-growing chicken gradually increases throughout the world due to the requirement of the consumer demanding to have meat of differentiated quality at its table, produced in an ecologically sustainable way with new standards of well-being for the birds. In order to maintain this fragile production chain, the search for a reduction in production costs is a constant, so the use of new ingredients that have the potential to feed the birds will bring productive and economic benefits especially to small and medium-sized producers. In this way, the thesis was conducted at the Federal Rural University of Amazonia, Campus Belém, Brazil, to analyze the use of alternative ingredients in order to institute a low-cost diet for slow-growing chicken. The research was based on the realization of two experiments, performance and metabolizability that generated the five chapters of this thesis. At the first moment, the analysis of the bromatological composition of residual portions of açai (*Euterpe oleracea* Mart.), açai core with a mesocarp and açai core without mesocarp was performed to identify the best fraction for the production of açai seed bran (ASB) that was later included at different levels (2, 6 and 10%) in rations for slow-growing broilers in the initial phase of 1 to 28 days. Also included levels of 10, 15 and 20% of palm kernel cake (*Guinean Elaeis*), and the evaluation of the inclusion of coconut (*Coccus nucifera*) in 5, 15 and 25%; all alternative ingredients tested were analyzed for bird performance, allometry of organs of the digestive system and the economic viability of their use in diets. Based on the bromatological composition of the açai core without mesocarp was chosen for the elaboration of açai seed bran; and the results of the performance showed that the açai seed bran can be included in up to 10% without prejudice, the palm oil cake (POC) in up to 15% and the coconut cake (CC) in up to 5% without impairing the performance, in the allometry of the organs digestive and without economic disadvantage for the producer. The results are described in the first, second and third articles, respectively. In a second moment, we performed a metabolizable analysis experiment of the three alternative ingredients tested, ASB, CC and POC, replacing 30% of the reference feed for each unconventional ingredient, where POC showed the best nutrient metabolizability coefficients and CC the worst values, the complete material is in the fourth article. And the fifth article describes the evaluation of the intestinal

morphometry of slow-growing broiler chickens fed the different levels of inclusion of ASB, CC and POC in their diets; where we found that CC inclusion levels promoted an increase of the villi of the duodenum stimulating the cell renewal process due to the viscosity of the digesta; the levels of ASB did not interfere negatively in the intestinal morphometry of the birds.

Keywords: Açaí. Coconut cake. Free range chicken. Palm Oil cake.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	
ABSTRACT	
CONTEXTUALIZAÇÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	24
ARTIGO 1. AÇAÍ SEED BRAN IN THE FEED OF SLOW-GROWTH BROILERS	
ABSTRACT	
RESUMO	
Introduction.....	28
Material and methods.....	30
Results.....	33
Discussion.....	34
Conclusion.....	37
REFERENCES.....	37
ARTIGO 2. INCLUSÃO DE TORTA DE COCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO	
RESUMO	
ABSTRACT	
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	48
Resultados e Discussão.....	51
Conclusão.....	55
REFERÊNCIAS.....	55
ARTIGO 3. USE OF PALM OIL CAKE IN DIETS FOR SLOW-GROWING CHICKENS	
ABSTRACT	
RESUMO	
Introduction.....	59
Material and Methods.....	61
Results and Discussion.....	63
Conclusion.....	66

REFERENCES.....	67
ARTIGO 4. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO	
RESUMO	
ABSTRACT	
Introdução.....	76
Material e métodos.....	78
Resultados e discussão.....	81
Conclusão.....	85
Referências Bibliográficas.....	85
ARTIGO 5. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS	
RESUMO	
ABSTRACT	
Introdução	89
Material e métodos	91
Resultados e discussão	93
Conclusão	95
Referências Bibliográficas	95
CONCLUSÕES GERAIS.....	99

CONTEXTUALIZAÇÃO

A avicultura brasileira, nos últimos anos, foi o setor produtivo que mais se desenvolveu, provavelmente em função do notável avanço tecnológico que enveredou por diversas áreas, com o incremento dos principais índices zootécnicos, o que proporcionou melhoria no volume de produção, eficiência nos processos produtivos e qualidade ao produto final (MOREIRA et al., 2012; RABELLO et al., 2012). De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) no ano de 2016 a produção de carne de frango foi de 12,6 milhões de toneladas. Para tanto, se faz necessária a utilização de linhagens comerciais geneticamente selecionadas para alta taxa de crescimento e excelente eficiência alimentar, com uso de determinados quimioterápicos, anticoccidianos e promotores de crescimento.

A alta competitividade entre as grandes empresas e a produção intensiva de frango de corte (ZANUSSO & DIONELLO, 2003) contribuíram para o surgimento da corrente mundial que despontou nos últimos anos: a de consumidores de produtos chamados “naturais” ou “orgânicos”, que fortaleceram o aparecimento no mercado de produtos com o menor uso de técnicas artificiais que possam de alguma maneira influenciar no produto final. Como exemplo, temos o “boi verde” e o “frango caipira” como opções surgidas nas últimas décadas sendo propostas diferenciadas para consumidores preocupados com a saúde, a segurança alimentar, o meio ambiente, a ecologia sustentável e um sabor diferenciado da carne (BRAGA & ROQUE, 2008; GUEGUEN & PASCAL, 2010).

No Brasil, com o objetivo de dirimir as dúvidas em relação às inúmeras denominações existentes, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 16389, definiu que as aves de crescimento lento, para serem inseridas no contexto da avicultura alternativa, precisam ser obtidas de estabelecimentos avícolas de reprodução registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e que estejam em conformidade com os regulamentos do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), além de dar outras providências sobre a espécie (ABNT, 2015).

Apesar das linhagens de crescimento lento apresentarem menor potencial de desenvolvimento, desempenho zootécnico e rendimento de partes nobres que os frangos de corte comerciais, sua criação é justificada por atributos diferenciados na qualidade da carne mais próxima da exigida pelo emergente mercado consumidor (MORAIS et al.,

2015), como sabor diferenciado, textura da carne mais firme quando comparada com o frango de crescimento rápido, e coloração da carne bem mais acentuada (NAHASHON et al., 2010). Os frangos de crescimento lento têm seu custo de produção elevado por não apresentarem uma boa conversão alimentar, resultado da idade tardia de abate (BALAKRISHNAN, 2004). Estas aves permitem algumas adaptações no sistema de criação, em função da grande rusticidade e resistência quando comparadas ao frango industrial de crescimento rápido; sendo um dos aspectos marcantes associados a esse sistema o fato das aves poderem se alimentar de produtos alternativos sem prejuízo ao seu desempenho (SANTOS & GRANJEIRO, 2012).

No decorrer da ciência vários pesquisadores têm desenvolvido trabalhos com a utilização de alimentos alternativos para aves. As pesquisas abordam a digestibilidade dos ingredientes, sua sazonalidade e esclarecem dúvidas na forma de fornecimento dos mesmos, bem como sua composição química. Os resultados trazem a justificativa de usar ou não o alimento alternativo e, se houver fatores negativos nesta utilização, como reduzi-los. Assim o bom desempenho do frango é o objetivo primordial (FERNANDES et al., 2012).

Um dos fatores primordiais na escolha de um ingrediente alternativo é a sua disponibilidade durante todo ano, por isso é importante buscar alimentos regionais que tenham potencial para uso na alimentação animal, como forma de valorizar a produção local, destinar o resíduo de indústrias, reaproveitar subprodutos, incrementar a cultura da população, e encontrar uma alternativa de baixo custo para fomentar a produção em pequena e média escala. Neste ponto, a região norte do Brasil se destaca pela riqueza e diversidade em produtos de origem vegetal, que possuem potencialidade para uso em dietas para as aves.

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) está presente em toda a extensão do estuário amazônico, com maior concentração nos Estados do Pará, Amapá e Maranhão (NOGUEIRA et al., 2013). Diferentes métodos têm sido investigados para a utilização do resíduo da agroindústria do açaí, como a sua utilização para geração de energia, para produção de adubo (TEIXEIRA et al., 2002) e para extração de antioxidante. Na alimentação animal, a utilização do caroço de açaí tem despertado o interesse de vários produtores, em certos casos vem ocorrendo de forma empírica (TONWSEND et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007, GOMES et al., 2012). Também conhecida como torta de palmiste ou torta de amêndoas, a torta de dendê (*Elaeis guineenses*) é gerada através da extração do óleo de amêndoa do dendê. Por possuir uma boa quantidade de óleo

residual (NÖEL, 2003), por ser um alimento potencialmente mais barato, pela ausência de fatores antinutricionais, pelos níveis de proteína (14-19%), extrato etéreo (3-20%), fibra bruta (14-21%) a torta de dendê foi considerada como um subproduto bastante competitivo na alimentação animal (FARIAS FILHO et al., 2006; NUNES et al., 2011; BRINGEL et al., 2011) e vem sendo testada na alimentação de várias espécies. E, na exploração de frutos do coqueiro (*Cocos nucifera*) pelas indústrias, sobra um subproduto, o farelo de coco, que se apresenta com uma composição bromatológica possível de ser utilizado como ingrediente alimentar nas dietas nutricionalmente completas para aves, suínos e peixes (PASCOAL et al., 2006).

Para melhor aproveitamento destes alimentos não convencionais, é preciso fazer um estudo de sua composição química e do coeficiente de metabolizabilidade dos seus nutrientes para que se possa elaborar dietas balanceadas com níveis nutricionais adequados. Os resultados dos estudos de metabolizabilidade já justificam ou não a utilização de determinado ingrediente e como mitigar possíveis efeitos negativos que venham a surgir (FERNANDES et al., 2012). Aliado a isto, a avaliação da histomorfometria intestinal tem despontado nas pesquisas visto que uma maior altura das vilosidades está relacionada aos resultados de desempenho, em que as aves apresentam maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, fato este relacionado com a integridade da mucosa intestinal e processo metabólico, que confere a característica de quanto maior o tamanho dos vilos, maior é a capacidade de digestão e absorção de nutrientes, em função da maior área de contato e efetividade enzimática no nível de mucosa e lúmen intestinal (RAMOS et al., 2011).

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16389. Avicultura- Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira. 1º Edição 08/2015. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. ISBN 978-85-07-05743-7. 9 p.

ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. Ano 2016. Disponível em:

<<http://abpabr.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>>

Acesso em: 30/01/2017

BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources. In: PROTEIN SOURCES FOR THE ANIMAL FEED INDUSTRY EXPERT CONSULTATION AND WORKSHOP, 2004, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: FAO Animal Production and Health Proceedings, 2004. 390p.

BRAGA, R. M.; ROQUE, M. S. **Comercialização de galinha viva do tipo “caipira” em Boa Vista**, Roraima. EMBRAPA - Boa Vista- RR. 2008. Disponível em: <http://www.aval.org.br/admin/pdf/_20140507170152.pdf>. Acesso em: 10/06/2016

BRINGEL, L.M. L.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; BONIFM, M. A. D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A. C. H.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p.1975-1983, 2011.

FARIAS FILHO, R.V.F.; RABELLO, C.B.V.; SILVA, E. P. da; LIMA, M. B. de; SOUZA, G. S. Avaliação da torta de dendê no desempenho de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade. **Anais...** ZOOTEC 2006, Recife, 4p. 2006. CD-ROM.

FERNANDES, R.T.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; LOPES, F. de F.; ARRUDA, M.V. de. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 66-72, dez. 2012.

GOMES, D. I.; VERAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMANN, E.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; SANTOS, R. B.; BARCELOS, S. S. Performance and digestibility

of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health Production**, v.44, p. 1751-1757, 2012.

GUEGUEN, L. & PASCAL, G. Le point sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, v. 45, n. 3, p. 130-143, 2010.

MORAIS, J.; FERREIRA, P. B.; JACOME, I. M. T. D.; MELLO, R.; BREDA, F. C.; RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1872-1878, 2015.

MOREIRA, A. S.; SANTOS, M.S. V.; VIEIRA, S. S.; TAVARES, F. B.; MANNO, M. C. Desempenho de frangos caipiras alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.1009-1016, 2012.

NAHASHON, S. N. AGGREY, S. E. ADEFOPE, N. A. AMENYENU, A. WRIGHT, D. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. **Poultry Science**. v.89, n.1, p. 52-57, 2010.

NÖEL, J.M. Products and by-products. **BUROTROP Bulletin**, Montpellier, n.19, p.8, fev.2003.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C.; GARCIA, W. S. A dinâmica do mercado de açai fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. *Revista Ceres*, Viçosa, v.60, n. 13, p. 324-331, 2013.

NUNES, A. S.; OLIVEIRA, R. L.; BORJA, M. S.; BAGALDO, A. R.; MACOME, F. M. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.60, n.232, p.903-912, 2011

OLIVEIRA, M.S. P.; NETO, J.T.F.; PENA, R.S.P. **Açai: técnicas de cultivo e processamento**, Belém Instituto Frutal, 2007. 104 p

PASCOAL, L. A. F.; MIRANDA, E. C.; SILVA, L. P. G.; DOURADO, L. R. D.; BEZERRA, A. P. A. Valor nutritivo do farelo de coco em dietas para monogástricos revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n.1, p. 305-312, 2006.

RABELLO, C. B. V.; SILVA, A. F. da.; LIMA, S. B. P. de.; PANDORFI, H. Farelo de glúten de milho na alimentação de frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, v.7, n.2, p.367-371, 2012.

RAMOS, L. S. N.; LOPES, J. B.; SILVA, S. M. M. S.; SILVA, F. E. S.; RIBEIRO, M. N. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo melhoradores de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p. 1738-1744, 2011.

SANTOS, J.F.; GRANJEIRO, J. I. T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma forrageira enriquecidas com levedura. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**., João Pessoa, v.6, n.2, p.49-54, 2012.

TEIXEIRA, L.B. de OLIVEIRA, R.F.; FURLAN Jr.; J.; GERMANO, V.L.C. Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 7p. (Circular Técnica, 29).

TONWSED, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; SENGER, C. C. D. Características químico-bromatológica do caroço de açaí. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 5p. (Circular Técnica 193).

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

ARTIGO 1

Açaí seed bran in the feed of slow-growth broilers¹

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the potential use of açaí seeds as an alternative ingredient in the feed of slow-growth broilers until 28 days of age. We carried out a bromatological analysis of fractions of the açaí fruit. The açaí seed without mesocarp was the best choice for formulation of the açaí seed bran (ASB) product, which was evaluated in terms of bird performance and of the economic viability of its use in the feeds. A total of 416 male chicks of the French Red-Naked Neck lineage were used in a completely randomized design with four treatments (0, 2, 6 and 10% inclusion of ASB) of eight replicates each. The results indicated that ASB can be included in proportions of up to 10% in diets for slow growth broilers at the early stage without impairing performance. The 10% inclusion level also was economically equal to the control treatment, representing a viable alternative for broiler production with potential for reduction of the negative impacts generated by açaí residue in the environment.

KEYWORDS: alternative feed, chicken, agroindustrial residue, sustainability

Farelo de caroço de açaí em rações para frangos de crescimento lento

RESUMO

Objetivou-se analisar o potencial da utilização do caroço de açaí como ingrediente alternativo na alimentação de frangos de corte de crescimento lento, até 28 dias de idade. Primeiramente foi feita a análise bromatológica de frações do fruto do açaí, que resultou no caroço de açaí sem mesocarpo como sendo a melhor escolha para a formulação do farelo de caroço de açaí (FCA). O farelo foi usado na composição de

¹ Artigo publicado na Revista Acta Amazônica vol 48(4)2018: 298-303
<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201703994>

rações em um experimento de desempenho das aves. Ao final foi realizada uma análise da viabilidade econômica do uso de FCA em ração para frangos. Utilizamos 416 pintos machos, da linhagem Francês Pescoço Pelado Vermelho, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 2, 6 e 10% de inclusão de FCA) de oito repetições cada. Concluímos que o FCA pode ser incluído em até 10% na dieta para frango de corte de crescimento lento em fase inicial, sem ocasionar prejuízo em seu desempenho. O nível de 10% de inclusão mostrou-se economicamente equivalente ao tratamento controle, sendo uma alternativa viável de insumo na produção de frangos, que contribui para a redução do impacto negativo gerado pelo resíduo do açaí no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: alimento alternativo, nutrição de frangos, resíduo agroindustrial, sustentabilidade

Introduction

Poultry production is the fastest growing agricultural sector in recent years, and, due to improvements in production processes (Moreira *et al.* 2012), it has been adapting to meet the demand of a new consumer market concerned with ecologically sustainable production coupled with food security and differential meat flavor (Braga and Roque 2008; Guéguen and Pascal 2010). This has resulted in the production of slow growth broilers, commonly known in Brazil as *frango caipira* (free range chicken) or *frango colonial* (colonial chicken), which have lower potential for growth, zootechnical performance, and yield of the noble parts when compared to fast-growing industrial chickens, or "white chickens". However, the better taste, firmer texture and more pronounced color of slow-growth broiler meat make it a promising niche-market

product (Nahashon *et al.* 2010; Morais *et al.* 2015). The late slaughter age of slow-growth broilers results in higher production costs, which makes it desirable to seek alternative ingredients for feed that reduce costs without compromising poultry performance (Camelo *et al.* 2015; Tavares *et al.* 2015). Several studies have tested the efficacy of agroindustrial byproducts for this purpose (Sousa *et al.* 2012; Delgado *et al.* 2013). Another goal is to successfully replace soybean meal and maize in chicken feed, because the price of these products oscillates strongly, and their supply varies seasonally in many regions (Arruda *et al.* 2008; Camelo *et al.* 2015).

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) is the main fruit culture of economic value in the state of Pará, in the eastern Amazon region (Santana *et al.* 2014). The edible portion of the palmtree fruit is the pulp, which constitutes about 32% of the total fruit mass in relation to the 68% occupied by the seed (Yuyama *et al.* 2011). Brazil produced 216,071 tons of açaí in 2015, and the northern region of the country alone was responsible for 201,207 tons of the total production, representing 93% of extracted açaí. The state of Pará produces 62% of the açaí from the northern region (IBGE 2015), and 90% of this volume corresponds to residues generated after the agroindustrial processing of the fruit for pulp production. These residues are basically composed of the seed and attached fibers, which have potential as renewable lignocellulosic material (Teixeira *et al.* 2002). The residue represents a serious environmental problem. In the city of Belém alone, approximately 255,000 tons of residual organic açaí waste are produced each year from fruit processing, which is equivalent to about 700 tons per day (Oliveira *et al.* 2007). Several methods have been investigated for the use of açaí agroindustrial residue, including energy generation and fertilizer production (Teixeira *et al.* 2002). The use of açaí seed has aroused the interest of animal producers, and, in some cases, it has been empirically tested in animal feed (Gomes *et al.* 2012).

We determined the bromatological characteristics of two different parts of the açai fruit, and then used the component that showed the best bromatological performance to prepare a bran for use in three different concentrations in test feeds for slow-growth broilers in the initial growth phase from 1 to 28 days. We evaluated broiler performance and the economic viability of the proposed diets in order to assess the potential use of açai residue as an alternative ingredient in broiler feed.

Material and Methods

Bromatological analyses

Post-processing residues of açai fruit pulp were obtained from the local trade of açai juice producers at three commercial establishments in the city of Belém (Pará state). The residue was collected preferably immediately after removal of the pulp, then transferred to 50 kg raffia bags, transported to the preparation room, and washed for removal of the residual pulp sludge and any other attached material. The resulting product was then stored as açai seed with mesocarp (AcM). Part of the material had the fibers (monostels) adhered to the mesocarp removed. After washing, the material was placed in 50-L buckets and covered with water for 20 days to separate the mesocarp fibers through spontaneous anaerobic fermentation of the vegetable matter, aiding the release of fibrous bundles. The material was then re-washed and underwent a manual scarification process to complete the defibration technique according to Castilhos (2012). The end result was analyzed as açai seed without mesocarp (AsM). The two end products (AcM or AsM) were transformed into açai seed bran for use in broiler feed. Samples of AcM and AsM were weighed 500g each, and placed in a forced ventilation oven at 55°C for 72 h to obtain ADS (air-dried samples). The ADS samples were then milled in a 16-mm “knife-like” mill with 16 *mash* and 1 mm sieves, and stored separately in identified containers. From each collection point a 100g net of the ADS

was separated, resulting in five samples composed of AcM and five samples of AsM (300g each one) analyzed in triplicate for dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), nitrogen (N) using the Kjeldahl method, and ether extract (EE) using the ANKOM method. The gross energy (GE) was determined using a calorimetric pump and crude fiber (CF) following the procedures described by Detmann *et al.* (2012). The amount of energy used by the broilers was estimated through the raw energy components, and their value was obtained through bomb calorimetry. The analyses were performed at the Animal Nutrition Laboratory (LABNUTAN) of the Health and Animal Production Institute (ISPA) of the Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém.

Broiler performance

The experiment was carried out at the Experimental Performance Shed of the Poultry Sector of ISPA/UFRA – Belém campus. We used 416 one-day-old male chicks (38.25 g \pm 0.40 g) of the French Red-Naked Neck lineage obtained from the hatchery and already vaccinated against Marek's disease, Gumboro, Newcastle and bronchitis. The chicks were distributed among four treatments: T0: control diet without the açai seed bran; T1: diet with inclusion of 2% açai seed bran; T2: diet with inclusion of 6% açai seed bran; T3: diet with inclusion of 10% açai seed bran (Table 1). A completely randomized design was used, with eight replicates per treatments, and 13 birds per replicate, distributed in a total of 32 experimental boxes measuring 2.5 m² each and a final density of 5.2 birds.m² (13 birds per box). The experiment was finished when the birds reached 28 days of age.

Environmental conditions were standardized according to the breeding stage following methods adapted from Cassuce *et al.* (2013). We adopted a program of continuous light (12 hours natural + 12 hours artificial light) with the initial heating provided by

incandescent lamps (250 w), using one unit per box. During the reception of the birds, they were individually weighed and distributed in such a way that the initial weight of the boxes was approximately the same. The birds received *ad libitum* water and food. The isoprotein, isovitamin and isomineral diets were formulated to meet the nutritional requirements of the initial phase, and these methods were adapted from Rostagno *et al.* (2011) for regular broilers considering a single phase of 28 days by adjusting the values presented in the phase from 22-33 days, either with or without exceeding the nutritional values (Table 1). Each box contained a pendulum water dispenser and a semi-automatic tubular feeder. The data on poultry weight, feed intake and mortality was recorded weekly for each box and used to evaluate broiler performance through total weight gain (WG), daily weight gain (DWG), viability index (VI), feed intake (FI) and feed conversion rate (FC) at 7, 14, 21 and 28 days.

All procedures in this study involving animals were in accordance with and duly approved by the Ethics Committee on Animal Use (CEUA/UFRA, protocol no. 027/2014).

Economic viability

Using data on broiler performance, and the cost of feed and chick acquisition, several indices were computed according to Espíndola (2011). The effective operational cost (EOC) is the cost effectively disbursed by the producer to produce a certain quantity of a product. The operational expenses (OE) and expenses contracted (EC) are included in the EOC, and the costs of meals and chicks (I) are used for the calculation as follows: $EOC = OE + EC + I$ (all values in Brazilian real, R\$). Gross earnings (GEa) represent the monetary value obtained from the sale of production and are calculated according to the production of chickens (in kg of live weight) and the selling price of the product (R\$/kg) as follows: $GE = \text{price per kg} \times \text{quantity (kg)}$. The gross margin in relation to

the effective operating cost (GMEOC) represents the percentage of resources remaining after the producer pays the effective operating cost (EOC) and considering the unit selling price of the product and its production as follows: $GMEOC (\%) = (GEa - EOC) / EOC \times 100$. The leveling point (LP) is a cost indicator for a given level of production cost where the minimum output must cover this cost given the unit selling price of the product and is calculated as: $LP (\text{unit}) = EOC / \text{live weight (R\$/kg)}$. The effective operational profit (EOP) is the profitability of an activity in the short term including the economic and operational conditions, thus: $EOP = GEa - EOC$. The profitability index (PI) is an indicator of the available rate of revenue of the activity after payment of operating costs, calculated as: $PI (\%) = EOP / GEa \times 100$.

Data analysis

The data on broiler performance and economic viability parameters were submitted to the Shapiro-Wilk normality test. Normally distributed variables were compared among treatments using analysis of variance (ANOVA), followed by the Tukey *ad hoc* pairwise comparison of means. Probability level was set at 5%. All analyses were performed with SAS University Edition (2016).

Results

The bromatological analysis (Table 2) indicated AsM is the best choice to compose the test rations for the chicken performance evaluation due to the higher level of crude protein, lower levels of NDF, ADF, and crude fiber. Since the açai seed had relatively low protein content and energy density, it was necessary to increase the amount of soybean oil and soybean meal in the treatment feed formulations (Table 1), in order to maintain appropriate isoprotein and isoenergetic levels.

There was no significant difference among treatments for broiler weight gain and viability, but feed intake and feed conversion rate were significantly higher in T2 than in T3 (Table 3). T2 had the highest value for food intake and the highest feed conversion rate, while T3 had the lowest value for feed conversion rate among all treatments.

Regarding economic viability parameters, T3 had the highest cost per kilogram of feed, and the highest cost per kilogram of chicken produced, while T0 had the best economic parameters (Table 4). There was no significant difference among treatments for GEa, GMEOC, EOP and PI, however EOC and LP were significantly higher for T2 in comparison with T0, and EOC and LP did not differ statistically between T3 and T0 (Table 5).

Discussion

We were not able to find reference values in the literature for GE of any of the açai components analyzed in here, which probably owes to that the açai pulp, which is the economically relevant fruit component, is usually the focus of nutritional research (Pessoa *et al.* 2010; Sangronis and Sanabria 2011; Yuyama *et al.* 2011). Our results differed from those of the pioneering work of Altman (1956), who found values of 13.60% moisture, 3.01% ether extract, and 4.34% crude protein for açai seeds, although it is not clear which fraction of the seed was used, for the author referred only to "crushed açai seed". Values for açai seeds without mesocarp by Filho *et al.* (1987) were of 19.93% dry matter (well below our result), 2.45% crude protein, 0.98% ether extract, 78.25% NDF and 59.87% ADF (all similar to our values). Townsend *et al.* (2001) also report similar values for açai seeds without mesocarp, with 62% dry matter, 4% crude protein, 1.82% ether extract, 2.34% mineral matter, 93.9% NDF and 64.9% ADF. Bromatological parameters of the seeds may vary due to the influence of numerous factors, such as genetic diversity of the berries, harvest period, soil type and

fertilization, location and climatic condition of planting, and differences in pulp extraction methods such as the quantity of water used and the length of time and temperature used during maceration (Cunha *et al.* 2012).

Both fractions of açai residue evaluated in here showed medium levels of gross energy, low levels of crude protein, and high levels of fiber, when compared to the levels recommended by Rostagno *et al.* (2011) for broiler chicken. Thus, except for the percentage of fiber, which is a limiting factor for non-ruminants, the açai seed can be considered an alternative ingredient with potential for use in slow-growing broiler diet.

The higher FC and lower FI in the 10% ASB treatment was due to the higher proportion of soybean oil and meal in the formulation (see Table 1), which provided energy, and initially stimulated but then reduced the FI. The addition of lipids in the diet promotes an increase in caloric density, the extra-caloric effect, which consists of the increase in nutrient availability of the feed ingredients, and the extra-metabolic effect of the fat that results in improvement of the energy efficiency through the increase in feed net energy (Sakomura *et al.* 2004; Santos *et al.* 2014).

We found no published studies that tested alternative ingredients for feed of slow-growth broilers in the initial phase up to 28 days, in which the birds remain confined without access to the picket. The vast majority of studies evaluate birds in the later growth phase, when breeding takes place semi-extensively with free access to the picket for a large portion of the day until slaughter (Santos *et al.* 2014; Veloso *et al.* 2014; Tavares *et al.* 2015). From a productivity point of view, ASB inclusion did not significantly affect weight gain and viability of the broilers in relation to the control, and the feed with 10% ASB inclusion resulted in significantly lower feed intake and lower feed conversion rate in relation to feed with 6% ASB. We may thus conclude that

up to 10% ASB can be included in the diet for slow growth broiler chickens up to 28 days of age without compromising performance.

From the environmental point of view, the use of ASB in broiler feed, specially in higher proportions, as in the 10% ASB treatment, would contribute to the efficiency and sustainability in the açaí production chain in the northern region of Brazil, while also reducing the environmental impact generated by the accumulation of açaí waste deposits in nature.

Diets with highest levels of ASB had higher cost compared to the standard diet (3.20 and 5.31%, respectively, for 6% and 10% ASB inclusion). Since the proportion of soybean oil and meal had to be increased in the treatment feeds for nutritional reasons, the price of soybean oil (R\$ 3.20/kg) was an important factor in the cost of feed when increasing ASB inclusion. However, the higher feed cost reflected the cost per kilo of chicken produced with the ASB diet of 10%, even with lower broiler feed intake in this treatment. The cost per kilogram in the diet with 10% ASB was 1.99% more than the value for the control treatment. An additional advantage is that the açaí seed bran can be prepared *in loco* by producers at low cost, since only manual work with the use of simple equipment is necessary for processing the *in natura* seed residues.

The increase in EOC was associated mainly to the increase in feed cost. However, even with a higher proportion of soybean oil and meal, the 10% ASB feed had EOC and LP values statistically equal to those of the control treatment. In periods of off-season, where supply is scarce and prices are higher, ASB can be considered as an alternative to substitute corn for up to 10% in slow-growing chicken broiler rations, with the choice being at the producer's discretion, since economically there is no difference between it and the control ration. Future studies should evaluate other diet compositions using

ASB, including alternatives that are more financially feasible for small poultry producers.

Conclusions

Açaí seed bran can be included at proportions of up to 10% in diets for slow-growing broilers in the initial phase (from 1 to 28 days) without impairing performance. The 10% inclusion level was shown to be economically equal to the control treatment. The use of diets containing 10% of açaí seed bran for slow growth broiler chickens is thus a viable alternative for production and the reduction of negative impacts generated by residues in the environment.

Acknowledgments

This research is part of the doctoral thesis of the first author and was supported by the Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - Fapespa.

REFERENCES

- Altman, R.F.A. 1956. Estudo químico de plantas amazônicas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte*, Pará, 10p.
- Arruda, J.C.B.; Martins, T.D.D.; Silva, J.H.V.; Silva, L.P.G.; Oliveira, E.R.A. 2008. Desempenho de leitões submetidos a diferentes níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do ovo desidratado. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 30: 401–405.
- Braga, R.M.; Roque, M.S. 2008. *Comercialização de Galinha Viva do Tipo “Caipira” em Boa Vista, Roraima*. Centro de Pesquisa Agroflorestral de Roraima, Boa Vista, Roraima, 24p.
- Camelo, L.C.L.; Lana, G.R.Q.; Santos, M.J.B.; Camelo, Y.A.R.P.; Marinho, A.L.; Rabello, C.B.V. 2015. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas européias. *Ciencia Animal Brasileira*, 16: 343–349.

- Cassuce, D.C.; Tinôco, I.F.F.; Baêta, F.C.; Zolnier, S.; Cecon, P.R.; Vieira, M.F.A. 2013. Atualização das temperaturas de conforto térmico para frangos de corte de até 21 dias de idade. *Engenharia Agrícola*, 33: 28–36.
- Castilhos, L.F.F. 2012. *Aproveitamento da fibra de coco*. Instituto de Tecnologia do Paraná, Paraná, 29p.
- Cunha, O.F.R.; Neiva, J.N.M.; Maciel, R.P.; Miotto, F.R.C.; Neiva, A.C.G.R.; Restle, J. 2012. Avaliação bioeconômica do uso da torta de dendê na alimentação de vacas leiteiras. *Ciencia Animal Brasileira*, 13: 315–322.
- Delgado, E.; Orozco, Y.; Uribe, P. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. *Zootecnia Tropical*, 31: 279-290.
- Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C. 2012. *Métodos para Análise de Alimentos*. INCT – Ciência Animal, Ed Visconde do Rio Branco, Suprema, 242p.
- Espíndola, G.B. 2011. *Revisão dos parâmetros não zootécnicos aplicados em nutrição de monogástricos*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 168p.
- Filho, J.A.R.; Batista, H.A.M.; Camarão, A.P.; Silva, E.D. 1987. *Composição química e digestibilidade “in vitro” da matéria seca de resíduos agroindustriais no estado do Pará*. EMBRAPA-CPATU, Pará, 6p.
- Gomes, D.I.; Veras, R.M.L.; Alves, K.S.; Detmann, E.; Oliveira, L.R.S.; Mezzomo, R.; Santos R.B.; Barcelos, S.S. 2012. Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. *Tropical Animal Health And Production*, 44: 1751–1757.
- Guéguen, L. and Pascal, G. 2010. Le point sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l’agriculture biologique. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 45: 130–143.

- IBGE. 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. (<http://www.sidra.ibge.gov.br/>). Accessed on 13 July 2017.
- Menezes, E.M.S.; Torres, A.T. and Srur, A.U.S. 2008. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizad. *Acta Amazonica*, 38: 311–316.
- Morais, J.; Ferreira, P.B.; Jacome, I.M.T.D.; Mello, R.; Breda, F.C.; Rorato, P.R.N. 2015. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira . *Ciência Rural*, 45: 1872–1878.
- Moreira, A.S.; Santos, M.S.V.; Vieira, S.S.; Tavares, F.B.; Manno, M.C. 2012. Performance of broiler chickens fed diets containing different levels of metabolizable energy. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 64: 1009–1016.
- Nahashon, S.N.; Aggrey, S.E.; Adefope, N.A.; Amenyenu, A.; Wright, D. 2010. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. *Poultry Science*, 89: 52–57.
- Oliveira, M.S.P.; Neto, J.T.F. and Pena, R.S. 2007. *Açaí: técnicas de cultivo e processamento*. Editora do Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria - FRUTAL, Belém, Pará, 105p.
- Pessoa, J.D.C.; Arduim, M.; Martins, M.A.; Carvalho, J.E.U. 2010. Characterization of Açaí (*E. oleracea*) fruits and its processing residues. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53:1451-1460.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L.T.; Euclides, R.F. 2011. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos*. Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 252p.
- Sangronis, E. and Sanabria, N. 2011. Impact of solar dehydration on composition and antioxidant properties of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 61: 74-80.

- Santana, A.C.; Santana, A.L.; Santana, A.L.; Santos, M.A.S.; Pliveira, C.M. 2014. Análise discriminante múltipla do mercado varejista de açaí em belém do pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36: 532–54.
- Santos, F.R.; Stringhini, J.H.; Minafra, C.S.; Almeida, R.R.; Oliveira, P.R., Duarte, E.F.; Silva, R.B.; Café, M. B. 2014. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66: 1839-1846.
- SAS Institute Inc. 2016. SAS® University Edition: *Installation Guide for Windows*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sakomura, N.K.; Longo, F.A.; Rabelo, C.B.; Watanabe, K.; Pelicia, K.; Freitas, E. R. 2004. Efeito dos níveis de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33: 1758-1767.
- Sousa, J.P.L.; Rodrigues, K.F.; Albino, L.F.; Santos Neta, E. R.; Vaz, R.G.M.V.; Parente, I.B.; Silva, G.F.; Amorim, A.F. 2012. Bagaço de mandioca em dietas de frangos de corte. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, 13: 1044-1053.
- Tavares, F.B.; Santos, M.S.V.; Araújo, C.V.; Costa, H.S.; Loureiro, J.P.B.; Lima, E.M.; Lima, K.R.S. Performance, growth and carcass characteristics of alternatives lineages of broiler chickens created with access to paddock. 2015. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16: 420-429.
- Teixeira, L.B.; Germano, V.L.C.; Oliveira, R.F.; Junior, J.F. 2002. *Processo de Compostagem a Partir de Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí*. Ed. EMBRAPA Amazônia Oriental, CT/29, Pará, 8p.
- Townsend, C.R.; Costa, N.L.; Pereira, R.G.A.; Senger, C.D.C. 2001. *Características*

químico-bromatológica do caroço de açaí. Ed. EMBRAPA-CPAF, CT/193 Rondônia, 6p.

Veloso, R.C.; Pires, A.V.; Torres Filho, R.A.; Pinheiro, S.R.F.; Winkelstroter, L.K.; Alcântara, D.C.; Cruz, C.C.D.C.S. Parâmetros de desempenho e carcaça de genótipos de frangos tipo caipira. 2014. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66: 1251-1259.

Yuyama, L.K.O.; Aguiar, J.P.L.; Filho, D.F.S.; Yuyama, K.; Varejão, M.J.; Fávaro, D.I.T.; Vasconceloes, M.B.A.; Pimentel, S.A.; Caruso, M.S.F. 2011. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart . oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amazonica*, 41: 545–552.

Table 1. Centesimal composition (%) of rations fed to slow-growth broilers in the initial growth phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of açai seed bran in their diet. T0: control diet without açai seed bran; T1: diet with 2% açai seed bran; T2: diet with 6% açai seed bran; T3: diet with 10% açai seed bran.

Ingredients (%)	Treatments			
	T0	T1	T2	T3
Corn (7.88% CP*)	61.12	57.87	51.36	44.84
Soybean meal (45% CP*)	33.50	33.91	34.70	35.51
Bicalcium phosphate (23% Ca/18% P*)	1.42	1.42	1.43	1.44
Limestone (38% Ca*)	1.00	0.99	0.99	0.98
Soybean oil (EM 8.790 kcal/kg*)	1.78	2.63	4.34	6.05
Salt	0.48	0.48	0.48	0.48
BHT	0.10	0.10	0.10	0.10
Açai seed bran	-	2.00	6.00	10.00
Premix ¹	0.60	0.60	0.60	0.60
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutrients				
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.980.00	2.980.00	2.980.00	2.980.00
Crude protein (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
Calcium (%)	0.86	0.86	0.86	0.86
Available P (%)	0.38	0.38	0.38	0.38
Sodium (%)	0.21	0.21	0.21	0.21
Ether extract (%)	4.56	5.29	6.76	8.22

*CP = crude protein; Ca = Calcium; P = Phosphorus; ME = metabolizable energy.

¹ Guarantee levels per kilogram of product: Vitamin A 1.333.333.00 IU; Vitamin B1 166.00 mg; Vitamin B12 1.666.00 µg; Vitamin B2 666.00 mg; Vitamin B6 166.00 mg; Vitamin D3 300.000.00 UI; Vitamin E 2.000.00 UI; Vitamin K3 333.00 mg; Biotin 6.00 mg; Cholin 36.0 g; Niacin 4.666.00 mg; Folic acid 67.00 mg; Pantothenic acid 1.717.00 mg; Cobalt 16.00 mg; Copper 1.000.00 mg; Iron 8.333.00 mg; Iodine 166.00 mg; Manganese 10.83 g; Selenium 33.00 mg; Zinc 7.500.00 mg; Methionine 233.33 g; Bacillus subtilis 50.000.000.000.00 UFC; Halquinol 5.000.00 mg; Salinomycin 10.99.00 g.

Table 2. Bromatological composition of different components of the açai fruit. AcM= açai seed with mesocarp; AsM= açai seed without mesocarp, expressed on dry matter basis. Values are mean \pm SD of five samples.

Parameter	AcM	AsM
Gross energy (<i>cal/g</i>)	4417 \pm 0.02	4304 \pm 0.01
Moisture %	43.01 \pm 0.07	31.14 \pm 0.05
Dry matter %	56.99 \pm 0.27	68.86 \pm 0.42
Ether extract %	0.78 \pm 0.21	1.42 \pm 0.19
Crude protein %	2.86 \pm 0.03	3.78 \pm 0.10
Mineral matter %	1.27 \pm 0.04	1.29 \pm 0.01
Crude fiber %	80.52 \pm 0.56	77.20 \pm 0.78
NDF %	87.02 \pm 0.32	82.95 \pm 0.13
ADF %	72.25 \pm 0.19	46.53 \pm 0.50

Table 3. Means of performance parameters (N= 8 replicates per treatment) of slow-growing broilers in the initial phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of açai seed bran in their diet. T0: control diet without açai seed bran; T1: diet with 2% açai seed bran; T2: diet with 6% açai seed bran; T3: diet with 10% açai seed bran. CV = coefficient of variance.

Parameters	Treatments				CV(%)
	T0	T1	T2	T3	
Initial weight (g)	38.02	38.34	38.15	38.43	4.95
Weight gain (g)	689.5	685.0	682.7	685.0	4.87
Feed intake (g)	1.194 ^{ab}	1.206 ^{ab}	1.241 ^a	1.150 ^b	4.11 [*]
Feed conversion rate	1.735 ^{ab}	1.766 ^{ab}	1.821 ^a	1.681 ^b	5.57 [*]
Viability (%)	99.03	99.03	95.19	98.07	3.96

* indicates that coefficients varied significantly in ANOVA ($p < 0.05$).

Letters group treatment means that do not differ significantly according to the Tukey test ($p < 0.05$).

Table 4. Production performance and production cost of slow-growth broilers in the initial growth phase (1 to 28 days) fed with diets containing different proportions of açai seed bran. T0: control diet without açai seed bran; T1: diet with 2% açai seed bran; T2: diet with 6% açai seed bran; T3: diet with 10% açai seed bran. Values for intake and average weight are the mean of eight replicates per treatments. Production cost values are from March 2016. All monetary values are in Brazilian real (R\$).

Production parameters	Treatments			
	T0	T1	T2	T3
Initial ration (R\$/kg)	1.468	1.484	1.515	1.546
Intake (kg)	1.195	1.207	1.242	1.151
Cost/phase (R\$/chicken)	1.754	1.791	1.881	1.779
Number of chickens/treatment	103	103	99	102
Average weight (kg)	0.728	0.717	0.706	0.724
Cost per kg of chicken (R\$/kg)	2.409	2.497	2.664	2.457

Table 5. Economic viability parameters estimated for slow-growth broilers at initial phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of açai seed bran in their diet. T0: control diet without açai seed bran; T1: diet with 2% açai seed bran; T2: diet with 6% açai seed bran; T3: diet with 10% açai seed bran. EOC = effective operational cost; GEa = gross earning; GMEOC = gross margin in relation to effective operational cost; LP = leveling point; EOP = effective operational profit; PI = profitability index in the production of an experimental unit (13 chickens per unit). All monetary values are in Brazilian real (R\$).

Parameters	Treatments				CV%
	T0	T1	T2	T3	
EOC ¹ (R\$/13 chickens)	65.67 ^b	66.15 ^{ab}	67.32 ^a	65.99 ^b	1.45*
GEa ² (R\$)	93.68	92.37	84.46	92.27	7.03
GMEOC ³ (%)	42.68	39.63	30.06	39.88	26.79
LP ⁴ (kg)	6.57 ^b	6.61 ^{ab}	6.73 ^a	6.60 ^b	1.45*
EOP ⁵ (R\$)	28.02	26.23	20.14	26.27	26.70
PI ⁶ (%)	29.76	27.87	22.32	28.33	23.19

¹ Sum of costs with feed + fixed cost + chick acquisition cost (R\$ 2.50/individual) x 13 chickens.

² Average weight x number of poultry sold x R\$ 10.00 per kg of live chicken.

³ (GEa-EOC)/EOCx100.

⁴ EOC/selling price.

⁵ EOP = GEa-EOC

⁶PI = EOP/GEa

* indicates that coefficients varied significantly in ANOVA ($p < 0.05$).

Letters group treatment means that do not differ significantly according to the Tukey test ($p < 0.05$).

ARTIGO 2

INCLUSÃO DE TORTA DE COCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO¹

RESUMO- estudou-se o efeito de diferentes níveis de inclusão de Torta de Coco (0, 5, 15 e 25%) sobre as variáveis de desempenho, alometria dos órgãos do trato gastrintestinal e análise econômica na dieta de 416 pintos machos da linhagem Francês Pescoço Pelado Vermelho em fase inicial de criação (de 1 a 28 dias), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e oito repetições cada. Concluiu-se que a Torta de Coco pode ser incluída em 15% na alimentação de frangos de corte de crescimento lento em fase inicial sem prejuízo ao seu desempenho e com avaliação econômica satisfatória, e que a Torta de Coco não alterou a alometria dos órgãos do trato gastrintestinal das aves.

PALAVRAS-CHAVE- Alimento alternativo. Co-produto agroindustrial. Fango caipira

INCLUSION OF COCONUT CAKE MEAL IN DIETS FOR SLOW GROWING BROILERS

ABSTRACT- we studied the effect of different levels of inclusion of Coconut Meal (0, 5, 15 and 25%) on the performance variables, allometry of the gastrointestinal tract organs and economic analysis on the diets of 416 male chicks of the French Red-Naked Neck in the initial stage of rearing (from 1 to 28 days), distributed in a completely randomized design with four treatments and eight replicates each. It was concluded that the Coconut Meal can be included in 15% in the feeding of slow-growing broilers in the initial phase without impairing its performance and with satisfactory economic evaluation, and that Coconut Meal did not alter allometry of organs of the gastrointestinal tract of birds.

KEY WORDS- Alternative food. Agroindustrial by-product. Free-range broiler

INTRODUÇÃO

A criação de frangos de crescimento lento nos últimos anos vem deixando de ser um “nicho de mercado” para se consolidar como uma tendência de consumo,

¹ Manuscrito submetido à revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, seguindo suas normas de publicação.

33 principalmente em virtude da mudança do consumidor em vistas à produção
34 ecologicamente sustentável, onde as aves são criadas em um ambiente que promova o
35 bem-estar, com um menor nível de industrialização ofertando um produto final com
36 sabor diferenciado.

37 Apesar das linhagens de crescimento lento apresentarem menor potencial de
38 desenvolvimento, desempenho zootécnico e rendimento de partes nobres quando
39 comparadas aos frangos de corte comerciais, sua criação é justificada por atributos
40 diferenciados na qualidade da carne mais próxima da exigida pelo emergente mercado
41 consumidor (Nahashon et al., 2010; Morais et al., 2015). Estas aves permitem algumas
42 adaptações no sistema de criação, em função da grande rusticidade e resistência,
43 diferente do frango industrial de crescimento rápido; sendo este, um dos aspectos
44 marcantes aliado ao fato das aves poderem se alimentar de produtos alternativos sem
45 prejuízo ao seu desempenho (Santos; Granjeiro, 2012).

46 A busca de fontes alternativas capazes de substituir o farelo de soja e o milho
47 tem sido objetivo de muitas pesquisas (Arruda et al., 2008), com a finalidade de além
48 de determinar o nível de inclusão, baratear o custo da ração sem deixar de fornecer os
49 nutrientes essenciais para o bom desempenho das aves; nesse contexto, temos uma
50 indústria alimentícia que gera enormes quantidades de resíduos passíveis de utilização
51 na alimentação animal, além de já serem empregados na adubação orgânica e geração
52 de energia (Amorim et al., 2015). Sendo crucial o uso de ingredientes locais e/ou
53 regionais que possuam este potencial, para reduzir custos com transporte,
54 armazenamento e sazonalidade de fornecimento, nos últimos anos vários co-produtos
55 das agroindústrias estão sendo alvo de estudos (Costa et al., 2015).

56 Entre os subprodutos gerados pelas agroindústrias regionais com potencialidade
57 para uso na alimentação de aves, pode-se destacar a torta de coco ou farelo de coco
58 (*Cocos nucifera*), oriundo da extração do óleo de coco. Na região norte o Pará é o maior
59 produtor com 205.691 frutos numa área plantada de 20.371 ha (IBGE, 2015).

60 O farelo de coco possui entre 20 e 25% de proteína bruta na matéria seca, e entre
61 25-30% de fibras majoritariamente polissacarídeos não amiláceos (mananas e
62 galactomananas) (Sundu, Kumar e Dingle, 2009). E devido ao elevado teor de lipídeos
63 (20,83% de extrato etéreo), os valores de energia metabolizável são 3.681 kcal/kg de
64 matéria natural, esse subproduto pode entrar na formulação de rações para aves como

65 substitutos do milho e do farelo de soja. Desta forma vários pesquisadores têm
66 desenvolvido material com esse ingrediente como alternativa alimentar em substituição
67 aos ingredientes tradicionais (Silva et al., 2008). Os autores afirmam que o farelo de
68 coco pode ser utilizado em dietas para não ruminantes, nas rações para frangos de corte
69 em níveis de até 20%, poedeiras 15%, suínos até 22,5%, sem interferir na
70 digestibilidade e no ganho de peso dos animais.

71 Objetivou-se avaliar o desempenho de frangos de corte de crescimento lento
72 alimentados com diferentes níveis de inclusão de torta de coco na fase inicial de criação
73 até os 28 dias, associado à alometria dos órgãos digestivos e análise econômica das
74 respectivas dietas.

75

76 MATERIAL E MÉTODOS

77 O ensaio foi conduzido no Galpão Experimental de Desempenho do Setor de
78 Avicultura do Instituto da Saúde e Produção Animal, da Universidade Federal Rural da
79 Amazônia, campus Belém (ISPA / UFRA – Belém). Foram utilizados 416 pintos
80 (38,84g ± 0,45g) machos da linhagem Francês Pescoço Pelado Vermelho oriundos de
81 incubatório já vacinados contra Doença de Marek, Gumboro, New Castle e Bronquite.
82 As aves foram distribuídas em quatro tratamentos: T0: Ração controle; T1: ração com
83 inclusão de 5% de torta de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3:
84 ração com inclusão de 25% de torta de coco (Tabela 1). Foi utilizado um delineamento
85 inteiramente casualizado com 4 (quatro) tratamentos de 8 (oito) repetições cada, com 13
86 aves por repetição, distribuídos em 32 boxes experimentais medindo 2,5m² cada com
87 densidade final de 5,2 aves/m² (13 aves/box), finalizando a fase inicial quando as aves
88 atingiram 28 dias de idade.

89 As condições ambientais foram padronizadas de acordo com a fase de criação de
90 acordo com metodologia adaptada de Cassuce et al. (2013). Foi adotado programa de
91 luz contínua (24 horas de luz: 12 natural + 12 artificial), sendo o aquecimento inicial
92 provido por lâmpadas incandescentes (250w), utilizando-se uma unidade por boxe.
93 Durante a recepção as aves foram pesadas individualmente e distribuídas de forma que
94 o peso inicial dos boxes fossem aproximados; água e alimentação foram fornecidas *ad*
95 *libitum*. As rações isoproteicas, isovitamínicas e isominerais, foram formuladas para
96 atender às exigências nutricionais da fase inicial adaptadas de acordo com o descrito por

97 Rostagno et al. (2011), para frangos de corte machos de crescimento regular
 98 considerando uma fase única de 28 dias, ajustando os valores apresentados na fase de
 99 22-33 dias, tendo ou não excedido os valores nutricionais da mesma (tabela 1). Cada
 100 box continha um bebedouro pendular e um comedouro tubular semi-automático.

101

102 Tabela 1 – Composição centesimal (%) calculada das rações da fase inicial (1 a 28 dias)
 103 com inclusão de torta de coco, destinadas à alimentação de frangos de crescimento
 104 lento, conforme tratamentos.

<i>Ingredientes (%)</i>	<i>Tratamentos¹</i>			
	T0	T1	T2	T3
Milho Moído (7,88%PB*)	62,30	58,30	50,80	43,28
Farelo de Soja (45%PB*)	32,15	30,41	26,60	22,85
Fosfato Bicálcico (23%Ca/18%P*)	1,43	1,41	1,37	1,30
Calcário (38%Ca*)	1,00	1,00	1,01	1,02
Óleo de Soja (EM 8.790kcal/kg*)	1,44	2,05	3,26	4,47
Sal Comum	0,48	0,47	0,47	0,47
BHT	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina HCL (78%)	0,37	0,42	0,50	0,58
DL-Metionina (99%)	0,16	0,16	0,18	0,19
L-Treonina (98%)	0,07	0,08	0,11	0,14
Torta de coco	--	5,00	15,00	25,00
Premix Aves Inicial ²	0,60	0,60	0,60	0,60
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

<i>Nutrientes</i>	<i>Tratamentos</i>			
	T1	T2	T3	T4
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2.980,00	2.980,00	2.980,00	2.980,00
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00
Cálcio (%)	0,86	0,86	0,86	0,86
Fósforo Disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Extrato Etéreo (%)	4,56	6,44	7,54	8,64
Fibra Bruta (%)	2,83	3,80	4,31	4,82
Lisina Total (%)	1,34	1,34	1,34	1,34
Met+Cistina Total (%)	0,93	0,93	0,93	0,93
Treonina Total (%)	0,85	0,85	0,85	0,85

105 *PB = Proteína Bruta; Ca = Cálcio; P = Fósforo; EM = Energia Metabolizável Aves.

106 ¹T0: Ração Controle sem Torta de Coco; T1: Ração com Inclusão de 5% de Torta de Coco; T2: Ração
 107 com Inclusão de 15% de Torta de Coco; T3: Ração com Inclusão de 25% de Torta de Coco.

108 ²Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.333.333,00UI; Vitamina B1 166,00mg; Vitamina
 109 B12 1.666,00µg; Vitamina B2 666,00mg; Vitamina B6 166,00mg; Vitamina D3 300.000,00 UI; Vitamina
 110 E 2.000,00UI; Vitamina K3 333,00mg; Biotina 6,00mg; Colina 36,0g; Niacina 4.666,00mg; Ácido Fólico
 111 67,00mg; Ácido Pantotênico 1.717,00mg; Cobalto 16,00mg; Cobre 1.000,00mg; Ferro 8.333,00mg; Iodo
 112 166,00mg; Manganês 10,83g; Selênio 33,00mg; Zinco 7.500,00mg; Metionina 233,33g; Bacillus subtilis
 113 50.000.000.000,00 UFC; Halquinol 5.000,00mg; Salinomicina 10.99,00g

114

115 A torta de coco foi adquirida da indústria SOCOCO Agroindústria da Amazônia,
116 localizada no município de Ananindeua-Pará, que utiliza o método mecânico de
117 extração, onde os frutos após a trituração e secagem são aquecidos a 100°C e feita
118 prensagem do material resultando no óleo de coco e torta de coco. Após aquisição 10
119 dias antes da preparação das dietas, o produto foi estocado em sacos de ráfia de 60 kg e
120 armazenado em local fresco e arejado, para evitar umidade e rancificação.

121 Os dados do peso das aves, do consumo de ração e de mortalidade foram obtidos
122 semanalmente para cada box, e utilizadas para avaliação do desempenho dos frangos
123 através do ganho de peso total, índice de viabilidade, consumo de ração e conversão
124 alimentar semanalmente (7, 14, 21 e 28 dias). Ao final do experimento duas aves por
125 repetição foram selecionadas de acordo com a média de peso da parcela, identificadas e
126 submetidas a jejum de 8 horas, em seguidas abatidas por deslocamento cervical,
127 conforme Resolução nº 1.000/CFMV (CFMV, 2012) e aprovação da Comissão de Ética
128 no Uso de Animais (CEUA/UFRA, protocolo nº 027/2014). Para realização da
129 alometria, os seguintes órgãos do sistema digestório foram medidos e pesados:
130 comprimento do trato gastrintestinal (TGI) em centímetros (cm), medido desde a
131 inserção do esôfago na orofaringe até a comunicação do intestino grosso com a cloaca;
132 peso em gramas (g) do esôfago mais o papo, do proventrículo, da moela, e do intestino
133 delgado mais intestino grosso. Com essas medidas determinou-se o peso absoluto (g) e
134 o peso relativo (%) dos órgãos, calculado em percentagem do peso vivo em jejum da
135 ave ao abate.

136 Os resultados obtidos foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade
137 (Shapiro-Wilk) e, para as variáveis normais à análise de variância (ANOVA), e
138 regressão linear simples (5% de probabilidade), quando suas médias foram
139 significativas, utilizando o SAS University Edition (2016).

140 A partir dos dados de desempenho, do custo das rações e de aquisição do
141 pintinho, foram computados os seguintes índices (Espíndola, 2011): *Custo Operacional*
142 *Efetivo* (COE): custo efetivamente desembolsado pelo produtor para produzir
143 determinada quantidade de um produto; *Receita Bruta* (RB): valor monetário obtido
144 com a venda da produção; *Margem Bruta em relação ao Custo Operacional Efetivo*
145 (MBCOE): percentual de recursos que sobra após o produtor pagar o custo operacional
146 efetivo (COE), considerando o preço unitário de venda do produto e sua produção;

147 *Ponto de Nivelamento* (PN): indicador de custo para um determinado nível de custo de
 148 produção, em que deve estar a produção mínima para cobrir este custo, dado o preço de
 149 venda unitário do produto; *Lucro Operacional Efetivo* (LOE): lucratividade da atividade
 150 em curto prazo, mostrando suas condições econômicas e operacionais; *Índice de*
 151 *Lucratividade* (IL): representa um indicador da taxa disponível de receita da atividade,
 152 após o pagamento dos custos operacionais. Os dados foram submetidos à análise de
 153 variância (ANOVA), e regressão linear simples (5% de probabilidade).

154

155 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

156 O único parâmetro que não sofreu influencia dos níveis de torta de coco (TC) foi
 157 a viabilidade ($p>0,05$), todas as demais variáveis de desempenho dos frangos de corte
 158 de crescimento lento apresentaram diferença entre os tratamentos ($p<0,05$).

159

160 Tabela 2 – Média dos parâmetros de desempenho de frangos de corte de crescimento
 161 lento em fase inicial (1 a 28 dias), submetidos a diferentes tratamentos com inclusão de
 162 Torta de Coco na dieta. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de
 163 coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25%
 164 de torta de coco. CV= coeficiente de variação.

<i>Parâmetros</i>	T0	T1	T2	T3	CV(%)	p-valor	R ²
	0%	5%	15%	25%			
<i>Inicial (1 a 28 dias)</i>							
Peso Inicial (g)	37,43	38,04	38,87	38,53	3,45	-	-
Ganho de Peso (g)	683,8	648,8	651,5	632,0	4,46	0,0041	0,82*
Consumo (g)	1,011	0,954	1,044	1,021	4,42	0,0495	0,16**
Conv. Alim.	1,479	1,476	1,606	1,616	5,52	0,0003	0,81*
Viabilidade (%)	96,15	99,03	100,00	99,03	3,60	0,1454	ns

165 ns – não significativo; * – efeito linear a 1% de probabilidade; ** – efeito linear a 5% de
 166 probabilidade.

167

168 O ganho de peso (GP) apresentou efeito linear decrescente ($y = -15,27x + 692,2$)
 169 com o aumento dos níveis de inclusão de TC nos tratamentos. O consumo de ração
 170 (CR) das aves apresentou efeito linear crescente ($y = 0,012x + 0,9775$). E a conversão
 171 alimentar (CA) refletiu o resultado de ambas as variáveis com um efeito linear crescente
 172 com o aumento dos níveis de inclusão de TC na dieta das aves ($y = 0,0541x + 1,409$).

173 Os resultados deste trabalho diferem dos encontrados por Jácome et al (2002)
174 que recomendam inclusão de até 20% de TC sem prejuízo às variáveis de desempenho
175 de frangos de corte de crescimento rápido. A redução no GP com a inclusão de TC pode
176 estar relacionada ao aumento da fração fibrosa nas rações. Sundu, Kumar e Dingle
177 (2009) também relacionaram a quantidade de fibra do farelo de coco à redução no GP
178 de frangos de corte de crescimento rápido.

179 O CR apresentou um inesperado aumento à medida que os níveis de TC foram
180 crescendo, o que pode ter sido ocasionado por uma tentativa de compensação das aves
181 em obter o adequado nível energético, uma vez que as aves ajustam sua ingesta para
182 obter os nutrientes necessários. As aves tendem a consumir para satisfazer sua
183 necessidade de energia quando alimentadas ad-libitum. Esse consumo pode ter sido
184 estimulado pelos níveis de óleo de soja das rações que foram aumentando conforme foi
185 também aumentando a inclusão de TC, onde os níveis de 15 % e 25% de TC chegaram
186 a 3,26% e 4,47% de óleo de soja (respectivamente).

187 A CA refletiu o resultado direto do GP e sua interação com o CR, onde as aves
188 que receberam ração controle apresentaram o melhor valor, e os maiores níveis de
189 inclusão de TC (15% e 25%) promoveram os piores valores de CA visto que o GP foi
190 decaindo à medida que a inclusão de TC foi aumentando, resultados semelhantes aos de
191 Bastos et al. (2007), Sundu, Kumar e Dingle (2009) e Freitas et al (2011), que embora
192 trabalhassem com valores de inclusão distintos, fases de criação diferentes e utilizassem
193 frango de corte de crescimento rápido todos os autores relataram piora na CA das aves
194 alimentadas com TC.

195 Os níveis de inclusão de TC nas rações não exerceram influencia ($p>0,05$) sobre
196 as variáveis de alometria dos órgãos, comprimento do trato gastrointestinal e peso
197 relativo dos órgãos do sistema digestório de frangos de corte de crescimento lento
198 (tabela 3).

199

200 Tabela 3 – Peso ao abate, comprimento do trato gastrointestinal (TGI) e peso relativo (%)
201 de órgãos do sistema digestório de frangos de corte de crescimento lento (de 1 a 28 dias)
202 alimentados com diferentes níveis de Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com
203 inclusão de 5% de torta de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3:
204 ração com inclusão de 25% de torta de coco. CV= coeficiente de variação.

<i>Parâmetros</i>	T0	T1	T2	T3	CV(%)	p-value
	0%	5%	15%	25%		
<i>Inicial (1 a 28 dias)</i>						
Peso ao abate em jejum (g)	709,37	698,62	695,12	684,50	4,52 ^{ns}	0,1273
TGI (cm)	138,50	133,00	134,25	135,87	8,04 ^{ns}	0,7034
Esôfago+Papo (%)	0,30	0,36	0,36	0,36	17,80 ^{ns}	0,0842
Proventrículo (%)	0,55	0,54	0,51	0,57	18,66 ^{ns}	0,9675
Moela (%)	3,05	3,17	3,25	3,12	14,07 ^{ns}	0,7036
Intestino (%)	3,81	4,04	4,03	4,26	14,06 ^{ns}	0,1540

205 ^{ns} Não significativo

206

207 Na tabela 4 encontram-se os custos associados às formulas de ração (R\$/kg) de
208 acordo com o preço de venda da matéria prima para a Região Metropolitana de Belém
209 (no mês de março de 2016) e das rações.

210

211 Tabela 4 – Desempenho da produção e custo de produção de frango de corte de
212 crescimento lento na fase inicial de crescimento (1 a 28 dias), alimentados com dietas
213 contendo Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta de
214 coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de 25%
215 de torta de coco. Valores para consumo e peso médio são a média de oito repetições por
216 tratamento. Os valores de custo de produção são de março de 2016. Todos os valores
217 monetários estão expressos em reais (R\$)

<i>Fase Inicial (1 a 28 dias)</i>	Tratamentos			
	T0	T1	T2	T3
	0%	5%	15%	25%
Ração Inicial (R\$/kg)	1,599	1,580	1,543	1,509
Consumo (kg)	1,011	0,954	1,044	1,021
Custo / fase (R\$/frango)	1,616	1,507	1,610	1,540
Número de aves/tratamento	100	103	104	103
Peso Médio (kg)	0,721	0,696	0,697	0,684
Custo por kg de frango (R\$/kg)	2,241	2,165	2,309	2,251

218

219 A inclusão de TC nas rações barateou o custo de produção por quilo de ração, e
220 o nível de 25% foi o que apresentou o menor custo de quilo de ração (R\$ 1,509) 5,62%
221 mais barata que a ração controle. Porém, o tratamento com 5% de inclusão de TC
222 resultou no menor custo por quilo de frango, com um custo 3,39% mais barato do que
223 T0, 6,23% mais barata que o T2 e 3,82% mais barata que o T3, essa resposta é reflexo

224 do menor consumo pelas aves do tratamento com 5% de TC que mesmo não tendo o
225 custo de ração menos oneroso, teve o menor consumo de ração.

226 Na tabela 5 podem ser visualizados os indicadores de viabilidade e economia na
227 produção de frangos de corte de crescimento lento.

228

229 Tabela 5 – Parâmetros de viabilidade econômica estimados para frangos de corte de
230 crescimento lento em fase inicial (1 a 28 dias) submetidos a diferentes tratamentos de
231 inclusão de Torta de Coco. T0: Ração controle; T1: ração com inclusão de 5% de torta
232 de coco; T2: ração com inclusão de 15% de torta de coco e T3: ração com inclusão de
233 25% de torta de coco. Custo operacional efetivo = COE; receita bruta = RB; margem
234 bruta relacionada ao COE = MCOE; ponto de nivelamento = PN; lucro operacional
235 efetivo = LOE; índice de lucratividade = IL. Todos os valores monetários são em reais
236 (R\$).

Variáveis	Tratamentos				CV%	p-valor
	T0 0%	T1 5%	T2 15%	T3 25%		
COE ¹ (R\$ / 13 frangos)	63,89	62,92	63,82	62,86	1,40	0,1769
RB ² (R\$)	90,06	89,66	90,60	88,16	6,09	0,5653
MBCOE ³ (%)	40,99	42,50	42,00	40,21	20,45	0,7792
PN ⁴ (kg)	6,38	6,29	6,38	6,28	1,26	0,1769
LOE ⁵ (R\$)	26,17	26,74	26,78	25,30	20,46	0,7196
IL ⁶ (%)	28,70	29,41	29,55	28,52	16,28	0,9022

237 ¹Somatória dos custos com ração + custo fixo + custo do pintinho (R\$2,50) x 13 frangos. ²Peso médio x
238 no. aves vendidas x R\$10,00/kg de frango vivo. ³(RB-COE)/COEx100. ⁴COE / Preço de venda. ⁵LOE =
239 RB-COE. ⁶IL = LOE/RB.

240

241

242 A inclusão de TC não afetou ($p>0,05$) nenhum dos indicadores econômicos
243 avaliados neste estudo. O tratamento T3 com inclusão de 25% resultou no menor COE,
244 tal resultado foi reflexo direto do menor custo por quilo de ração produzida,
245 anteriormente mencionado (Tabela 4). O PN também apresentou o melhor resultado
246 com o nível de 25% de TC, onde para cobrir os custos o produtor precisará vender
247 6,28kg de frango (1,56% menos que o tratamento controle, por exemplo). Porém o
248 tratamento T2 com 15% de inclusão de TC resultou nos maior IL, por apresentar o
249 maior valor de renda bruta em função de ser o tratamento que apresentou melhor
250 viabilidade (Tabela 2). Avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo de coco
251 em rações contendo farelo de castanha de caju para frangos de corte de crescimento

252 lento na fase de 1 a 21 dias, Freitas et al. (2011), recomendam 15% de substituição, por
253 ter o menor custo de produção por quilo de frango, menor índice de custo e melhor
254 índice de eficiência econômica em relação à ração controle.

255 Nosso trabalho chama atenção para a importância na definição dos critérios
256 adotados pelo produtor no momento da escolha do tratamento, onde deve avaliar se
257 seguirá o critério econômico que apontou o nível de 15% de inclusão como o melhor ou
258 o critério produtivo que demonstra o nível de 5% apresentando o melhor valor de
259 conversão alimentar das aves. Levando-se em conta a criação de frangos de corte de
260 crescimento lento que criados por pequenos e médios produtores que padecem em época
261 de entressafra e/ou escassez da matéria prima convencionalmente utilizada no preparo
262 das rações (milho e soja), o nível de 15% de TC seria interessante por apresentar um
263 resultado economicamente satisfatório e ainda assim promover desempenho satisfatório
264 das aves aliado a maior viabilidade da criação de frangos de corte de crescimento lento.

265

266 **CONCLUSÃO**

267 A Torta de Coco pode ser incluída em rações para frango de corte de
268 crescimento lento em fase inicial, de 1 a 28 dias, ao nível de 15% sem prejuízo no
269 desempenho das aves e demonstrando avaliação econômica satisfatória. A torta de coco
270 não alterou a alometria dos órgãos gastrintestinais dos frangos nesta fase.

271

272 **AGRADECIMENTO**

273 Esta pesquisa faz parte da tese de doutorado do primeiro autor e foi apoiada pela
274 Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa - Fapespa.

275

276 **REFERENCIAS**

277 AMORIM, A. F., SILVA, G. F., RODRIGUES, K. F. et. al. Subprodutos utilizados na
278 alimentação de frangos de corte. **Revista PubVet**, Maringá, v. 9, n. 5, p. 195-210, 2015.

279

280 ARRUDA, J. C. B., MARTINS, T. D. D., SILVA, J. H. V. et. al. Desempenho de
281 leitões submetidos a diferentes níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela
282 proteína do ovo desidratado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 30, p.
283 401–405, 2008.

- 284 CASSUCE, D. C., TINOCO, I. F. F., BAETA, F. C. et al. Atualização das temperaturas
285 de conforto térmico para frangos de corte de até 21 dias de idade. **Engenharia**
286 **Agrícola**, v. 33, p. 28–36, 2013.
- 287
- 288 COSTA, M. N. F., SILVA, E. M., MACEDO, J. F. et al. Desempenho de frangos de
289 corte de crescimento lento alimentados com resíduos de frutas tropicais. In:
290 CONGRESSO TECNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA E AGRONOMIA, 2015,
291 Ceará. **Anais...CONTECC 2015**, Fortaleza, 3p. 2015.
- 292
- 293 ESPINDOLA, G.B. **Revisão dos parâmetros não zootécnicos aplicados em nutrição**
294 **de monogástricos**. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza. 2011, 168p.
- 295
- 296 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. **SIDRA**.
297 (<http://www.sidra.ibge.gov.br/>). Accessed em 13 de Julho de 2017.
- 298
- 299 JÁCOME, I.M.T.D., SILVA, L. P. G., GUIM, A. et al. Efeitos da inclusão do farelo de
300 coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. **Acta**
301 **Scientiarum. Animal Sciences**, v.24, n.4, p.1015-1019, 2002.
- 302
- 303 MORAIS, J., FERREIRA, P. B., JACOME, I. M. T. D. et al. Curva de crescimento de
304 diferentes linhagens de frango de corte caipira Growth. **Ciência Rural**, v. 45, p.1872–
305 1878, 2015.
- 306
- 307 NAHASHON, S. N., AGGREY, S. E., ADEFOPE, N. A. et al. Gompertz-Laird model
308 prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French
309 guinea fowl broilers. **Poultry Science**, v.89, p. 52–57, 2010.
- 310
- 311 ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras**
312 **para Aves e Suínos**. Ed. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2011, 252 p.
- 313

- 314 SANTOS, J.F.; GRANJEIRO, J. I. T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas
315 com mandioca e palma forrageira enriquecidas com levedura. **Tecnologia & Ciência**
316 **Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.2, p.49-54, 2012.
- 317
- 318 SAS Institute Inc. SAS® University Edition: Installation Guide for Windows. Cary,
319 NC: **SAS Institute Inc.** 2016.
- 320
- 321 SILVA, R.B., FREITAS, E. R., FUENTES, M. F. F. et al. Composição química e
322 valores de energia metabolizável subprodutos agroindustriais determinados com
323 diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.3, p.269-275, 2008.
- 324
- 325 SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Feeding value of copra meal for Broilers.
326 **World Poultry Science Journal**, v. 65, p. 481-491, 2009.

ARTIGO 3

USE OF PALM OIL CAKE IN DIETS FOR SLOW GROWING CHICKENS¹

(Utilização da torta de palmiste em dietas para frangos de corte de crescimento lento)

Abstract – The search for alternative feeding for slow growing chicken is a necessity to improve the production, which is conducted mostly by family farming especially in the amazon region, where it is necessary to integrate the sustainable creation system in this region. For this reason, the aim of this research was to evaluate the utilization of 0, 10, 15 and 20% of palm oil cake added in slow growing chickens ration of 416 male French Red-Naked Neck in the starter phase (1-28 days), arranged in a complete randomized design, with four dietary treatments and eight replicates, on the performance (weight gain, feed intake and feed conversion), allometry of the intestinal organs and economic analysis of the diets. It was concluded that the palm oil cake can be included in slow growing chickens feed on the starter phase (1-28 days), included until 20% without causing any loss on the performance of the birds, allometry of the organs, and without economic disadvantages for the farmer.

Keywords: alternative feeding, agroindustrial by-product, palm kernel cake, country chicken

Resumo - buscar alternativas alimentares para a criação de frango de corte de crescimento lento é uma necessidade para impulsionar a produção, que é conduzida majoritariamente por pequenos e médios produtores ligados à agricultura familiar, principalmente na região amazônica. Desta forma, objetivou-se avaliar a utilização de 0,

¹ Manuscrito submetido à revista Medicina Veterinária, seguindo suas normas de publicação.

10, 15 e 20 % de inclusão de Torta de Palmiste na alimentação de 416 pintos Francês Pescoço Pelado Vermelho, na fase inicial de 1 a 28 dias em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e oito repetições, sobre o desempenho das aves, alometria dos órgãos digestivos e análise econômica das dietas. Concluindo que a Torta de Palmiste pode ser incluída nas rações de frango de corte de crescimento lento, em fase inicial de criação de 1 a 28 dias, em até 20% sem ocasionar prejuízo no seu desempenho, alometria dos órgãos e sem desvantagens econômicas ao produtor.

Introduction

As the “green beef cow”, the slow growing chicken, commonly called “country chicken” was one of the options that came out over the last decades as a different suggestion for consumers worried about health, food safety, the environment, sustainable ecology, and a different meat flavor, (Zanusso and Dionello, 2003; Braga and Roque, 2008; Gueguen and Pascoal, 2010). Even companies that use the conventional rearing system for broilers are going through changes to follow this consumer market trend (Brum et al., 2010).

Slow growing chickens show growth rates and curves different than conventional lineage of fast growing chickens; besides the low genetic potential of growth, high rusticity and good adaptability (Albino et al., 2001). This growth rate defines the meat quality parameters such as tenderness, marbling and color. However, not a lot is known about its nutritional requirements, about its fat deposition, and intramuscular mass, (Nahashon et al., 2010). Those birds allow some changes in the rearing system but considering its rusticity and resistance when compared to the fast growing chicken; being one of the remarkable aspects associated with this system, the

fact that birds can feed on alternative products without problems to their performance (Santos and Granjeiro, 2012). The searches for alternative feed, mainly those originated by the industry and local market, having as goal to decrease the cost to produce feed and meet the nutritional requirements of the birds (Camelo et al., 2015)

With the utilization of alternative food sources, it is essential within the productive system the economic analysis as a determinant factor in the decision of whether use or do not use alternative ingredients in the feed of the birds (Fernandes et al., 2012). Research using agro-industrial waste have been done to determine the best options of alternative feed sources, which besides providing a good performance to the animals, also decreases the feeding cost, resulting in greater profitability to the farmer (Nunes et al., 2013). In addition, the inclusion of oil-cakes in animal feeding looks like a viable alternative (Correia et al., 2011) mainly due the high content of protein and ether extract which characterize them as protein and/or energy feed being capable to meet the nutritional requirement of these ingredients by the animals (Santos et al., 2012).

The oil-cake palm, is the by-product of the extraction of palm kernel oil from the palm oil (*Elaeis guineenses*), has a stable demand worldwide and besides the food industry has been used for the production of biodiesel (Sousa et al., 2010). Because it has a good amount of residual oil (Noel, 2003), as a potentially cheaper food source, due to the absence of anti-nutritional factors, because of its protein (12-19%), ether extract (3-20%), and crude fiber content (14-21%), the oil-cake palm was considered a very competitive by-product in animal feeding (Bringel et al., 2011; Nunes et al., 2011). In ruminant nutrition several researches were developed aiming to predict the best level of inclusion and substitution of oil-cake palm and its effect on the performance of those

animals (Silva et al., 2005; Cunha et al., 2012). Currently there is a vast literature about its use in the nutrition of several species, however, for slow-growing chickens, there are still just a few studies on the use of oil-cake palm in the feeding of those birds (Sousa et al., 2010). The aim of this study was to evaluate slow growing chickens over the starter phase (1-28 days), fed with different levels of inclusion of oil-cake palm as alternative feed, through the performance of the birds, the allometry of the digestive organs of the birds and economic analysis of the diets.

Materials and methods

Location of the Study

The study was conducted in a poultry research house unit located in the Poultry Sector of the Institute of Health and Animal Production at the Federal Rural University of the Amazon, Belem (ISPA/UFRA – Belem).

Housing

A total of 416 one day old male French Red-Naked Neck were obtained from a local hatchery, they were vaccinated against Marek's disease, New Castle, Bronchitis and Gumboro's disease. 13 birds were housed in a 2.5 m²; final density was 5.2 birds/m². One supplemental lamp heat source (250w) was provided per pen from arrival to day 12. The lighting program was 24L:0D, chicks were maintained on natural light during the day and on continuous artificial light at night.

The birds were fed a iso-nitrogenous, iso-vitamin and iso-mineral ration, calculated according to Rostagno et al. (2011), adapted from fast growing male chickens (nutritional requirements from 22-33 days) for slow growing chickens (considering one

phase from 1-28 days) to meet the nutritional requirements. Having or not exceeded the nutritional values reported in table 1.

Experimental design and diets

A completely randomized design was used with eight replicate pens of 13 chickens assigned to each of four dietary treatments. Starter phase was over when birds were 28 days old. The dietary treatments were: T0: Control ration; T1: Ration with inclusion of 10% of oil-cake palm; T2: Ration with inclusion of 15% of oil-cake palm; T3: Ration with inclusion of 20% of oil-cake palm. The oil-palm cake was acquired from a local agro-industry DENTAUA – Dendê do Tauá S/A, located at a Santo Antonio do Tauá, in Pará State. Oil-cake palm is obtained after breaking the nut of the palm fruit, where the almond is transformed in mass by the addition of water and cooking in the digester, the mass is grinded to obtain the palm oil and the oil-cake palm. Birds were allowed *ad libitum* access to feed and water.

Measurements

At the beginning of the experiment (day one) all birds were individually weighed, average was $38.86g \pm 0.11g$. Data of bird's weight, feed intake and mortality rates, were obtained on a weekly basis from each experimental pen, and used for the evaluation of the broilers performance. At the end of the experiment two birds from each replicate were chosen according to the average weight of the pen, identified and undergone to a fasting period of eight hours, then slaughtered by manual cervical dislocation. For the allometry of organs, the following organs of the digestive system were measured and weighed: length of the gastrointestinal tract in centimeters (cm), measured from the insertion of the esophagus in the oropharynx until the connection of the large intestine with the cloaca; weight in grams (g) of esophagus plus crop,

proventriculus, gizzard, and small intestine plus large intestine. With those measurements it was determined the absolute weight (g) and relative weight (%) of the organs, calculated the percentage of live weight of the birds at slaughter after fasting.

Economic viability

Using data on broiler performance, and the cost of feed and chick acquisition, several indices were computed according to Espíndola (2011). The effective operational cost (EOC) is the cost effectively disbursed by the producer to produce a certain quantity of a product. The operational expenses (OE) and expenses contracted (EC) are included in the EOC, and the costs of meals and chicks (I) are used for the calculation as follows: $EOC = OE + EC + I$ (all values in Brazilian real, R\$). Gross earnings (GEa) represent the monetary value obtained from the sale of production and are calculated according to the production of chickens (in kg of live weight) and the selling price of the product (R\$/kg) as follows: $GE = \text{price per kg} \times \text{quantity (kg)}$. The gross margin in relation to the effective operating cost (GMEOC) represents the percentage of resources remaining after the producer pays the effective operating cost (EOC) and considering the unit selling price of the product and its production as follows: $GMEOC (\%) = (GEa - EOC) / EOC \times 100$. The leveling point (LP) is a cost indicator for a given level of production cost where the minimum output must cover this cost given the unit selling price of the product and is calculated as: $LP (\text{unit}) = EOC / \text{live weight (R\$/kg)}$. The effective operational profit (EOP) is the profitability of an activity in the short term including the economic and operational conditions, thus: $EOP = GEa - EOC$. The profitability index (PI) is an indicator of the available rate of revenue of the activity after payment of operating costs, calculated as: $PI (\%) = EOP / GEa \times 100$.

Statistical Analyses

The results were initially submitted to the normality test (Shapiro-Wilk) and, for normal variables to analysis of variance (ANOVA), and simple linear regression (5% probability), when their means were significant, using SAS University Edition (2016).

Results and discussion

In the performance evaluation the average values of the treatments for the variables of initial weight, body weight gain (BWG), feed intake (FI), feed conversion (FC) and feasibility, for the starter phase (1-28 days) (Table 2). No effects from the different levels of inclusion of the oil-palm cake (OPC) were observed on broiler body weight gain (BWG) and viability ($p > 0.05$).

The FI showed an increasing linear behavior ($y = 45.9x + 1438.5$) with the inclusion of OPC levels. FC was also influenced by OPC levels in an increasing linear pattern ($y = 27.7x + 996.5$) as OPC levels increased in treatments.

Results of studies about the performance of fast growing chickens fed with OPC are contradictory; Ezieshi and Olomu (2008) reported a decrease in the body weight gain of fast growing chickens fed with diets that had 30% of inclusion of this ingredient. On the other hand, Abdollahi et al. (2016), who studied birds until the 21 days of rearing, reported similar results to ours, they reported that 10% of OPC in the ration did not affect the body weight gain of fast growing chickens until the 28 days of rearing regardless adding enzyme in the feed.

An unexpected increase was observed in the FI of the birds. It might be related to the fact that there was an increase of the rate of food passage through the digestive tract of the birds, and yet still an expression of the birds to eat more in order to meet their energy requirement, once higher was the content of palm oil cake the energy content was lower (Adbollahi et al., 2016; Shakila et al. 2012).

There was a negative effect of the inclusion of OPC in the diet on the FC, result previously expected because there was no effect on the body weight gain, however, there was an effect on the FI that made as levels of inclusion of OPC were increasing, FC was worsening and birds receiving the 20% OPC level had the higher FC value (1.643). There are no data available with slow growing chickens on the starter rearing phase (1-28 days), the studies that had been done with these birds focus mainly on the growing to finishing phase until slaughter, where based on the rearing system the birds have a free range area and may vary the feed they eat by what they find on the pasture, like forages, small insects, larvae and pebbles. But, it is fundamental to know the pattern and the growing behavior of these birds to adjust their nutritional management and properly feed each rearing phase (Morais et al., 2015).

There was no effect of the palm oil cake at slaughter weight, length of the gastrointestinal tract, relative weight of proventriculus and intestine ($p > 0.05$) (Table 3). Just the relative weight of the esophagus + crop and gizzard were influenced by OPC levels. Esophagus+crop esophagus presented a linear increasing behavior ($y = 0.017x + 0.29$), the gizzard also presented similar behavior, increasing linear ($y = 0.248x + 2,825$) as the OPC inclusion levels in the diets were increasing. The higher content of fiber in the diet might have stimulated the muscular activity of this digestive organs; gizzard may be due the longer period of food inside, or by the presence of different particles that require a longer period grinding that would promote a hypertrophy of the gizzard. Similar results to our study were reported by Esposito et al. (2015) and Frank et al. (2016). Hernández et al. (2011) call attention for the content soluble fiber in the feed, which may increase the capacity of liquid retention, resulting in swelling of the content and consequently increasing the volume of the gizzard.

As in our study the OPC did not have any negative effect on the body weight gain of the slow growing broiler chickens, however it had a positive effect increasing the FI and worsen the FC in the highest levels of inclusion, it is fundamental the analysis of the viability of this product to help the farmer decide whether he would use or not it in the nutritional management. The cost related to the rations (R\$/Kg) according to the selling price of the ingredients in the Metropolitan area of Belem (March of 2016 as reference) and the feed cost are presented in the table 4.

The diets with inclusion of OPC had a lower cost than the control diet, in which the inclusion of 20% of the ingredient in the diet promoted a decrease of the price per kilo in 1.56% compared to the control diet cost. The feed intake was 8.30% higher in birds that received the diet containing 20% of OPC than birds of the control diet. The birds fed the ration with the highest level of OPC (20%) had an average weight 2.08% lower than birds fed with control ration, which resulted in a more expensive diet, in this way, adding 10, 15 and 20% in rations increased the cost by 3.92, 3.34 and 7.80% respectively. Table 5 shows the feasibility and economic indicators in the production of slow growing broiler chickens.

The only economic variable influenced was the EOC and consequently the LP that is its direct dependence. The EOC and LP presented increasing linear behavior ($y = 0.458x + 63.67$) as OPC levels increased. In spite of giving a feed at a slightly higher cost than traditional ingredients the use of OPC for slow-growing chickens can be an economically feasible solution in periods of scarcity of traditional ingredients or over the off-season, since it will not have a negative effect on the profit of the farmer.

Conclusion

The oil-palm cake can be included in diets for slow growing chickens, up to 28 days, without any prejudice to the performance, allometry of the digestive organs and economic disadvantage up to 20%. The inclusion of 15% the one which we saw the best economics results.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethics statement

This study was carried out in accordance with the recommendations of the Institutional Animal Care and Use Committee of the Federal Rural University of the Amazon and the Federal Council of Veterinary Medicine Resolution n 1.000/CFMV (CFMV, 2012). The protocol was approved by the Institutional Animal Care and Use Committee of the same University (CEUA/UFRA, protocol n 027/2014). All efforts were made to minimize birds suffering.

Acknowledgments

This research is part of the doctoral thesis of the first author and was supported by the Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - Fapespa.

References

Abdollahi, M. R., Hosking, B. J., Ning, D., and Ravindran, V. Influence of Palm Kernel Meal Inclusion and Exogenous Enzyme Supplementation on Growth Performance, Energy Utilization, and Nutrient Digestibility in Young Broilers. **Asian and Australians Journal of Animal Science**. 29 (4), 539-548, 2016.

Albino, L. F. T., Nery, L. R., de Vargas Júnior, J. G., and da Silva, J. H. V. **Criação de**

frango e galinha caipira: avicultura alternativa. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2005, v.1, 46p.

Braga, R. M., and Roque, M. S. **Comercialização de Galinha Viva do Tipo “Caipira” em Boa Vista, Roraima.** Roraima: Ed. Boa Vista - Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, 2008, 24p.

Bringel, L.M. L., Neiva, J. N. M., Araujo, V. L., Bonifm, M. A. D., Restle, J., Ferreira, A. C. H., and Lôbo, R. N. B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40 (9), 1975-1983, 2011.

Brum, O. B., Rosa, A. P., Stefanello, C., Dias, E. R., and Uttpatel R., Efeito do cruzamento de diferentes genótipos para usos em sistemas alternativos de frango de corte. **Acta Scientiarum Animal Science.** Maringá, 32 (2), 183-187, 2010.

Camelo, L. C. L., Lana, G. R. Q., Santos, M. J. B., Camelo, Y. A. R. P., Marinho, A. L., and Rabello, C. B. V. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas europeias. **Ciência Animal Brasileira**, 16, 343–349, 2015.

Correia, B.R., Oliveira, R.L., Jaeger, S.M.P.L., Bagaldo, A.R., Carvalho, G.G.P., Oliveira, G.J.C., Lima, F.H.S., and Oliveira, P.A. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(2), 356-363, 2011.

Cunha, O. F.R., Neiva, J. N. M., Maciel, R. P., Miotto, F. R. C., and Neiva, A. C. G. R. Avaliação Bioeconômica do uso da torta de dendê na alimentação de vacas leiteiras. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, 13 (3), 315-322, 2012.

CFMV – Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Manual de Legislação do**

Sistema CFMV/CRMV's. Resolução nº1000, de 11 de maio de 2012.

<<http://portal.cfmv.gov.br/portal/lei/index/id/326>>. Accessed 30 April 2016.

Espíndola, G.B. **Revisão dos parâmetros não zootécnicos aplicados em nutrição de monogástricos.** Fortaleza: Ed. Expressão Gráfica e Editora, 2011, v.1, 178p.

Espósito, M., Fassani, É. J., Clemente, A. H. S., Makiyama, L., Retes, P. L., and de Faria Castro, S. Uso da cana de açúcar triturada na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **Boletim de Indústria Animal**, 72(2), 129-136, 2015.

Ezieshi, E. V., and J. M. Olomu. Nutritional evaluation of palm kernel meal types: 2.

Effects on live performance and nutrient retention in broiler chicken diets.

African Journal of Biotechnology, 7, 1171-1175, 2008.

Fernandes, R.T.V., Vasconcelos, N.V.B., Lopes, F. de F., and Arruda, M.V. de.

Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, 7(5), 66-72, 2012.

Frank, R., Nunes, R. V., Schone, R. A., Parra, A. P., and Castilha, L. D. Performance and intestinal parameters of Label Rouge chickens fed on high-moisture corn silage. **Revista Ciência Agronômica**, 47(4), 761-769, 2016.

Guéguen, L., and Pascal, G. Le point sur la valeur nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. **Cahiers de Nutrition et de Dietétique**, 45, 130–143, 2010.

Hernández, F., López, M.J., García, V., Martínez, S., Megías, M.D., and Madrid, J.

Influence of cereal type and the inclusion of sunflower meal as a source of additional dietary fiber on nutrient retention, growth performance and digestive organ size in broilers from one to twenty-one days of age. **Animal Feed Science and Technology**, 165, 251–257, 2011.

- Morais, J., Ferreira, P. B., Jacome, I. M. T. D., Mello, R., Breda, F. C., and Rorato, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira Growth. **Ciência Rural**, 45, 1872–1878, 2015.
- Nahashon, S. N., Aggrey, S. E., Adefope, N. A., Amenyenu, A., and Wright, D. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. **Poultry Science**, 89, 52–57, 2010.
- Nöel, J.M. **Products and by-products**. Burotrop Bulletin, Montpellier, 2003, n.19, v.1, 8p.
- Nunes, A. S., Oliveira, R. L., Borja, M. S., Bagaldo, A. R., and Macome, F. M. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, 60 (232), 903-912, 2011.
- Nunes, J. K., Gentilini, F. P., Anciuti, M. A., and Rutz, F. Alimentos alternativos ao milho na dieta de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, 10(4), 2627-2645, 2013.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., and Euclides, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2011, v.1, 252p.
- SAS Institute Inc. **SAS® University Edition: Installation Guide for Windows**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2016.

- Santos, J.F., and Granjeiro, J. I. T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma forrageira enriquecidas com levedura. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, 6 (2), 49-54, 2012.
- Silva, H. G. O., Pires, A. J. V., Silva, F. F., Veloso, C. M., and de Carvalho, G. G. P. Farelo de Cacau (*Theobroma cacao*) e Torta de Dendê (*Elaeisguineensis, jacq*) na alimentação de cabras em Lactação, consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34 (5), 1786-1794, 2005.
- Sousa, J. P. L., Santos Neta, E. R., Maciel, R. P., de Sousa, J. T. L., Rodrigues, K. F., and Vaz, R. G. M. V. Uso da torta de dendê em dietas para animais de produção. **PUBVET**, 4, Art-744, 2010.
- Shakila, S., Sudhakara Reddy, P., Reddy, P. V.V.S., Ramana, J.V., and Ravi, A. Effect of palm kernel meal on the performance of broilers. **Tamilnadu Journal of Veterinary & Animal Sciences**, 8 (4), 227-234, 2012.
- Zanusso, J. T., and Dionello, N. J. L. Produção avícola alternativa – Análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, 9 (3), 191-194, 2003.

Table 1. Centesimal composition (%) of rations fed to slow-growth broilers in the initial growth phase (1-28 days), submitted to different treatments of inclusion of oil-palm cake in their diet. T0: control diet without oil-palm cake; T1: diet with 10% oil-palm cake; T2: diet with 15% oil-palm cake; T3: diet with 20% oil-palm cake.

Ingredients (%)	Treatments			
	T0	T1	T2	T3
Corn (7.88% CP*)	62.50	58.30	50.80	43.30
Soybean Meal (45% CP*)	32.37	30.47	26.66	22.87
Bicalcium Phosphate (23%Ca/18%P*)	1.43	1.41	1.37	1.33
Limestone (38%Ca*)	1.00	1.00	1.01	1.02
Soybean Oil (EM 8.790kcal/kg*)	1.44	2.05	3.26	4.47
Common Salt	0.48	0.47	0.47	0.47
BHT	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lysine HCL (78%)	0.37	0.42	0.50	0.58
DL-Methionine (99%)	0.16	0.16	0.18	0.19
L-Threonine (98%)	0.07	0.08	0.11	0.14
Oil-palm cake	--	10.00	15.00	20.00
Starter Phase Premix ¹	0.60	0.60	0.60	0.60
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

Nutrients				
	T0	T1	T2	T3
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2,980	2,980	2,980	2,980
Crude Protein (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Calcium (%)	0.86	0.86	0.86	0.86
Available P (%)	0.38	0.38	0.38	0.38
Sodium (%)	0.21	0.21	0.21	0.21
Ether Extract (%)	4.56	5.29	7.39	9.49
Crude Fiber (%)	2.83	3.29	4.31	5.33
Total Lysine (%)	1.34	1.34	1.34	1.34
Met+ Cystine Total (%)	0.93	0.93	0.93	0.93
Total Threonine (%)	0.85	0.85	0.85	0.85

*CP = Crude Protein; Ca = Calcium; P = Phosphorus; ME = Metabolizable Energy.

¹Guarantee levels per kilogram of the product: Vitamin A 1,333,333.00UI; Vitamin B1 166mg; Vitamin B12 1,666µg; Vitamin B2 666mg; Vitamin B6 166mg; Vitamin D3 300,000.00 UI; Vitamin E 2,000.00UI; Vitamin K3 333mg; Biotin 6mg; Choline 36g; Niacin 4,666mg; Folic Acid 67mg; Pantothenic Acid 1,717mg; Cobalt 16mg; Copper 1,000mg; Iron 8,333mg; Iodine 166mg; Manganese 10.83g; Selenium 33mg; Zinc 7,500mg; Methionine 233.33g; Bacillus subtilis 50,000,000,000 UFC; Halquinol 5,000mg; Salinomycin 10,99g

Table 2. Means of performance parameters of slow-growing broilers in the initial phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of oil-palm cake in their diet. T0: control diet without oil-palm cake; T1: diet with 10% oil-palm cake; T2: diet with 15% oil-palm cake; T3: diet with 20% oil-palm cake.

Parameters	T0 0%	T1 10%	T2 15%	T3 20%	CV (%)	p-value	R ²
Starter Phase (1-28 days)							
Initial weight (g)	38.27	38.13	38.22	38.11	3.15 ^{ns}		
Weight gain (g)	682.3	687.5	711.8	668.0	5.40 ^{ns}	0.9154	-
Feed intake (g)	1.011 ^b	1.066 ^{ab}	1.091 ^a	1.095 ^a	5.17 [*]	0.0022	0.8543
Feed conversion rate	1.484 ^b	1.552 ^{ab}	1.534 ^{ab}	1.643 ^a	6.42 [*]	0.0074	0.7967
Viability (%)	96.15	96.15	97.11	95.19	8.51 ^{ns}	0.9112	-

^{ns}Not significant *linear effect 1% probability

Table 3. Slaughter weight, length of gastrointestinal tract and relative weight of organs (%) of the digestive system of slow-growing broilers fed with different proportions of oil-palm cake in the initial growing phase (1-28 days), per treatment¹.

Parameters	T0 0%	T1 10%	T2 15%	T3 20%	CV (%)	p-value	R ²
Starter Phase (1- 28 days)							
Slaughter weight (g)	709.37	710.42	712.50	697.75	5.80	0.6782	ns
GIT (cm)	138.50	136.00	133.37	140.12	8.15	0.9746	ns
Esophagus + Crop (%)	0.30	0.34	0.33	0.36	15.21 ^{**}	0.0363	0.7707
Proventriculus (%)	0.55	0.52	0.56	0.57	13.17	0.5440	ns
Gizzard (%)	3.05 ^b	3.30 ^{ab}	3.68 ^a	3.75 ^a	11.73 [*]	0.0006	0.9453
Intestine (%)	3.81	3.51	3.94	4.01	13.06	0.3334	ns

¹T0: Control ration without palm oil cake; T2: Ration containing 10% of palm oil cake; T3: Ration containing 15% of palm oil cake; T4: Ration containing 20% of palm oil cake. ^{ns}Not significant. *linear effect 1% probability ** linear effect 5% probability.

Table 4. Production performance and production cost of slow-growth broilers in the initial growth phase (1 to 28 days) fed with diets containing different proportions of oil-palm cake. T0: control diet without oil-palm cake; T1: diet with 10% oil-palm cake; T2: diet with 15% oil-palm cake; T3: diet with 20% oil-palm cake. Production cost values are from March 2016. All monetary values are in Brazilian real (R\$).

Productions parameters	Treatments ¹			
	T0	T1	T2	T3
Initial ration (R\$/kg)	1.599	1.585	1.577	1.574
Intake (kg)	1.011	1.067	1.091	1.095
Cost / phase (R\$/chicken)	1.616	1.691	1.720	1.723
N. of chickens/treatment	100	100	101	99
Average weight (kg)	0.721	0.726	0.750	0.706
Cost per kilo of chicken (R\$/kg)	2.241	2.329	2.316	2.416

¹T0: Control ration without palm oil cake; T2: Ration containing 10% of palm oil cake; T3: Ration containing 15% of palm oil cake; T4: Ration containing 20% of palm oil cake.

Table 5. Economic viability parameters estimated for slow-growth broilers at initial phase (1 to 28 days) submitted to different treatments of inclusion of oil-palm cake. EOC: effective operational cost; GEa: gross earning; GMEOC: gross margin in relation to effective operational cost; LP: leveling point; EOP: effective operational profit; PI: profitability index in the production of an experimental unit (13 chickens per unit). All monetary values are in Brazilian real (R\$).

Phase	Treatments ¹				CV%	p-value	R ²
	T0	T1	T2	T3			
EOC ² (R\$ / 13 broilers)	63.89	64.84	65.25	65.28	1.74*	0.0106	0.8313
GEa ³ (R\$)	90.06	90.66	94.66	87.16	9.20 ^{ns}	0.8480	-
GMEOC ⁴ (%)	40.99	39.94	45.13	33.83	34.24 ^{ns}	0.5270	-
LP ⁵ (kg)	6.38	6.48	6.52	6.53	1.74*	0.0106	0.8313
EOP ⁶ (R\$)	26.17	25.82	29.41	21.89	34.20 ^{ns}	0.5935	-
PI ⁷ (%)	28.70	28.22	30.77	23.18	33.14 ^{ns}	0.4128	-

¹T0: Control ration without palm oil cake; T2: Ration with 10% of palm oil cake; T3: Ration with 15% of palm oil cake; T4: Ration with 20% of palm oil cake. ²Sum of cost with ration + fixed cost + chick cost (R\$2.50) x 13 chickens. ³ Average weight x n. birds sold x R\$10.00/kg live weight. ⁴ (GEa-EOC)/EOC*100. ⁵EOC/selling price. ⁶EOP = GEa-EOC. ⁷PI = EOP/GEa

^{ns} Not significant * *linear effect 5% probability

ARTIGO 4

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

RESUMO- o experimento foi conduzido objetivando determinar a composição química e os coeficientes de metabolização da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e fibra bruta de três ingredientes alternativos, a torta de palmiste, a torta de coco e o farelo do caroço de açaí, em dietas para frangos de corte de crescimento lento. Foram utilizadas 400 aves, com 14 dias de idade em um delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos, com 10 repetições, compostos por 70% da ração referência mais 30% dos ingredientes testados. O método utilizado foi a coleta total de excretas. A composição química da torta de palmiste e da torta de coco não apresentaram grandes diferenças com os comparados aos já descritos na literatura, e o farelo do caroço de açaí apresentou níveis semelhantes a outros ingredientes não convencionais já utilizados nas rações. A torta de palmiste, dentre os três alimentos, foi que apresentou melhores coeficientes de metabolizabilidade, e a torta de coco os piores valores. Pelos valores de coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta relativamente altos apresentados, o farelo do caroço de açaí pode ser considerado um ingrediente com potencial na alimentação de frangos de corte de crescimento lento.

Palavras-chave: frango caipira, metabolizabilidade, subprodutos da agroindústria.

NUTRITIONAL EVALUATION OF ALTERNATIVE FOODS FOR SLOW-GROWTH BROILER

ABSTRACT- the experiment was carried out to determine the chemical composition and the metabolic coefficients of dry matter, crude protein, ethereal extract, crude energy and crude fiber of three alternative ingredients, palm kernel cake, coconut cake and açaí seed bran, in diets for slow-growth broiler chickens. 400 birds were used, with 14 days of age in a completely randomized design, in four treatments, with 10 replicates, composed of 70% of the reference feed plus 30% of the tested ingredients. The method used was the total collection of excreta. The chemical composition of the palm kernel cake and the coconut cake did not differ significantly from those already described in the literature, and the açaí seed bran presented levels similar to other

unconventional ingredients already used in the diets. The palm kernel cake, among the three foods, presented better metabolizable coefficients, and coconut cake had the worst values. Due to the relatively high values of dry matter, gross protein and crude energy metabolizable coefficients presented, açai seed bran can be considered an ingredient with potential for slow-growth broilers chicken.

Key-words: agroindustrial by-products, free-range chicken, metabolizability.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os consumidores preocupados com a segurança alimentar e em busca de uma nutrição mais natural, têm demandado da indústria avícola produtos com maiores atributos de qualidade. Neste contexto a disseminação da criação do frango de corte de crescimento lento, é uma alternativa que satisfaz esse exigente mercado consumidor, e atrai cada vez mais novos produtores pela melhor rentabilidade do negócio (SOUZA et al., 2011; SILVA et al. 2015)

Sendo a alimentação o maior custo dentro do sistema de produção avícola, alternativas alimentares estão em constante estudo para aproveitamento de ingredientes regionais, na busca por um sistema enxuto, alternativo, que não sofra com a sazonalidade de oferta, e que principalmente valorize a regionalidade e potencialidade de produção local (FREITAS et al., 2011; FONSECA et al., 2015; SILVA et al., 2015; ARRUDA et al., 2018). Neste quesito, a região Norte do Brasil dispõe de riqueza e diversidade de produtos de origem vegetal para ser estudados que podem ser incluídos nas dietas das aves.

Vários alimentos não convencionais são objeto de pesquisas dos nutricionistas; a torta de palmiste, também chamada de torta de amêndoas, é gerada através da extração do óleo de amêndoa do dendê e surge como alternativa viável já que apresenta potencial de uso por ser um alimento mais barato, pela ausência de fatores antinutricionais, pelos níveis de proteína (14-19%), extrato etéreo (3-20%), fibra bruta (14-21%) (BRINGEL et al., 2011; CUNHA et al. 2012). Abdollahi et al. (2016) afirmam que a torta de palmiste pode ser incluída em dietas para frangos de corte em até 16% sem efeito deletério ao desempenho, desde que as mesmas sejam formuladas com base no conteúdo de aminoácidos digestíveis presentes e que suplementação enzimática seja usada como estratégia de apoio.

A torta de coco, também conhecida como farelo de coco, é um subproduto da indústria de extração do óleo da copra do coco (BUTOLO 2002), Jácome et al. (2002)

inferem que o farelo de coco possui entre 20 e 25% de proteína bruta na matéria seca; 1921 kcal de EM/kg, 3,15% de EE e 13,90% de FB (ROSTAGNO et al., 2011). Contudo os resultados das pesquisas ainda são contraditórios, Jácome et al. (2002) afirmam que inclusão de até 20% de torta de coco não afetou nenhuma das características de desempenho nem de carcaça avaliadas, Bastos et al. (2007) recomendam até 5% de inclusão para frangos até 21 dias, em contrapartida Sundu et al. (2006) observaram que o aumento dos níveis de torta de coco reduziu o ganho de peso de frangos de corte em função da redução do consumo e da digestibilidade de nutrientes na ração.

Em trabalho pioneiro e utilizando matéria prima abundante na região Norte, Arruda et al. (2018) desenvolveram o farelo de caroço de açaí, produto oriundo do resíduo gerado pela indústria de extração da polpa de açaí, e, fornecendo-o para frangos de corte de crescimento lento até 28 dias, não observaram efeito deletério em seu desempenho com inclusão de 10%, os autores ainda ressaltam que economicamente o nível de 10% foi igual ao tratamento controle e que sua utilização também reduz os impactos negativos do resíduo no meio ambiente. O que o torna um produto, no mínimo, interessante para pesquisas aprofundadas sobre sua utilização em dietas para aves, desde que seja estudada e padronizada a forma de obtenção e sua composição.

A composição química está diretamente relacionada ao valor nutricional de um alimento, e o conhecimento da disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes é primordial para o desenvolvimento de dietas adequadas que proporcionem o máximo de desempenho com o mínimo de custo. Principalmente quando usamos ingredientes alternativos, que muitas vezes não são utilizados de forma correta na alimentação animal (SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2015). Generoso et al. (2008) já chamava atenção para importância de se conhecer a composição química de alimentos não convencionais, seja pela inexistência de informações ou pela variação dos dados das tabelas nacionais e internacionais.

Dentre os parâmetros qualitativos estudados, o conhecimento do valor energético do alimento, e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes nele contidos, é fundamental para o correto balanceamento das rações além de influenciar diretamente os processos digestivos e absorptivos. A espécie, a categoria animal, e a idade com a qual é determinada, junto com a composição química do alimento, também atuam diretamente sobre o processo de metabolização da energia e dos nutrientes dos alimentos (SILVA et al., 2015). Os resultados trazem a justificativa de usar ou não o

alimento alternativo e se houver fatores negativos nesta utilização, como reduzi-los. Assim, o bom desempenho do frango é o objetivo primordial de tais estudos (FERNANDES et al., 2012).

A condução deste trabalho teve por objetivo determinar os valores de energia metabolizável e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e fibra bruta, da torta de palmiste, torta de coco e farelo de caroço de açaí em dietas para frangos de corte de crescimento lento.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio ocorreu no Galpão Experimental de Metabolismo do Setor de Avicultura do Instituto da Saúde e Produção Animal, da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém (ISPA / UFRA – Belém). O galpão é constituído de alvenaria, com piso de cimento, cobertura de telhas de fibrocimento, pé-direito de 3,0m de altura, com forros e cortinas de cor amarela; muretas laterais de alvenaria com 0,30 cm de altura, sendo fechado lateralmente com tela de arame e sistema de cortinas reguláveis manualmente.

Os animais foram criados de forma convencional sobre piso até os 14 dias de idade, quando foram distribuídos de forma inteiramente casualizada em 40 gaiolas metálicas construídas em arame galvanizado, medindo 0,40m de altura, 0,95m de largura e 0,60cm de profundidade. Durante a distribuição das aves, as mesmas foram pesadas individualmente e selecionadas quanto à uniformidade e separação por faixas de peso (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Foram então alojadas 400 aves, com peso médio de $260,52g \pm 11,0g$ (4 tratamentos x 10 repetições x 10 aves por gaiola) distribuídas de forma que o peso inicial por gaiola fosse aproximado.

As aves receberam água e alimentação *ad libitum*, os tratamentos consistiram de uma ração referência com níveis nutricionais de acordo com a fase adaptado de Rostagno *et al.* (2011) – tabela 1, e três alimentos teste, onde cada um substituiu 30% da ração referência. As rações foram constituídas de: milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, sal comum, aminoácidos industriais, premix mineral e vitamínico. O suplemento vitamínico e mineral (premix) foi fornecido pela empresa FATEC Indústria de Saúde e Nutrição Animal LTDA. Cada unidade experimental continha um bebedouro tipo nipple e um comedouro tipo calha. Foram testados os seguintes alimentos: T1 – ração referência; T2 - ração referência + 30% farelo de caroço

de açaí; T3 – ração referência + 30% torta de palmiste e T4 – ração referência + 30% de torta de coco.

Tabela 1 – Composição centesimal (%) calculada da ração referência destinada à alimentação de frangos de corte de crescimento lento (1 a 28 dias de idade)

<i>Ingredientes</i>	<i>Ração referência (%)</i>
Milho Moído (7,88%PB*)	55,263
Farelo de Soja (45%PB*)	37,514
Fosfato Bicálcico (23%Ca/18%P*)	1,154
Calcário (38%Ca*)	0,880
Óleo de Soja (EM 3,200kcal/kg*)	3,644
Sal	0,215
DL-Metionina (99%)	0,139
L-Lisina HCl (78%)	0,156
L-Treonina (98%)	0,079
Bicarbonato de Sódio (27,4%Na*)	0,356
Polimax – F1**	0,600
TOTAL	100,00
<i>Nutrientes</i>	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,050
Proteína bruta determinada (%) ¹	21,28
Proteína Bruta formulada (%)	21,59
Proteína Digestível formulada (%)	19,50
Cálcio (%)	0,750
Fósforo Disponível (%)	0,335
Sódio (%)	0,200
Extrato Etéreo (%)	6,359
Fibra Bruta (%)	2,963
Lisina Digestível (%)	1,190
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,870
Treonina Digestível (%)	0,810
Triptofano Digestível (%)	0,248

*PB = Proteína Bruta; Ca = Cálcio; P = Fósforo; EM = Energia Metabolizável Aves; Na = Sódio

**Suplemento vitamínico-mineral Composição mínima por kg do produto: Vit. A - 1.835.000 UI; Vit. D3 - 335.000 UI; Vit. E - 2.835 mg; Vit. B1 - 335 mg; Vit. B2 - 1.000 mg; Vit. B6 - 335 mg; Vit. K3 - 417 mg; Vit. B12 - 2.500 µg; Biotina - 17 mg; Ácido fólico - 135 mg; Niacina - 6.670 mg; Selênio - 35 mg; Antioxidante - 2.000 mg; Pantotenato de Cálcio - 1.870 mg; Cobre - 1.000 mg; Cobalto 35 mg; Iodo - 170 mg; Ferro 8.335 mg; Manganês - 10.835 mg; Zinco - 8.335 mg; Cloreto de colina 50% - 135.000; Metionina - 267.000 mg; Coccdiostático - 13.335 mg; Promotor de crescimento - 16.670- antioxidante, 2.000mg.Dosagem de 6kg do produto por tonelada de ração.

¹Análises laboratoriais realizadas em laboratório externo à instituição onde foi realizado o experimento.

O farelo de caroço de açaí utilizado foi obtido através de caroços descartados do comércio local de batadura de suco de açaí. O material foi lavado e imerso em água durante 20 dias para soltura das fibras do mesocarpo por fermentação anaeróbia espontânea em seguida foi feita escarificação mecânica manual, secagem, pesagem e moagem dos caroços em pilão seguido de moinho de faca com peneira de 16 mash e

crivo de 1mm. A torta de coco foi adquirida da indústria SOCOCO Agroindústria da Amazônia, localizada no município de Ananindeua- Pará, e é obtida através do método mecânico de extração, onde os frutos após a trituração e secagem são aquecidos a 100°C e feita prensagem do material resultando no óleo de coco e torta de coco. A torta de palmiste foi obtida na agroindústria regional DENTAUÁ – Dendê do Tauá S/A, localizada no município de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará. Seu processo de obtenção se dá após a quebra da noz do fruto do dendê, onde a amêndoa é transformada em massa pela adição de água e cozimento no digestor; a massa é prensada obtendo-se o óleo de palmiste e a torta de palmiste.

No período de cinco dias de adaptação (de 14 a 19 dias de idade), as aves receberam água e alimentação (rações experimentais) à vontade. As gaiolas foram providas de bandeja coletora de excretas forradas com plástico em cada unidade experimental. Aos 20 dias de idade foram iniciadas as coletas de excretas, com a utilização do método de coleta total após jejum prévio de oito horas de acordo com metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007).

As rações foram pesadas no início e ao final do período de coleta (cinco dias), para quantificar o consumo por unidade experimental, e foram fornecidas à vontade neste período. Os comedouros foram abastecidos várias vezes ao dia, para evitar desperdícios e processo de fermentação das rações. As coletas de excretas nas bandejas foram realizadas de 12 em 12 horas, a fim de evitar o processo de fermentação das mesmas, a partir do 20º dia, durante cinco dias consecutivos, a contar de 12 horas do fornecimento inicial das rações experimentais. Após as coletas as excretas foram submetidas à prévia retirada de penas e fragmentos de ração, posteriormente pesadas frescas, identificados e armazenadas em freezer a -20°C. Diariamente, no decorrer dos cinco dias de coleta até o final do período experimental, as sobras de ração foram pesadas para quantificar o consumo de ração total no período. Amostras das rações também foram coletadas, identificadas e armazenadas em freezers para posteriores análises bromatológicas. Após a coleta total, as excretas coletadas foram descongeladas, à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para retirada de uma amostra de aproximadamente 500 gramas de cada unidade experimental.

As alíquotas então foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para obtenção da ASA (Amostra Seca ao Ar). Em seguida moídas em moinho tipo faca com peneira de 16 *mash* com crivos de 1mm, bem como as amostras das rações experimentais. As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do

Instituto da Saúde e Produção Animal da UFRA (LABNUTAN/ISPA/UFRA – Belém), matéria seca (MS), fibra bruta (FB), nitrogênio (N) pelo método Kjeldahl, extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) com a utilização de Bomba Calorimétrica Adiabática (IKA modelo C200), de acordo com Detmann *et al.* (2012).

Com base nos dados de análises de MS, de N e de EB das rações e das excretas, do consumo de nutrientes e da produção de excretas, foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade (CM) de cada nutriente ($CM_{nut} = [NutIng - NutExc]/NutIng \times 100$), bem como a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965 apud SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), relacionadas a seguir:

Energia Metabolizável Aparente (EMA):

$$EMA = \frac{EBing - EBexc}{MSing}$$

$$EMA(Ingred) = EMAnrr + \frac{(EMAnrt - EMAnrr)}{g/g \text{ de substituição}}$$

Em que:

EBing = Energia Bruta ingerida;

EBexc = Energia Bruta excretada;

MSing = Matéria Seca ingerida.

rr = ração referência

rt = ração teste

Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn)

Em que:

BN = Balanço de Nitrogênio;

BN = Ning - Nexc;

Ning = Nitrogênio Ingerido e

Nexc = Nitrogênio Excretado

$$EMAn = \frac{EBing - EBexc \pm (8,22 \times BN)}{MSing}$$

$$EMAn(Ingred) = EMAnrr + \frac{(EMAnrt - EMAnrr)}{g/g \text{ de substituição}}$$

As análises estatísticas dos experimentos foram realizadas inicialmente pelo teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e, para variáveis normais, pelo método de análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o SAS University Edition (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da composição química e energia bruta do farelo de caroço de açaí (FCA), torta de palmiste (TP) e torta de coco (TC), utilizados para formulação das rações para frangos de corte de crescimento lento, estão relacionados na tabela 2.

Tabela 2 – Composição química e valores de energia bruta dos alimentos testados.

<i>Parâmetro</i>	<i>Farelo de Caroço de Açaí</i>	<i>Torta de Palmiste</i>	<i>Torta de Coco</i>
Energia bruta (kcal/kg)	4.304	4.697	4.746
Matéria seca (%)	68,86	82,90	92,81
Proteína bruta (%)	3,78	8,51	22,11
Extrato etéreo (%)	1,42	6,13	12,37
Fibra bruta (%)	77,20	60,67	45,80

Não existem dados de valores de energia bruta na literatura para o Farelo de caroço de Açaí (FCA), oriundo do caroço triturado sem mesocarpo, mas o valor encontrado neste ensaio está semelhante ao descrito por Rostagno et al. (2011) para outros alimentos não convencionais, como o farelo de babaçu (4207 kcal). A Torta de Palmiste (TP) apresentou valor um pouco abaixo do descrito por Silva (2011) para frangos de corte de crescimento lento, que foi de 4772 kcal. Já a Torta de Coco (TC) apresentou valor superior ao de Rostagno et al. (2011) de 3979 kcal.

Em pesquisas pioneiras com caroço de açaí, Filho et al. (1987) e Townsend et al. (2001) relataram valores inferiores ao desta pesquisa para o componente MS (19,93 e 62%); a PB encontrada por esses mesmos pesquisadores variou entre 2,45 e 4% e o EE foi de 0,98 e 1,82%; em nosso ensaio os teores foram intermediários (3,78% PB e 1,42% EE). Todas as variáveis analisadas do FCA exprimiram valores inferiores aos encontrados para a TP e TC com exceção da FB que foi superior a ambos os ingredientes testados (77,20%).

Com relação à TP os valores encontrados para MS, PB e EE diferiram em pouco dos citados na literatura, onde encontramos os menores e maiores valores de 83 e 93%, 13 a 19,03%, 3,6 a 12,09% (VARGAS E ZUMBADO, 2003; ALIMON, 2004; ADENIJI E OMONIJO, 2004; EZIESH E OLUMO, 2004). A FB neste ensaio teve valor superior (60,67%) ao da literatura (entre 13 e 21,8%). Quando comparada aos outros dois ingredientes, a TC apresentou os maiores valores de EB, MS, PB e EE. A MS e a PB são semelhantes aos apresentados por Rostagno et al. (2011), respectivamente 90,90 e 21,85%; enquanto os valores de EE e FB são superiores (3,15 e

13,9%). Estas diferenças no resultado da composição química podem ocorrer por variação de fatores como clima, tipo de solo, forma de armazenamento e tipo de processamento do subproduto, este, podendo afetar não só a composição como também o valor nutricional e a digestibilidade do ingrediente.

A ração com TP apresentou valores maiores de EMA e EMAn (2.279 e 2.159 kcal/g) quando comparados com a ração referência (2.260 e 2.140 kcal/g) e a ração com inclusão de torta de coco (2.259 e 2.139 kcal/g), embora nenhum dos ingredientes testados neste ensaio tenham sido estatisticamente diferente da ração referência, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de metabolizabilidade¹ dos nutrientes (matéria seca – MS, proteína bruta – PB, extrato etéreo – EE, energia bruta – EB e fibra bruta – FB), energia metabolizável aparente (EMA)² e corrigida (EMAn)³ das rações com farelo de caroço de açaí, torta de palmiste e torta de coco, para frangos de corte de crescimento lento. T1: ração referência; T2: ração referência+30% de farelo de caroço de açaí; T3: ração referência+30% de torta de palmiste; T4: ração referência+30% de torta de coco.

<i>Tratamento</i>						
<i>Parâmetros</i>	T1	T2	T3	T4	CV	p-valor
<i>Valores de Energia (kcal/kg)</i>						
EMA	2.260	2.261	2.279	2.259	11,46	ns
EMAn	2.140	2.142	2.159	2.139	11,62	ns
<i>Coeficiente de Metabolizabilidade (%)</i>						
MS	44,36 ^{ab}	53,32 ^{ab}	58,28 ^a	39,31 ^b	23,92 ^{**}	0,0039
PB	71,95 ^b	82,10 ^{ab}	85,31 ^a	75,85 ^b	11,39 ^{**}	0,0088
EE	73,25 ^b	89,75 ^a	87,17 ^a	90,48 ^a	10,11 ^{**}	0,0002
EB	53,31 ^{ab}	55,81 ^{ab}	62,16 ^a	49,07 ^b	19,09 [*]	0,0595
FB	43,58 ^{bc}	55,65 ^{ab}	58,96 ^a	39,27 ^c	24,16 ^{**}	0,0016

¹ CMNut = (NutIng – NutExc)/NutIng x 100; ²EMA = (EBing – EBexc)/MSIng; ³EMAn = [EBIng – EBExc – (8,22 x {Ning – Nexc})]/MSIng.

* Significativo ao nível de 5% pela ANOVA (p<0,05). ** Significativo ao nível de 1% pela ANOVA (p<0,01). Letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05)

Todos os alimentos testados tiveram valores de EMA superiores que os descritos por Rostagno et al. (2011) para alimentos alternativos utilizados na dieta de frango de corte de crescimento rápido, como farelo de babaçu e farelo girassol (1.116 e 1.795 kcal/kg), a EMA da TC descrita pelos autores também foi inferior (1.921 kcal/kg) quando comparada ao encontrado neste ensaio (2.259 kcal/g).

Estas respostas sugerem que as aves de crescimento lento possuem características de aproveitamento dos nutrientes diferentes das aves de crescimento rápido. A taxa de desenvolvimento corporal mais lenta associada à particularidade anatômica de uma maior proporção do compartimento gástrico pode contribuir para um

maior aproveitamento energético dos alimentos (VERDAL et al., 2010) e também um melhor aproveitamento do milho e do farelo de soja quando comparados a frangos de corte de crescimento rápido da linhagem Cobb por exemplo (SANTOS et al., 2014).

Tais constatações só reforçam a necessidade de aumentar o número de pesquisas com utilização de frangos de corte de crescimento lento a fim de verificar o aproveitamento nutricional de alimentos para essas aves e compará-los aos níveis que estão sendo utilizados nos dias de hoje para frangos de corte de crescimento rápido.

Avaliando individualmente os três ingredientes testados a TP demonstrou valores de coeficiente de metabolizabilidade de PB (85,31%), EE (87,17%) e FB (58,96%) superiores a ração referência (71,95%, 73,25% e 43,58% respectivamente); a TP também apresentou melhores coeficientes de metabolizabilidade para as variáveis MS (58,28%), PB, EB (62,16%) e FB, quando comparados à ração com TC (39,31%, 75,85%, 49,07% e 39,27% respectivamente). A ração com FCA só demonstrou coeficiente de metabolizabilidade do EE (89,75%) superior à ração referência (73,25%), para as demais variáveis apresentou valores intermediários que oscilavam se igualando hora aos melhores valores, e hora aos piores. A TC de maneira geral apresentou os piores resultados, destacando-se apenas no coeficiente de metabolizabilidade do EE (90,48%) que foi superior apenas a ração referência.

Silva et al (2015) trabalhando com farelo de mandioca para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades, encontrou para as aves de 10 a 19 dias valores superiores aos três ingredientes utilizados neste ensaio para CMetMS (73,65%) e CMetEB (74,77%), e valor de 50,46% para CMetPB que foi inferior aos três alimentos acima testados. Analisando o coeficiente de digestibilidade de 30% de substituição do milho por farinha do mesocarpo de babaçu na alimentação de frangos de crescimento rápidos até 21 dias, Fonseca et al (2015), também relatou valores superiores aos três ingredientes testados neste ensaio para CMetMS (69,86%) e CMetEB (72,36%), e valor de 73,16% para CMetPB que também foi inferior aos três ingredientes acima descritos.

Não obstante TC ter apresentado 45,80% de FB quando comparada a TP, que expressou 60,67% de FB (Tabela 1), os resultados deletérios no coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes foi evidente nas aves do T4. Vale ressaltar que a TC contém níveis relativamente altos de fibra, principalmente polissacarídeos não amiláceos solúveis, na forma de mananas e galactomananas, de 25-30% (SUNDU et al., 2009); enquanto mais de 60% da fibra da TP são de componentes da parede celular

composto principalmente por polissacarídeos a base de manoses insolúveis (ALIMON, 2004) chegando a ser caracterizada por Abdollahi et al. (2016) como duros polímeros de manoses cristalinos altamente insolúveis, o que explica os resultados prejudiciais na digestibilidade dos nutrientes das aves alimentadas com TC, pela capacidade de hidratação da fibra e aumento da viscosidade da dieta.

Existem vários relatos na literatura sobre a influência negativa tanto da quantidade quanto da qualidade da fibra presente no alimento sobre a digestibilidade dos nutrientes na dieta; onde propriedades físico-químicas da fibra como a viscosidade e capacidade de retenção de água podem afetar fisicamente os processos de digestão e absorção, pela proteção dos nutrientes dentro da massa da digesta (OLIVEIRA et al, 1997; FREITAS et. al., 2011; SILVA et. al., 2015; ARRUDA et. al., 2018). Porém esses efeitos parecem não ser corretamente determinados apenas pela caracterização da quantidade de fibra, visto que muitas vezes dependem da sua composição e de sua estrutura macromolecular (AUSTIN et al., 1999).

Chama atenção ainda, o fato de que a TP e a TC são produtos comercialmente encontrados no mercado a venda e usualmente incorporados em rações de ruminantes e não ruminantes, isto posto, mais uma vez constata-se a ausência de controle do processo de produção na indústria que possa garantir os níveis constantes dos nutrientes, visto que a principal causa de diferença nos valores nutricionais ainda é a falta de controle e padronização do processo de obtenção dos co-produtos industriais, o que faz com que as pesquisas mostrem resultados diferentes e dificulta a elaboração de planos nutricionais para as espécies estudadas, já que a ração calculada tende a ser diferente da ração formulada.

CONCLUSÃO

Dos três ingredientes testados a torta de palmiste apresentou os melhores coeficientes de metabolizabilidade para frangos de corte de crescimento lento, e a torta de coco resultou nos piores valores. O farelo de caroço de açaí por apresentar coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta relativamente elevados pode ser considerado um potencial ingrediente alternativo em formulação de dietas para frangos de corte de crescimento lento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDOLLAHI, M. R.; HOSKING, B. J.; NING, D.; RAVINDRAN, V. Influence of Palm Kernel Meal Inclusion and Exogenous Enzyme Supplementation on Growth Performance, Energy Utilization, and Nutrient Digestibility in Young Broilers. **Asian and Australians Journal of Animal Science**. v. 29, n. 4, p. 539-548, 2016.
- ADENIJI, A.A.; OMONIJO, O. A. The replacement value of palmkernel cake for groundnut cake in the diets of weaner rabbits. **Livestock Production Science** v. 85, p. 287–291, 2004.
- ALIMON A.R. (2004) The nutritive value of palm kernel cake for animal feed. **Palm Oil Development** v.40, p. 12–14.
- ARRUDA, J. DE C.B.; FONSECA, L.A.B. DA; PINTO, L.C.P; PINHEIRO, H.C. DE O.; MONTEIRO, B.T.O.; MANNO, M.C.; LIMA, K.R. DE S.; LIMA, A.R. de. Açai seed bran in the feed of slow-growth broilers. **Acta Amazonica**, v.48, p. 298-303, 2018.
- AUSTIN, S.C.; WISEMAN, J.; CHESSON, A. Influence of non-starch polysaccharides structures on the metabolisable energy of U. K. wheat fed to poultry. **Journal of Cereal Science**, New York, v.29, p.77-88, 1999.
- BASTOS, S.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.297-303, 2007.
- BRINGEL, L.M. L.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; BONIFM, M. A. D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A. C. H.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p.1975-1983, 2011.
- BUTOLO; J; E; **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**, Campinas-SP, p.141-142, 2002.
- CUNHA, O. F.R.; NEIVA, J. N. M.; MACIEL, R. P.; MIOTTO, F. R. C.; NEIVA, A. C. G. R. Avaliação Bioeconômica do uso da torta de dendê na alimentação de vacas leiteiras. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.3, p. 315-322, 2012.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* **Métodos para Análise de Alimentos**. INCT – Ciência Animal, 1a. Edição. Visconde do Rio Branco:Suprema, 2012. 214p
- EZIESHI, E. V. ; OLOMU, J. M. Comparative performance of broiler chickens fed varying levels of palm kernel cake and maize offal. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 3, p. 254-257, 2004.

FERNANDES, R.T.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; LOPES, F. de F.; ARRUDA, M.V. de. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 66-72, dez. 2012.

FILHO, J. A. R. ; BATISTA, H. A. M.; CAMARÃO, A. P.; SILVA, E. D. **Composição química e digestibilidade “in vitro” da matéria seca de resíduos agroindustriais no estado do Pará**. EMBRAPA, n. 146, p. 1-5, 1987.

FONSECA, F. R. L.; SIQUEIRA, J. C.; VAZ, R. G. M. V.; RODRIGUES, K. F.; SILVA, G. F.; NEIVA, C. G. R.; SILVA, M. C.; SOUZA, J. P. L.; PARENTE, I. P.; ALVES, C. F.; LUZ, R. A. Substituição do milho pela farinha do mesocarpo de babaçu em rações balanceadas para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1745-1754, maio/jun. 2015.

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.

GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T.; BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.

JÁCOME, I.M.T.D.; SILVA, L.P.G.; DIJAI, A.G. et al. Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.24, n.4, p.1015-1019, 2002.

OLIVEIRA A.C.B. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da torta de dende e do farelo de coco em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista UNIMAR**, v.19, n.3, p.897-903, 1997.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, 2.ed.MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 186p.

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

SANTOS, F.R.; STRINGHINI, J. H.; MINAFRA, C. S.; ALMEIDA, R. R.; OLIVEIRA, P. R.; DUARTE, E. F.; SILVA, R. B.; CAFÉ, M. B. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável

dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1839-1846, 2014.

SAS Institute Inc. 2016. **SAS® University Edition: Installation Guide for Windows**. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, E. G. Torta de dendê na alimentação de frangos de crescimento lento criados no sistema caipira. 2011. 52f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical). Universidade Federal do Tocantins, Palmas.

SILVA, E.P.; SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B.; LIMA, R.B.; LIMA, M.B. E LUDKE, J.V. 2009. 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, p. 1051-1058.

SILVA, J.L.R.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D.; SIQUEIRA, J.C. Avaliação nutricional do farelo de mandioca para frangos de crescimento lento em diferentes idades. **Archivos de Zootecnia**, vol. 64, núm. 248, 2015, pp. 425-431

SOUZA, K.M.R.; CARRIJO, A.S.; KIEFER, C.; FASCINA, V.B.; FALCO, A.L.; MANVAILER, G.V. E GARCÍA, A.M.L. Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p. 489-499. 2011.

SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Feeding value of copra meal for Broilers. **World Poultry Science Journal**, v. 65, p. 481-491, 2009.

SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Response of broiler fed increasing levels of copra meal and enzymes. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.1, p.13-18, 2006.

TONWSED, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; SENGER, C. C. D. **Características químico-bromatológica do caroço de açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 5p. (Circular Técnica 193).

VARGAS, E.; ZUMBADO, M. Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. **Agronomía Costarricense** v. 27, n.1, p. 07-18. 2003

VERDAL, H.; MIGNON-GRASTEAU, S.; JEULIN, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; LECONTE, M.; MALLET, S.; MARTIN, C.; NARCY, A. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. **Poultry Science** v.89, p. 1955–1961, 2010.

ARTIGO 5

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS

RESUMO- uma mucosa intestinal íntegra resulta em um animal saudável, que digere e absorve os nutrientes presentes na ração de maneira eficiente, porém isso depende entre outros fatores, do equilíbrio da estrutura que compõe o intestino; desta forma, qualquer fator que altere a saúde intestinal afetará o desempenho do animal como um todo. Assim, objetivou-se avaliar a morfometria da porção do duodeno de frangos de corte de crescimento lento, alimentados com diferentes níveis de farelo do caroço de açaí (FCA), torta de coco (TC) e torta de palmiste (TP). Foram analisados comprimento de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta de 176 pintos caipira francês pescoço pelado. Concluiu-se que a quantidade e a qualidade da fibra presente na TC e TP influenciaram a morfometria intestinal das aves pelo aumento da viscosidade da digesta. O FCA não modificou as variáveis analisadas neste trabalho.

Palavras-chave: frango caipira, ingredientes não convencionais, mucosa intestinal, TGI

ABSTRACT- an intact intestinal mucosa results in a healthy animal, which digests and absorbs the nutrients present in the ration efficiently, but this depends, among other factors, on the balance of the structure that makes up the intestine; in this way, any factor that affects intestinal health will affect the performance of the animal as a whole. The objective of this study was to evaluate the morphometry of the duodenum portion of slow-growing broilers, fed with different levels of açaí seed bran (ASB), coconut cake (CC) and palm kernel cake (PKC). Vilo length, crypt depth and villus ratio were analyzed: crypt of 176 the French Red-Naked Neck. It was concluded that the amount and quality of fiber present in CC and PKC influenced the intestinal morphometry of the birds by increasing the viscosity of the digesta. The ASB did not modify the variables analyzed in this study

Key words: free range chicken, unconventional ingredients, intestinal mucosa, TGI

INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro vem se mostrando cada vez mais consolidado, e um dos grandes responsáveis por isso é a avicultura industrial, onde o Brasil se destaca como líder global nas exportações de carne de frango desde 2011 e o terceiro maior produtor de carne de frangos, atrás somente dos Estados Unidos e China (UBABEF, 2015). Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) em seu relatório, o volume de carne de frango produzido foi de 12,69 milhões de toneladas, em 2015. Para USDA, a estimativa é que o Brasil aumente em 5% sua produção em 2016, atingindo 13.5 milhões de toneladas, impulsionada pela demanda externa. Isto porque, deve ocorrer maior disponibilidade de grãos, caindo de 3 a 4% os custos da produção, considerando as condições climáticas favoráveis.

Entende-se por avicultura alternativa a produção de aves para carne e ou ovos obtidos por cruzamentos de aves de crescimento lento ou não, apresentando características diferenciadas, como a rusticidade, criadas em sistema de semiconfinamento ou extensivo, em galinheiros com acesso a piquetes de pastagens a vontade e supridas com alimentação natural, e outra parte por ração balanceada, diminuindo assim, os custos com a alimentação (MENDONÇA et al., 2008). Aves de crescimento lento devem ser obtidos de estabelecimentos avícolas de reprodução registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento e em conformidade com os regulamentos do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), (ABNT, 2015).

Este crescimento específico define as qualidades diferenciadas do produto no quesito coloração da carne, rigidez muscular e conseqüentemente o sabor. Contudo, pouco se conhece sobre suas exigências e deposição de gordura e massa muscular (NAHASHON et al., 2010); logo, suas exigências nutricionais podem divergir das exigências de frangos de corte convencionais (ALBINO et al., 2001). Mas ainda, é necessário ampliar e fortalecer pesquisas na área genética, exigência nutricional, desenvolver maior eficiência e qualidade de produção no sistema de criação, para desse modo desenvolver aves mais adaptadas e com melhores índices produtivos (SAVINO et al., 2007).

Por possuírem características genéticas próprias os frangos de crescimento lento, normalmente, apresentam taxa de crescimento mais lenta e menores exigências nutricionais em relação às linhagens comerciais de corte (SANTOS et al., 2005; MENDONÇA et al., 2008). Essas características provavelmente influenciem o

desenvolvimento do aparelho digestório e também o metabolismo destas aves (SANTOS, et al., 2015)

Os efeitos da seleção no peso corporal das aves resultam em diferenças entre as linhagens com relação ao tamanho relativo dos órgãos ao nascimento e durante seu crescimento. Dessa forma, Rougière et al. (2009) e Verdal et al. (2010) afirmaram existir particularidades nas características morfológicas dos órgãos digestivos e na morfometria da mucosa intestinal entre linhagens divergentes quanto ao aproveitamento nutricional. Segundo estes autores aves com maior compartimento gástrico (proventrículo e moela) teriam a eficiência digestiva superior em relação àquelas que apresentam maior desenvolvimento do intestino delgado. Assim, estudos mais aprofundados referentes ao conhecimento das particularidades do trato gastrointestinal de diferentes linhagens devem ser realizados com a finalidade de melhor aplicar os conceitos relativos ao fornecimento de nutrientes, sua digestão e metabolismo no organismo dos diferentes genótipos (SANTOS et al., 2015).

Objetivou-se avaliar a influência de três tipos de ingredientes alternativos sobre o desempenho e o crescimento animal através das possíveis modificações na morfometria intestinal de frangos de crescimento lento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do curso de Zootecnia, pertencente ao Instituto de Saúde e Produção Animal, localizado no campus da Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA, Campus Belém.

Foram alojados 1248 pintos de frango de crescimento lento caipira francês pescoço pelado, machos, em sistema confinado consumindo apenas ração por um período de 28 dias. Os pintos foram vacinados no incubatório contra Newcastle. Água e ração fornecidos “ad libitum” durante todo o período experimental, sendo bebedouro do tipo pressão e comedouros tubulares com capacidade para 15 kg. O aquecimento fornecido por meio de lâmpadas de 60 Watts ligadas durante os primeiros dias de experimento. O manejo de temperatura dentro dos boxes foi feito de acordo com a temperatura ambiente e com o comportamento dos pintos. O programa de luz adotado foi contínuo (artificial + natural) durante todo o período experimental. Os tratamentos adotados utilizaram os níveis de inclusão dos alimentos alternativos: farelo de caroço de açaí (FCA), torta de palmiste (TP) e torta de coco (TC). Foram adotados 11 tratamentos

com 8 repetições, 13 aves por box , distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 88 unidades experimentais.

Ao final de 28 dias, duas aves por repetição foram selecionadas de acordo com a média de peso da parcela, identificadas e submetidas a jejum de 8 horas, em seguidas abatidas por deslocamento cervical, conforme Resolução nº 1.000/CFMV (CFMV, 2012) e aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRA, protocolo nº 027/2014) para obtenção do trato gastrointestinal.

Para avaliação da morfometria intestinal foram coletadas porções do doudeno; após a coleta os cortes foram mantidos em solução de formol tamponado a 10% por 24 horas. Sendo então desidratados em uma série crescente de alcoóis e tratados com xilol, em seguida incluídos em parafina previamente derretida em estufa a 58-60°C.

No Laboratório de Citologia e Histologia do Departamento de Anatomia, Produção Animal e Ciências Clínicas Veterinárias da Faculdade de Veterinária da Universidade de Santiago de Compostela, campus Lugo, Espanha, foram feitos os cortes dos tecidos com 5µm foram realizados com auxílio de micrótomo rotativo. Em seguida foi feita desparafinação e reidratação dos cortes, utilizando-se xilol e uma série de alcoóis e água, colorindo em seguida pelo método Hematoxilina-Eosina (HE) de Lillie (1954). Na sequencia foi realizada captura de imagens dos cortes histológicos utilizando-se microscópio óptico com aumento de 40x para altura das vilosidades e de 100x para profundidade de cripta. As análises morfométricas foram feitas em analisador de imagens (OLYMPUS CellSens Entry 1.16) perfazendo um total de 10 medições de altura de vilo e 10 medições de profundidade de cripta. A medida de altura de vilo foi tomada a partir da região basal da mucosa intestinal, coincidente com a porção superior das criptas até seu ápice. A cripta foi medida da sua base inferior até a região de transcrição cripta:vilo. A relação cripta:vilo foi determinada pela fórmula: altura do vilo/profundidade da cripta.

Os resultados obtidos foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e, para as variáveis normais à análise de variância (ANOVA), as médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o SAS University Edition (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo os resultados encontrados apenas a relação cripta:vilo das aves não sofreu influência ($p>0,005$) dos ingredientes alternativos, os demais parâmetros apresentaram diferença estatística significativa ($p<0,005$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias e erros padrões da profundidade da cripta, do comprimento do vilo, e relação vilo:cripta do duodeno de frangos de corte de crescimento lento alimentados com diferentes tipos de ingredientes alternativos.

Alimento¹	Cripta(μm)	Vilo(μm)	Cripta:Vilo(μm)
SIA	103,63 ^{bc}	995,48 ^{bc}	9,94
FCA	111,56 ^{ac}	1082,10 ^{abc}	9,96
TC	116,93 ^a	1144,43 ^a	10,27
TP	98,21 ^b	1021,13 ^b	10,92
CV%	22,10	15,21	24,59
p-value	0,0001	0,0001	0,1156

¹ SIA = sem ingrediente alternativo; FCA = farelo de caroço de açaí; TP = torta de palmiste; TC = torta de coco. As médias seguidas de mesma letra na coluna do mesmo ingrediente, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (5%).

As aves que receberam TC apresentaram os maiores valores de profundidade de cripta (116,93 μm) e o maior valor de comprimento de vilo (1144,43 μm) resultado estatisticamente igual aos animais alimentados com FCA que apresentaram duodeno com cripta de 111,56 μm de profundidade e vilo com 1082,10 μm de comprimento. Já as aves que receberam TP demonstraram a menor profundidade de cripta (98,21 μm) e um valor de comprimento de vilo (1021,13 μm) que só foi estatisticamente diferente da TP.

Vários autores relatam a influência marcante que o alimento exerce, especialmente a fibra dietética, na anatomia, no desenvolvimento e na função intestinal, e também são frequentemente associados a várias modificações na morfologia da mucosa do epitélio intestinal, e conseqüentemente nas funções hidrolíticas e absorptivas do epitélio (MCDONALD et al., 1999; IJI et al., 2001; MONTAGNE et al., 2003). Mas é consenso que o efeito da fibra da dieta das aves na morfologia do epitélio intestinal é muito variado e depende de fatores como, duração de ingestão, características físico-químicas da fibra, seu nível de inclusão na ração, idade dos animais, e da porção do intestino estudada.

São escassos dados na literatura que tratem da histomorfometria intestinal de frangos de corte de crescimento lento (figura 1), e que também abordem o desenvolvimento destas estruturas com associando com a idade das aves. Contudo,

Santos et al. (2015) em trabalho comparando as linhagens de crescimento lento e rápido Isa Label e Cobb, ressaltou a existência de diferenças na morfometria intestinal das linhagens em diferentes idades, e todos os valores acima apresentados tanto para cripta quanto para vilos foram inferiores aos descritos pelos autores para aves Isa Label aos 21 dias de idade (301,9 e 1.312 μm respectivamente). Os valores inferiores em nosso ensaio pode ser resultado do efeito deletério da qualidade e da quantidade de fibra presente nos ingredientes testados, FCA, TP e TC; e também diferença da linhagem utilizada, Francês Pescoço Pelado Vermelho, e da idade de abate das aves – 28 dias.

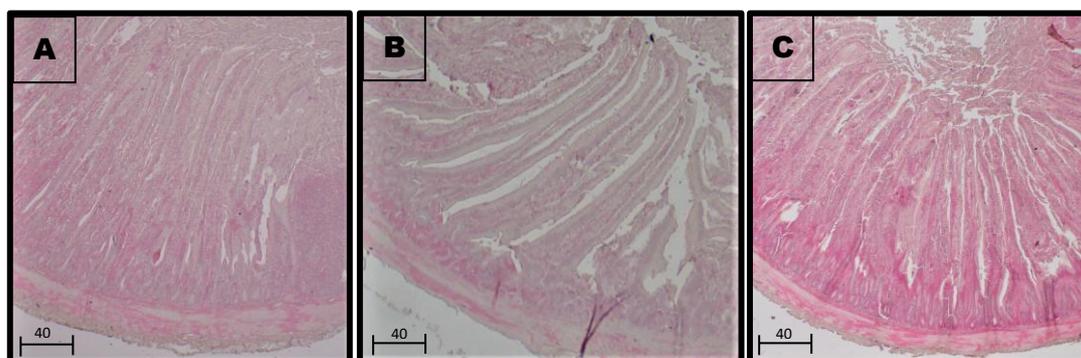


Figura 1. Vilosidades da porção do duodeno de frangos de corte de crescimento lento alimentados com ração contendo farelo de caroço de açaí (A), torta de coco (B) e torta de palmiste (C), na fase inicial do crescimento de 1 a 28 dias.

Considerando que as aves que receberam a TC apresentaram o maior valor de comprimento de vilosidade, podemos supor que esse aumento pode ser uma tentativa do organismo da ave para compensar a baixa funcionalidade fisiológica local com a presença daquele ingrediente específico, uma vez que a quantidade e a qualidade dos polissacarídeos não amiláceos solúveis presentes na TC aumentam a viscosidade da digesta, esse processo de aumento da viscosidade estimula o “turnover” celular na tentativa de excretar o excesso de muco presente no lúmen intestinal, o que resulta em maior comprimento de vilo e profundidade cripta como resultado da alta proliferação ocorrida. A presença no lúmen da digesta de alta viscosidade pode aumentar a taxa de perdas das células das vilosidades, o que em longo prazo leva a atrofia dos vilos, um fenômeno associado com o aumento da produção e das profundidades das criptas de Lieberkühn (VERDAL et al., 2010)

Mecanismo semelhante parece ter ocorrido com FCA, que por se tratar de um ingrediente ainda pouco utilizado na alimentação animal e por ser um ingrediente com

alto teor de fibra bruta, 77,20%, o mecanismo de “turnover” celular a nível duodenal também parece ter ocorrido nos frangos que foram alimentados com este tratamento. Embora, Arruda et al. (2018) em trabalho inédito avaliando o desempenho de frango de corte de crescimento lento, sugerem a inclusão de até 10% de FCA na dieta inicial destas aves sem afetar o desempenho das mesmas, o que prova que estudos futuros mais aprofundados precisam ser feitos para caracterizar o tipo da qualidade, a quantidade e elucidar a real influência desta fibra dietética no processo de modificação da morfometria intestinal, pois os resultados sugerem que o mecanismo de absorção e aproveitamento dos nutrientes está em ação efetiva mesmo no nível de 10% de inclusão, parecendo não exercer efeito negativo.

CONCLUSÃO

Nosso resultado sugere que a quantidade da fibra presente na torta de coco e no torta de palmiste e no farelo de caroço de açaí influenciaram no comprimento dos vilos e profundidade das criptas, estimulando o mecanismo de renovação celular do duodeno de frangos de corte de crescimento lento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. Ano 2015. Disponível em: <http://abpabr.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>
Acessado em: 27/02/2018
- ALBINO, L.F.T; VARGAS JR., J.G.; SILVA, J.H.V. **Criação de frango e galinha caipira -avicultura alternativa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 110p.
- ARRUDA, J. DE C.B.; FONSECA, L.A.B. DA; PINTO, L.C.P; et al. 2018. Açaí seed bran in the feed of slow-growth broilers. **Acta Amazonica** 48: 298-303.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 16389**. Avicultura- Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira. 1º Edição 08/2015. ISBN 978-85-07-05743-7. 9 p.
- CFMV – Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Manual de Legislação do Sistema CFMV/CRMV's**. Resolução nº1000, de 11 de maio de 2012. <http://portal.cfmv.gov.br/portal/lei/index/id/326>>. Accessed 30 April 2016.

- IJI, P.A., SAKI, A.A., TIVEY, D.R., 2001. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science Technology** 89, 175–188.
- LILLIE, R.D. 1954 **Histopathologic technic and practical histochemistry**. 2ed., New York, Blakiston, 501p.
- MCDONALD, D.E., PETHICK, D.W., PLUSKE, J.R.; et al. 1999. Adverse effects of soluble non-starch polysaccharide (guar gum) on piglet growth and experimental colibacillosis immediately after weaning. **Research Veterinary Science** 67, 245–250.
- MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; et. al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, p. 95–117.
- NAHASHON, S. N.; AGGREY, S. E.; ADEFOPE, N. A.; et. al. Gompertz-Laird model prediction of optimum utilization of crude protein and metabolizable energy by French guinea fowl broilers. **Poultry Science**. 2010.
- ROUGIÈRE, N.; GOMES, J.; MIGNON-GRASTEAU, S.; et. al. Effects of diet particle size on digestive parameters in D⁺ and D⁻ genetic chicken lines selected for divergent digestion efficiency. **Poultry Science**, v.88, n.6, p.12061215, 2009.
- SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R.; et. al. 2005. 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,
- SANTOS, F.R; STRINGHINI, J. H.; FREITAS, N. F.; et. al. 2015. Aspectos morfológicos e morfométricos do aparelho digestório, perfil bioquímico sérico e atividade de enzimas pancreáticas de frangos de crescimento lento e rápido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.322-327
- SAS Institute Inc. 2016. **SAS® University Edition: Installation Guide for Windows**. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SAVINO, V.J.N.; COELHO, A.A.D.; ROSÁRIO, M.F. et al. 2007. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.578- 583

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF. **Relatório Anual / Annual Report**. 2015. 248p. Disponível em: www.abef.com.br, acessado em 01/02/2018.

VERDAL, H.; MIGNON-GRASTEAU, S.; JEULIN, C.; et al. 2010. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. **Poultry Science**, v.89, n.9, p.1955-1961

CONCLUSÕES GERAIS

Os três ingredientes não convencionais testados podem ser utilizados nem dietas para frangos e corte de crescimento lento, desde que respeitados os níveis de segurança para o bom desempenho das aves.

O farelo do caroço de açaí apresenta melhor composição química quando elaborado a partir do açaí sem mesocarpo, pode ser incluído em até 10%, sem prejuízo ao desempenho, e sem prejuízo econômico para o produtor. Apresenta composição dentro de padrões semelhantes a outros alimentos alternativos e demonstrou coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes relativamente altos, além de não exercer efeito negativo a morfometria intestinal das aves.

A torta de palmiste pode ser utilizada em 20% de inclusão sem efeitos deletérios ao desempenho, sem desvantagem econômica e sem interferir na alometria dos órgãos. Sua composição demonstrou valores diferentes dos encontrados atualmente na literatura, e as aves que receberam o ingrediente em suas dietas resultaram nos melhores índices de metabolizabilidade dos nutrientes; aparentemente sua influencia no turnover das células intestinais não exerceu efeitos danosos ao desempenho.

A torta de coco deve ser utilizada em 15% de inclusão pois foi o alimento que mostrou mais desvantagens para as aves, níveis maiores resultaram em piora nos coeficientes de metabolizabilidade, e aumento no comprimento dos vilos e profundidade das criptas intestinais, prejudicando absorção dos nutrientes pelos frangos de crescimento lento em fase inicial até 28 dias.