



UFRPE

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

OTONNI FILIPI ALVES E SILVA ELIAS

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E UTILIZAÇÃO DO
COPRODUTO DE INDÚSTRIAS DE PIPOCA NA ALIMENTAÇÃO
DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

RECIFE - PE

2017

OTONNI FILIPI ALVES E SILVA ELIAS

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E UTILIZAÇÃO DE
COPRODUTO DE INDÚSTRIAS DE PIPOCA NA ALIMENTAÇÃO
DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia; área de nutrição animal.

ORIENTADOR: Wilson Moreira Dutra Junior, D.Sc.

CO-ORIENTADORES: Marco Aurélio Carneiro De Holanda, D.Sc.

Guilherme Rodrigues Nascimento, D.Sc.

RECIFE - PE
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

L732p Elias, Otonni Filipi Alves e Silva
Avaliação nutricional e utilização do coproduto de indústrias de pipoca na alimentação de frangos de corte de crescimento lento / Otonni Filipi Alves e Silva Elias. – 2017.
80 f. : il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Junior.

Coorientador: Marco Aurélio Carneiro de Holanda.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Alimentos alternativos 2. Desempenho 3. Energia 4. Frango caipira I. Dutra Junior, Wilson Moreira, orient. II. Holanda, Marco Aurélio Carneiro de, coorient. III. Título

CDD 636

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E UTILIZAÇÃO DE
COPRODUTO DE INDÚSTRIAS DE PIPOCA NA ALIMENTAÇÃO
DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

OTONNI FILIPI ALVES E SILVA ELIAS

Dissertação defendida e aprovada em 22/02/2017 pela banca examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Presidente)

Examinadores: _____

Prof. Dr. Claudio José Parro de Oliveira
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE
FEVEREIRO, 2017

BIOGRAFIA

OTONNI FILIPI ALVES E SILVA ELIAS, filho de José Elias Sobrinho e Maria Áurea Alves e Silva Elias, nasceu em Afogados da Ingazeira – PE, em 20 de março de 1990. Obteve os diplomas de Técnico em Agropecuária em 2007 pela Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim – PE, Técnico em Administração pela UPE, em Dezembro de 2013, e bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em setembro de 2014. Iniciou o mestrado em zootecnia em março de 2015, na área de nutrição animal, e concluiu em fevereiro de 2017, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Aos meus pais, José Elias Sobrinho (*In Memoriam*) e Maria Áurea Alves e Silva Elias, e aos meus irmãos Pedro Elias Santo Neto, Élice Alves e Silva Elias e Rubéns Vinícius Alves e Silva Elias, por estarem ao meu lado sempre, dando apoio e incentivo.

Dedico

A Deus, pela saúde e fé, ao meu pai, que hoje está ao lado de Deus, e sonhava com a realização dessa conquista,

A toda minha família, tios e tias,

A todos os meus amigos e colegas de profissão e sala de aula,

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a graça divina da saúde, força, sabedoria e da família que tenho.

À minha mãe, que foi sempre o alicerce, a força maior, em todos os momentos de nossas vidas, mesmo à distância, incentivando e apoiando a mim e aos meus irmãos.

Aos meus irmãos, pelo carinho, afeto e pela união, sempre com diálogos de incentivo.

À minha noiva, Maria Rosyane, pelo amor, carinho, compreensão e apoio.

À minha sogra, Ilma Cordeiro, pelo apoio, sempre que precisei, como uma segunda mãe.

Ao meu orientador, Prof. Wilson M. Dutra Junior, pelas orientações, oportunidades e pelo apoio nas pesquisas.

Aos meus co-orientadores, Prof. Marco Aurélio C. de Holanda e Dr. Guilherme R. Nascimento, pelas orientações, sugestões e apoio nas pesquisas.

Ao Prof. Carlos Bôa-Viagem Rabello e à prof.^a Maria Do Carmo M. M. Ludke, pelas sugestões e correções.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela disponibilidade das instalações.

Ao Laboratório de Nutrição pela realização das análises, e nas pessoas de Carlos e Vanessa, pelas orientações.

Aos amigos, Cleber, Andrea, José, Barbara, Mateus, Jefferson, Bruno, Yanne, Guilherme, Rogério e Elayne que, de forma direta ou indireta, ajudaram-me na realização dos ensaios.

A todos os colegas de turma, que contribuíram para o meu aprendizado.

Aos funcionários da UFRPE, que estiveram dispostos a ajudar de alguma forma, em especial à Dona Fátima Sampaio.

Ao Sr. Pedro, que esteve disposto a ajudar sempre que eu precisei.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	x
Lista de Figuras.....	xi
RESUMO GERAL	12
GENERAL ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	16
1. Atual situação da avicultura.....	16
2. Avicultura Alternativa.....	17
3. Coprodutos industriais na alimentação animal	18
4. Processamento do milho em pipoca.....	21
Referências.....	23
CAPÍTULO I – Composição química e valores energéticos do coproduto de indústrias de pipoca para frangos de corte de crescimento lento	26
Resumo.....	27
Abstract.....	28
Introdução.....	29
Materiais e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão.....	40
Referências.....	41
CAPÍTULO II - Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão do coproduto de indústrias de pipoca	45
Resumo.....	46
Abstract.....	47
Introdução.....	48
Materiais e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	54
Conclusão.....	75
Referências.....	76

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

1. Composição percentual e calculada da ração referência com base da matéria natural	32
2. Composição química do coproduto de pipoca.....	35
3. Médias dos coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), matéria seca (CMMS) e energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração referência e rações teste.....	36
4. Médias dos coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), matéria seca (CMMS) e energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do coproduto de indústrias de pipoca (CIP).....	37

CAPÍTULO II

1. Temperaturas e umidades máximas e mínimas aferidas durante o ensaio experimental.....	50
2. Composição nutricional do coproduto de pipoca.....	51
3. Composição centesimal das dietas referência e testes na fase inicial de 1 a 28 dias de idade.....	52
4. Composição centesimal das dietas referência e testes na fase de crescimento de 28 a 56 dias de idade.....	53
5. Composição centesimal das dietas referência e testes na fase final de 56 a 82 dias de idade.....	54
6. Médias de peso Corporal (PC), Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) expressos em gramas e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com rações contendo diferentes níveis de coproduto de indústrias de pipoca (CIP), nas fases inicial (1 a 28), crescimento (28 a 56) e final (56 a 82 dias).....	56
7. Estimativas de equação para as variáveis, peso corporal, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar nas diferentes fases.....	57
8. Médias do peso ao abate (PAA), carcaça (CAR), peito (PTO), coxa (CXA), sobrecoxa (SCX), dorso (DRS), intestinos delgado e grosso (IDG), asa (ASA), gordura abdominal (GAB), coração (CRA), fígado (FGD) e moela (MOE) frangos de corte de crescimento lento, alimentados com rações contendo diferentes níveis de coproduto de indústrias de pipoca (CIP).....	67
9. Médias dos rendimentos de carcaça (CAR), intestinos delgado e grosso (IDG), fígado (FGD), coração (CRA), moela (MOE), asa (ASA), sobrecoxa (SCX), coxa (CXA), peito (PTO), dorso (DRS) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de coproduto de pipoca.....	71

LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO I**

1. Energia metabolizável aparente (EMA) do coproduto de pipoca.....	39
2. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do coproduto de pipoca.....	39

CAPÍTULO II

1. Peso corporal aos 28 dias.....	58
2. Peso corporal aos 56 dias.....	58
3. Peso corporal aos 82 dias.....	59
4. Consumo de ração na fase inicial (1 a 28 dias).....	59
5. Ganho de peso na fase inicial (1 a 28 dias).....	60
6. Conversão alimentar na fase inicial (1 a 28 dias).....	60
7. Consumo de ração na fase de crescimento (28 a 56 dias).....	62
8. Conversão alimentar na fase de crescimento (28 a 56 dias).....	63
9. Peso médio absoluto da moela em frangos alimentados com CIP.....	68
10. Rendimento de moela de frangos alimentados com CIP.....	74

Avaliação nutricional e utilização do coproduto de indústrias de pipoca na alimentação de frangos de corte de crescimento lento

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a composição química, o valor energético e diferentes níveis de inclusão do coproduto de indústrias de pipoca (CIP) em dietas para frangos de corte de crescimento lento. Os ensaios foram conduzidos no laboratório de pesquisas com aves do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco. O coproduto de pipoca apresentou 94,12% de MS, 9,65% de PB, 3,950 kcal/kg de EB, 7,13% de EE, 8,51% FDN e 2,31% MM. Para avaliação dos coeficientes de metabolizabilidade e valores energéticos do coproduto de pipoca, foram utilizados 240 frangos da linhagem Label Rouge com 28 dias de idade, distribuídos de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e oito aves por parcela. Os tratamentos consistiam de uma ração referência e quatro níveis de substituição 10, 20, 30 e 40%, da ração referência pelo coproduto de pipoca (CIP). A determinação da EMA e EMAn apresentaram os valores de 3.821 e 3.352 kcal/kg, respectivamente. Os coeficientes de metabolizabilidade da MS e PB do coproduto de pipoca apresentaram os valores de 73,82 e 59,80%, respectivamente. No segundo ensaio, objetivou-se avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento alimentados com coproduto de indústrias de pipoca de um a 82 dias de idade. Foram utilizados 420 pintos machos e fêmeas da linhagem caipirão, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 14 aves por repetição. Os tratamentos consistiam em uma dieta referência a base de milho e farelo de soja e quatro dietas testes, com 20, 40, 60 e 80% de substituição do milho como alimento energético pelo coproduto de indústrias de pipoca. Observou-se efeito linear decrescente até os 28 dias para o ganho de peso e peso corporal, efeito quadrático para o consumo de ração e efeito linear crescente para a conversão. Não houve diferença significativa para o ganho de peso de 29 a 56 dias, porém, observou-se efeito linear decrescente para o peso corporal, consumo de ração e conversão. De 57 a 82 dias, não houve diferença significativa para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para os pesos dos cortes e da carcaça não houve efeito da dieta sobre os parâmetros avaliados. Para os rendimentos de cortes e órgão, não houve efeito da dieta em nenhum dos parâmetros avaliados, exceto o rendimento de

moela, que apresentou efeito quadrático pela equação, com ponto de máxima inclusão de 27,25%. Não houve diferença significativa no desempenho das aves avaliadas no período de 1 a 82 dias de idade. O coproduto de indústrias de pipoca pode substituir o milho em dietas para frangos de corte de crescimento lento ao nível de 20% até os 28 dias, sem prejuízo no desempenho, e até o nível de 80% a partir de 28 dias de idade sem prejudicar o desempenho e rendimento de carcaça aos 82 dias.

**Nutritional evaluation and use of the popcorn industry coproduct in the feeding of
slow-growing broilers**

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition, energy value and different inclusion levels of the popcorn industry coproduct (PIC) in diets for slow-growing broiler chickens. The trials were conducted in the laboratory of research with birds of the Departamento de Zootecnia of the Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco. The popcorn coproduct presented 94.12% DM, 9.65% CP, 3,950 kcal / kg CE, 7.13% EE, 8.51% NDT and 2.31% of MM. For the evaluation of the metabolizable coefficients and energetic values of the popcorn coproduct, 240 broilers of the Label Rouge line were used with 28 days of age, distributed according to the completely randomized design, with five treatments, six replicates and eight birds per plot. Treatments consisted of one reference diet and four replacement levels 10, 20, 30 and 40%, of the reference diet for the popcorn coproduct (CIP). The determination of EMA and EMAn presented values of 3.821 and 3.352 kcal/kg, respectively. The metabolizable coefficients of DM and CP of the popcorn coproduct presented values of 73.82 and 59.80%, respectively. In the second trial, the objective was to evaluate the performance and carcass yield of slow-growing broiler chickens fed with a co-product from popcorn industries from one to 82 days of age. A total of 420 male and female chicks of the caipirão line were used in a completely randomized design with five treatments, six replicates and 14 birds per replicate. The treatments consisted of a reference diet based on corn and soybean meal and four test diets with 20, 40, 60 and 80% substitution of corn as an energy food by the co-product of popcorn industries. A linear decreasing effect up to 28 days was observed for weight gain and body weight, quadratic effect for feed intake and increasing linear effect for conversion. There was no significant difference in weight gain from 29 to 56 days, but a linear effect was observed for body weight, feed intake and conversion. From 57 to 82 days, there was no significant difference for feed intake, weight gain and feed conversion. For the weights of the cuts and the carcass there was no effect of the diet on the evaluated parameters. For the cut and organ yields, there was no effect of diet on any of the evaluated parameters, except the gizzard yield, which presented quadratic

effect by the equation, with maximum inclusion point of 27.25%. There was no significant difference in the performance of birds evaluated from 1 to 82 days of age. The popcorn industry coproduct can replace corn in diets for slow-growing broiler chickens at 20% level up to 28 days, without detriment to performance, and up to the level of 80% from 28 days of age without harming performance and carcass yield at 82 days.

INTRODUÇÃO

1. Atual situação da avicultura

A avicultura é um dos setores da agropecuária mundial que mais tem se desenvolvido nos últimos anos. Isso se deve aos avanços em melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo, tornando-a uma atividade de alta eficiência, com o objetivo de produzir proteína animal de alto valor biológico para o consumo humano e a custos mais baixos (FERNANDES et al., 2012).

O Brasil foi o segundo maior produtor de carne de frango em 2015, ficando atrás apenas dos EUA, quando chegou a produzir 13,146 milhões de toneladas neste ano, configurando-se como maior exportador mundial desse alimento, chegando a exportar 4,3 milhões de toneladas ainda em 2015. Apesar das exportações, o consumo interno chegou, em 2011, a 47,38 kg/hab/ano, havendo uma queda neste consumo entre os anos de 2012 e 2014, decorrente da estiagem prolongada em todo país, diminuindo drasticamente a oferta e produção de grãos de milho e soja que, conseqüentemente, influenciou o aumento do preço do frango, e voltou a crescer em 2015, com um consumo de 43,25 kg/hab/ano, o que representou 67,3% da produção da carne avícola nacional (ABPA, 2016).

O estado de Pernambuco não produz milho e soja suficientes para atender a avicultura no estado; tais matérias-primas são essenciais para a produção do frango, sendo necessária a importação de outros estados, o que aumenta os custos da atividade. Mesmo assim, ocupa lugar de destaque na produção de ovos e carne no cenário nacional (VITAL et al., 2009).

Nas regiões produtoras de milho e soja, durante o período de entressafra, o preço dessas commodities eleva-se consideravelmente, principalmente em razão da procura continuar constante e os estoques já se encontrarem em quantidades mínimas. A

investigação por parte dos pesquisadores por alimentos alternativos é influenciada pelo alto custo das rações balanceadas e sua crescente demanda, assim como a utilização desses alimentos para o consumo humano (CRUZ et al., 2006). Deste modo, esta busca que visa a diminuir os gastos com as rações, é iminente justificada, contudo, sem deixar de atender às exigências nutricionais dos animais nas diferentes fases de criação.

2. Avicultura alternativa

A cadeia produtiva da avicultura é de grande relevância para o estado de Pernambuco, principalmente no tocante a aspectos sociais. A implementação de regime de manejo adequado a cada fase da exploração e a adoção de técnicas modernas são pré-requisitos básicos para a promoção da qualidade de vida do homem rural, de maneira que elevem os Índices de Desenvolvimento Humano.

A criação de aves para produção de carne tipo caipira é um dos segmentos mais promissores da avicultura alternativa, tendo em vista a demanda por produtos mais saborosos, firmes e com sabor pronunciado (MADEIRA et al., 2010). Segundo Costa et al. (2007), a avicultura caipira tornou-se uma alternativa para o pequeno e médio produtor rural, e seus produtos são destinados a um mercado exigente, e que contribui para a intensificação de tecnologias da atividade, tornando-a rentável e eficiente.

Além de ser uma alternativa para os consumidores que procuram alimentos produzidos de forma mais natural, sem uso de quimioterápicos e ingredientes de origem animal (CARRIJO et al., 2010), pode alcançar preços mais elevados do que os dos frangos comuns no mercado varejista, embora os requisitos de produção e o *marketing* diferenciado imprimam grande impacto nos custos (FILHO; MENDES, 2001).

É necessário que a alimentação dessas aves seja adequada à sua evolução genética, respeitando o meio ambiente, as características de cada região e,

principalmente, os tipos de alimentos produzidos, que podem afetar a relação custo/benefício da atividade (FURTADO et al., 2011).

Porém, para que o produto final tenha de fato as características desejadas pelos consumidores, é necessário que o sistema de criação desses animais esteja de acordo com o regulamentado pelo ofício circular 007/99 do Departamento de inspeção de Produtos de origem animal (DIPOA), do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Tal órgão que determina que as aves devam ser criadas em sistemas extensivo ou semi-intensivo, após 25 dias de idade, com área de pasto para que expressem seus comportamentos naturais, com menor taxa de lotação ($3\text{m}^2/\text{ave}$), alimentação composta preferencialmente por produtos de origem vegetal, além das linhagens serem de crescimento lento, com idade mínima de abate aos 84 dias (BRASIL, 1999).

3. Coprodutos industriais na alimentação animal

A utilização de resíduos das indústrias está cada vez mais se tornando uma alternativa de grande importância para a pecuária, uma vez que este material se apresenta de forma mais acessível, do ponto de vista econômico, principalmente para os pequenos e médios produtores.

Muitos são os trabalhos realizados com uso de subprodutos das indústrias na alimentação animal, sempre com o intuito de diminuir os custos de produção, como o resíduo de macarrão (SILVA et al., 2014), resíduo da semente de urucum (SILVA et al., 2005), ou resíduos de biscoito e goiaba (TARDOCCHI et al., 2014).

Dentre as alternativas de substituição parcial do milho, como ingrediente energético das rações, destaca-se o resíduo de pipoca, devido à presença de muitas fábricas de pipoca no estado de Pernambuco, e estas descartam este material ou

comercializam para produtores da região fornecer aos seus animais. Porém, são muito escassos na literatura dados de valor nutritivo deste material, assim como trabalhos realizados com o intuito de avaliar este ingrediente como substituto do milho na alimentação animal. Em aves, não há na literatura trabalhos que mostrem resultados de substituição do milho pelo resíduo de pipoca, evidenciando uma necessidade de realização desse estudo.

Segundo a ATTRA (2004), o resíduo de pipoca pode apresentar composição bromatológica semelhante ao milho, sendo possível substituí-lo de forma integral.

Volpato et al. (2014), ao avaliarem a composição química e a digestibilidade de resíduos da indústria em suínos, encontraram valores de matéria seca (MS) de 94,3%, proteína bruta (PB) de 6,0%, extrato etéreo (EE) de 7,12, energia bruta (EB) de 4.199 kcal/kg e energia digestível (ED) de 3,995 kcal/kg, para o resíduo de pipoca doce.

Esses mesmos autores determinaram o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da MS, MO, PB e EB do resíduo de pipoca, que foram 95,0%, 96,6%, 87,9% e 93,7%, respectivamente. Ressalta-se que os animais utilizados no estudo foram leitões na fase inicial de creche, que não apresentam a mesma capacidade digestiva de um animal adulto. O CDAPB (87,9%) do resíduo de pipoca doce foi semelhante ao resultado da digestibilidade da PB para os resíduos de biscoito e bolacha (85%) e macarrão (88,6%) encontrados por Rostagno et al. (2011). Diante do exposto, os autores afirmam que todos os resíduos avaliados neste estudo, que foram resíduos de biscoito de trigo doce e salgado, resíduo de batata palha e resíduo de pipoca, contém composição química e nutricional que viabilizam sua utilização na alimentação de leitões.

Tardocchi et al. (2014), ao estudarem resíduos de biscoito, macarrão e goiaba como substitutos do milho em rações de leitões, encontraram valores de PB e ED de 6,3% e 3.849,3 kcal/kg, respectivamente, para o resíduo de biscoito, apresentando-se

muito próximo dos valores encontrados no resíduo de pipoca doce por Volpato et al. (2014), que foram 6% e 3.995 Kcal/kg para a PB e ED, respectivamente. Os autores afirmam que o resíduo de biscoito é uma alternativa potencial na substituição parcial do milho nas rações para suínos.

O farelo integral de mandioca (FIM) na alimentação de frangos caipira, com inclusão de até 48% não ocasiona prejuízos no desempenho zootécnico das aves (HOLANDA et al., 2015), quando sua composição bromatológica apresenta 2,14% de PB, 0,25% de EE e 3.640 kcal/kg de EB, valores menores que os observados por Volpato et al. (2014) para o resíduo de pipoca.

O mesmo acontece com o farelo de varredura de mandioca (FVM), estudado por Freitas et al. (2008), concluindo que a inclusão de até 30% do FVM não afeta o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça de frangos caipira, ao mesmo tempo que a composição bromatológica do material em estudo se mostra inferior do ponto de vista nutricional ao resíduo de pipoca, enfatizando, assim, a necessidade de estudo deste alimento. Nkosi et al. (2010) afirmam que o desempenho animal não foi afetado quando o milho foi substituído pela pipoca em 33% e 66% na alimentação de suínos em crescimento.

Vários autores estudaram os efeitos do processamento do milho na degradabilidade e disponibilidade dos nutrientes e desempenho dos animais. Têm-se realizado pesquisas sobre os tipos de processamento do milho como gelatinização, extrusão, micronização, cozimento, entre outros, com intuito desestruturar o grânulo de amido para facilitar a ação enzimática (BRANCO et al., 2006). O resíduo de pipoca é um subproduto derivado do processamento do milho, o qual recebe altas temperaturas e pressão em curto período de tempo, assemelhando-se ao processo de micronização e extrusão.

Segundo Freitas et al. (2005), os processamentos que utilizam temperatura e pressão suficientes para ocorrer a gelatinização do amido aumentam a digestibilidade, resultando em maiores valores de energia metabolizável. Ainda segundo os autores, este efeito se dá pela exposição da amilose e amilopectina, inicialmente organizadas em grânulos, que são destruídos pelo calor. Nunes et al. (2014) afirmaram que o processamento dos alimentos pode ser uma alternativa para minimizar custos de produção, uma vez que o desempenho dos animais pode ser melhorado pelo maior aproveitamento dos nutrientes e melhora no status sanitário do alimento.

O milho processado na forma de pipoca pode se apresentar como um dos melhores métodos de processamento com objetivo de aumentar a digestibilidade do amido. Os métodos mais eficientes para aumentar a digestibilidade do amido dos grãos são floculação, micronização, pipoca, reconstituição seguida de moagem e colheita precoce seguida de moagem (SIMAS et al., 1996).

4. Processamento do milho em pipoca

A transformação do milho em pipoca pode ocorrer de duas maneiras. Uma é a pipoca que pode ser feita em casa, em que é comercializado o milho em saquinhos, pronto para ir ao fogo em uma panela, na maioria das vezes com óleo vegetal, ou de micro-ondas, que é comercializado em saquinhos de papel apropriado para tal. Neste caso, o milho utilizado pertence a uma variedade específica, é utilizado inteiro, e possui o pericarpo quatro vezes mais resistente que o milho normal. Este milho, quando em altas temperaturas, em torno de 70 a 80°C, a umidade nele contido, que deve ser em torno de 14 a 14,5%, a fim de evaporar, produz pressão dentro do grão, que acaba estourando e virando a pipoca de panela ou micro-ondas.

A outra forma é a pipoca industrial que é produzida de forma diferente. É derivada do aquecimento do milho seco (comum) em um “canhão” de ar quente, em torno de 180°C, e com pressão de 135 libras, que, em combinação, são responsáveis pela expansão do grão de milho (GOKMEN, 2004), que ocorre com a despressurização repentina do sistema (canhões) (PEDROSA, 2006). O milho utilizado para fabricação da pipoca industrial é despediculado, ou seja, não possui pericarpo, como também não possui o gérmen (PEDROSA, 2006). Após ocorrer a expansão, o produto passa por misturadores aquecidos a temperaturas de 60°C para “torrar”, o que faz com que a pipoca fique crocante, e se misture aos demais ingredientes, como sal e gordura. As proporções de sal e óleo adicionados são de aproximadamente 4 litros/100kg de milho e 360g/100kg de milho¹.

O fluxograma seguido pela indústria é básico; o milho é adquirido pronto para a fabricação da pipoca, pois já é processado, (despediculado e desgerminado) pela indústria que o comercializa. Após chegar à “Pipoqueira” e ser armazenado, o milho é colocado diretamente nos canhões de estouro, onde permanece cerca de 3 a 5 minutos, até ocorrer a expansão. Após o estouro, a pipoca passa por peneiras vibratórias que desprezam os grãos de menor partícula e o milho que não estourou; em seguida, são transferidos para os misturados, por meio de tubulações, onde passam cerca de 10 a 15 minutos, após este período o produto vai diretamente para os silos de armazenamento também por meio de tubulação, e novamente passam em peneiras, a fim de retirar qualquer resíduo impróprio ao consumo humano, e destes para as máquinas empacotadoras. Os resíduos surgem em dois momentos: no estouro, quando podem cair muitos grãos de pipoca fora da área de transferência e de milho que não estouraram, e nas peneiras antes e depois dos misturadores.

¹ Dados obtidos através dos responsáveis pela produção de pipoca da Fábrica Veneza, localizada na cidade de Recife, estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTRA, NATIONAL SUSTAINABLE AGRICULTURE INFORMATION SERVICE: **Livestock Production Guide; Hog Production Alternative**. Lance Gegner NCAT Agriculture Specialist, 2004. Disponível em: http://smallfarms.wsu.edu/education/pierce/ssfr2010/Lesson%209_Sustainable%20Livestock%20&%20Poultry/hog.pdf. Acesso em 14 de Novembro de 2016.

BRANCO, P. A. C.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V.; SANTOS, Z. A. S.; CARELLOS, D. C.: Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho e soja micronizada em dietas de leitões dos 21 aos 56 dias de idade. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.63, n.1, p.01-10, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício Circular DOI/DIPOA N0 007 de 19 maio de 1999. Dispõe sobre as normas para frango caipira e produção de ovos caipira. Brasília, DF. 1999b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sislegis> Acesso em: 06 de Março de 2017.

CARRIJO, A. S.; FASCINA, V. B.; SOUZA, K. M. R.; RIBEIRO, S. S.; ALLAMAN, I. B.; GARCIA, A. M. L.; HIGA, J. A.: Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.11, n.1, p 131-139 jan/mar, 2010.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. L.: Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.6, p.2303-2308, 2006.

FILHO, L. C. D.; MENDES, C. M. I. Viabilidade técnica e econômica na criação alternativa de frangos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001. **Anais...** p. 254-266, Campinas: FACTA, 2001.

FREITAS, C. R. G.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; RABELLO, C. B. V.; NASCIMENTO, G. R.; BARBOSA, E. N. R.: Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v.30, n.2, p. 155-163, 2008.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; BARBOSA, N. A. A.: Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.510-517, 2005.

FURTADO, D. A.: CARVALHO JUNIOR, S. B.; LIMA, I. S. P.; COSTA, F. G. P.; SOUZA, J. G.: Desempenho e características de carcaça de aves caipiras alimentadas com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 182-189, 2011.

GOKMEN, S.: Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn. **J. Food Eng.** 65 (3), 357-362, 2004.

HOLANDA, M. A. C.: **Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca na dieta de frangos caipira**, 17 de Março de 2011, 115 f. : il. Tese (Doutorado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2011.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; VIGODERES, R. B.; DUTRA JUNIOR, W. M.; ALBINO, L. F. T.: Desempenho de frangos caipiras alimentados com farelo integral de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador**. v.16, n.1, p.106-117 jan./mar., 2015.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; ARAÚJO, P. C.; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; PEZZATO, A. C.: Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

NKOSI, B. D.; MEESKE, R.; VAN DER MERWE, H. J.; ACHEAMPONG-BOATENG, O.; LANGA, T.: Effects of dietary replacement of maize grain with popcorn waste products on nutrient digestibility and performance by lambs. **South African Journal of Animal Science**, 40 (2) 2010.

NUNES, A. N.; SIMÕES, E. O.; FORMIGONI, A. S.; BRUSTOLINI, A. P. L.; SCOTTÁ, B. A.; FONTES, D. O.: O milho processado e diferentes técnicas de determinação do amido na alimentação de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime – ISSN 1983-9006**, v.11, n.04, p.3508-3514, 2014.

PEDROSA, P. T. F.: **Qualidade no controle de sobremassa de pipoca**. 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 252p, 2011.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.: Efeito da inclusão do resíduo da semente de Urucum (*Bixa orellana L.*) na dieta para frangos de corte: Desempenho e Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1606-1613, 2005.

SILVA, T. R. M.; ANDRADE, M. L. S.; CHUNG, S.; BICUDO, A. J. A.: Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para Tilápia-Do-Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 40(4): 669 – 676, 2014.

SIMAS, J. M. C.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.: Influence of sorghum grain processing in dairy cows fed varying levels of fat on performance and nutrients digestibilities. **Journal of Dairy Science**. V.77, suppl. 1, p.234, 1994.

TARDOCCHI, C. F. T.; SOARES, R. T. R. N.; BONAPARTE, T. P.; CABRAL, N. O.: Digestibilidade de resíduos agroindustriais para suínos na fase inicial. **Revista Eletrônica Nutritime – ISSN 1983-9006**, v.11, n.06, p.3770-3780, 2014.

VITAL, T.; DROUVOT, H.; SAMPAIO, Y.: Avicultura integrada e estratégias de mercado de grandes empresas em Pernambuco. **Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 7, n. 2, p. 29 - 40, jul/dez, 2009.

VOLPATO, R. M.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E.; PEREZ NETO, D.: Coprodutos da agroindústria na alimentação de leitões. **Ciência Rural**, v.45, n.1, jan, 2014.

CAPITULO I

Caracterização nutricional do coproduto de pipoca para frangos de corte de crescimento lento

Caracterização nutricional do coproduto de pipoca para frangos de corte de crescimento lento

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição bromatológica e o valor energético do coproduto de pipoca para frangos de corte de crescimento lento. O coproduto foi encaminhado ao laboratório de análises químicas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, para realização das análises químico-bromatológicas, onde também foi realizado um ensaio de digestibilidade, utilizando 240 frangos da linhagem Label Rouge com 28 dias de idade. As aves foram distribuídas de acordo com o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam de uma ração referência à base de milho e farelo de soja e quatro níveis de substituição 10, 20, 30 e 40%, da ração referência pelo coproduto de pipoca. Os resultados foram submetidos à análise de regressão e teste de Tukey ($P < 0,05$). O coproduto de pipoca apresentou 94,12% de MS, 9,65% de PB, 3,950 kcal/kg de EB, 7,13% de EE, 8,51% de FDN, e 2,31% de MM. A EMA e EMAn apresentaram efeito quadrático pelas equações $\hat{Y} = -1.1702x^2 + 93.213x + 1964.7$ ($R^2 = 0.90$) e $\hat{Y} = -1.5543x^2 + 112.7x + 1308.9$ ($R^2 = 0.93$) com pontos de máxima inclusão de 39,83 e 36,25%, e foram determinados os valores de 3,821 e 3,352 kcal/kg. Os coeficientes de metabolizabilidade da MS e PB do resíduo de pipoca apresentaram efeito linear variando de 68,30 a 73,82 e 55,36 a 59,80%, respectivamente.

Palavras-Chave: digestibilidade, energia metabolizável, frango caipira.

Nutritional characterization of the popcorn coproduct for slow-growing broilers

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the bromatological composition and energy value of the popcorn coproduct for slow-growing broiler chickens. The coproduct was sent to the chemical analysis laboratory of the Department of Animal Science of the Federal Rural University of Pernambuco, Recife, state of Pernambuco, to perform the chemical-bromatological analyzes, where a digestibility test was also carried out using 240 broilers of the Label Rouge lineage with 28 Days of age. The birds were distributed according to the completely randomized design, with five treatments, six replicates and eight birds per experimental unit. The treatments consisted of a reference ration based on corn and soybean meal and four levels of substitution 10, 20, 30 and 40%, of the reference feed for the popcorn co-product. The results were submitted to Tukey regression and test ($P < 0.05$). The popcorn coproduct had 94.12% DM, 9.65% PB, 3.950 kcal / kg EB, 7.13% EE, 8.51% NDF, and 2.31% MM. The EMA and EMAn presented a quadratic effect by the equations $\hat{Y} = -1.1702x^2 + 93.213x + 1964.7$ ($R^2 = 0.90$) and $\hat{Y} = -1.5543x^2 + 112.7x + 1308.9$ ($R^2 = 0.93$) with maximum inclusion points of 39.83 and 36.25%, and values of 3.821 and 3.352 kcal / kg were determined. The metabolizable coefficients of DM and PB of the popcorn residue had a linear effect varying from 68.30 to 73.82 and 55.36 to 59.80%, respectively.

Keywords: digestibility, metabolizable energy, free range broiler,

INTRODUÇÃO

A criação de frangos tipo caipira tem se tornado uma alternativa muito promissora para os pequenos e médios produtores, pelo aumento da procura por alimentos mais saudáveis e saborosos, e que tenham em vista o bem-estar animal. As aves criadas em sistema caipira têm características sensoriais diferenciadas das aves criadas em confinamento comercial, com carne mais escura e firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça (TAKAHASHI et al., 2006).

Esta atividade passou de uma simples criação familiar para produção comercial muito rentável, atendendo a nichos de mercado exigentes e disposto a pagar valores mais elevados por um produto diferenciado. O crescimento na demanda pela carne de frango do tipo caipira permite que haja aumento na renda das famílias e que estas se mantenham em suas propriedades (FERNANDES et al., 2015).

Por outro lado, devido ao alto custo que os grãos de milho e soja atingem e à baixa produção destes na região Nordeste, há uma preocupação constante por parte dos pesquisadores no intuito de conhecerem novos ingredientes que possam compor as rações desses animais, atendendo às suas exigências nutricionais e diminuindo os custos de produção. Para um correto balanceamento das rações é necessário o conhecimento da composição química e dos valores de energia metabolizável destes ingredientes (SILVA et al., 2008).

A região Nordeste é grande produtora de resíduos agroindustriais, em virtude do vasto número de indústrias que produzem alimentos destinados à alimentação humana, como é o exemplo das polpas de sucos de frutas, macarrão, biscoitos e farinhas de mandioca, entre estas, podemos citar as fábricas de pipoca, que descartam grande quantidade de resíduos que podem ser utilizados na alimentação animal.

Volpato et al. (2014), avaliando a composição química e a digestibilidade de resíduos da indústria em suínos, encontraram valores de matéria seca (MS) de 94,3%, proteína bruta (PB) de 6,0%, extrato etéreo (EE) de 7,12, energia bruta (EB) de 4.199 kcal/kg e energia digestível (ED) de 3,995 Kcal/Kg para o resíduo de pipoca doce. Estes mesmos autores determinaram o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da MS, MO, PB e EB, do resíduo de pipoca que foram 95,0%, 96,6%, 87,9% e 93,7%, respectivamente. Ressalta-se que os animais utilizados no estudo foram leitões na fase inicial de creche, que não apresentam a mesma capacidade digestiva de um animal adulto. O CDAPB encontrados por estes autores (87,9%) foram semelhantes aos encontrados por Rostagno et al. (2011) para os resíduos de biscoito e bolacha (85%) e macarrão (88,6%), sendo estes últimos, ingredientes de grande potencial para alimentação de não ruminantes.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), do coproduto de indústrias de pipoca para frangos de corte de crescimento lento.

METODOLOGIA

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética sobre o uso de animais em experimento, sob a licença de número: 042/2016, em 15 de abril de 2016. A pesquisa foi realizada no laboratório de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, no período de maio a julho de 2016.

O coproduto foi adquirido da indústria de pipoca Veneza LTDA, localizada na cidade de Recife, estado de Pernambuco, e encaminhada para o laboratório de nutrição

animal do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para a realização das análises químico-bromatológicas.

Foi realizado um ensaio de metabolismo com frangos de corte tipo caipira, utilizando o coproduto da indústria de pipoca. Utilizou-se um total de 240 pintos machos e fêmeas da linhagem Label rouge, com 28 dias. O método utilizado foi o de coleta total, com cinco dias de adaptação às dietas e instalações, seguido de cinco dias de coleta das fezes.

Os pintainhos foram adquiridos no incubatório comercial com peso inicial de 42 g, vacinados no primeiro dia ainda no incubatório contra Marek e Gumboro, e vacinadas contra Newcastle e bouba aviária aos 14 dias de vida.

As aves foram alojadas em um galpão experimental, recebendo água e ração *ad libitum*. O manejo foi realizado conforme as recomendações do manual de criação da linhagem (GLOBOAVES, 2011). Os níveis de nutrientes das rações experimentais (Tabela 1) foram formulados de acordo com as exigências das aves em cada fase de criação seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011), Nascimento et al., (2009, ab), Pinheiro et al., (2011, ab) e Mendonça et al., (2008).

O coproduto em estudo é resultante da fabricação de pipoca destinada a alimentação humana, derivado do milho despediculado e processado em canhões industriais a uma temperatura de 180° C, onde ocorre sua expansão, que é gerada pela pressão da evaporação da umidade contida nos grãos, esta expansão ocorre com a depressurização repentina do sistema (canhões) (PEDROSA, 2006), posteriormente acrescida de sal e gordura. Este material foi triturado em um moinho tipo martelo, para ser misturado às dietas experimentais.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração referência com base na matéria natural

% na matéria natural	
Ingrediente %	Inicial (28 dias)
Milho grão	60,96
Farelo de soja 45	33,09
Fosfato bicálcico	2,00
Calcário calcítico	1,520
Óleo de soja	1,450
Sal comum	0,482
DL-metionina	0,254
Lisina-HCL	0,094
Suplemento vitamínico ¹	0,050
Suplemento mineral ²	0,100
Total	100,00
Composição calculada %	
EMA, kcal/kg	2.950
Proteína bruta	20,00
Fósforo disponível	0,481
Cálcio	1,204
Met+Cis digestível	0,818
Lisina digestível	1,034
Sódio	0,232

¹**Premix Vitamínico** (composição por quilo de produto): ác. fólico 106,00 mg, C. pantotênico 2.490,00 mg, 161 antifúngico 5.000,00 mg, antioxidante 200,00 mg, biotina 21,00 mg, coccidiostático 15.000,00 mg, colina 118.750,00, 162 vit. K3 525,20 mg, niacina 7.840,00 mg, piridoxina 210 mg, promotor de crescimento 7.500,00 mg, riboflavina 1.660,00 163 mg, tiamina 360,00 mg, vit. A 2.090.000,00 UI, vit. B12 123.750,00 mcg, vit. D3 525.000,00 UI, vit. E 4.175,00 mg.

²**Premix Mineral** (composição por quilo de produto): Cu 2.000,00 mg, I 190,00 mg, Mn 18.750,00 mg, Se 75,00 mg, Zn 165 12.500,00 mg.

A composição nutricional do coproduto de pipoca utilizada para formulação das dietas experimentais foi determinada pela metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Foi determinada a composição químico-bromatológica, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), e segundo a metodologia de Van Soest (1991), foi determinada a fibra em detergente neutro (FDN).

Os tratamentos foram constituídos de uma ração referência (Tabela 1) à base de milho e farelo de soja (T₁) e de quatro dietas teste (T₂, T₃, T₄, T₅), com níveis de substituição de 10, 20, 30 e 40% da ração referência pelo resíduo de pipoca, respectivamente.

No ensaio de digestibilidade as aves foram transferidas aos 28 dias de idade para gaiolas metabólicas que mediam 100 x 50 x 50 cm, dispostas em baterias, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, seis repetições e oito aves por parcela, totalizando 30 parcelas e duração de 10 dias, sendo cinco para adaptação às dietas e cinco para coleta total das excretas, finalizando, portanto, aos 38 dias de idade das aves.

As médias das temperaturas e umidades máximas e mínimas dentro da sala de metabolismo, no período experimental foram 28,9 e 22,9°C e 63 e 27%, respectivamente.

As gaiolas metabólicas eram providas de bandejas cobertas com lona plástica, de modo a individualizar as excretas das parcelas e evitar contaminação e ou perdas do material fecal. As coletas das excretas foram realizadas uma vez por dia às 8h00min e foi utilizado o óxido férrico como marcador externo misturado às rações teste na proporção de 2% no início e no final das coletas.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, pesados, identificados e armazenados em freezer até o final do período de coleta, quando, então, as excretas foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas e retiradas quantidades de 500g, colocando-as em estufas de ventilação forçada a uma temperatura de 55°C por 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho faca para futuras análises.

Foram registradas as quantidades de rações teste ingeridas por unidade experimental para a determinação dos valores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), e de nitrogênio (N) dos alimentos, das dietas e das excretas, de acordo com a metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Após as análises, foram determinados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e de metabolização da energia, conforme técnica de Matterson et al. (1965) para avaliação de alimentos descrita por Sakomura e Rostagno (2007).

$$\text{CDA} = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente fecal} \times 100}{\text{Nutriente consumido}}$$

$$\text{EMA} = \frac{\text{Energia Bruta ingerida} - \text{Energia Bruta excretada}}{\text{Matéria seca ingerida}}$$

$$\text{EMAn} = \frac{\text{Energia Bruta ingerida} - \text{Energia Bruta excretada} \pm 8,22 \times \text{BN}}{\text{Matéria Seca ingerida}}$$

$$\text{CMEB} = \frac{\text{Energia Metabolizável} \times 100}{\text{Energia Bruta}}$$

Onde:

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente;

EMA = Energia metabolizável aparente;

EMAn = Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio;

CMEB = Coeficiente de metabolização da energia (%).

Os dados foram submetidos à avaliação de homocedasticidade e normalidade e em seguida submetidos à análise de variância e regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de proteína bruta do coproduto de indústria de pipoca (CIP) encontrados neste trabalho (Tabela 2) foram maiores que os encontrados por Volpato et al. (2014) e Imaizumi et al. (2006) para o coproduto de pipoca doce, que foram de 5,66 e 5,35%, respectivamente. O percentual de extrato etéreo determinado foi maior que o observado por Imaizumi et al. (2006), 1,66%, e semelhante ao encontrado por Volpato et al. (2014), que foi 7,12%.

Tabela 2. Composição nutricional do coproduto de pipoca (CIP)

Variáveis	CIP
Matéria seca, %	94.12
Proteína bruta, %	9.65
Energia bruta, Kcal/kg	3,950
Extrato etéreo, %	7.13
FDN, %	8,51
Matéria mineral, %	2.31

A energia bruta do coproduto de pipoca, determinada no presente estudo, foi menor que a citada por Volpato et al. (2014), que foi de 4.199 Kcal kg⁻¹.

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (Tabela 3) das rações aumentou à medida que os níveis de substituição da ração referência pelo coproduto de pipoca aumentaram e é representado pela equação linear $\hat{Y} = 0.1134x + 75.495$ ($R^2 = 0.98$). Esse fato pode ter ocorrido por se tratar de um alimento processado, melhorando sua digestibilidade (NUNES et al., 2014).

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca é importante, pois é onde se encontram todos os nutrientes do alimento, e através dessa informação podemos compreender a fração do alimento que foi digerida e metabolizada (SILVA et al., 2009).

Tabela 3. Médias dos coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) e energias metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração referência e rações teste com base na matéria seca

Níveis de CIP	Variáveis			
	CMMS %	CMPB %	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
%				
0	75.65±3,3 b	61.26±8.5 a	3.441±126 ab	3.296±114 ab
10	76.63±1,1 ab	65.84±3,3 a	3.385±34 b	3.217±39 b
20	77.31±2,4 ab	61.39±5,9 a	3.393±94 ab	3.258±88 ab
30	79.17±2,3 ab	67.18±7,3 a	3.550±99 ab	3.409±98 ab
40	80.05±3,1 a	70.80±7,5 a	3.559±127 a	3.399±120 a
CV%	3.32	10.36	2.94	2.90
P-valor	0,03	0,10	0,01	<0,01
Reg	¹ L	² L	³ L	⁴ L

Nas colunas, médias seguidas de letras minúsculas distintas entre si diferem pelo teste de Tukey (p<0,05) a 5% de probabilidade.

$$^1\text{CMMS} = \hat{Y} = 0.1134x + 75.495 \quad (R^2 = 0.98)$$

$$^2\text{CMPB} = \hat{Y} = 0.2044x + 61.213 \quad (R^2 = 0.64)$$

$$^3\text{EMA} = \hat{Y} = 4.0071x + 3385.5 \quad (R^2 = 0.57)$$

$$^4\text{EMAn} = \hat{Y} = 3.9789x + 3236.6 \quad (R^2 = 0.54)$$

Observou-se efeito linear dos níveis de substituição sobre os coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta, representado pela equação $\hat{Y} = 0.2044x + 61.213$ ($R^2 = 0.64$). Partindo do princípio de que o coproduto da pipoca passou por um processamento por aquecimento, Moreira et al. (1994) afirmaram que um dos principais objetivos desse tipo de processamento é a melhoria da digestibilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes.

Furlan et al. (2003), ao trabalharem com milho processado por extrusão e milho não processado, para coelhos em crescimento, verificaram que as rações contendo 30% do milho processado por extrusão apresentaram maior coeficiente de digestibilidade da MO, PB e EB em relação às dietas referência e com 30% de milho não processado. Os mesmos autores encontraram diferenças significativas para o coeficiente de digestibilidade da MO e EB dos alimentos em estudo, milho extrusado e não extrusado, que foram de 96,96 e 88,24% e 97,54 e 90,24%, respectivamente.

Silva et al. (2015), ao estudarem o valor nutricional do farelo de mandioca, encontraram valores semelhantes ao achado no presente trabalho, para os CMMS, que

foi de 73,65% em frangos de crescimento lento na fase inicial (10 a 19 dias). Porém, os mesmo autores obtiveram valores de CMPB inferior ao encontrado neste estudo, que foi de 50,48%, também na fase inicial, com nível de substituição de 40% da ração referência.

Observou-se diferença significativa nas energias metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das rações com 10 e com 40% de coproduto de pipoca, sendo que a ração contendo 40% do coproduto obteve maior metabolizabilidade da energia, não havendo diferenças entre os demais tratamentos, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Apresentaram também efeito quadrático com pontos de máxima inclusão de 39,83 e 38,15%, onde se determinaram os valores de 3.596 e 3.096 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente. Na Tabela 4 estão apresentados os coeficientes de metabolização da proteína bruta, matéria seca, energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Tabela 4. Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) e energias metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do coproduto de indústrias de pipoca (CIP) com base na matéria seca

Níveis %	Variáveis			
	CMMS %	CMPB %	EMA Kcal/Kg	EMAn Kcal/Kg
10	68,30±0,01 d	55,36±0,01 d	2.840±151 b	2.334±157 b
20	72,00±0,01 c	58,33±0,01 c	3.181±207 b	2.781±211 b
30	73,22±0,02 b	59,31±0,02 b	3.887±163a	3.451±170 a
40	73,82±0,01 a	59,80±0,01 a	3.761±128 a	3.277±120 a
CV%	0,05	0,06	11,71	13,81
P-valor	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Reg	¹ L	² L	³ Q	⁴ Q

Nas colunas, médias seguidas de letras minúsculas distintas entre si diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) a 5% de probabilidade.

$$^1\text{CMMS} = \hat{Y} = -0.0077x^2 + 0.5639x + 63.531 \quad (R^2 = 0.99)$$

$$^2\text{CMPB} = \hat{Y} = -0.0062x^2 + 0.4543x + 51.517 \quad (R^2 = 0.99)$$

$$^3\text{EMA} = \hat{Y} = -1.1702x^2 + 93.213x + 1964.7 \quad (R^2 = 0.90).$$

$$^4\text{EMAn} = \hat{Y} = -1.5543x^2 + 112.7x + 1308.9 \quad (R^2 = 0.93).$$

Os coeficientes de metabolizabilidade da MS e PB do coproduto de pipoca, encontrados neste estudo apresentaram efeito linear pelas estimativas de equação $\hat{Y} = -0.0062x^2 + 0.4543x + 51.517$ ($R^2 = 0.99$) e $\hat{Y} = -0.0077x^2 + 0.5639x + 63.531$ ($R^2 = 0.99$), respectivamente, observando-se aumento na eficiência de metabolização com o aumento do nível do coproduto da pipoca na dieta referência.

Apresentaram também diferença significativa para o teste de Tukey ($p < 0,05$), onde se observou que todos os tratamentos diferiram entre si, e os maiores valores de CMMS e CMPB foram aqueles com maiores níveis de substituição da ração referência pelo coproduto de pipoca.

Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio apresentaram efeito quadrático pelas equações $\hat{Y} = -1.1702x^2 + 93.213x + 1964.7$ ($R^2 = 0.90$) e $\hat{Y} = -1.5543x^2 + 112.7x + 1308.9$ ($R^2 = 0.93$) (Figuras 1 e 2), apresentando pontos de máxima inclusão de 39,83 e 36,25%, onde se determinaram os valores de 3.821 e 3.352 kcal/kg de EMA e EMAn, respectivamente. Para as duas variáveis, os níveis com 30 e 40% de substituição foram significativamente maiores que os demais tratamentos, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Isso pode ser explicado pelo melhor aproveitamento do alimento na forma processada a calor.

Furlan et al. (2003) afirmaram que o processamento por extrusão provoca transformações físicas benéficas nos grânulos de amido, provocando uma mudança estrutural, favorecendo conseqüentemente à ação enzimática. Porém, como não houve diferença significativa entre o tratamento com 30 e 40%, é possível determinar a EMA e EMAn com o nível de até 30% de substituição do coproduto de pipoca na dieta referência.

Freitas et al. (2005) também encontraram maiores valores de EMAn para o milho processado a calor, em relação ao milho não processado, em pintos na primeira semana de vida, que foram 3.537 e 3.411 kcal/kg de MS, respectivamente.

Figura 1. Energia metabolizável aparente do coproduto de pipoca

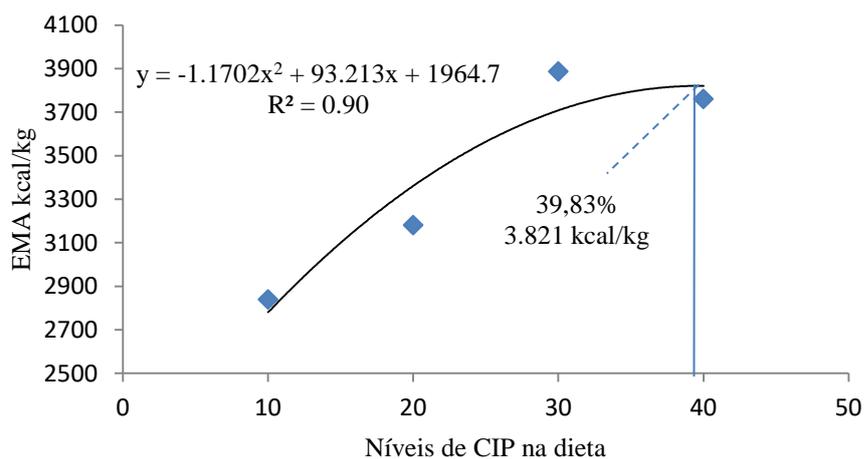
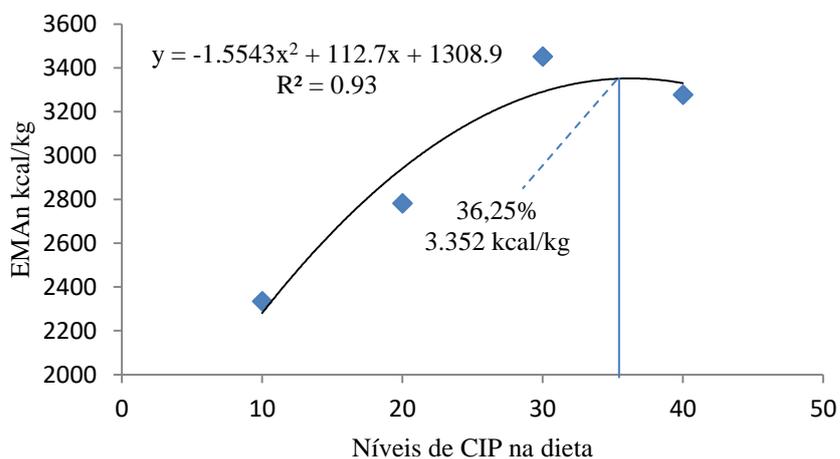


Figura 2. Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do coproduto de pipoca



No processo de extrusão o amido é gelatinizado pelo aquecimento da água que rompe a cristalinidade da amilose desfazendo sua estrutura ordenada; com isso, os grânulos aumentam de volume, rompem-se e mais moléculas de água se unem aos

radicais hidroxílicos expostos na cadeia de amido, resultando em uma estrutura de gel coloidal com a amilose suportando os grânulos rompidos que consistem, basicamente, de amilopectina (NUNES, et al., 2014). Com a quebra das estruturas físicas e modificações químicas do amido e sua expansão, aumenta-se a superfície de contato das enzimas e, conseqüentemente, melhora sua disponibilidade.

Segundo Moreira et al. (1994), a melhoria da digestibilidade de um alimento processado depende do próprio alimento, do tipo de processamento, da temperatura aplicada, da umidade do alimento, do tamanho da partícula e do nível de inclusão.

Para melhorar o aproveitamento do milho, pesquisadores estão conduzindo estudos com o processamento do amido por extrusão, micronização, cozimentos, entre outras formas de processamento, a fim de desfazer a estrutura dos grânulos de amido, facilitando a ação enzimática, no processo de digestão e absorção (MOREIRA et al., 2001).

CONCLUSÕES

O coproduto de indústrias de pipoca apresenta alto valor nutricional, proteína e energia bruta superiores ao milho, e valores de EMA e EMAn de 3.821 e 3.352 kcal/kg/MS, respectivamente, podendo ser utilizado como ingrediente alternativo na formulação de rações para frangos de corte de crescimento lento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, R. T. V.; ARRUDA, A. M. V.; ARAÚJO, M. S.; MELO, A. S.; MARINHO, J. B. M.; VASCONCELOS, N. V. B.; LOPES, F. F.; HOLANDA, J. S.: Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade de uma ração tradicional para aves label rouge em diferentes idades. **Acta Veterinária Brasília**. v.9, n.2, p.108-113, 2015.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; BARBOSA, N. A. A.: Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.510-517, 2005.

FURLAN, A. C.; MONTEIRO, R. T.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; OTUTUMI, L. K.; SANTOLIN, M. L. R.: Valor nutritivo e desempenho de coelhos em crescimento alimentados com rações contendo milho extrusado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.5, p.1157-1165, 2003.

GLOBOAVES: Manual de manejo linha colonial. [s.n.]: **Globoaves**, 2011. 23p. Disponível em: <www2.globoaves.com.br/downloads/download.php?file...pdf>. Acesso em: 24 dezembro 2016.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V.; JUCHEM, S. O.: Fontes protéicas e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para alimentar vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1413-1420, 2006.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; ARAÚJO, P. C.; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; PEZZATO, A. C.: Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; SINGSEN, E. P.: The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, 7:3-11, 1965.

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; FREITAS, E. R.; FRENANDES, J. B. K.; BARBOSA, N. A. A.: 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.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; COSTA, P. M. A.: Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.23, n.3, 1994.

MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G. C.; FURLAN, A. C.; PATRICIO, V. M. I.; MARCOS JUNIOR, M.: Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche. Digestibilidade e Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 30(2):440-448, 2001.

NUNES, A. N.; SIMÕES, E. O.; FORMIGONI, A. S.; BRUSTOLINI, A. P. L.; SCOTTÁ, B. A.; FONTES, D. O.: O milho processado e diferentes técnicas de determinação do amido na alimentação de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime – ISSN 1983-9006**, v.11, n.04, p.3508-3514, 2014.

NASCIMENTO, D. C. N.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J. B. K.; MALHEIROS, E. B.: Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Lavel criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.61, n.5, p.1128-1138, 2009 (A).

NASCIMENTO, D. C. N.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; PINHEIRO, S. R. F.; FERNANDES, J. B. K.; FURLAN, R. L.: Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.5, p.869-878, 2009 (B).

PEDROSA, P. T. F.: Qualidade no controle de sobremassa de pipoca. 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PINHEIRO, S. R. F.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; MARCATO, S. M.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J. B. K.; MALHEIROS, E. B.: Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011 (A).

PINHEIRO, S. R. F.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N.; DOURADO, L. R. B.; FERNANDES, J. B. K.; THOMAZ, M. C.: Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011 (B).

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 252p, 2011.

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002, 235p.

SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; LOPES, I. R. V.; LIMA, R. C.; BEZERRA, R. M.: Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinado com diferentes aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá**, v.30, n.3, p.269-275, 2008.

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

SILVA, J. 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. **Arch. Zootec.** 64 (248): 425-431. 2015.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; PELICIA, K.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R.: Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.58, n.4, p.624-632, 2006.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VOLPATO, R. M.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E.; PEREZ NETO, D.: Coprodutos da agroindústria na alimentação de leitões. **Ciência Rural**, v.45, n.1, jan, 2014.

CAPITULO II

Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento
alimentados com coproduto de indústrias de pipoca

Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento alimentados com coproduto de indústrias de pipoca

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento alimentados com coproduto de pipoca. O ensaio foi conduzido no laboratório de pesquisa com aves, do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco. Foram utilizados 420 pintos machos e fêmeas da linhagem Caipirão, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 14 aves por repetição. Os tratamentos consistiam em uma dieta referência a base de milho e farelo de soja e quatro dietas testes, com 20, 40, 60 e 80% de substituição do milho pelo coproduto de pipoca. Observou-se efeito linear decrescente até os 28 dias para o ganho de peso e peso corporal, efeito quadrático para o consumo de ração e efeito linear crescente para a conversão alimentar. Não houve diferença significativa para o ganho de peso dos 29 aos 56 dias, porém, observou-se efeito linear decrescente para o peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar. Dos 57 aos 82 dias, não houve diferença significativa para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para os pesos e rendimento dos cortes e da carcaça não houve efeito da dieta sobre os parâmetros avaliados. O coproduto de pipoca pode ser utilizado na alimentação de frangos de corte de crescimento lento em substituição ao milho ao nível de 20% até 28 dias, e a partir de 28 dias de idade, pode ser utilizado em até 80%, sem prejuízos no desempenho e rendimento de carcaça.

Palavras-Chave: Frango caipira, Rendimento de cortes, Resíduos industriais.

Performance and carcass yield of slow-growing broilers fed with co-product from popcorn industries

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance and carcass yield of slow-growing broilers fed with co-products from popcorn industries. The trial was conducted in the poultry sector of the Department of Animal Science of the Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco. A total of 420 male and female chicks of the genotype Caipirão were distributed in a completely randomized design with five treatments, six replicates and 14 birds per replicate. The treatments consisted of a reference diet based on corn and soybean meal and four test diets, with 20, 40, 60 and 80% of corn substitution as energetic food by the co-product of popcorn industries. A downward linear effect up to 28 days was observed for weight gain and body weight, quadratic effect for feed intake and increasing linear effect for feed conversion. There was no significant difference for weight gain from 29 to 56 days, but a linear effect was observed for body weight, feed intake and feed conversion. From 57 to 82 days, there was no significant difference for feed intake, weight gain and feed conversion. For the weights and yield of the cuts and the carcass there was no effect of the diet on the evaluated parameters. The popcorn coproduct can be used to feed slow-growing broilers instead of maize at 20% up to 28 days, and from 28 days of age can be used up to 80%, with no impairment in performance And carcass yield.

Keywords: Free-range chicken, cuts yield, industrial waste.

INTRODUÇÃO

O Brasil tem ocupado lugar de destaque no setor avícola do cenário mundial, por consequência dos avanços em melhoramento genético, nutrição e manejo. Contudo, tem crescido a preocupação da população em consumir carne de frangos criados de forma mais natural (ESPÓSITO et al., 2015).

Neste contexto, a procura por carne de frango criado em sistema caipira tem se destacado pela sua característica de carne mais firme e sabor acentuado. Estas características estão relacionadas a animais adultos, perto da maturidade sexual, de linhagem caipira e que se submeteram ao exercício por meio das criações extensiva ou semi-intensiva (BASTIANELLI, 2001). Os principais fatores que podem influenciar as características organolépticas da carne de frango tipo caipira são: idade ao abate, sexo, alimentação e a linhagem utilizada (SAUVEUR, 1997). Que estão diretamente relacionados com diferenças de textura, sabor, quantidade de gordura abdominal, pH, capacidade de retenção de água e cor (SOUZA et al., 2012).

No entanto, há alguns entraves na produção do frango, sobretudo o que diz respeito à alimentação desses animais, por dependerem principalmente dos grãos de milho e soja, que possuem altos custos de aquisição, que também sofre variação dos preços dependendo do cambio internacional, por se tratarem de *commodities*.

Neste sentido, é de fundamental importância a busca constante por ingredientes alternativos que possam entrar na matriz nutricional destes animais, com custos mais baixos, permitindo, assim, o desenvolvimento da atividade para os pequenos e médios produtores rurais. Os alimentos industrializados destinados à alimentação humana, que por algum motivo são descartados, constituem uma categoria que desperta atenção dos pesquisadores (VOLPATO et al., 2014). Vale salientar que muitos desses resíduos estão indiscriminadamente, sendo lançados no meio ambiente, e a utilização destes na

alimentação animal é uma forma de reduzir os impactos ambientais (REZZADORI; BENEDETTI, 2009).

Neste contexto, há a necessidade de pesquisas utilizando o coproduto da indústria de pipoca na alimentação de frangos de corte, por se tratar de um ingrediente com bastante potencial de substituição do milho da dieta e não haver resultados deste estudo na literatura.

Volpato et al. (2014) encontraram valores de matéria seca (MS) de 94,3%, proteína bruta (PB) de 6,0%, extrato etéreo (EE) de 7,12, energia bruta (EB) de 4.199 kcal/kg e energia digestível (ED) de 3,995 kcal/kg para o resíduo de pipoca doce e coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da MS, MO, PB e EB, deste material, que foram: 95,0%, 96,6%, 87,9% e 93,7%, respectivamente, com leitões na fase inicial de creche.

Objetivou-se avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte de crescimento lento alimentados com diferentes níveis de inclusão do coproduto de indústrias de pipoca.

METODOLOGIA

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética sobre o uso de animais, sob a licença de número: 042/2016, em 15 de Abril de 2016. O experimento foi conduzido no período de 22 de setembro a 13 de dezembro de 2016, no laboratório de pesquisa com aves de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE.

Foram utilizados 420 pintos, machos e fêmeas da linhagem “Caipirão”, com um dia de idade, e peso médio de 42g, aproximadamente. As aves foram vacinadas no incubatório contra as doenças de Gumboro e Marek, e vacinadas no galpão com 14 dias

de idade contra Newcastle e Bouda aviária, via ocular e punção da membrana da asa, respectivamente.

As aves receberam água e ração *ad libitum*. As rações eram pesadas no fornecimento e as sobras pesadas no final de cada fase. Quando ocorria mortalidade, registrava-se o peso da ave morta, sobras de ração no dia da mortalidade e data da morte para futuras correções de consumo e conversão alimentar.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas e 14 aves por parcela, sete machos e sete fêmeas. As parcelas eram compostas por boxes de tela plástica, contendo 1m de largura e 2,2m de comprimento, totalizando 2,2m², com uma taxa de lotação de 6,36 aves por m². Possuíam um comedouro do tipo tubular e um bebedouro pendular semiautomático com pistola de pressão e controle do fluxo de água, para cada parcela.

As temperaturas máximas e mínimas e as umidades relativas do ar foram registradas no período da manhã às 09h00min e à tarde às 16h00min.

Tabela 1. Temperaturas e umidades máximas e mínimas aferidas durante o ensaio experimental

Fase	Temperatura °C		UR do Ar %	
	Max	Min	Max	Min
1 a 28 dias	35,2	23,7	54	26
28 a 56 dias	35,3	23,9	55	25
56 a 82 dias	35,7	24,2	52	26

Max = Máxima; Min = Mínima; UR = Umidade Relativa.

As fases utilizadas seguiram o seguinte programa de alimentação: um a 28 dias (inicial), 28 a 56 dias (crescimento) e 56 a 82 dias (terminação).

As dietas experimentais consistiam de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja (T1) e quatro níveis de inclusão do coproduto de indústrias de pipoca (CIP) como parcial substituto do milho grão, como sendo: 20% de inclusão de CIP (T2); 40% de inclusão de CIP (T3); 60% de inclusão de CIP (T4) e 80% de inclusão de CIP (T5).

As dietas foram formuladas com o intuito em substituir de forma parcial o milho das dietas. Foi formulada a ração referência (T1) à base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências das aves para cada fase e em seguida foi substituído 80% do milho da dieta referência pelo coproduto de pipoca, sendo formulada a dieta T5, e assim, as demais foram formuladas de acordo com a dieta com 80% (T5), para 60, 40 e 20%, de substituição do milho pelo CIP. As dietas formuladas foram isoenergéticas e isonutritivas para os nutrientes apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do coproduto de pipoca utilizado para a confecção das dietas experimentais foram de acordo com os resultados obtidos no capítulo anterior.

A composição do coproduto de pipoca utilizado para formulação das rações foi o determinado no capítulo anterior, apresentado na tabela 1.

Tabela 2. Composição nutricional do coproduto de pipoca

Variáveis	CIP
Matéria seca, %	94.12
Proteína bruta, %	9.65
EMAn, Kcal/kg	3,352
Extrato etéreo, %	7.13
FDN, %	8,51
Matéria mineral, %	2.31

As exigências nutricionais das aves neste estudo foram atendidas de acordo com as recomendações de Rostagno et al., (2011), Nagibe et al., (2009, ab), Pinheiro et al., (2011, ab) e Mendonça et al., (2008) apresentadas nas tabelas 3, 4 e 5.

A relação dos aminoácidos utilizados para o coproduto de pipoca foram as mesmas do milho de acordo com Rostagno et al., (2011).

Tabela 3. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para frangos de corte de crescimento lento de um a 28 dias

Ingrediente	% da matéria natural				
	0,0	20	40	60	80
Milho grão	57.82	46.26	34.82	23.13	11.56
Farelo de soja 45	36.06	35.44	34.69	34.20	33.59
Coproduto de pipoca	0.00	11.56	23.13	34.69	46.26
Fosfato bicálcico	1.974	2.030	2.087	2.143	2.199
Calcário calcítico	1.400	1.377	1.355	1.333	1.311
Óleo de soja	1.948	1.748	1.549	1.349	1.149
Sal comum	0.373	0.372	0.371	0.370	0.369
DL-metionina	0.213	0.257	0.303	0.348	0.394
Premix vit e min ¹	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
L-lisina HCL	0.013	0.063	0.114	0.165	0.216
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EMAn, kcal/kg	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína bruta	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Fósforo disponível	0.480	0.480	0.480	0.480	0.480
Cálcio	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160
Met+Cis digestível	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
Metionina digestível	0.605	0.605	0.605	0.605	0.605
Lisina digestível	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040
Sódio	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190

¹Premix (Níveis de garantia por Kg do produto): ac. Fólico 150 mg, ac. Pantotênico 6.000 mg, biotina 40,0 mg, cobre 1.400 mg, ferro 6.000 mg, iodo 915 mg, manganês 17,0 g, niacina 13,0 g, selênio 300 mg, Vit. A 5.000.000 UI, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.00 UI, Vit. K3 1.000 mg, zinco 38,0 g.

As variáveis avaliadas nas fases de um a 28, 29 a 56, 57 a 82 e de um a 82 dias de idade foram: consumo de ração médio diário por ave (CMR), ganho de peso médio por ave (GMP) e conversão alimentar (CA).

Aos 82 dias de idade, duas aves por parcela foram selecionadas, um macho e uma fêmea, de acordo com o peso médio dos machos e das fêmeas da parcela, respectivamente, e abatidas após um jejum de aproximadamente 10 horas. O abate foi

feito por meio do deslocamento cervical e imediatamente realizada a sangria através de um corte na veia jugular. Em seguida, as aves foram depenadas, evisceradas e pesadas.

Tabela 4. Composição centesimal das dietas referência e testes na fase de crescimento de 28 a 56 dias

Ingrediente	% da matéria natural				
	0,0	20	40	60	80
Milho grão	63,16	50,53	37,89	25,26	12,63
Farelo de soja 45	30,52	29,85	29,17	28,317	27,82
Coproduto de pipoca	0,00	12,63	25,26	37,89	50,53
Inerte	0,00	0,752	1,505	1,773	3,00
Fosfato bicálcico	1,305	1,367	1,428	1,487	1,55
Calcário calcítico	1,145	1,12	1,096	1,075	1,048
Óleo de soja	2,995	2,777	2,559	2,00	2,122
Sal comum	0,378	0,377	0,376	0,375	0,374
DL-metionina	0,166	0,215	0,265	0,313	0,364
Premix vit e min ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-lisina HCL	0,128	0,183	0,239	0,297	0,349
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EMAn, Kcal Kg ⁻¹	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta %	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Fósforo disponível %	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350
Cálcio %	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
Met+Cis digestível %	0.710	0.710	0.710	0.710	0.710
Metionina digestível%	0.443	0.468	0.493	0.517	0.543
Lisina digestível %	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Sódio %	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190

¹Premix (Níveis de garantia por Kg do produto): ac. Fólico 150 mg, ac. Pantotênico 6.000 mg, biotina 40,0 mg, cobre 1.400 mg, ferro 6.000 mg, iodo 915 mg, manganês 17,0 g, niacina 13,0 g, selênio 300 mg, Vit. A 5.000.000 UI, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.00 UI, Vit. K3 1.000 mg, zinco 38,0 g.

Com isso, avaliou-se o peso da ave ao abate, peso da carcaça quente (ave eviscerada sem cabeça e sem pés), rendimento das partes (peito, coxa, sobrecoxa, dorso, asa), vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) e gordura abdominal que, por sua vez, foi resultado da soma entre a gordura abdominal e a gordura presente na moela.

Os rendimentos em percentagem das carcaças, gordura abdominal e vísceras comestíveis foram analisados com base no peso ao abate e os rendimentos das partes (coxa, sobrecoxa, peito, dorso, pescoço e asa) foram analisados de acordo com o peso da carcaça quente.

Tabela 5. Composição centesimal das dietas referência e testes na fase final de 56 a 82 dias

Ingrediente	% da matéria natural				
	0,0	20	40	60	80
Milho grão	67.99	54.39	40.79	27.19	13.59
Farelo de soja 45	26.15	25.43	24.70	23.976	23.25
Coproducto de pipoca	0.0	13.59	27.19	40.79	54.39
Inerte	0.0	0.604	1.419	2.225	3.039
Fosfato bicálcico	1.167	1.233	1.299	1.365	1.432
Calcário calcítico	1.058	1.24	1.214	1.188	1.162
Óleo de soja	2.826	2.59	2.362	2.124	1.893
Sal comum	0.332	0.331	0.33	0.329	0.328
DL-metionina	0.261	0.314	0.368	0.421	0.474
Premix vit e min ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-lisina HCL	0.0	0.0596	0.119	0.178	0.237
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EMAn, Kcal Kg ⁻¹	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta %	17.34	17.34	17.34	17.34	17.34
Fósforo disponível %	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320
Cálcio %	0,880	0.880	0.880	0.880	0.880
Met+Cis digestível %	0.770	0.770	0.770	0.770	0.770
Metionina digestível%	0.517	0.544	0.571	0.598	0.625
Lisina digestível %	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
Sódio %	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170

¹Premix (Níveis de garantia por Kg do produto): ac. Fólico 150 mg, ac. Pantotênico 6.000 mg, biotina 40,0 mg, cobre 1.400 mg, ferro 6.000 mg, iodo 915 mg, manganês 17,0 g, niacina 13,0 g, selênio 300 mg, Vit. A 5.000.000 UI, Vit. B12 6.500 mcg, Vit. B2 2.000 mg, Vit. B6 250 mg, Vit. D3 1.600.00 UI, Vit. K3 1.000 mg, zinco 38,0 g.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas variaram de 23,7 a 35,7°C, em todo o período experimental, em uma amplitude de variação de 12°C.

Estão apresentadas na Tabela 6 as médias acompanhadas do erro padrão e análise de regressão para o peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso

(GP) e conversão alimentar (CA) para as fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias), final (56 a 82 dias) e fase completa (1 a 82 dias).

Tabela 6. Médias de peso Corporal (PC), Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) expressos em gramas e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com rações contendo diferentes níveis de coproduto de indústrias de pipoca (CIP), nas fases inicial (1 a 28), crescimento (28 a 56) e final (56 a 82 dias)

Variáveis	Níveis (%)					CV%	P-valor	Reg
	0	20	40	60	80			
<i>1 a 28 dias</i>								
PC	741,0±19,5	693,4±19,9	589,0±20,5*	505,9±11,6*	480,9±16,6*	7,30	<0,001	L ¹
CR	1181,0±58,96	1489,9±65,49*	1391,1±97,12	1384,7±73,69	1259,6±72,65	13,48	0,054	Q ²
GP	712,2±12,30	675,7±12,25	569,0±17,80*	535,2±16,38*	464,0±16,28*	6,14	<0,001	L ³
CA	1,65±0,05	2,20±0,09	2,45±0,18*	2,60±0,20*	2,75±0,23*	17,27	<0,001	L ⁴
<i>28 a 56 dias</i>								
PC	1957,4±44,4	1923,5±39,8	1897,0±52,9	1751,0±29,8*	1701,3±36,4*	5,50	<0,001	L ⁵
CR	3010,3±78,23	3015,3±161,34	2925,5±181,74	2676,5±93,88	2517,6±107,62*	11,34	0,048	L ⁶
GP	1203,2±42,53	1206,5±34,04	1251,1±33,49	1174,0±31,49	1190,77±30,27	6,97	0,624	NS
CA	2,51±0,12	2,49±0,09	2,33±0,11	2,29±0,12	2,11±0,06*	10,71	0,063	L ⁷
<i>56 a 82 dias</i>								
PC	2910,5±69,2	2910,8±50,9	2936,1±79,6	2787,6±32,0	2642,8±80,5*	5,69	0,022	Q ⁸
CR	2786,8±49,85	2638,8±142,24	2923,3±163,76	2649,0±222,17	2514,9±168,06	13,75	0,399	NS
GP	875,4±21,51	946,4±60,46	957,5±35,07	1006,5±22,03	934,7±41,21	10,19	0,285	NS
CA	3,18±0,03	2,84±0,24	3,07±0,19	2,63±0,23	2,69±0,14	15,35	0,199	NS
<i>1 a 82 dias</i>								
CR	6978,2±154,38	7144,1±244,48	7239,9±359,72	6710,2±275,95	6292,1±268,09	9,41	0,116	NS
GP	2790,8±46,81	2828,6±58,86	2777,6±60,16	2715,7±42,81	2589,5±70,15	5,06	0,053	NS
CA	2,50±0,05	2,52±0,07	2,60±0,10	2,47±0,10	2,42±0,05	7,76	0,605	NS

*Diferem do controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$);

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o peso corporal em todas as fases, com efeito linear para as fases inicial e crescimento, e quadrática para a fase final, apresentadas nas figuras 1, 2 e 3, respectivamente, determinadas pelas equações $\hat{Y} = -3.5385x + 743.58$ ($R^2 = 0.96$), $\hat{Y} = -3.4235x + 1983$ ($R^2 = 0.91$) e $\hat{Y} = -0.0829x^2 + 3.3356x + 2903$ ($R^2 = 0.96$). Pode-se observar que na fase inicial, houve diminuição no peso corporal das aves com o aumento da inclusão do CIP na dieta. Os tratamentos com 40, 60 e 80% obtiveram menores pesos corporais em comparação ao tratamento referência, que não diferiu do tratamento com 20% de CIP, pelo teste de Dunnett.

Na tabela 7 estão apresentadas as equações de regressão das variáveis presentes na tabela 6.

Tabela 7. Estimativas de equação para as variáveis peso corporal, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar na fase inicial, peso corporal, consumo de ração na fase de crescimento e peso corporal na fase final

Variável	Regressão
¹ PCinicial	$\hat{Y} = -3.5385x + 743.58$ ($R^2 = 0.96$)
² CRinicial	$\hat{Y} = -0.1385x^2 + 11.34x + 1220.1$ ($R^2 = 0.73$)
³ GPinicial	$\hat{Y} = -3.1845x + 718.6$ ($R^2 = 0.97$)
⁴ CAinicial	$\hat{Y} = 0.013x + 1.81$ ($R^2 = 0.90$)
⁵ PCcrescimento	$\hat{Y} = -3.4235x + 1983$ ($R^2 = 0.91$)
⁶ CRcrescimento	$\hat{Y} = -6.621x + 3093.9$ ($R^2 = 0.88$)
⁷ CAcrescimento	$\hat{Y} = -0.005x + 2.546$ ($R^2 = 0.93$)
⁸ PCfinal	$\hat{Y} = -0.0829x^2 + 3.3356x + 2903$ ($R^2 = 0.96$)

O mesmo comportamento foi observado para a fase de crescimento, porém, houve uma diminuição do efeito deletério da dieta com a inclusão de CIP, mostrando diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para os tratamentos com 60 e 80% de CIP.

O peso corporal na fase final obteve efeito quadrático com ponto de máxima inclusão de 20,11%, o que permite observar que com o avanço da idade das aves, houve uma significativa melhora no desempenho daquelas que tiveram atraso no crescimento, decorrente do maior nível de inclusão de CIP na dieta nas fases anteriores.

Figura 1. Peso corporal aos 28 dias de idade

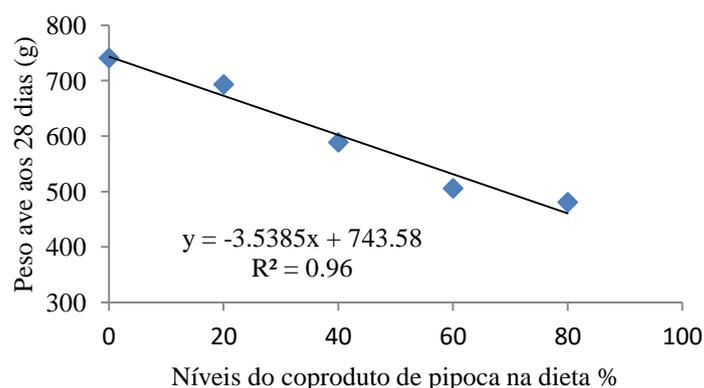
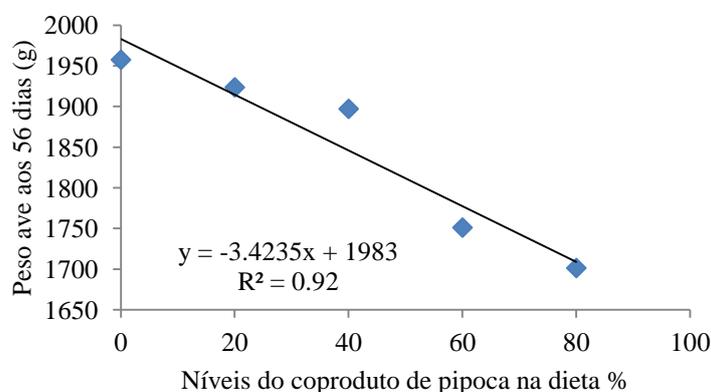


Figura 2. Peso corporal aos 56 dias

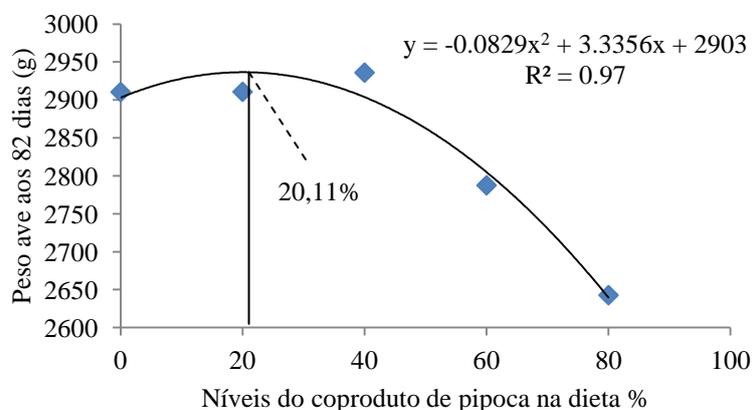


Reforçando a ideia de haver diminuição do efeito deletério da inclusão de CIP com o avanço da idade, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o tratamento com 80% de CIP, sendo este com menor peso corporal em comparação ao controle. Por outro lado, os tratamentos com 20, 40 e 60% de CIP na

dieta não diferiram estatisticamente em comparação à dieta referência, pelo teste de Dunnett.

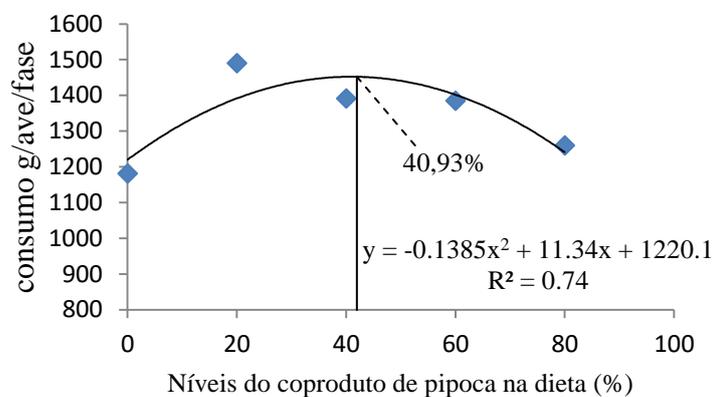
Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) no consumo de ração de um a 28 dias, apenas o tratamento com 20% de CIP diferiu do controle pelo teste de Dunnett. Porém, observou-se efeito quadrático determinado pela equação $\hat{Y} = -0.1385x^2 + 11.34x + 1220.1$ ($R^2 = 0.73$), com ponto de máximo de 40,93% de inclusão.

Figura 3. Peso corporal aos 82 dias de idade



As variáveis ganho de peso e conversão alimentar apresentaram efeito linear na fase inicial, determinados pelas equações $\hat{Y} = -3.1845x + 718.6$ ($R^2 = 0.97$) e $\hat{Y} = 0.013x + 1.81$ ($R^2 = 0.90$), respectivamente.

Figura 4. Consumo de ração na fase inicial (1 a 28 dias)



Foram observados maiores consumos de ração e menores ganhos de peso para os tratamentos com inclusão de 40, 60 e 80% de CIP na dieta, consequentemente, maior conversão alimentar.

Figura 5. Ganho de peso na fase inicial (1 a 28 dias)

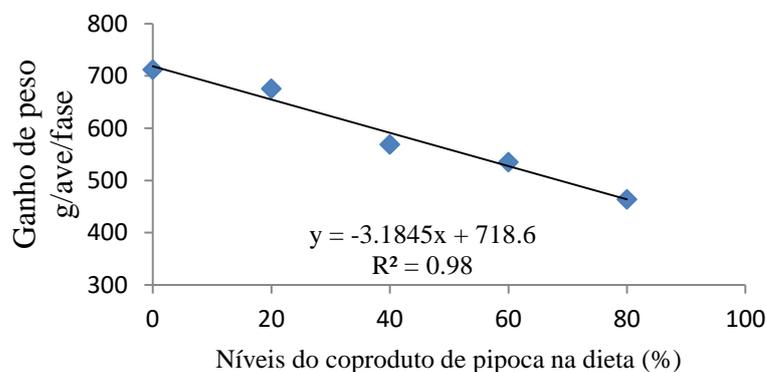
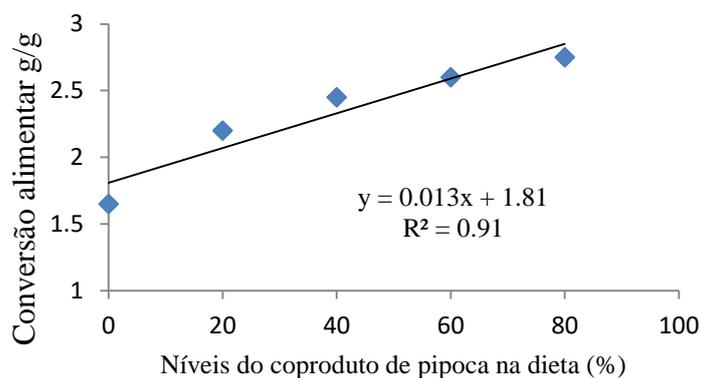


Figura 6. Conversão alimentar na fase inicial (1 a 28 dias)



Estes resultados para a fase de um a 28 dias podem estar atrelados à forma física do produto em estudo. Durante os ensaios observou-se que o CIP apresentou uma consistência “esponjosa” dificultando sua moagem em moinho tipo martelo mesmo com o uso de peneiras de granulometria adequada para aves na fase inicial, ocorrendo a passagem de partículas maiores do que aquelas indicadas para aves nesta fase. Assim como também foram observadas partículas muito finas, tornando o coproduto da pipoca bastante pulverulento. Contudo, pode ter ocorrido a seleção deste material de maior

granulometria e desprezada a porção pulverulenta da dieta, levando o animal a não consumir a ração balanceada por completo, prejudicando seu desenvolvimento.

Ribeiro et al. (2002) afirmam que a textura do alimento é decisiva sobre o comportamento alimentar das aves, as quais possuem aversão às partículas pulverulentas; no entanto, Nir et al. (1990) afirmam que as aves têm preferência por alimentos com tamanho de partícula maiores ou iguais ao tamanho do seu bico.

Flemming et al. (2002), ao avaliarem três granulometrias, uma normal (0,80mm), fina (0,60mm) e grossa (1,20mm) para frangos de corte, observaram piora ($p < 0,05$) no desempenho e consumo de ração na fase inicial (1 a 14 dias), para o tratamento que recebeu a granulometria mais grossa de 1,20 mm.

Uma das formas de evitar esse comportamento seletivo da dieta pelas aves é a peletização, que também promove aumento no consumo de ração (LOPEZ et al., 2004). O comportamento decrescente no ganho de peso na fase inicial supõe-se também estar relacionado à forma física do CIP, por se tratar de um material bastante leve, tornando-se muito volumoso, o que pode ter preenchido mais rapidamente o trato digestivo das aves que receberam o tratamento com maior nível de CIP.

Sakomura et al. (2004), acerca da soja integral extrusada (SIE), soja integral tostada à vapor (SITV) e farelo de soja com óleo (FSO), observaram menores atividades da amilase pancreática em aves mais jovens em comparação às mais velhas, assim como as médias de atividade da amilase pancreática foram maiores para as aves que receberam ração referência, ressaltando o possível efeito do desbalanceamento da dieta no aproveitamento pelo animal. Somando estes dois fatores, a idade da ave e o possível consumo da dieta desbalanceada, pode-se ter ocasionado um efeito prejudicial no desempenho destes animais na fase inicial. Tal comportamento também pode ter contribuído para o maior consumo entre os tratamentos contendo maiores níveis de

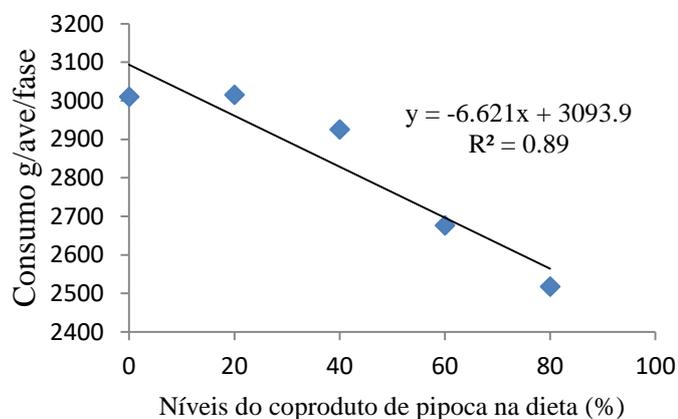
inclusão do CIP; na busca de atender suas exigências nutricionais, as aves podem ter aumentado o consumo de ração.

Os resultados encontrados para o ganho de peso com 20% de inclusão de CIP foram semelhantes aos observados por Holanda et al. (2015) e Moreira et al. (2012) ao avaliarem a inclusão de farelo integral de mandioca (FIM) e diferentes níveis de energia metabolizável para frangos de corte tipo caipira, respectivamente, sendo os demais tratamentos deste estudo inferiores aos encontrados pelos mesmos autores citados.

Takahashi et al. (2006) encontraram valores de ganho de peso semelhantes aos observados neste estudo, que foram de 684, 492 e 492g para os genótipos Paraíso Pedrês, Pescoço Pelado e Caipirinha, respectivamente, na fase inicial, criados em sistema confinado; porém, os resultados de conversão alimentar observados neste estudo diferem dos achados por esses autores.

Na fase de crescimento (28 a 56 dias) observou-se diferença significativa no consumo de ração, sendo que o tratamento com 80% de CIP obteve menor consumo em comparação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett, e apresentou diminuição linear determinada pela equação $\hat{Y} = -6.621x + 3093.9$, ($R^2 = 0.88$), (Figura 7).

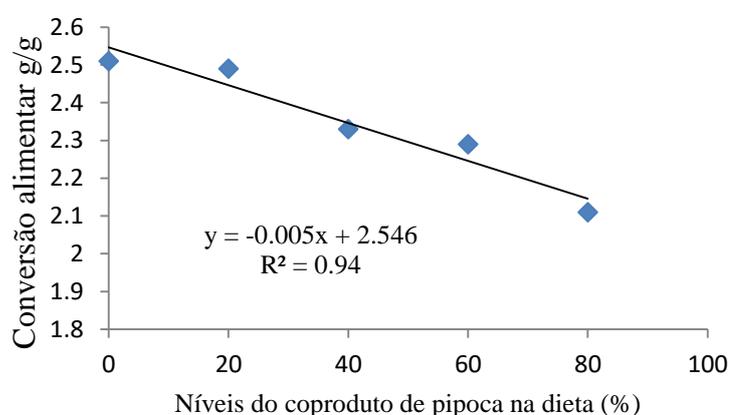
Figura 7. Consumo de ração na fase de crescimento (28 a 56 dias)



Contudo, não foi observado efeito significativo no ganho de peso das aves entre os tratamentos nesta fase, conseqüentemente, a conversão alimentar para o tratamento com maior nível de inclusão do CIP foi melhor que os demais tratamentos, apresentando efeito linear representado pela equação $\hat{Y} = -0.005x + 2.546$ ($R^2 = 0.93$), (Figura 8).

O amido do grão de milho, como de outros cereais, apresenta-se na forma de grânulos formados por amilose e amilopectina nas proporções de 22 a 28% e 72 a 78%, respectivamente, cujo interior é formado por um complexo altamente organizado, composto de forma alternada por regiões cristalinas e amorfas (STRINGHINI, et al., 2009).

Figura 8. Conversão alimentar na fase de crescimento (28 a 56 dias)



Com o processamento utilizando temperatura e pressão, a forma organizada dos grânulos de amido (amilose e amilopectina) pode ser desfeita, aumentando a ação enzimática, conseqüentemente melhorando a digestibilidade dos carboidratos e aumentando os valores de energia metabolizável do alimento (FREITAS et al., 2005). Isso explica o comportamento do tratamento contendo maior nível de inclusão de CIP (80%), que obteve menor consumo de ração sem prejudicar o ganho de peso.

Os valores de ganho de peso encontrados neste estudo para a fase de crescimento (28 a 56 dias) foram superiores aos encontrados por Takahashi et al. (2006) para as linhagens Pescoço Pelado e Caipirinha, que foram de 950 e 1015g, respectivamente, na fase de crescimento; no entanto, para a conversão alimentar nesta mesma fase, os dados observados corroboram com os encontrados por esses autores.

Rabello et al. (2012), estudando o efeito de diferentes níveis de inclusão do farelo de glúten de milho 21 (FGM) nas dietas para frangas de corte de crescimentos lento, genótipo caipirã, não observaram efeito significativo para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, em níveis de 0, 7, 14 e 21% do FGM, de 32 a 63 dias. Porém, na fase final, houve um efeito quadrático no ganho de peso, sendo os tratamentos com 7 e 14% de FGM maiores que os contendo 0 e 21% de FGM. Os autores encontraram valores de ganho de peso de 1021, 818,3 e 874,9g na fase de crescimento, de 32 a 63 dias, para os níveis de 7, 14 e 21% de inclusão do FGM, respectivamente, sendo inferiores aos encontrados no presente estudo. Este fato é explicado pelo maior teor de fibra do FGM quando comparado ao CIP.

Não foi observado efeito significativo ($p>0,05$) na fase final (56 a 82 dias) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, assim como para a fase completa (1 a 82 dias). Observa-se que o menor desempenho das aves na fase inicial (1 a 28 dias) para os tratamentos com maior nível de inclusão de CIP, não prejudicou o desempenho dos animais nas fases final e completa (um a 82 dias). Esse comportamento pode ser explicado pelo acontecimento do fenômeno conhecido como ganho compensatório. Muitos pesquisadores utilizam um sistema de restrição alimentar por um curto período na fase inicial, no intuito de produzir carcaças com menor deposição de gordura, porém com resultado de peso final semelhante aos encontrados em aves recebendo ração à vontade (HASSANABADI; MOGHADDAM et al., 2006).

O que reforça o fato da ocorrência do ganho compensatório, é que na fase final (56 a 82 dias) o ganho de peso foi numericamente maior para todos os tratamentos em comparação ao controle, e na fase completa (1 a 82 dias) não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) para as variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, mas houve diferença significativa no peso corporal aos 82 dias para o tratamento com 80% de CIP, sendo este menor que o controle, que por sua vez não diferiu dos demais tratamentos pelo teste de Dunnett. Com isso, evidencia-se uma menor efetividade do ganho compensatório ao nível de 80% do CIP. Esse fato poder ser explicado pelo maior efeito sofrido pelo tratamento que recebeu maior nível de CIP.

Tal efeito é esperado, uma vez que quanto maior o efeito deletério da dieta, ambiente ou outro fator que venha a prejudicar o desempenho animal, menor será o efeito compensatório.

Resultados semelhantes foram encontrados por Leu et al. (2002), ao estudarem o efeito da restrição alimentar, de 14h e 10h em jejum, e alimentação à vontade. Os autores observaram que aos 21 dias de idade, as aves apresentaram diferença significativa na média de peso entre os tratamentos, que foram 721,79 (a), 672,44 (b) e 601,28g (c) para a alimentação à vontade, restrição de 10h e restrição de 14h, respectivamente. No entanto, aos 42 dias de idade, não houve diferença significativa para o peso final entre os tratamentos com restrição de 10h e alimentação à vontade, que foram de 2196,00 e 2216,77 kg, respectivamente, e para o tratamento com 14h de restrição, o peso final foi menor (2127,49 kg), porém, de 22 a 42 dias foi o tratamento que obteve maior ganho de peso relativo, em comparação aos outros tratamentos, enfatizando a possibilidade de haver um ganho compensatório.

Contudo, os resultados observados de ganho de peso nas fases de crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 82 dias) foram superiores aos encontrados por Ferreira et al.

(2014), que estudando o efeito de diferentes níveis de farelo de amendoim na dietas de frangos da linhagem Label Rouge, nas fases crescimento 1 (30 a 51 dias), crescimento 2 (52 a 73 dias) e final (54 a 95 dias) que variaram de 565,1 a 675,6, 780 a 847 e 459,9 a 665,3g, respectivamente. Os índices de conversão alimentar observados neste estudo para todos os tratamentos foram melhores em todas as fases em comparação aos encontrados por Ferreira et al. (2014).

Estão apresentadas na Tabela 8 as médias do peso ao abate (PAA), carcaça (CAR), peito (PTO), coxa (CXA), sobrecoxa (SCX), dorso (DRS), intestinos (IDG), asa (ASA), gordura abdominal (GAB), coração (CRA), fígado (FGD) e moela (MOE) de frangos de corte, alimentados com diferentes níveis de coproduto de indústrias de pipoca (CIP) na dieta.

Tabela 8. Médias dos pesos absolutos ao abate (PAA), carcaça (CAR), Peito (PTO), coxa (CXA), sobrecoxa (SCX), dorso (DRS), intestinos delgado e grosso (IDG), asa (ASA), gordura abdominal (GAB), coração (CRA), fígado (FGD) e moela (MOE) de frangos de corte de crescimento lento de ambos os sexos, alimentados com rações contendo diferentes níveis de coproduto de indústrias de pipoca (CIP)

Variáveis	Níveis de coproduto de pipoca nas dietas						CV%	P*	Reg
	0%	20%	40%	60%	80%				
PAA	2779,2±98,1	2802,3±107,7	2710,3±137,8	2609,8±158,2	2584,0±107,9	15,34	0,630	NS	
CAR	2053,7±56,6	2085,5±79,8	2036,8±118,6	1982,7±102,0	1899,8±85,4	15,28	0,617	NS	
PTO	618,3±20,6	629,0±24,5	605,0±34,9	573,2±26,8	548,3±24,1	15,26	0,191	NS	
CXA	294,5±17,1	293,3±15,6	289,0±18,8	274,8±18,3	258,5±13,9	20,25	0,498	NS	
SCX	365,0±16,3	365,0±15,1	349,2±21,6	347,0±18,5	329,8±16,4	17,18	0,592	NS	
DRS	417,8±16,7	411,5±16,7	403,3±24,7	403,2±21,3	394,0±17,7	16,43	0,925	NS	
IDG	121,7±5,3	137,3±8,5	119,2±6,5	121,4±9,9	112,5±6,5	20,47	0,191	NS	
ASA	221,3±8,5	227,3±15,6	230,3±13,4	217,2±12,0	207,7±9,6	18,64	0,692	NS	
GAB	100,0±6,5	87,5±8,1	82,7±6,9	96,4±8,5	100,2±8,0	27,77	0,364	NS	
CRA	12,3±0,8	12,7±0,8	12,5±1,2	14,0±1,5	11,0±0,8	27,70	0,389	NS	
FGD	32,0±1,6	34,5±2,6	33,7±1,7	34,4±2,0	34,5±1,4	19,19	0,861	NS	
MOE	33,5±1,3	35,3±2,1	33,1±2,1	31,6±2,6	26,3±1,4*	20,37	0,017	Q ¹	

*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (p<0,05)

¹MOE = $\hat{Y} = -0.0024x^2 + 0.1024x + 33.651$ (R² = 0.97)

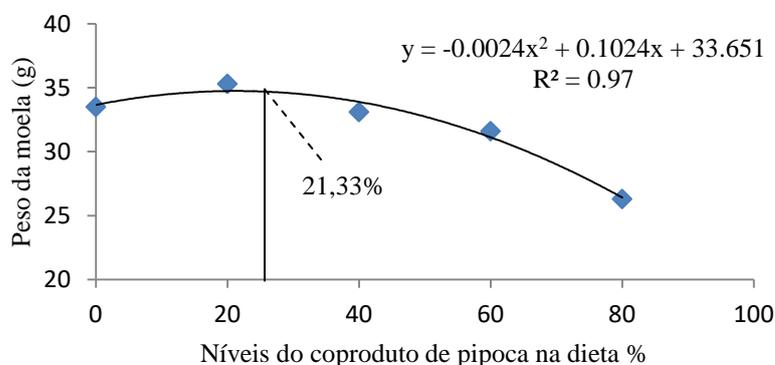
Observou-se que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) para nenhuma das variáveis em estudo, exceto para o peso da moela, que foi menor para o tratamento contendo 80% de CIP, em relação aos demais tratamentos.

Foram observados resultados semelhantes aos deste estudo por Nascimento (2015) para as variáveis: peso de coxa, sobrecoxa, dorso e asas, em frangos de corte machos, alimentados com farelo de resíduo de milho (FRM) proveniente de fábricas de cuscuz e fubá.

Nascimento (2015) encontrou médias de peso de coxa variando de 264; 283; 282; 270 e 269g, sobrecoxa 347; 339; 336; 320 e 333g para os tratamentos contendo 0, 13, 26, 39 e 52% da inclusão do FRM, respectivamente. Para as variáveis peso de dorso e asas, os valores encontrados foram 373; 397; 389; 371 e 365 e 204; 209; 206; 200 e 197g, respectivamente, o que evidencia o grande potencial do coproduto do milho na alimentação de frangos de corte.

Para o parâmetro de peso absoluto da moela, esta variável apresentou efeito quadrático (Figura 9) pela equação $\hat{Y} = -0.0024x^2 + 0.1024x + 33.651$ ($R^2 = 0.97$), mostrando que ao nível que se aumenta a inclusão do CIP, diminui o peso absoluto da moela.

Figura 9. Peso médio absoluto da moela em frangos alimentados com CIP



Este fato pode estar relacionado ao tipo de fibra do coproduto, uma vez que por se tratar de alimento processado sua estrutura pode ser modificada, neste caso diminuindo exigência da força de maceração pela moela.

Segundo Ribeiro et al. (2002), o tamanho da moela está diretamente relacionado à massa muscular, que ao realizar trabalho mecânico, quando recebe partículas médias ou grossas de alimento, tende a ocorrer a hipertrofia da musculatura lisa longitudinal, formada por dois pares de músculos (intermediários e laterais), permitindo, assim, haver resposta mais rápida e maior contração no momento do fluxo e refluxo do alimento. Os mesmos autores encontraram efeito linear no peso da moela com o aumento da granulometria do milho da dieta.

Devido à granulometria da pipoca, torna-se evidente que do mesmo modo que o tamanho da partícula altera o peso da moela, a textura (dureza) da partícula também pode ter o mesmo efeito sobre este órgão. Ressalta-se que o coproduto de pipoca mostra-se como um alimento de fácil degradação, por se tratar de um produto processado a calor, permitindo a gelatinização do amido, além da matéria-prima (milho) não possuir pericarpo (despediculado) (PEDROSA, 2006), que subtrai do alimento um fração do efeito da fibra.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores médios dos rendimentos de carcaça (CAR), intestinos delgado e grosso (IDG), fígado (FGD), coração (CRA), moela (MOE), asa (ASA), sobrecoxa (SCX), coxa (CXA), peito (PTO), dorso (DRS) de frangos de corte de crescimento lento em lote misto alimentados com dietas contendo diferentes níveis de coproduto de pipoca.

Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) para os parâmetros de rendimento avaliados, exceto para o rendimento de moela que foi menor ($p<0,05$) em relação ao controle para o tratamento com 80% de CIP.

Nascimento (2015) não encontrou efeito significativo ($p>0,05$) da dieta para os rendimentos de peito, coxas, coxa+sobrecoxa, asas e dorso quando incluiu os níveis de 13, 26, 39 e 52% do farelo residual de milho (FRM) nas dietas para frangos de corte, corroborando com os dados obtidos neste estudo. No entanto, o mesmo autor observou efeito quadrático para o rendimento de sobrecoxa, com valor mínimo de 28% de inclusão de FRM.

Tabela 9. Médias dos rendimentos de carcaça (CAR), intestinos delgado e grosso (IDG), fígado (FGD), coração (CRA), moela (MOE), asa (ASA), sobrecoxa (SCX), coxa (CXA), peito (PTO), dorso (DRS) de frangos de corte de crescimento lento em lotes alimentados com dietas contendo diferentes níveis de coproduto de pipoca.

Variáveis %	0%	20%	40%	60%	80%	CV%	P- Valor	Reg
CAR%	74,14±1,01	74,48±0,88	74,87±0,88	76,53±2,26	73,42±0,33	5,27	0,454	NS
IDG%	4,39±0,16	4,89±0,22	4,45±0,23	4,65±0,26	4,37±0,20	16,53	0,407	NS
FGD%	1,15±0,05	1,23±0,07	1,25±0,04	1,33±0,07	1,34±0,04	16,51	0,184	NS
CRA%	0,44±0,02	0,45±0,01	0,45±0,02	0,53±0,04	0,42±0,02	21,75	0,132	NS
MOE%	1,21±0,04	1,26±0,06	1,23±0,07	1,21±0,07	1,03±0,07*	19,16	0,144	Q ¹
GAB%	3,60±0,19	3,17±0,35	3,08±0,24	3,77±0,36	3,92±0,32	29,41	0,215	NS
ASA%	10,81±0,36	10,80±0,48	11,31±0,09	10,94±0,13	10,93±0,14	9,23	0,740	NS
SCX%	17,69±0,39	17,50±0,29	17,11±0,23	17,51±0,32	17,32±0,15	5,66	0,666	NS
CXA%	14,24±0,50	13,99±0,31	14,13±0,22	13,78±0,33	13,56±0,29	8,56	0,651	NS
PTO%	30,18±0,80	30,20±0,52	29,75±0,37	29,01±0,55	28,92±0,50	6,58	0,341	NS
DRS%	20,30±0,40	19,74±0,34	19,78±0,32	20,38±0,50	20,76±0,36	6,55	0,294	NS

*Diferem do controle pelo teste de Dunnett (p<0,05)

¹MOE = $\hat{Y} = -8E-05x^2 + 0.0044x + 1.2057$ (R² = 0.95)

Paes et al. (2015), ao estudarem o efeito da inclusão do farelo de macarrão (FM) na alimentação de frangos de corte caipira, observaram aos 70 dias de idade, rendimentos de carcaça variando de 87,77 a 88,86%, sendo estes maiores que os achados no presente estudo. Para a gordura abdominal, os resultados encontrados para os tratamentos que receberam 20 e 40% de CIP, neste estudo, corroboram com os achados por Paes et al. (2015), que variou de 1,99 a 2,47%.

Veloso et al. (2014) obtiveram resultados semelhantes aos achados no presente trabalho para o rendimento de peito, avaliando frangos de corte de crescimento lento de sete genótipos, Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, que foram: 24,1; 29,93; 29,12; 25,65; 31; 29,5 e 27,5%, respectivamente. Os mesmos autores também encontraram valores de rendimento de pernas de 30,55; 29,29; 28,20; 29,98; 28,57; 29,26 e 31,14%, para as linhagens: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, respectivamente, resultados estes semelhantes aos achados no presente estudo, quando somados os valores de coxas e sobrecoxas.

Para os parâmetros de rendimento de coxa, sobrecoxa e peito, os resultados no presente estudo também foram maiores que os achados por Campello et al. (2009), quando estes autores encontraram rendimentos variando de 10,21 a 11,59%, 15,36 a 14,65% e 22,92 a 23,93%, respectivamente, avaliando a inclusão da farinha de raízes de mandioca.

Sartori et al. (2002) também não encontraram diferença significativa para os parâmetros de rendimento da carcaça e das partes para frangos de corte alimentados com silagem de milho úmido em substituição ao milho seco das dietas.

Campos (2006) não encontrou efeito significativo para o rendimento de carcaça e dos cortes nobres de frangos de corte aos 42 dias alimentados com níveis crescentes

de sorgo em substituição ao milho da dieta, de 0, 25, 50, 75 e 100%. O mesmo autor encontrou resultados semelhantes aos achados no presente estudo para os rendimentos de peito.

Brunelli (2004) não observou diferença significativa para os rendimentos de carcaça, das partes e dos órgãos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado (0, 5, 10, 15 e 20%). Contudo, foram encontrados valores semelhantes para os parâmetros de rendimento de peito e pernas, porém o rendimento de carcaça foi maior quando comparado ao presente estudo. Os resultados encontrados para os rendimentos de coração, moela e fígado corroboram com os achados na presente pesquisa.

Os rendimentos de gordura abdominal encontrados neste estudo corroboram com os obtidos por Brunelli (2006), que também não verificaram efeito significativo ($p < 0,05$) neste parâmetro com o aumento do nível de inclusão do farelo de gérmen de milho na dieta, porém, na presente pesquisa, os rendimentos de gordura abdominal foram maiores.

Para o rendimento de gordura abdominal, Silva (2016) também não observou efeito significativo, com níveis de 2,5, 5, 7,5 e 10% de inclusão de farelo de castanha do Brasil, em dietas para frangos de corte machos e fêmeas aos 71 dias de idade. Os valores encontrados por este autor corroboram com os achados no presente estudo.

Os resultados obtidos no presente estudo foram semelhantes aos obtidos por Freitas et al. (2006), Jácome et al. (2002) e Brum Junior et al. (2007), ao avaliarem níveis de inclusão de farelo de castanha de caju, farelo de coco e quirera de arroz, respectivamente, não observaram efeito significativo para o rendimento de gordura abdominal.

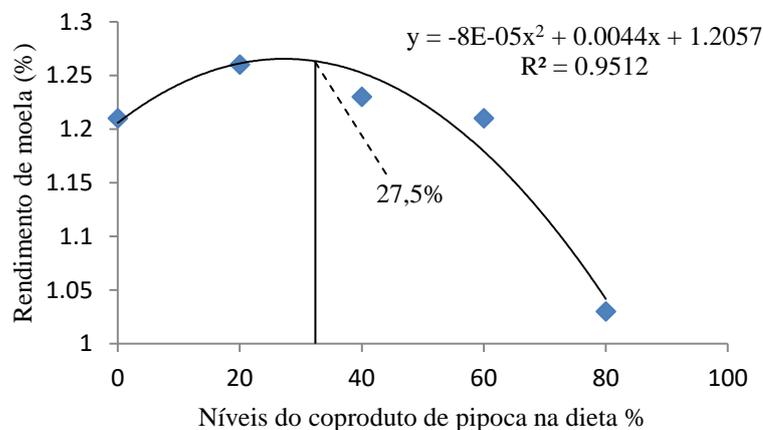
Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para o rendimento intestinos, corroborando com resultados obtidos por Sartori et al. (2002), ao avaliar o milho seco e silagem de milho úmido para frangos de corte.

Nascimento (2015) observou aumento no peso do intestino (delgado+grosso) e do coração ao nível de 39 e 26% do farelo residual de milho, respectivamente, diferente dos resultados obtidos neste estudo, que não foram observadas diferenças nestes parâmetros.

O aumento no teor de fibra da dieta permite que o alimento permaneça por mais tempo na moela, para que este órgão exerça sua função de maceração até que as partículas do alimento atinjam um tamanho crítico (HETLAND et al., 2004; HETLAND et al., 2005; JIMÉNEZ-MORENO et al., 2009), permitindo que haja um aumento no tamanho do órgão.

Na figura 10 está representada a curva de rendimento de moela, com ponto de máxima inclusão de 27,5%. Pode-se observar que com o aumento nos níveis de inclusão do CIP na dieta ocorre a diminuição no rendimento de moela.

Figura 10. Rendimento de moela em frangos de ambos os sexos



O coproduto de pipoca apresenta menor teor de fibra em comparação ao milho e outros coprodutos, diminuindo a fibra da dieta e aumentando a densidade energética, com isso pode ser explicado o menor peso e rendimento de moela encontrado neste estudo para o tratamento com maior nível de inclusão do CIP.

Lopez et al. (2004) encontraram maior rendimento de moela para ração farelada, em comparação às rações processadas, (granulada e expandida), que foram de 1,69, 0,96 e 0,92%, respectivamente, diferindo dos resultados encontrados neste estudo, por se tratar apenas de rações fareladas, porém, o coproduto da pipoca é um alimento processado que permite menor atividade da moela para sua degradação.

Nascimento (2015) observou efeito linear para o rendimento da moela que foi atribuído pelo autor, ao aumento no nível de fibra e a diminuição da densidade da dieta com a inclusão do FRM, diferindo dos resultados obtidos na presente pesquisa.

CONCLUSÕES

O coproduto de pipoca tem grande potencial para ser utilizado na alimentação de frangos de corte de crescimento lento, podendo substituir o milho em dietas para frangos de corte de crescimento lento de um a 28 dias até o nível de 20%, sem prejudicar o desempenho.

A partir de 28 dias de idade o coproduto de pipoca pode substituir o milho em dietas para frangos de corte de crescimento lento até o nível de 80%, sem prejudicar o desempenho e rendimento de carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.: Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

BASTIANELLI, D. A produção de frangos diferenciados na França: mercado, aspectos organizacionais e regulamentares. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.235-254.

BRUM JUNIOR, B. S.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G. S. P.; XAVIER, E. G.; VIEIRA, T. A.; GONÇALVES, E. C.; BRUM, H. OLIVEIRA, J. L. S.: Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1423-1429, set-out, 2007.

BRUNELLI, S. R.: **Farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado), 2004. 55 f. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CAMPELLO, C. C.; SANTOS, M. S. V.; LEITE, A. G. A.; ROLIM, B. N.; CARDOSO, W. M.; SOUZA, F. M.: características de carcaça de frangos tipo caipira alimentados com dietas contendo farinha de raízes de mandioca. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1021-1028, out./dez. 2009.

CAMPOS, D. M. B.: **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. Dissertação (Mestrado), 2006. If. 50. Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Jaboticabal.

ESPÓSITO, M.; FASSANI, E. J.; CLEMENTE, A. H. S.; MAKIYMA, L.; RETES, P. L.; CASTRO, S. F.: Uso da cana de açúcar triturada na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **B. Indústria. Animal.**, Nova Odessa, v.72, n.2, p.129-136, 2015.

FERREIRA, M. W.; MARQUES, R. R.; ABREU, A. P. N.; SILVA, T. R.: Desempenho de frangos caipiras Label Rouge alimentados com farelo de amendoim em substituição parcial ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 21, n. 2, p. 105-109, abr./jun. 2014.

FLEMMING, J. S.; MONTANHINI NETO, R.; ARRUDA, J. S.; FRANCO, S. G.; FLEMMING, R.; SOUZA, G. A.; FLEMMING, D. F.: Ração farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**. v.7, n.1, p.1-9, 2002.

FREITAS, A. C.; REIS, J. C.; LANA, G. R. Q.; FUENTES, M. F. F.; SAMPAIO, I. B. M.; OLIVEIRA, M. A.: Refinazil como ingrediente na ração para frangos de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.1, 2016.

FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; SANTOS JUNIOR, A.; GUERREIRO, M. E. F.; ESPÍNDOLA, G. B.: Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.41, n.6, p.1001-1006, jun. 2006.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; BARBOSA, N. A. A.: Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V.57, n.4, p.510-517, 2005.

HASSANABADI, A.; MOGHADDAM, H. N.: Effect of feed restriction on performance characteristics and serum thyroxin on broiler chickens. **International Journal Of Poultry Science**. 5 (12): 1156-1159, 2006.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 4, p. 415-422, 2004.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 38-46, 2005.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; VIGODERES, R. B.; DUTRA JUNIOR, W. M.; ALBINO, L. F. T.: Desempenho de frangos caipiras alimentados com farelo integral de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador. v.16, n.1, p.106-117 jan./mar., 2015.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V.; JUCHEM, S. O.: Fontes protéicas e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para alimentar vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1413-1420, 2006.

JÁCOME, I. M. T. D.; SILVA, L. P. G.; GUIM, A.; LIMA, D. Q.; ALMEIDA, M. M.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, V. P.; SILVA, J. D. B.; MARTINS, T. D. D.: Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1015-1019, 2002.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; LÁZARO, R. et al. Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. **Poultry Science**, v. 88, n. 12, p. 2562-2574, 2009.

LEU, W. M. K.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; RODRIGUES, P. B.: Desempenho de frangos submetidos à restrição alimentar na fase inicial em diferentes sistemas de criação. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.3, p.610-617, mai./jun., 2002.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C.: Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

LÓPEZ, K. P.; SCHILLING, M. W.; CORZO, A.: Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. **Poultry Science**, doi: 10.3382/ps.2010-01154, 90 :1105–1111, 2011.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.1009-1016, 2012.

NASCIMENTO, D. V. A.: **Farelo residual de milho na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado). 2015. If. 59. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

NIR, I.; MELCION, J. P.; PICARD, M.: Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young brilers. **Poultry Science**. 69:2177-2184. 1990.

PAES, J. P. S.; FREITAS, H. J.; CORDEIRO, M. B.; Utilização de ferelo de macarrão na alimentação de frangos de corte de linhagem caipira. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p.1897, 2015.

PEDROSA, P. T. F.: **Qualidade no controle de sobremassa de pipoca**. 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

RABELLO, C. B.-V.; SILVA, A. F.; LIMA, S. B. P.; PANDORFI, H.; SANTOS, M. J. B.; LOPES, C. C.: Farelo de glúten de milho na alimentação de frangas de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.2, p.367-371, jul.-set., 2012.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S. Proposições para valorização de resíduos do processamento do suco de laranja. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIP, 2009. p.1-11. Acessado em 15 dez. 2013. Online. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/english/site/downloads.html>>.

RIBEIRO, A. M. L.; MAGRO, N.; PENZ JR, A. M.: Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Jan – Mar. V.4/n.1/001. 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 252p, 2011.

SAKOMURA, N. K; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO JR, J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R.: Efeito da Idade dos Frangos de Corte sobre a Atividade Enzimática e Digestibilidade dos Nutrientes do Farelo de Soja e da Soja Integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.924-935, 2004.

SANTOS, F. A. P.; JUCHEM, S. O.; IMAIZUMI, H.: Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. P. 1278-1280.

SARTORI, J. R.; COSTA, C.; PEZZATO, A. C.; MARTINS, C. L.; CARRIJO, A. S.; CRUS, V. C.; PINHEIRO, D. F.: Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.1009-1015, jul. 2002.

SAUVEUR, B.: Les critères et facteurs de La qualité dès poulets Label Rouge. **INRA Productions Animales**. 1997, 10 (3), 219-226.

SILVA , J. C. T.: **Utilização do farelo de castanha do Brasil em rações para frangos de corte de linhagem caipira**. Dissertação (Mestrado), 2016. If. 66. Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

SOUZA, X. R.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C.: Qualidade da carne de frango abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V.64, n.2, p.479-487, 2012.

STRINGHINI, J. H.; SANTOS, D. A.; BRITO, A. B.; NUNES, R. C.; RUFINO, L. M.; SANTOS, B. M.: Desempenho de pintos de corte alimentados co rações contendo milho pré-gelatinizado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.38, n.9, p.1738-1744, 2009.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; PELICIA, K.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R.: Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.58, n.4, p.624-632, 2006.

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. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.4, p.1251-1259, 2014.

VOLPATO, R. M.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C. E.; PEREZ NETO, D.: Coprodutos da agroindústria na alimentação de leitões. **Ciência Rural**, v.45, n.1, jan, 2014.