

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

GRACIELLE JUNKES

**PROCESSAMENTO DO MILHO EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE:
DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

GRACIELLE JUNKES

**PROCESSAMENTO DO MILHO EM RAÇÕES DE FRANGOS DE
CORTE: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE**

**FLORIANÓPOLIS – SC
2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

GRACIELLE JUNKES

**PROCESSAMENTO DO MILHO EM RAÇÕES DE FRANGOS DE
CORTE: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência para obtenção do Diploma de
Graduação em Zootecnia da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Dahlke

Co-orientadora: Prof. Dra. Chayane da Rocha

FLORIANÓPOLIS - SC

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Junkes, Gracielle

Processamento do milho em rações de frangos de corte:
desempenho e digestibilidade / Gracielle Junkes ;
orientador, Fabiano Dahlke ; coorientadora, Chayane da
Rocha. - Florianópolis, SC, 2014.

40 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias. Graduação em Zootecnia.

Inclui referências

1. Zootecnia. 2. Milho peletizado. 3. Milho
expandido/peletizado. 4. Frangos de corte. I. Dahlke,
Fabiano. II. da Rocha, Chayane . III. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Zootecnia. IV. Título.

Gracielle Junkes

**PROCESSAMENTO DO MILHO EM RAÇÕES DE FRANGOS DE
CORTE: DESEMPENHO E DIGESTIBILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Zootecnista, sendo submetido à Banca examinadora e considerado aprovado em __/__/__.

Prof. Dr. Fabiano Dahlke
Orientador

Prof. Dra. Chayane da Rocha
Membro da Banca Examinadora

Mestre Vinícius Gonsales Schramm
Membro da Banca Examinadora

Dedico

As pessoas mais importantes da minha vida

A minha mãe Leila (*in memoriam*)

A minha família: Cecília, Luiz, Isis, Marilisa, Vilmar, Mariana, Filipe, Leonardo,
Karina, Gabriel e Nilson

As amigas Camila e Bruna

AGRADECIMENTOS

Certamente que estes parágrafos não atenderão todas as pessoas que foram de importância na minha formação e neste trabalho, peço desculpas desde já, e estejam certos de que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão.

Quero agradecer primeiramente a Deus, por iluminar o meu caminho.

A minha mãe Leila, que durante sua vida me deu educação e amor incondicional, são coisas que levarei para sempre.

A minha família, principalmente aos meus tios Mari e Vilmar, pelo apoio e incentivo constantes na vida e neste trabalho.

A meus colegas e amigos pelos incentivos, a turma de Zootecnia UFSC 2010/1 e em especial os amigos Camila, Bruna, Amanda, Gerson e Benito. Obrigada por acreditarem em mim, pela cumplicidade, ajuda e amizade. Benito, seus “puxões de orelha” me tornam uma pessoa melhor.

Agradeço também a todos os professores do curso, que são de grande importância na minha graduação, principalmente os professores Dr. Fabiano Dahlke e a Dr^a. Chayane da Rocha, responsáveis pela realização deste trabalho.

Ao LEPNAN-UFPR pela oportunidade de participar do experimento e por todo o aprendizado, principalmente ao Mestre Vinícius Gonsales Schramm.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte deste trabalho, muito obrigada!

"Não se tira nada de nada, o novo vem do antigo, mas nem por isso é menos
novo."

(Bertolt Brecht)

RESUMO

A busca por técnicas que promovam aumento na utilização dos nutrientes fez com que as técnicas de processamento de ração, como peletização e expansão, ganhassem maior atenção dos nutricionistas. A estas práticas são atribuídos alguns benefícios no desempenho produtivo e na otimização dos nutrientes. Os efeitos do processamento em ingredientes, entretanto, ainda não estão completamente elucidados. Assim, o trabalho objetivou avaliar algumas técnicas de processamento no milho, quantitativamente o principal componente de uma ração para aves. Foram processadas três rações (tratamentos): T1 – ração produzida com milho moído, sem processamento; T2 – ração produzida com milho peletizado e T3: milho expandido e peletizado. As rações foram fornecidas na forma farelada, assim o milho do T2 e T3 foi triturado para a produção das rações. Para as variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), foram alojados 600 frangos de corte da linhagem Cobb, criados de um a 42 dias de idade. Foi avaliado também a digestibilidade da matéria seca e energia digestível das rações. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado composto por 3 tratamentos e 8 repetições, com 25 aves por unidade experimental. O processamento do milho não alterou o consumo de ração, ganho de peso médio e conversão alimentar dos frangos nas fases inicial, crescimento e terminação ($P > 0,05$). As rações que utilizaram milho peletizado e milho expandido/peletizado apresentaram uma maior digestibilidade de matéria seca e energia digestível ($P < 0,05$) comparado à dieta farelada (sem processamento do milho), sem diferir entre si. Conclui-se que os benefícios atribuídos ao processamento da ração não se repetem quando estas técnicas são empregadas somente no milho.

Palavras-chave: Frangos de corte. Milho peletizado. Milho peletizado/expandido.

ABSTRACT

The search for techniques of feed processing that promote a higher utilization of nutrients, such as pelleting and expanding, have gained more attention from nutritionists. Some benefits in productive performance, cost reduction and optimization of dietary nutrients are directly connected to these techniques. However, the effects of processing ingredients are still not completely understood. Thus, this study evaluated some techniques for processing corn, quantitatively the main component of poultry feed. Three diets (treatments) were processed: T1 - made with milled corn feed without processing; T2 - produced with pelleted feed and corn; T3 – expanded and pelleted corn. The diets were given to the animals in bran, so the corn was milled in T2 and T3 for the production of feed. For the performance variables (feed intake, weight gain and feed conversion), 600 broilers chicken of Cobb pedigree, raised from one to 42 days of age were housed. It was also evaluated the digestibility of dry matter and the digestible energy of the feed. A completely randomized design consisting of three treatments and eight replicates of 25 animals per experimental unit was used. The processing of corn did not affect feed intake, average daily gain and feed conversion of broilers in starter, grower and finishing ($P > 0.05$) steps. The diets that used corn pellet and expanded corn pellet had a higher digestibility of dry matter and digestible energy ($P < 0.05$) compared to mash diet (unprocessed corn), without significant differences between them. We conclude that the benefits attributed to the processing of feed does not happen when these techniques are only used on corn.

Keywords: Broiler. Expanded/Pelletized corn. Pelletized corn.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição nutricional das rações experimentais.....	28
Tabela 2- Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, aos 7, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, alimentados com ração formulados a partir de milho moído, moído peletizado e moído/peletizado/expandido.....	34
Tabela 3- Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das dietas experimentais.....	35
Tabela 4- Digestibilidade da Matéria Seca (MS) e Energia Digestível (ED) das dietas experimentais.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% - Porcentagem
°C- Graus celcius
μ - Micra
μm - Micrômetro
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA - Conversão alimentar
CDAi - Coeficiente de digestibilidade ileal aparente
CDAiPB - Coeficiente de digestibilidade ileal aparente da Proteína Bruta
CDMS - Coeficiente de digestibilidade aparente da MS
CIA - Cinza insolúvel ácida
cm - Centímetro
CR - Consumo de ração
CV - Coeficiente de variação
DGM - Diâmetro geométrico médio
DIC- Delineamento inteiramente casualizado
DPG - Desvio padrão geométrico
EB - Energia Bruta
EM - Energia metabolizável
EMA - Energia metabolizável aparente
EMA_n - Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio
EMV - Energia metabolizável verdadeira
FI - Fator de indigestibilidade
g - Grama
GP - Ganho de peso médio dos frangos
Kcal - Quilocaloria
Kg - Quilogramas
LEPNAN - Laboratório de Estudo e Pesquisa em Produção e Nutrição de Animais Não-Ruminantes
LNA - Laboratório de Nutrição animal
m - Metro
Mg - Miligramas
ml - Mililitro
mm - Milímetro
MS - Matéria seca
P - Probabilidade
PB - Proteína bruta
PR - Paraná
UBABEF - União Brasileira de Avicultura e a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UI - Unidade Internacional
Vit. - Vitamina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Geral	16
2.2 Específico	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Avicultura	17
3.2 Milho	19
3.2.1 Amido	19
3.3 Peletização	20
3.4 Expansão	22
3.5 Granulometria	24
3.6 Digestibilidade	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 LOCAL	26
4.2 ANIMAIS E ALOJAMENTO	26
4.3 INSTALAÇÕES	26
4.4 MANEJO	26
4.5 DIETAS EXPERIMENTAIS	27
4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29
4.7 VARIÁVEIS ANALISADAS	29
4.7.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

O intenso investimento em pesquisas na área de manejo, sanidade e principalmente nutrição conferiu ao Brasil lugar de destaque no cenário mundial da produção avícola. A busca pelo atendimento das exigências nutricionais (nutrição de precisão) e pela melhoria no aproveitamento dos nutrientes fez com que houvesse mudanças no padrão alimentar e escolha dos melhores ingredientes.

Neste sentido, as técnicas de processamento de ração, ganharam maior atenção dos nutricionistas uma vez que potencialmente promovem melhor desempenho zootécnico aos frangos. A peletização, por exemplo, é o processamento mais utilizado para aprimorar a qualidade das rações. Esta técnica pode ser definida como a aglomeração de ingredientes em formato cilíndrico, denominado pelete. Os ingredientes são misturados através de ação mecânica, aliada a umidade, pressão e temperatura. Como vantagens, favorece a qualidade nutricional da ração (maior digestibilidade de carboidratos e proteínas), aumenta a preferência de ingestão pelos animais e reduz a carga microbiana da ração (MASSUQUETTO, 2014). Também diminui o desperdício devido a sua forma física e aumenta a palatabilidade da ração.

Inúmeros fatores podem contribuir para que o processo de peletização ocorra de forma eficiente. Desde a composição da dieta, as apresentações físicas dos ingredientes, bem como a regulagem e especificações dos equipamentos são algumas das variáveis que podem afetar a qualidade do pelete (MURAMATSU, 2013).

Outra técnica de processamento, a expansão vem ganhando espaço nas fábricas de ração. Este método é similar à peletização, diferindo principalmente no tratamento térmico (maior temperatura) em um menor período de tempo. Após o condicionamento, o material é exposto à pressão atmosférica (descompressão), causando a ruptura da parede celular, facilitando a digestão enzimática. Esse processo tem também como vantagens a inativação de fatores antinutricionais termolábeis dos ingredientes, o incremento da digestibilidade de componentes da dieta quando há o aumento da superfície de contato e possível melhoria da qualidade sensorial dos alimentos (VELOSO et al., 2005).

Tendo em vista que esse campo tecnológico causa benefícios como uma maior biodisponibilização dos nutrientes, logo uma melhor absorção pelo animal, esses processamentos se tornam opções de melhoria no desempenho e possível melhora no custo benefício da dieta, devido à otimização dos nutrientes.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o processamento do milho (peletização e expansão) como ferramenta para melhorar a digestibilidade dos nutrientes da dieta e o desempenho zootécnico de frangos de corte.

2.2 Específico

Avaliar o efeito do processamento do milho no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Estudar o efeito do processamento do milho da ração na digestibilidade da matéria seca e energia digestível em dietas para frangos de corte.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Avicultura

Na primeira década do século XXI ocorreu a principal evolução da avicultura industrial e sua expansão em diversas regiões do Brasil e esses acontecimentos estão diretamente ligados com as dinâmicas dos espaços rurais influenciadas por demandas comerciais e produtivas. Há outros segmentos industriais, mas a avicultura em específico vem passando por alterações no processo produtivo, decorrentes de inovações tecnológicas que visam aumentar a produtividade e o faturamento das indústrias e os produtores se submeteram a acompanhar as escalas e os padrões tecnológicos exigidos pelas empresas (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

No Brasil, a avicultura possui um destaque na indústria avícola, já que fomenta um dinamismo entre os setores, como a intermediação na comercialização, no beneficiamento, nos insumos da produção, podendo incluir indústrias de rações, equipamentos para a granja, incubatórios, abatedouros, frigoríficos, equipamentos de classificação, beneficiamento e transformação de produtos avícolas, laboratórios entram com a produção de vacinas, drogas, antibióticos e desinfetantes, ainda há a produção de matérias primas para rações, como vitaminas, elementos minerais e subprodutos industriais (LANA, 2000).

A avicultura gera renda, melhora o nível social da população, sendo uma atividade de grandes e pequenos produtores. Empregam também agrônomos, veterinários, zootecnistas, professores, pesquisadores, técnicos em universidades e centros de pesquisa. São bilhões de reais produzidos nos setores, que aumentam ano a ano (LANA, 2000).

A cadeia avícola nacional pode ser dividida em três principais áreas: produção de insumos, industrialização e comercialização/distribuição. Em relação à produção de insumos, há três principais atividades intrínsecas ao fornecimento de materiais a indústria: nutrição, medicamentos e genética animal. A alimentação deve ser predominantemente de origem vegetal para atender as exigências do mercado externo (SANTINI; FILHO, 2004).

A crescente demanda de alimentos, particularmente os de origem animal, em específico os ovos e carnes de frango, foi e permanece sendo um dos principais

motivos para o grandioso desenvolvimento da avicultura mundial. Isso é claramente visto no consumo brasileiro per capita de carne de frango em 2013, com 41,80 kg (LANA, 2000; UBABEF, 2014). Segundo Lana (2000), contribuinte para o aumento do consumo dessa carne é sua qualidade nutricional, recomendada para pessoas de qualquer idade, por ser uma carne magra, de baixa caloria e ideal para dietas e regimes.

Em 2013, o Brasil foi o terceiro maior produtor de carne de frango mundial, produzindo 12,30 milhões de toneladas, superado apenas pelos Estados Unidos e China. No mesmo ano, continuou sendo o maior exportador mundial de carne de frango, exportando 3,918 milhões de toneladas. O estado de Santa Catarina é o segundo maior exportador brasileiro de carne de frango, com 936.849 mil toneladas exportadas (UBABEF, 2014).

Um incentivo para o consumo de carne de frango e uma das principais vantagens da atividade é sua rápida resposta em relação ao tempo com seu ciclo rápido e a pequena área ocupada em relação a outras criações (LANA, 2000; BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

O principal produto ainda é o frango inteiro, congelado ou resfriado, mas com as tendências internacionais, a demanda por cortes de frango vem crescendo. É um produto homogêneo, sendo basicamente uma *commodity*, mas o produto inteiro pode apresentar diferenciações conforme o mercado que se destina. Por exemplo, o Oriente Médio, adquire frangos inteiros de pequeno porte (média de 1 kg), já o mercado argentino tem preferências por frangos grandes (média de 2,5 kg) e com carne de coloração amarelada (SANTINI; FILHO, 2004).

No Brasil, o preço é variável, essencialmente pela decisão de compra do consumidor. Os principais produtos industrializados como hambúrguer, pastas, pedaços, empanados e salsichas, possuem um valor agregado e tem como consumidores a população com maior poder aquisitivo. Os co-produtos como farinha de carne, de pena e de sangue, se destinam a própria alimentação das aves (nos casos que ainda não são exigidos somente alimentos de origem vegetal) (SANTINI; FILHO, 2004).

Santini e Filho (2004) ainda afirmam que o sistema de criação intensiva causou uma revolução na organização da produção, permitindo a consolidação de

estruturas produtivas em moldes industriais, o que levou avanços contínuos nas economias da categoria.

Há vantagens relacionadas à produção, como o aviário ser implantado em local onde há terras fracas e desvalorizadas, tendo a possibilidade de ser recuperada com a utilização do esterco das aves como adubo para o solo. Outros fatores complementares são a exploração agropecuária, fixação do homem no campo, pois é uma atividade que gera numerosos empregos (LANA, 2000).

3.2 Milho

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de milho, e a avicultura brasileira utiliza cerca de 25% da sua produção, ou seja, há grande disponibilidade deste grão e de seus coprodutos, como farelo de gérmen de milho, que possui elevados teores de gordura e proteína e moderado teor de carboidratos (NERY et al., 2007).

O grão de milho possui um peso aproximado entre 250 a 300 mg, constituído em base seca de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% fibras (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo. Classificado botanicamente como uma cariopse, o grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química e organização dentro do grão. O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos (PAES, 2006).

3.2.1 Amido

Como os processamentos no milho agem principalmente no amido, é importante revisar seu conceito e funcionalidade no sistema digestório das aves.

O polissacarídeo de armazenamento mais importante é o amido em células vegetais. Elas ocorrem intracelularmente, em grandes agrupamentos ou grânulos. São moléculas muito hidratadas. A maioria das células vegetais possui a capacidade de sintetizar o amido. O amido contém dois tipos de polímeros de glicose: amilose e amilopectina (NELSON; COX, 2014).

A amilopectina é uma molécula ramificada e a amilose é essencialmente linear, ambas possuem massa molar elevada (SOUZA; ANDRADE, 2000).

Muramatsu (2013), explica que o grânulo de amido é composto por uma fração cristalina e outra amorfa, sendo que na última porção que se inicia o processo de gelatinização, em razão da sua menor organização na estrutura. De acordo com Souza e Andrade (2000), as partes lineares das moléculas de amilopectina formam estruturas helicoidais duplas, ligadas por pontes de hidrogênio entre grupamentos de hidroxila. Elas que dão origem às porções cristalizadas dos grânulos. A região amorfa é composta pelas cadeias de amilose e as ramificações de amilopectina.

Muramatsu (2013) define a gelatinização do amido como um processo, no qual a água se propaga para dentro do grânulo de amido, causando a ruptura das pontes de hidrogênio (presentes nas cadeias de amilose e amilopectina), aumentando o tamanho do grânulo e extravasamento da amilose. De acordo com Souza e Andrade (2000), a gelatinização transforma o amido granular em uma pasta viscoelástica.

Com o resultado da gelatinização do amido, logo, obtenção da amilose mais acessível às enzimas, esse processo possivelmente melhora o desempenho zootécnico dos animais, já que há melhor aproveitamento do carboidrato e talvez com a melhora sensorial da dieta, aumenta o consumo, ganho de peso e conseqüentemente a conversão alimentar.

Thomas et al. (1999) citado por Muramatsu (2013, p. 25), menciona alguns fatores que favorecem o processo de gelatinização: quantidade de água para romper as ligações dentro do grânulo, o calor, que facilita a entrada da água e a solubilização da amilose, atrito para o rompimento dos grânulos e o tempo que potencializa esses três fatores mencionados.

3.3 Peletização

A peletização é o processamento hidrotérmico utilizado para melhorar a qualidade das rações na avicultura de corte. Neste processo os ingredientes são submetidos à ação mecânica, umidade, pressão e temperatura, resultando na mistura e aglomeração de nutrientes em formato cilíndrico, denominado pelete.

Segundo Capdevilla (1997 apud LÓPEZ; BAIÃO, 2004, p. 215), se adequadamente controlada, a temperatura do processamento gelatiniza parcialmente o amido, solubiliza as proteínas se houver o rompimento da parede celular do alimento, graças à ação mecânica; facilita o acesso das enzimas e

conseqüentemente ocorre o aumento da digestibilidade dos nutrientes. Como não há uma seletividade da ave por ingredientes na ração peletizada, o processamento causa um menor esforço físico das mesmas, reduzindo a energia gasta com a ingestão da ração.

De acordo com Capdevilla (1997), citado por López e Baião (2004, p. 215), as aves possuem preferências por partículas maiores, logo, uma ração peletizada estimula um maior consumo pelo frango. Andrews (1991), citado por Roll et al. (1999, p. 54), menciona o fato do processamento destruir fatores antinutricionais termolábeis, melhorando a utilização completa de alguns nutrientes pelas aves. A peletização ainda reduz a carga microbiana e os riscos por infecções bacterianas. Nilipour (1993), citado por Roll et al. (1999, p. 54), acrescenta como vantagem da peletização a menor possibilidade de desbalanceamento da ração com a seletividade dos animais e a segregação de ingredientes durante o transporte. Aumenta a densidade física do alimento, diminuindo o volume e permitindo maior aproveitamento do espaço e menor pulverulência da ração.

Uma característica anatomo-fisiológica das aves que influencia no consumo é a produção de saliva. As aves têm como característica, pequena produção de saliva (aproximadamente 7 a 30 ml diários) e com textura bem viscosa. A ingestão de dietas fareladas, especialmente as de partículas finas, forma um composto pastoso. Sendo assim, as dietas peletizadas podem inibir a formação deste composto, facilitando o consumo (TURK, 1982).

Esminger (1985 apud MASSUQUETTO, 2014, p.16), aborda sobre as desvantagens existentes no processo de peletização, como possível redução de níveis de vitaminas, principalmente as dietas que não contiverem quantidades ideais de antioxidante para prevenir a oxidação acelerada das vitaminas na presença de alta umidade e temperatura, ou se as vitaminas não forem fabricadas com proteção encapsulada para peletização. Apvoragen (1995 apud MASSUQUETTO, 2014, p.16) aborda sobre a intensidade do processo de peletização, que pode promover alterações insatisfatórias na estrutura dos ingredientes como formação de amido resistente. Para Creswell e Bedford (2006) a peletização pode promover reações de complexação entre proteínas e carboidratos e segundo Campbell e Bedford (1992) redução da estabilidade de enzimas adicionadas na dieta. De acordo com Capdevilla

(1997), citado por López e Baião (2004, p. 215), o fornecimento de ração peletizada traz uma maior propensão à ascite e síndrome de morte súbita.

A qualidade do pelete é influenciada por vários fatores, dentre eles os considerados mais importantes, a formulação da ração, o condicionamento e a moagem da ração. A produção de grãos finos, ou mesmo moídos, interferem na qualidade do pelete, logo, na redução dos custos do processamento. Também interfere a qualidade do pelete, a melhoria da temperatura do condicionamento, o tempo de retenção, qualidade do vapor e nível de umidade. A manutenção dos equipamentos, como o condicionador e o peletizador, é fundamental na qualidade e durabilidade do pelete (AVIAGEN, 2008).

ABDOLLAHI et al. (2010), testaram diferentes temperaturas de peletização do milho (60°, 75° e 90°C) e avaliaram o desempenho e a utilização de nutrientes, obtiveram resultados adversos como maior eficiência na peletização de 60° C em desempenho (maior ganho de peso, menor consumo e conseqüentemente uma melhor conversão alimentar) em relação a peletização de 90° C. Em geral, a digestibilidade ileal de nitrogênio foi reduzida com o aumento da temperatura de peletização, exceto na peletização com 90°C que obteve uma melhor digestibilidade de nitrogênio ileal em relação a peletização com 75° C.

3.4 Expansão

O processamento por expansão está no mercado mundial há cerca de 20 anos. Durante muito tempo, a grande maioria da indústria de rações utilizou o *expander* como super condicionador para aumentar a capacidade de peletização, melhorar a durabilidade do pelete, adicionar mais líquidos, possibilitar a utilização de ingredientes de menor custo e reduzir a carga de microorganismos patógenos, principalmente *salmonella sp* (LIMA, 2007).

Elstner (1996) citado por Lima (2007, p. 6), afirma que este padrão de utilização do *expander* como pré-processamento está mudando. Muitas indústrias já estão utilizando como único equipamento de processamento térmico, produzindo os chamados “expandidos” ou “ração expandida”.

Segundo Fancher et al. (1996), a expansão é muito similar a extrusão. López e Baião (2004) definem a expansão, como condicionamento com vapor, que hidrata

e aquece o alimento e contém um equipamento (*expander*) que produz calor adicional antes da granulação. Logo após a passagem pelo *expander* o material é exposto às condições atmosféricas, tornando-se um alimento de alta densidade. De acordo com Fancher et al. (1996), essas temperaturas de condicionamento são mais altas que a peletização (podendo chegar até 127°C) e por tempos curtos (cerca de 2 a 25 segundos).

A utilização da expansão nas rações causa melhora na qualidade do pelete e na digestibilidade da gordura e da fibra. Porém, há resultados pouco consistentes no desempenho de frangos de corte (LIMA, 2007).

Veloso et al. (2005), citam como benefícios da expansão alterações físicas sob o amido (gelatinização), facilitando a digestibilidade. Os mesmos autores avaliaram o efeito da expansão do milho e farelo de soja e concluíram que o processamento causou melhoras na digestibilidade do milho. De acordo com López e Baião (2004), é a intensidade do condicionamento térmico que determina o grau de modificação do amido (gelatinização), a disponibilidade do conteúdo celular para digestão e absorção.

Freitas et al. (2005), conduziram um experimento para determinação do valor nutricional do milho termicamente processado e não processado e não houve efeito no desempenho de frangos de corte e na digestibilidade, exceto na energia metabolizável aparente corrigida, que foi melhor no milho processado.

Germany (1992) citado por Lima (2007, p. 6) descreve que em seu experimento, pôde-se observar que os alimentos processados tiveram aumento na digestibilidade das proteínas, em consequência da vedação térmica dos inibidores de proteases e a modificação na estrutura terciária da proteína, necessitando de um menor tempo de hidrólise da proteína no intestino das aves.

Há alguns desafios no processamento de rações apenas com a utilização do *expander*, relacionada ao produto final, pois se trata de um produto de menor densidade e características de fluidez, logo, dificulta o transporte e aumenta custos. Essas características podem significar necessidade de modificações de equipamentos de manuseio do produto (LIMA, 2007).

3.5 Granulometria

O tamanho das partículas dos ingredientes para a fabricação de rações é um fator de grande importância, pois contribui na digestibilidade dos nutrientes, logo, a otimização da utilização dos mesmos, em consequência a máxima resposta pelo animal. O tamanho das partículas também está relacionado com o consumo de energia elétrica nos equipamentos, bem como o rendimento da moagem, são fatores que aumentam diretamente os custos da produção (ZANOTTO; BELLAVÉR, 1996).

Segundo Oliveira (2008), a moagem e mistura são os pontos principais de uma fábrica de rações, sendo que a consistência dos mesmos produz um forte impacto na qualidade final dos produtos. Ainda afirma que a redução do tamanho das partículas por moagem, prensagem ou amassamento em geral melhora o desempenho animal. Portanto, o controle do processo de moagem é importante na fábrica de rações.

3.6 Digestibilidade

Digestibilidade é o coeficiente de absorção de um nutriente, em geral expresso como porcentagem do que foi retido em relação ao que foi ingerido. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de um ingrediente é o primeiro cuidado quando se pretende definir sua capacidade de inclusão em rações.

O método convencional de determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, através da coleta total de fezes oferece resultados confiáveis, sendo conhecido e usado há muitas décadas, porém, é um método que apresenta alguns problemas como aderência do material fecal às penas das aves, contaminação das excretas com penas e descamações, mudança na composição das excretas, em razão da fermentação, excreção fora das bandejas e contaminação por ração regurgitada, além de ser um processo demorado. São fatores que podem interferir nos resultados da digestibilidade dos nutrientes, logo, novas pesquisas foram realizadas levando ao desenvolvimento e emprego dos indicadores, também podem ser encontrados como índices ou substâncias referência. O emprego dessas substâncias é denominado de métodos indiretos (VASCONCELLOS et al., 2011).

A utilização dos marcadores na dieta para determinação da digestibilidade inibe os problemas dos métodos diretos já citados, como presença da matéria fecal

aderida nas penas, contaminação pelas descamações, entre outros, e nos testes de digestibilidades com aves em específico, não é possível separar a urina das fezes, logo, o nitrogênio presente na urina altera os valores reais presente nas fezes, alterando os resultados.

Este método apresenta como principais desvantagens, a necessidade de grande número de animais ou o marcador não se misturar bem à dieta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

O estudo foi conduzido no galpão experimental do Setor de Avicultura da Fazenda Experimental do Cangüiri, da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais, PR. As análises físico-químicas foram realizadas no LNA (Laboratório de Nutrição animal) da mesma universidade. O período de execução em campo foi de 16 de agosto a 29 de setembro de 2014.

4.2 ANIMAIS E ALOJAMENTO

Foram alojados 600 frangos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb 500[®], criados de um a 42 dias de idade.

4.3 INSTALAÇÕES

As aves foram alojadas em um galpão experimental, composto por boxes medindo 1,25 m x 1,65 m equipados com comedouro tubular e bebedouros tipo *nipple*. As temperaturas preconizadas, para as diferentes fases de desenvolvimento das aves, foram mantidas por meio de lâmpadas incandescentes de 100 watts, fôrnelha a diesel (*Munters, MIR 85 WB*), e manejo de cortinas internas e externas, iniciando em 32°C e sendo reduzida a aproximadamente 22°C. Foram registradas diariamente as temperaturas máximas e mínimas durante todo o experimento.

4.4 MANEJO

Os animais receberam rações e água *ad libitum* durante todo o experimento. Diariamente verificou-se mortalidade, temperatura, fornecimento de ração, limpeza, funcionamento dos bebedouros e temperatura da água. As aves mortas eram retiradas, registrando-se o seu peso e data do óbito.

4.5 DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas eram isonutritivas e isoenergéticas, formuladas à base de milho e farelo de soja, atendendo às exigências nutricionais preconizadas pela indústria avícola. O milho utilizado nas rações foi submetido aos processamentos de peletização, expansão/peletização. As dietas estão apresentadas na Tabela 1.

Foram fornecidas aos frangos, dietas de acordo com a fase de desenvolvimento: ração inicial (do alojamento aos 21 dias de idade) e ração de crescimento (22 dias aos 42 dias de idade).

Tabela 1. Composição nutricional das rações experimentais

INGREDIENTES (%)	INICIAL	CRESCIMENTO
Milho	55,50	58,94
Farelo soja 48%	37	32,8
Óleo de soja degomado	4,15	5,36
Calcário	1,31	1,19
Fosfato mono-bicálcico	0,88	0,56
Sal granulado	0,45	0,45
DL-Metionina	0,275	0,24
L-lisina (78,8%)	0,15	0,16
Premix Vitamínico para aves*	0,1	0,1
Cloreto de colina 60%	0,083	0,102
Premix mineral para aves**	0,05	0,05
Treonina (98,5%)	0,035	0,034
Fitase	0,01	0,01
Total	100	100
COMPOSIÇÃO QUÍMICA CALCULADA		
Proteína bruta (%)	22,20	20,42
Extrato etéreo (%)	6,788	8,071
Fibra bruta (%)	2,512	2,383
Cálcio (%)	0,890	0,76
Fósforo total (%)	0,513	0,436
Fósforo disponível (%)	0,439	0,371
Sódio (%)	0,199	0,198
Lisina (%)	1,354	1,244
Matéria Mineral (%)	5,397	4,755
Energia Metabolizável aves (kcal/kg)	3150	3271
Umidade (%)	11,332	11,28

*Suplementação por kg de ração: vit. A, 15000 UI; vit. D3, 5000 UI; vit. E, 100mg; vit. K, 5mg; ácido fólico, 3mg; ácido nicotínico, 75mg; ácido pantotênico, 25mg; riboflavina, 8mg; tiamina, 5mg; piridoxina, 7mg; biotina, 300qg; colina, 400mg; vit. B12, 20qg.

**Concentração por kg de ração: iodo, 2mg; selênio, 200qg; cobre, 20mg; ferro, 50mg; manganês, 120mg; zinco, 100mg.

4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente ao Acaso (DIC) composto por três tratamentos e oito repetições com 25 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: T1 – ração contendo milho farelado (sem processamento); T2- ração contendo milho peletizado e T3 – ração contendo milho expandido + peletizado. Após o processamento, o milho utilizado nos tratamentos 2 e 3 foi triturado e misturado às respectivas rações.

4.7 VARIÁVEIS ANALISADAS

Ao alojamento, sete, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, os animais e as rações foram pesados para determinar o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) dos frangos e posterior determinação da conversão alimentar (CA).

No 41º dia de idade dos frangos, 12 aves por tratamento foram alimentadas com a “ração digestibilidade”, que consistia em uma ração normal de acordo com o respectivo tratamento, adicionada de (1%) de cinza insolúvel ácida (CIA) como marcador indigestível. Aos 42 dias de idade estas aves foram eutanasiadas por deslocamento cervical, e tiveram suas vísceras coletadas. Foi amostrado a porção ileal, definida como 4 cm abaixo do divertículo de Meckel e 4 cm acima da junção íleo-ceco-cólica. O conteúdo ileal foi retirado manualmente por compressão do íleo e acondicionado em recipientes plásticos devidamente identificados. Logo em seguida as amostras foram armazenadas em isopor com gelo e depois armazenadas em freezer a – 18°C.

As amostras das digestas foram descongeladas em temperatura ambiente, de onde foram secas em estufa a 55°C até atingirem peso constante, e posteriormente moídas. As excretas e as dietas experimentais foram submetidas à análise de energia bruta (EB) em bomba calorimétrica (modelo 1261, Parr Instrument Co., Moline, IL).

Outra fração da amostra foi seca em estufa a 105°C para determinação da matéria seca (MS) (AOAC, 1980). O conteúdo de CIA das dietas e o conteúdo ileal foram analisados segundo metodologia descrita por Scott e Boldaji (1997).

A digestibilidade das frações da dieta foi calculada utilizando o fator de indigestibilidade (FI) ($FI = CIA \text{ dieta}/CIA \text{ excreta}$). Para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS ($CDMS = 100 - FI$). Para energia digestível (ED) ($ED = EB \text{ dieta} - (ED \text{ excretas} * FI)$).

Para determinar a granulometria da ração, foi calculado o diâmetro geométrico médio (DGM) e o desvio padrão geométrico (DPG). Utiliza-se um equipamento vibrador de peneiras, composto por um conjunto de peneiras ABNT números 5, 10, 16, 30, 50, 100 e fundo, correspondendo às seguintes aberturas de malhas: 4; 2; 1,20; 0,60; 0,30; 0,15 e 0 mm, respectivamente. Mais uma balança, estufa e bandeja com capacidade de 1 kg (ZANOTTO; BELLAVAR, 1996).

O resultado de granulometria é dado a partir do *software GranuCalc* (Embrapa, 2014).

4.7.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados coletados foram submetidos a análise de homogeneidade das variâncias (Teste de *Bartlett*) e normalidade dos resíduos (*Shapiro - Wilk*). Depois de verificada a distribuição normal e a ausência de dados discrepantes, os dados foram submetidos análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, e na presença de diferença estatística entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa *Statistix* (2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte alimentados com ração contendo milho processado estão apresentados na Tabela 2.

O processamento do milho, quantitativamente o principal ingrediente da ração, não alterou o consumo de ração dos frangos nas fases de inicial, crescimento e terminação ($P>0,05$). O ganho de peso dos frangos também não foi alterado pela expansão ou peletização do milho que compunha as rações experimentais em nenhuma das fases de desenvolvimento avaliadas ($P>0,05$). A conversão alimentar, da mesma forma, não foi afetada pelo processamento do milho nas diferentes dietas ($P>0,05$).

São conhecidos os benefícios do processamento da ração nas características de desempenho zootécnico de frangos em virtude de um aumento da densidade da ração, possível gelatinização do amido, redução do desperdício e redução na seleção dos ingredientes pelas aves (LÓPEZ et al., 2007; AVIAGEN, 2008; FREITAS et al., 2008; LARA et al., 2008; MASSUQUETTO, 2014). Entretanto, para que haja redução da seleção e desperdício, deve haver homogeneidade da ração (qualidade do pelete). No presente trabalho, as rações que continham milho processado foram muito heterogêneas (Tabela 3), confirmado pelos índices elevados de DPG (desvio padrão geométrico) que é um indicativo da variabilidade do tamanho das partículas. Quanto maior o DPG, normalmente piores os resultados de desempenho zootécnico (DAHLKE, 2000).

No experimento, após o processamento (T2 e T3), o milho foi triturado para o preparo das respectivas rações experimentais, para que a forma física da ração fornecida fosse a mesma. Entretanto, observou-se a presença de peletes íntegros ou não triturados nas dietas experimentais, o que pode ter alterado os resultados. Da mesma forma, o coeficiente de variação para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foi alto até os 28 dias de idade, indicando grande variabilidade individual dos animais para estas variáveis, o que possivelmente também afetou os resultados.

Ao contrário do observado, Lara et al. (2008) verificaram maior consumo de ração das dietas peletizadas em relação às fareladas. Massuquetto (2014)

comparou dietas peletizadas em diferentes tempos de condicionamento, e observou maior consumo de ração, maior ganho de peso dos frangos alimentados com dietas peletizadas, independentemente do tempo de condicionamento, comparado à dieta sem processamento. O resultado confirma a preferência das aves por rações peletizadas e a menor energia gasta pela ave no consumo de dietas processadas. Porém, a autora também não observou melhora na conversão alimentar.

Freitas et al. (2008) compararam dietas fareladas, trituradas e peletizadas em frangos de corte na primeira semana de vida, e encontraram um resultado semelhante a outros autores, onde as aves que consumiram ração farelada apresentaram um menor ($P < 0,05$) consumo de ração, menor ganho de peso e pior conversão alimentar em relação a dieta triturada e peletizada (que não diferiram entre si, $P > 0,05$), confirmando a melhora no desempenho zootécnico com o processamento.

Lara et al. (2008) também encontraram resultados equivalentes para conversão alimentar, que não foi melhorada com o processamento, já López et al. (2007) encontraram melhor conversão alimentar em dietas peletizadas.

Oliveira et al. (2011), avaliaram o desempenho de frangos de corte até 39 dias de idade, com tratamentos utilizando rações fareladas, expandidas, peletizadas e expandidas/peletizadas e observou que na fase de crescimento (até os 22 dias) as aves que consumiram as rações fareladas e expandidas, obtiveram um menor consumo de ração em relação às rações peletizadas e peletizadas/expandidas, sendo a última que obteve um maior consumo. O consumo de ração fareladas e expandidas promoveram pior ganho de peso dos frangos, demonstrando que o processo de peletização foi tão eficiente quanto o de expansão+peletização. Na conversão alimentar, o grupo de aves que recebeu a ração farelada foi pior em relação aos grupos que receberam as rações peletizadas e expandidas+peletizadas, porém o lote que recebeu ração expandida não diferiu das demais, após exposto estes resultados, os autores recomendam as rações peletizadas e expandidas + peletizadas para frangos de corte.

De acordo com Muramatsu (2013), os processamentos térmicos da ração ou dos ingredientes causam a gelatinização do amido, método que aumenta o tamanho do grânulo de amido e causa extravasamento da amilose, tornando-a mais susceptível a digestibilidade pelas enzimas. No presente trabalho, baseado no

conceito da gelatinização, esperava-se que as rações que continham o milho processado promovessem uma melhor conversão alimentar e ganho de peso.

Tabela 2. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, aos 7, 21, 28, 35 e 42 dias de idade, alimentados com ração formulados a partir de milho moído, moído peletizado e moído/peletizado/expandido.

Tratamentos	1 a 7 dias			1 a 21 dias			1 a 28 dias			1 a 35 dias			1 a 42 dias		
	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA
Farelada	134	111	1,20	940	625	1,50	1826	1210	1,51	3014	1962	1,54	4235	2622	1,61
Peletizada	129	107	1,20	962	634	1,52	1860	1230	1,51	3072	1982	1,55	4190	2610	1,60
Expandido*	137	114	1,20	1000	655	1,53	1910	1264	1,51	3121	2018	1,55	4134	2616	1,58
CV	5,90	6,63	3,44	6,24	5,11	2,12	4,02	3,95	1,73	3,59	3,92	2,05	3,82	3,04	2,60
Probabilidade	0,08	0,12	0,54	0,10	0,16	0,31	0,07	0,08	0,98	0,15	0,36	0,66	0,46	0,29	0,22

* O milho no T3, sofreu processo de expansão e posterior peletização.

Tabela 3. Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das dietas experimentais.

	FARELADO		PELETIZADO		PELETIZADO E EXPANDIDO	
	INICIAL	CRESCIMENTO	INICAL	CRESCIMENTO	INICAL	CRESCIMENTO
DGM (μm)	845	867	1204.5	1299	985,5	1349
DPG (μ)	2,01	1,93	2,64	2,69	2,56	2,61

Tabela 4. Digestibilidade da Matéria Seca (MS) e Energia Digestível (ED) das dietas experimentais

Tratamento	Matéria Seca (%)	Energia Digestível (kcal/kg)
Farelado	53,44 ^b	2710 ^b
Peletizado	71,61 ^a	3527 ^a
Expandido+Peletizado	69,19 ^a	3429 ^a
P	0,002	0,001
CV	9,91	8,74

De acordo com a Tabela 4, as rações que utilizaram milho peletizado e milho expandido/peletizado, apresentaram uma maior digestibilidade de matéria seca e energia digestível em relação ($P < 0,05$) a dieta farelada (sem processamento), porém as dietas com milho processado não diferiram uma da outra ($P > 0,05$).

Os resultados de digestibilidade corroboram com os dados de Oliveira (2008), que encontrou maior digestibilidade da matéria seca nas rações peletizadas e expandidas/peletizadas em relação às rações fareladas e expandidas ($P < 0,05$). Não houve, entretanto, diferença na digestibilidade entre as rações peletizadas e expandida/peletizada ($P > 0,05$). O mesmo autor verificou que a energia metabolizável aparente (EMA) foi maior ($P < 0,05$) para as dietas peletizada ou expandida/peletizada comparada. Mas ao corrigir o valor para balanço de nitrogênio o melhor resultado foi obtido pelo tratamento que recebeu a ração peletizada. A ração farelada apresentou menores valores de EMA e energia metabolizável aparente corrigida (EMA_n). A peletização e expansão/peletização da ração aumentou o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e a peletização proporcionou o maior valor para EMA_n.

Pucci et al. (2010) compararam a energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg) e o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (%) entre ração farelada e ração peletizada e depois triturada. O processamento

melhorou a metabolizabilidade da ração, demonstrando maior valor energético e coeficiente de metabolizabilidade de energia metabolizável aparente corrigida e da matéria seca.

De maneira análoga, Massuquetto (2014) concluiu que rações peletizadas apresentam maior digestibilidade de matéria seca e energia digestível em relação à ração farelada ($P < 0,05$). Confirmando um dos benefícios do processamento por peletização para frangos de corte, que é o aumento no valor da energia metabolizável das rações em consequência de uma maior digestibilidade das frações da dieta.

Já López et al. (2007), que ao compararem dietas fareladas, trituradas e expandidas não obtiveram diferença na metabolização da matéria seca entre os tratamentos ($P > 0,05$), mas para energia metabolizável aparente a ração expandida foi melhor ($P < 0,05$) que as outras dietas, que não diferiram entre si.

Freitas et al. (2008), obtiveram resultados adversos ao comparar dieta farelada, triturada e peletizada para frangos de corte, não observando diferenças para a digestibilidade de matéria seca ($P > 0,05$). Porém, para EMA observaram inferioridade da dieta farelada em relação à triturada e peletizada ($P < 0,05$). Além disso, as dietas triturada e peletizada não diferiram entre si ($P > 0,05$).

6. CONCLUSÕES

Os processamento do milho (peletização e expansão/peletização) não altera o desempenho zootécnico de frangos de corte, criados de um a 42 dias de idade.

A peletização e expansão/peletização do milho conferem um aumento da digestibilidade da matéria seca e energia digestível da ração para frangos de corte.

REFERÊNCIAS

ABDOLLAHI, M.R.; RAVINDRAN, V.; WESTER, T.J.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Influence of conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy, ileal digestibility of starch and nitrogen and the quality of pellets, in broiler starters fed-maize and sorghum-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, p.106–115, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Analytical Chemists**. 16. ed. Washington, 1995.

AVIAGEN BRASIL. **A qualidade física da ração**. Campinas, SP, 2008. 8 p.

BELUSSO, Diane; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A EVOLUÇÃO DA AVICULTURA INDUSTRIAL BRASILEIRA E SEUS EFEITOS TERRITORIAIS. **Percurso**, Maringá, v. 2, n. 1, p.25-51, 2010. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/9855/5801>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

CAMPBELL, G.L., BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, p.449-466, 1992.

CRESWELL, D., BEDFORD, M. High pelleting temperatures reduces broiler performance. In: Australian Poultry Science Symposium, **Anais...** p. 1-6, 2006.

DAHLKE, Fabiano. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça**. 2000. 98f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Brasil. **Granucalc**. 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1515/granucalc-desktop---granucalc---desktop>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

FANCHER, B. I., ROLLINS, D., TRIMBEE, B. Feed processing using the annular gap expander and its impact on poultry performance. **Journal Applied of Poultry Research**, v.5, p.386-394, 1996.

FREITAS, E. R. et al. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 57, n. 4, p. 510-517, 2005.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F.R.; BARBOSA, N.A.A. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.73-78, 2008.

LANA, Geraldo Roberto Quintão. **Avicultura**. Campinas: Rural Ltda, 2000. 268 p.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R.; LANA, A.M.Q.; CANÇADO, S.V.; FONTES, D.O.; LEITE, R.S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.970-978, 2008.

LIMA, Marcos Fabio de. **Efeito da temperatura de expansão e da peletização no valor energético de rações para frangos de corte**. 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes, 2007.

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 Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.214-221, 2004.

LOPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte; **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

MASSUQUETTO, Andréia. **Avaliação da forma física da dieta e do tempo de condicionamento no processo de peletização de dietas para frangos de corte**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Veterinária, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2014.

MURAMATSU, Keysuke. **APLICAÇÃO DE MODELAGEM PREDITIVA NO PROCESSO DE PELETIZAÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**. 2013. 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/34683/R_T_KEYSUKE_MURAMATSU.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 set. 2014.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1298 p.

NERY, Lídson Ramos et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p.1354-1358, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n5/18.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.

OLIVEIRA, Arley Alves de et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 11, p.2450-2455, nov. 2011.

OLIVEIRA, Arley Alves de. **Avaliação de diferentes formas físicas da ração para alimentação de frangos de corte**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

PAES, Maria Cristina Dias. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular Técnica**, n.75. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, p.1-6, Dez., 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/fisquitecnolmilho_000fghw39ut02wyiv80drauen1rteuta.pdf>. Acesso em: 20 out. 2014.

PUCCI, L.E.A., RODRIGUES, P.B., BERTECHINI, A.G., NASCIMENTO, G.A.J. LIMA, R.R., SILVA, L.R. Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1272-1279, 2010.

ROLL, V.F.B.; ÁVILA, V.S.; RUTZ, F. et al. Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.1, p. 54-59, 1999.

SANTINI, Giuliana Aparecida; SOUZA FILHO, H. M. Mudanças tecnológicas em cadeias agroindustriais: uma análise dos elos de processamento da pecuária de corte, avicultura de corte e suinocultura. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Rural**. Cuiabá: SOBER, 2004. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/13O535.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

SCOTT, T.A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite™)] for determining apparent metabolizable energy of wheat- or barley- based broiler diets with or without enzymes. **Poultry Science**, v.76, p.594-598, 1997.

SOUZA, Roberta CR; ANDRADE, Cristina T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: Ciência e**

Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v10n1/3099.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2014.

TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, v.61, p.1225-1244, 1982.

UBABEF, Associação brasileira de proteína animal (Brasil). **Relatório Anual de Avicultura**. 2014. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2014.

VASCONCELLOS, Carlos Henrique Figueiredo et al. Uso da LIPE como indicador externo na determinação da digestibilidade da proteína e matéria seca de alimentos em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, São Vicente, v. 35, n. 3, p.613-620, junho, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n3/25.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

VELOSO, J.A.F et al. Composição química, avaliação físico-química e nutricional e efeito da expansão do milho e do farelo de soja para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, Belo Horizonte, Mg, v. 57, n. 5, p.623-633, 2005. [Http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26911.pdf](http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26911.pdf). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26911.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA suínos e aves, 1996. p.1-5. (Comunicado técnico)