



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RESÍDUO SECO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

Alexssandro Zaffari Almeida  
Zootecnista

Dourados - MS

Agosto - 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RESÍDUO SECO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

Alexssandro Zaffari Almeida  
Zootecnista

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthia Eyng  
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes  
Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD como parte das exigências para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Dourados - MS  
Agosto – 2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

C216p Almeida, Alexssandro Zaffari.

Resíduo seco de mandioca na alimentação de aves. /  
Alexssandro Zaffari Almeida. – Dourados, MS : UFGD, 2016.

81f.

Orientadora: Prof. Dra. Cinthia Eyng.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal  
da Grande Dourados.

1. Alimento alternativo. 2. Coturnix coturnix japônica. 3. Fibra.  
4. Label rouge. I. Título.

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

# RESÍDUO SECO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

por

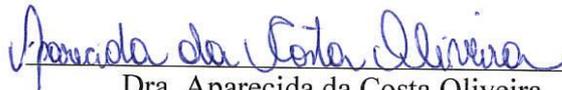
**ALEXSSANDRO ZAFFARI ALMEIDA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovada em: 08/08/2016



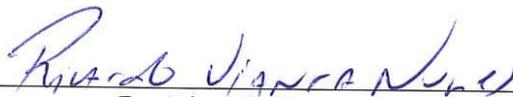
Dra. Cinthia Eying  
Orientadora – UNIOESTE/CCA



Dra. Aparecida da Costa Oliveira  
UNIOESTE/CCA



Dr. Leandro Dalcin Castilha  
UEM/CCA



Dr. Ricardo Vianna Nunes  
UNIOESTE/CCA

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Alexssandro Zaffari Almeida: Filho de Márcia Anita Zaffari Almeida e Cladimir Leão Almeida, nasceu em 25 de abril de 1993 na cidade de Sarandi, Estado do Rio Grande do Sul. Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2010 pela Universidade Federal de Santa Maria, graduando-se no ano de 2014. No ano de 2014 foi aprovado no programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, na área de concentração em Produção Animal, iniciando o curso em agosto do mesmo ano.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais, Cladimir e Márcia, pela vida, amor, incentivo e força.

Ao meu irmão, Cleomar, pelo apoio incondicional em todos os momentos. À minha namorada, Fernanda, pelo amor e apoio, mesmo longe se fez sempre presente.

A todos os meus familiares e amigos que contribuíram de diferentes formas para o meu sucesso profissional e pessoal.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, coragem de enfrentar as dificuldades e, oportunidade de alcançar minhas conquistas.

Aos meus pais, Márcia e Cládimir, meu irmão Cleomar, e à minha namorada e companheira, Fernanda, pela compreensão, ajuda e apoio em mim depositados em todos os momentos.

À minha orientadora, Dr.<sup>a</sup> Cinthia Eyng, pelos ensinamentos, exemplo de profissional e de vida, ajuda, paciência, amizade, confiança e credibilidade em mim depositada.

Aos meus professores coorientadores, Dr. Ricardo Vianna Nunes e Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, pelos ensinamentos e toda a ajuda.

À professora Dr.<sup>a</sup> Alice Murakami.

A todos os professores que contribuíram para minha formação como pessoa e profissional até o momento.

À Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná-Unioeste, Marechal Cândido Rondon, pela disponibilidade da estrutura necessária para execução do projeto.

À CAPES pela ajuda financeira aos meus estudos.

Ao CNPQ e à empresa DSM.

Aos companheiros, colegas e amigos do grupo de pesquisa que participo, com quem fiz amizade e estiveram sempre comigo.

A todos que me ajudaram e participaram de alguma forma na construção deste trabalho.

Obrigado.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	ii
CAPÍTULO 1. RESÍDUO SECO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES xi	xi
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
1 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
1.1 Alimentos alternativos .....	4
1.2 Fibra x Enzima.....	5
1.3 Efeito da fibra na dieta de aves .....	7
1.3.1 Morfometria intestinal .....	7
1.3.2 Peso Relativo dos Órgãos do Trato Gastrointestinal .....	8
1.3.3 Qualidade da carne .....	9
1.3.4 Perfil bioquímico .....	10
1.3.5 Qualidade de ovos .....	11
1.3.6 Qualidade da cama.....	13
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
CAPÍTULO 2. Suplementação dietética do resíduo seco de mandioca na alimentação de codornas de postura .....	25
RESUMO.....	26
CAPÍTULO 3. Frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.....	42
RESUMO.....	44
INTRODUÇÃO .....	48
MATERIAL E MÉTODOS .....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
CONCLUSÃO .....	76
REFERÊNCIAS.....	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 2. Suplementação dietética de resíduo seco de mandioca sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos e morfometria intestinal de codornas de postura**

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	38
Tabela 2. Consumo de ração, % de postura e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM).....	38
Tabela 3. Peso do ovo, unidade Haugh, gravidade específica, índice de gema, % de casca, espessura de casca, luminosidade e intensidade de amarelo/azul da gema de ovos de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM).....	39
Tabela 4. Peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento (cm) do intestino delgado e grosso de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM).....	40
Tabela 5. Altura de vilo ( $\mu\text{m}$ ), profundidade de cripta ( $\mu\text{m}$ ) e relação altura de vilo:profundidade de cripta (V:C) dos segmentos do intestino delgado de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM).....	41

### **CAPÍTULO 3. Frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas**

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas, utilizadas durante a fase pré inicial (1 a 7 dias) para frangos de corte de crescimento lento.....	51
Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase inicial (8 a 21 dias) para frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas. ....	52

Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase crescimento (22 a 63 dias) para frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas. ....	53
Tabela 4. Desempenho de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas. ....	60
Tabela 5. Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, coração e comprimento do intestino delgado e grosso (cm) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas .....	64
Tabela 6. Altura dos vilos (um), profundidade de cripta (um) e a relação altura de vilos:profundidade de cripta aos 21 e 42 dias de idade e viscosidade da digesta (mPa.s) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.....	66
Tabela 7. Perfil bioquímico do sangue de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.....	70
Tabela 8. Rendimento de carcaça (%) e de cortes (%) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas abatidos aos 63 dias de idade .....	71
Tabela 9. Características de qualidade da carne do peito de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas, abatidos aos 63 dias de idade.....	72
Tabela 10. Colorimetria da carne de peito e pé de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas, abatidos aos 63 dias de idade .....	73
Tabela 11. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada (mg/100g) da cama de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com e sem a adição de enzimas.....	75

## RESUMO

ALMEIDA, A.Z. **Resíduo seco de mandioca na alimentação de aves**. 2016 Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2016.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão do resíduo seco de mandioca (RSM) na alimentação de codornas de postura (Experimento I) e a inclusão de RSM associado ou não com enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte de crescimento lento (Experimento II). No experimento I, foram utilizadas 120 codornas japonesas com 150 dias de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0% de inclusão de resíduo seco de mandioca - RSM), quatro repetições e seis aves por unidade experimental. A inclusão do RSM às rações não prejudicou ( $P>0,05$ ) os parâmetros de desempenho das aves como também não alterou a qualidade interna dos ovos, colorimetria da gema e os valores de altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilo:profundidade de cripta para os segmentos do intestino delgado. No entanto, observou-se aumento linear ( $P<0,05$ ) da espessura de casca, peso relativo da moela e intestino delgado de acordo com o aumento dos níveis de inclusão do resíduo às dietas. Para o peso relativo do pâncreas observou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ), com menor peso relativo ao nível de 4,04% de inclusão do RSM. A inclusão de até 10% de resíduo seco de mandioca em dietas de codornas não interfere no desempenho e características morfofisiológicas do trato gastrointestinal como também melhora a qualidade da casca aumentando sua espessura. No experimento II, foram utilizados 1100 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Label Rouge, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (sem e com a adição de enzimas e cinco níveis de inclusão de RSM – 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0%), com cinco repetições e 22 aves por unidade experimental. A inclusão do RSM na dieta de 1 a 21 dias e de 1 a 63 dias de idade reduziu linearmente ( $P<0,05$ ) o consumo de ração das aves, porém no período inicial não comprometeu o ganho de peso, observando-se melhora na conversão alimentar. Para o período de 1 a 42 dias de idade observou-se interação ( $P<0,05$ ) entre os fatores estudados, demonstrando efeito quadrático para consumo de ração e ganho de peso, com maiores valores preditos aos níveis de inclusão de 3,32% e 4,77% do resíduo para as dietas não suplementadas com

enzimas. Para a variável de conversão alimentar, para este mesmo período, observou-se redução linear ( $P < 0,05$ ) independente da utilização ou não de enzimas. A inclusão do resíduo nas dietas das aves aos 21 e 42 dias resultou em um aumento linear ( $P < 0,05$ ) no peso relativo do intestino delgado e efeito quadrático aos 42 dias para peso relativo do intestino grosso com um menor peso relativo ao nível estimado de 3,44% de inclusão do RSM, independentemente da adição de enzimas. Neste mesmo período, a inclusão da enzima reduziu o peso e o comprimento do intestino delgado. Aos 63 dias observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzimas e níveis de inclusão do RSM para comprimento do intestino delgado. Para as variáveis de morfometria intestinal foi observado um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da profundidade de cripta aos 21 dias de idade das aves com uma menor profundidade de cripta ao nível de 5,74% de inclusão do RSM independente da suplementação ou não com enzimas. A adição de enzimas às dietas, reduziu ( $P < 0,05$ ) a viscosidade da digesta. A análise de variância demonstrou interação ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzimas e níveis de RSM para as variáveis de sangue triglicéridos, ácido úrico, creatinina e alanina aminotransferase (ALT). Além disso, houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para a variável creatinina sem a adição de enzimas na dieta, apresentando um menor valor ao nível de 2,29% de inclusão do RSM. A inclusão de enzimas na dieta independente do nível de inclusão do RSM proporcionou um aumento ( $P < 0,05$ ) nas variáveis de colesterol, aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina, gama-glutamil-transferase (gama-GT), glicose e proteína total no sangue. Para a variável de pH 15 minutos e colorimetria intensidade de  $a^*$  para o corte peito houve interação ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzima e níveis de RSM. Para intensidade de  $b^*$ , foi observado efeito quadrático independente da adição de enzimas ou não com menor intensidade ao nível de 8,89% de inclusão do RSM. Nas variáveis de colorimetria do pé, intensidade de  $L^*$  e  $b^*$ , foram observados um aumento e uma redução linear ( $P < 0,05$ ), respectivamente, à medida que se aumentou o nível de RSM na dieta, independentemente da suplementação de enzimas. Além disso, foi observado um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para intensidade de  $a^*$ , apresentando uma menor intensidade ao nível de 6,93% de inclusão do RSM e independente da inclusão de enzimas ou não. Para as variáveis de qualidade da cama a adição de enzimas às dietas, independentemente do nível de inclusão do resíduo, proporcionou uma redução no pH das amostras. Além disso, observou-se aumento linear do pH das amostras de cama, independentemente da inclusão de enzimas, à medida que aumentou os níveis de inclusão do resíduo às dietas. A inclusão de resíduo seco de mandioca em dietas de frangos de corte de crescimento lento não afetou o desempenho,

o rendimento de carcaça e cortes, a morfometria intestinal e a qualidade da carne, porém reduziu a coloração da carne de peito e pé e aumentou o peso relativo do intestino delgado aos 42 dias de idade das aves. Os efeitos positivos da adição de enzimas às dietas não foram suficientes para melhorar o desempenho das aves.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, *coturnix coturnix japonica*, fibra, label rouge

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the inclusion of dry cassava (RSM) in the feed laying quails (Experiment I) and the addition of RSM associated or not with exogenous enzymes in food slow growing broilers (Experiment II). In the first experiment were used 120 Japanese quails at 150 days of age, distributed in a completely randomized design with five treatments (0.0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0% inclusion dry cassava - RSM), four replications and six birds each. The inclusion of RSM to feed not impaired ( $P > 0.05$ ) the performance parameters of the birds but also did not affect the internal quality of the eggs, yolk colorimetry and villus height values, crypt depth and villus height ratio: crypt depth for the segments of the small intestine. However, there was a linear increase ( $P < 0.05$ ) of the shell thickness, the relative weight of gizzard and small intestine according to the increase of the residue inclusion levels in the diets. For pancreatic relative weight was observed quadratic effect ( $P < 0.05$ ), with lower weight relative to the level of 4.04% of inclusion of RSM. The inclusion of up to 10% of dry cassava in quails diets do not interfere with the performance and features morphophysiological the gastrointestinal tract but also improves shell quality by increasing its thickness. In the second experiment, we used 1100 chicks of one day old male lineage Label Rouge, distributed in a completely randomized design in a factorial  $2 \times 5$  (without and with the addition of enzymes and five levels of inclusion of RSM - 0.0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0%), with five replicates of 22 birds each. The inclusion in the diet of RSM 1 to 21 days and from 1 to 63 days of age reduced linearly ( $P < 0.05$ ) feed consumption of the birds, but the initial period did not affect the weight gain observed improvement in the conversion feed the birds. For pancreatic relative weight was observed quadratic effect ( $P < 0.05$ ), with lower weight relative to the level of 4.04% of inclusion of RSM. The inclusion of up to 10% of dry cassava in quails diets do not interfere with the performance and features morphophysiological the gastrointestinal tract but also improves shell quality by increasing its thickness. In the second experiment, we used 1100 chicks of one day old male lineage Label Rouge, distributed in a completely randomized design in a factorial  $2 \times 5$  (without and with the addition of enzymes and five levels of inclusion of RSM - 0.0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0%), with five replicates of 22 birds each. The inclusion in the diet of RSM 1 to 21 days and from 1 to 63 days of age reduced linearly ( $P < 0.05$ ) feed consumption of the birds, but the initial period did not affect the weight gain observed improvement in the conversion feed the birds. For the period from 1 to 42 days of age was observed interaction ( $P < 0.05$ )

between treatments, showing quadratic effect on feed intake and weight gain, with higher values predicted the inclusion levels of 3.32 % and 4.77% of the waste for the diets not supplemented with enzymes. To feed conversion variable, in this period, it was observed linear reduction ( $P < 0.05$ ) independent of the use or not of enzymes. The inclusion of residue in the diets of the birds 21 and 42 days resulted in a linear increase ( $P < 0.05$ ) in weight on the small intestine and quadratic effect after 42 days for relative weight of the large intestine at a lower level relative to the 3.44% of inclusion of RSM, whether or not supplementation with enzymes. During this period, the inclusion of the enzyme reduced the weight and length of the small intestine. At 63 days there was interaction ( $P < 0.05$ ) adding enzymes and RSM inclusion levels for small bowel length. For intestinal morphometric variables was observed a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) of the crypt depth at 21 days of age of the birds with a lower crypt depth to the level of 5.74% of inclusion of independent supplementation or RSM no enzyme. The addition of enzymes diets reduced ( $P < 0.05$ ) the viscosity of the digesta. The analysis of variance showed interaction ( $P < 0.05$ ) adding enzymes and RSM levels for the variables of blood triglycerides, uric acid, creatinine, alanine aminotransferase (ALT). Furthermore, there was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for the variable creatinine without the addition of enzymes in the diet, with a lower level of 2.29% of inclusion of RSM. The inclusion of enzymes in the diet of the independent RSM inclusion level resulted in an increase ( $P < 0.05$ ) in cholesterol variables, aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase, gamma glutamyl transferase (gamma-GT), glucose and Total protein in the blood. For 15 minutes at pH colorimetric intensity variable and a \* for the chest was cut interaction ( $P < 0.05$ ) between addition of enzyme and RSM levels. To intensity b \* was observed independent quadratic effect of adding enzymes or not to a lesser extent to the level of 8.89% inclusion of the RSM. In the colorimetric variables of the foot intensity L \* and b \* were observed increase and a linear decrease ( $P < 0.05$ ), respectively, the measurement was increased RSM level included in the diet, whether enzyme supplementation or not. Furthermore, a quadratic effect was observed ( $P < 0.05$ ) for the intensity \*, presenting a lower intensity level of 6.93% inclusion RSM and independent of the inclusion or not enzymes. For the litter quality variables adding enzyme to the diets, regardless of the level of inclusion of the residue afforded a reduction in the pH of the samples. In addition, there was a linear increase in the pH of the litter samples, regardless of whether or not enzymes, as increased inclusion levels of residue to diets. The inclusion of dry cassava in slow-growing broiler diets did not affect the performance, carcass yield and cuts, intestinal morphology and

meat quality, but reduced the color of the breast and leg meat and increased relative weight of the small intestine at 42 days of age the birds. The positive effects of adding enzymes diets were not enough to improve the performance of birds.

**Keywords:** alternative food, *coturnix coturnix japonica*, fiber, label rouge

## **CAPÍTULO 1. RESÍDUO SECO DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2012) estima-se que a população mundial chegue a nove bilhões de pessoas até 2050. Para garantir oferta de alimentos suficiente, a produção mundial deverá aumentar em 70%. A necessidade em aumentar a produção tem estimulado os nutricionistas a pesquisar ingredientes alternativos para a nutrição animal, a fim de diminuir o uso de alimentos comumente utilizados na dieta humana para fabricação de rações.

A fonte preferencial de energia na dieta de aves é o amido dos cereais, principalmente do milho. Dentre os ingredientes energéticos alternativos disponíveis para redução de custos relativos à nutrição, a utilização do resíduo do processamento da mandioca (*Manihot esculenta crantz*) tem despertado interesse dos nutricionistas pela elevada produção, sendo que o Brasil já liderou o ranking como maior produtor mundial, onde atualmente ocupa a 4ª posição (SEAB, 2014).

O processamento da mandioca pode gerar vários subprodutos passíveis de serem utilizados na alimentação animal, como o resíduo seco, bagaço, farelo integral, entre outros. Considera-se que estes subprodutos possuam valores de amido semelhantes aos do milho, em vista disso tendo elevado valor energético, demonstrando potencial como substituto em rações para aves. Neste contexto, Brum et al. (1990) observaram que até 66,7% do milho utilizado em rações para frangos de corte pode ser substituído por farinha de mandioca sem comprometer o desempenho dos animais.

A massa de fecularia, produto resultante do processo de extração da fécula de mandioca, é caracterizada como um material fibroso possuindo parte da fécula que não foi extraída durante o processamento (LEONEL & CEREDA, 2000) garantindo, desta forma, um nível energético considerável. Em adição, para cada tonelada de mandioca processada são produzidas aproximadamente 900 kg de massa residual, com cerca de 85% de umidade (CEREDA, 1994), sendo este um grave problema para a indústria. Uma possível solução encontrada por algumas plantas processadoras é a desidratação do material, obtendo-se o resíduo seco de mandioca (RSM). A secagem representa uma alternativa para preservação e aproveitamento alimentício deste resíduo (VILHALVA et al., 2012).

Apesar de estar descrito na literatura que resíduos do processamento da mandioca possam ser adicionados às rações de não ruminantes para reduzir o uso do milho e, com isso, o custo das dietas (VALDIVIÉ et al., 2008) existe o entrave do alto teor de fibra presente nestes subprodutos, o que limita sua inclusão devido a fatores antinutricionais. O alto teor de fibra

pode ser responsável por um aumento da viscosidade da digesta no intestino delgado das aves, provocando uma diminuição da digestibilidade e absorção dos demais nutrientes (HETLAND et al., 2004).

A redução na capacidade digestiva e absorviva dos nutrientes quando da utilização de alimentos alternativos fibrosos compromete o desempenho das aves (BRITO et al., 2008). No entanto, a adição dietética destes ingredientes, associada à suplementação enzimática, melhora consideravelmente a disponibilidade dos nutrientes. O uso de enzimas exógenas tem sido recomendado para melhorar o aproveitamento da digesta (xilanase, pectinases e glucanases), a degradação da celulose (celulases), das proteínas (proteases), do amido (amilases) e a utilização do fósforo (fitase) (CAIRES et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009).

Estudos que associem ingredientes alternativos e adição exógena de enzimas são conduzidos quase que em sua totalidade com aves. No entanto, de acordo com Duarte et al. (2013), codornas podem ser capazes de aproveitar melhor os alimentos fibrosos quando comparadas a frangos de corte, devido a características morfofisiológicas do trato gastrointestinal destes animais que favorecem essa maior digestibilidade. Em frangos de corte de crescimento lento, a avaliação nutricional de ingredientes alternativos torna-se ainda mais importante, pois aves dessa categoria apresentam menor exigência em comparação a frangos de corte de linhagem comercial, o que possibilita a formulação de rações com menores densidades nutricionais e permite maior inclusão desses ingredientes alternativos (DE LIMA et al., 2012).

Diante disso, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão do resíduo seco de mandioca na alimentação de codornas de postura e frangos de corte de crescimento lento.

A dissertação encontra-se dividida em três capítulos. O Capítulo I apresenta uma revisão de literatura abordando aspectos relevantes sobre a utilização de alimentos alternativos e enzimas exógenas na alimentação de aves e o efeito da fibra sobre os parâmetros de desempenho, desenvolvimento dos órgãos do trato gastrointestinal, morfometria intestinal e qualidade da carne das aves. O Capítulo II, intitulado " Suplementação dietética do resíduo seco de mandioca na alimentação de codornas de postura " teve como objetivo verificar o efeito da inclusão do RSM nas rações de codornas de postura sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal e morfometria intestinal. O Capítulo III, intitulado " Frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas ", teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão do RSM nas rações de frangos de crescimento lento sobre o desempenho produtivo,

biometria dos órgãos do trato gastrointestinal, morfometria intestinal, rendimento de carcaça, perfil bioquímico do sangue e qualidade da carne.

# 1 REVISÃO DE LITERATURA

## 1.1 Alimentos alternativos

O milho e o farelo de soja são os principais ingredientes utilizados na produção de rações para aves no Brasil, correspondendo a aproximadamente 70% da formulação. Portanto, existe um interesse contínuo na busca de alimentos alternativos, como os resíduos agroindustriais, que possam substituir os ingredientes comumente utilizados na fabricação de rações, a fim de reduzir o custo de produção, porém sem comprometer o desempenho dos animais (BRITO et al., 2008).

Neste contexto, os subprodutos do processamento da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), de extenso cultivo no Brasil, apresentam potencialidade como alimento energético alternativo, podendo substituir parcialmente o milho das rações. O processamento da mandioca pode gerar vários subprodutos passíveis de serem utilizados na alimentação animal, como o resíduo seco, bagaço, farelo integral, entre outros.

Neste sentido, Eruvbetine et al. (2003) relataram que a farinha da raiz da mandioca é um ingrediente capaz de substituir parcialmente o milho nas rações de frangos de corte.

Freitas et al. (2008) avaliando a farinha de varredura de mandioca na dieta de frangos de corte obtiveram valores de energia metabolizável aparente (EMA) de 2.940 kcal kg<sup>-1</sup> e observaram a viabilidade do uso deste ingrediente em até 30% em substituição ao milho, sem afetar o desempenho das aves.

Segundo Cruz et al. (2006), a farinha de apara de mandioca pode substituir o grão de milho na alimentação de aves em postura, no entanto, os ovos produzidos pelas aves submetidas a dietas contendo este ingrediente apresentaram menor coloração da gema devido à presença reduzida de carotenoides e, portanto, menor capacidade pigmentante.

Dentre os subprodutos do processamento da mandioca, o resíduo seco de mandioca (RSM) tem despertado interesse dos nutricionistas. Este resíduo é obtido por meio da secagem da massa de fecularia que segundo Leonel e Cereda (2000) é o produto resultante do processo de produção da fécula de mandioca. É caracterizado como um material fibroso, possuindo parte da fécula que não foi extraída durante o processamento, garantindo, desta forma, um nível energético considerável.

Marques et al. (2005) comparando a composição química do milho com o RSM, obtiveram valores de 10,8% e 1,9% para proteína bruta (PB), 12,1% e 30,5% para fibra em detergente neutro (FDN) e 4,1% e 22,6% para fibra em detergente ácido (FDA), respectivamente. Estas variações demonstram que apesar do conteúdo em amido residual do

processo de extração da fécula ser em torno de 60 a 70% (RAUPP et al., 1999, CARDOSO, 2004), este resíduo apresenta características nutricionais, como o alto teor de fibra e baixo teor de proteína, que podem afetar negativamente o desempenho dos animais quando da sua inclusão na dieta. Em adição, Picoli et al. (2014) relatam uma composição energética do RSM em torno de 1.703 kcal EMA kg<sup>-1</sup> e 1.689 kcal EMAN kg<sup>-1</sup> para frangos de corte de crescimento lento. Picoli et al. (2014) observaram que a partir de 2% de inclusão do RSM na alimentação de frangos de corte de crescimento lento há um comprometimento no desempenho das aves e um aumento na viscosidade da digesta. Visto isso, devido às características nutricionais do RSM, estudos devem ser desenvolvidos para que possamos determinar possíveis interações da inclusão dietética deste ingrediente sobre o trato gastrointestinal das aves com consequente influência em seu desempenho.

## **1.2 Fibra x Enzima**

A fibra contida nos alimentos pode ser classificada de acordo com sua estrutura e solubilidade em água. Quanto à estrutura, grande parte das fibras pertence ao grupo de polissacarídeos amiláceos e polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e são definidas de acordo com a estrutura dos alimentos, podendo ser carboidrato estrutural, que incluem os constituintes da parede celular (lignina, ácidos graxos, ceras e proteína), ou carboidratos não estruturais, que incluem os carboidratos presentes no conteúdo celular (MORGADO e GALZERANO, 2008).

Quanto à solubilidade, a fibra solúvel possui capacidade de reter água, promover a viscosidade na digesta no nível intestinal e alterar a velocidade da taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade das proteínas, carboidratos e gorduras (BEDFOR e PARTRIDGE, 2001). A fibra insolúvel está associada com a maior taxa de passagem e volume do bolo fecal (CHAU e HUANG, 2005) com redução do volume de armazenamento dos cecos e cólon dos frangos (WARPECHOWSKI e CIOCCA, 2002).

Em adição, os PNA's, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, apresentam digestão limitada pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo (BRITO et al., 2008).

Sendo assim, a presença de altos níveis de PNA's na dieta das aves pode afetar a digestão dos nutrientes, tanto diretamente com impedimento físico quanto indiretamente devido a mudanças fisiológicas no intestino, tais como aumento da viscosidade da digesta (Smits e Annison, 1996). As propriedades antinutricionais dos PNA's incluem estímulo da peristalse

intestinal, descamação epitelial e higroscopicidade intestinal que altera a eficiência catalítica das enzimas e os mecanismos de absorção (LIMA e VIOLA, 2001; BRITO et al., 2008).

Neste contexto, de acordo com Sundu et al. (2006) avaliando o desempenho de pintos de corte na fase inicial alimentados com rações contendo farelo de coco, ingrediente fibroso, houve redução linear no consumo de ração. Segundo os autores, o alto teor de fibra bruta pode alterar a densidade da dieta, se tornando um limitante na ingestão da ração pelo espaço ocupado no trato digestório da ave.

Um dos principais objetivos da pesquisa na área de nutrição na avicultura tem sido a identificação dos fatores que interferem na digestão, a fim de maximizar a utilização dos nutrientes presentes na dieta, melhorando a eficiência de produção.

Sendo assim, a utilização de enzimas exógenas em dietas tem demonstrado grande importância na nutrição animal, por reduzir fatores antinutricionais e disponibilizar nutrientes inacessíveis às aves (IWAHASHI, 2009). As enzimas exógenas têm sido incorporadas às dietas das aves, com o intuito de melhorar o desempenho destas e facilitar a utilização de ingredientes alternativos, em razão do aumento constante do custo das matérias primas tradicionais (PESSÔA et al., 2012).

As enzimas exógenas nas rações são capazes de complementar a ação de enzimas endógenas produzidas pelo animal, como ocorre com as amilases e proteases, e também fornecer enzimas que não são sintetizadas no trato gastrointestinal, por exemplo, as xilanases, glucanases e fitases (COWIESON e ADEOLA, 2005). Em uma dieta rica em fibras a ação de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolizam os PNA's que podem ser potencialmente utilizados pelo animal, aumentando, por exemplo, a utilização de energia (BRITO et al., 2008). Tecnologias de processamento e enzimas degradadoras da parede celular, tais como as pectinases, podem ser usadas para modificar a estrutura da parede celular e melhorar a degradabilidade dos PNA's (DE VRIES et al., 2012).

Em busca das ações positivas das enzimas sobre o processo digestivo e absorptivo dos nutrientes pelos animais, as indústrias desenvolvem preparações comerciais, como aquelas contendo  $\beta$ -glucanase e xilanase. Estas enzimas, quando adicionadas às rações, podem reduzir a viscosidade da digesta, bem como reduzir o efeito de encapsulação dos nutrientes das paredes das células e, por sua vez, resultar num aumento da disponibilidade e absorção de proteína, amido e utilização de energia (SLOMINSKI, 2011).

Souza et al. (2014), estudando o efeito da inclusão do bagaço de mandioca na alimentação de frangos de corte, com e sem a adição de complexos enzimáticos, observaram que o desempenho na fase inicial foi superior nos tratamentos com inclusão de enzimas, não

apresentando efeito na fase final. A melhora no desempenho das aves na fase de crescimento, em relação à fase inicial, pode ser justificada devido às aves possuírem o pâncreas mais eficiente na produção de enzimas que atuam na digestão (FURLAN e MACARI 2002).

Raza et al. (2009), ao utilizarem a suplementação de enzimas em uma dieta com alto teor de fibra bruta, sugeriram que frangos de corte podem apresentar melhor desempenho quando comparados aos que recebem uma dieta isenta deste aditivo.

Lázaro et al. (2003), ao estudarem o efeito dietético da xilanase e da  $\beta$ -glucanase, observaram um melhor ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações à base de centeio e farelo de soja, no período de 4 a 25 dias de idade. Em adição, Gao et al. (2008) observaram um aumento no ganho de peso e uma melhor conversão alimentar, quando a enzima xilanase foi adicionada em uma dieta à base de trigo para frangos de corte de 7 a 21 dias de idade.

### **1.3 Efeito da fibra na dieta de aves**

#### **1.3.1 Morfometria intestinal**

A altura das vilosidades intestinais é uma importante característica morfológica, pois indica a capacidade absorptiva da mucosa intestinal. Quanto maior a altura do vilão, maior a área de contato dos enterócitos com o alimento, aumentando assim a área de absorção dos nutrientes. Portanto, é importante ressaltar que o ganho de peso das aves pode estar diretamente relacionado com a altura dos vilos (KELLY et al., 1991).

De acordo com Maiorka et al. (2008), a capacidade absorptiva do intestino é proporcional ao número de vilosidades, sendo que a redução do tamanho das vilosidades resulta em diminuição da eficiência absorptiva intestinal que, na prática, se traduz em piora na conversão alimentar e no ganho de peso dos animais (FURLAN et al., 2004). Em adição, de acordo com Montagne et al. (2003) a relação vilão/crípta indica a capacidade de digestão intestinal, sendo que um aumento nesta relação representa uma melhora na digestão e absorção e menor gasto energético com a renovação celular (DE ARRUDA et al., 2008).

O processo de desenvolvimento da mucosa intestinal em aves é o resultado de dois eventos citológicos primários correlacionados: renovação celular (proliferação e diferenciação), decorrentes das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos; e a perda de células por descamação (extrusão), que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante denominado *turnover* (UNI, 1999)

A inclusão da fibra pode alterar as características das vilosidades intestinais, modificando os efeitos da dieta sobre o desempenho animal.

Disfunções e lesões provocadas por agentes mecânicos, como o efeito abrasivo das fibras, podem ocasionar um desequilíbrio no *turnover*, a favor de um desses processos, com consequente diminuição na altura dos vilos, aumento da síntese-migração-extrusão celular e redução da capacidade digestiva e absorptiva da mucosa (UNI, 1999).

A presença de digesta altamente viscosa no lúmen intestinal pode aumentar a velocidade de perda celular, levando à atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas (MONTAGNE et al., 2003), prejudicando a capacidade absorptiva intestinal.

Yang et al. (2008) em estudos verificaram que dietas à base de trigo suplementadas com xilanase não alteraram a altura de vilo, porém proporcionaram redução na profundidade de cripta do segmento jejuno de frangos de corte com sete dias de idade.

### 1.3.2 Peso Relativo dos Órgãos do Trato Gastrointestinal

Alterações na composição da dieta podem afetar a taxa de passagem dos alimentos (HETLAND e SVIHUS, 2001), tamanho dos órgãos (IJI et al., 2001; SKLAN, 2001), o crescimento microbiano e a saúde do trato gastrointestinal.

Gonzales-Alvarado et al. (2007) observaram que a inclusão de fibra na ração de frangos aumenta o pH e tamanho da moela e o tamanho do intestino. Segundo esses pesquisadores, os resultados obtidos sustentam a hipótese de que os pintos de corte necessitam de uma quantidade mínima de fibra na ração. Entretanto, a magnitude dos efeitos da fibra no desenvolvimento dos órgãos do trato gastrointestinal depende da seção avaliada e difere entre as fontes de fibra utilizadas.

O aumento do peso relativo da moela associado a níveis crescentes de fibra na dieta pode representar um maior tempo de retenção deste nutriente no órgão, devido à presença de partículas com tamanhos e características diferentes, proporcionando maior trituração para a digestão dos nutrientes (GONZÁLES-ALVARADO et al., 2007). Além disso, a presença de fibras solúveis pode aumentar o tamanho da moela devido sua capacidade de retenção de água provocar inchaço no conteúdo (HERNÁNDEZ et al., 2011). Em adição, proventrículo e moela bem desenvolvidos melhoram a secreção de HCl, intensificando assim a ação da pepsina sobre a digesta ainda no estômago. Conseqüentemente, a solubilidade da fração mineral e a digestibilidade da proteína entre outros componentes da dieta será melhorada (Gabriel et al., 2003).

O fígado tem diversas funções, como: estocagem de carboidratos, gorduras e vitaminas. Sua principal função relacionada à digestão é a secreção de bile (TAVERNARI e MENDES, 2009). Um aumento na viscosidade da digesta pode estimular a produção de ácido biliar e em consequência disso aumentar o peso do fígado, mas os efeitos podem ser reduzidos quando a dieta for suplementada com enzimas (GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2008).

O pâncreas é responsável por grande parte da função digestiva, devido sua produção enzimática envolvendo enzimas como tripsina, quimiotripsina, amilase e lipase (BOARO, 2009). Portanto, a capacidade de hidratação e o efeito abrasivo dos compostos fibrosos podem provocar, entre outros fatores, a limitação na ação enzimática endógena sobre os substratos, desencadeando alterações morfológicas e fisiológicas no trato gastrintestinal (FASINA et al., 2004; MATEOS et al., 2012), como hipertrofia pancreática (WANG et al., 2005) em função do maior estímulo da secreção de enzimas, ocasionado pelo aumento do refluxo gastroduodenal (SVIHUS et al., 2004). Estas alterações incluem ainda um aumento adaptativo da massa de tecido da parede intestinal, a taxa de proliferação de células, e a espessura do músculo da camada do intestino (SVIHUS et al., 2010), o que conduzirá a um maior peso dos intestinos delgado e grosso.

Estudando uma dieta com alto teor de fibra e outra com baixo percentual de fibra, Olkowski et al. (2005) encontraram maiores pesos e comprimentos relativos do intestino delgado e cecos para os frangos de corte que consumiram dieta com alto teor de fibra. Esses autores relacionaram os resultados à menor disponibilidade de nutrientes devido às características consistentes, com hiperplasia adaptativa da mucosa intestinal.

### 1.3.3 Qualidade da carne

O consumidor está cada vez mais criterioso quanto aos atributos de qualidade da carne. Parâmetros como uniformidade da cor e consistência da carne são características importantes através dos quais os consumidores selecionam produtos de origem animal e, finalmente, avaliam a qualidade final do produto (QIAO et al., 2002). Diante disso, há uma preocupação ao se utilizar um ingrediente alternativo que não cause alterações nos atributos de qualidade da carne das aves de crescimento lento, sendo que essas aves têm sido alvo de crescente interesse comercial, em razão das suas peculiaridades relativas à qualidade da carne (HELLMEISTER FILHO et al., 2003; SILVA et al., 2003).

Amorim et al. (2015) estudaram níveis de inclusão do bagaço de mandioca na dieta de frangos de crescimento lento e concluíram que as características químicas (cinzas, proteína, extrato etéreo) da carne foram afetadas, contudo as características físicas (cor, pH, textura) não sofreram influência pelos níveis de inclusão do bagaço de mandioca.

O pH apresenta fundamental importância no processo de transformação do músculo em carne. O pH final, que é determinado 24 horas *post mortem*, é um fator determinante para a qualidade da carne, pois está relacionado diretamente com as proteínas e com os pigmentos da carne. Assim, o valor em que ele se estabiliza influencia diretamente os parâmetros de cor, maciez, perda de peso por cocção, suculência, estabilidade microbológica, entre outros (FLETCHER, 2002). Salaková et al. (2009) ressaltam que a cor sofre influência do valor do pH, pois quando o pH da carne está acima do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, as moléculas de água estão firmemente presas, aumentando a absorção de luz pelo músculo, apresentando uma coloração escura.

A perda de água pode variar devido à forma em que a mesma se encontra ligada no tecido muscular. A água presente no espaço extracelular apresenta maior facilidade de ser perdida, no entanto, aquela no interior das miofibrilas, onde para cada unidade de ganho de proteína cerca de três unidades de água são armazenadas em conjunto a esta proteína, é de difícil remoção (LANNA, 1997; HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005). Segundo Amorim et al. (2015) isso explicaria o efeito quadrático encontrado em seu estudo da inclusão do bagaço de mandioca sobre a perda de peso por cozimento da carne da coxa, pois foi observado um aumento da deposição de proteína bruta (PB) até o nível de 19,53% de inclusão de bagaço de mandioca na carne crua, assim, uma maior deposição de proteína provocaria a maior agregação das moléculas de água o que implica em menores perdas por cozimento.

Além das características físicas citadas, a textura da carne é um atributo de qualidade que vem sendo estudada. De acordo com Ramos e Gomide (2007) a textura da carne pode ser classificada da seguinte forma: valores abaixo de  $3,62 \text{ kgf (cm}^2\text{)}^{-1}$  é uma carne extremamente macia; entre  $6,62$  a  $9,60 \text{ kgf (cm}^2\text{)}^{-1}$  ligeiramente macia a ligeiramente dura; e acima de  $12,60 \text{ (cm}^2\text{)}^{-1} \text{ kgf}$  extremamente dura. Anadón (2002) resalta ainda que a textura está relacionada com a quantidade de água intramuscular e, conseqüentemente à capacidade de retenção de água da carne, portanto, quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne.

#### 1.3.4 Perfil bioquímico

O sangue do animal transporta nutrientes do trato digestivo para os tecidos, os produtos finais do metabolismo das células até os órgãos de excreção, o oxigênio dos pulmões para os tecidos, o dióxido de carbono dos tecidos para os pulmões e as secreções das glândulas endócrinas por todo o corpo (VIEITES et al., 2011). Devido tal importância, a análise dos constituintes bioquímicos do soro sanguíneo reflete as condições de saúde dos animais e é um sinalizador para avaliar alterações nos sistemas fisiológicos (MINAFRA et al., 2010).

Para aves, de uma maneira geral, sugere-se a determinação de parâmetros de função renal como o ácido úrico, de indicadores do metabolismo proteico como as proteínas totais, indicadores do metabolismo energético como o colesterol e a glicose plasmática (PINHEIRO et al. 2003), indicadores de lesão hepática (aspartato aminotransferase (AST) e gama-glutamyl-transferase (GGT)) e de lesão muscular, a creatinina quinase (CK).

As propriedades físico-químicas da fibra (porção solúvel e insolúvel) podem exercer funções fisiológicas importantes contribuindo para a redução dos níveis de colesterol, glicose e lipídios, podendo estar relacionadas ao retardamento ou diminuição da absorção de matérias orgânicas ou inorgânicas (BURKHALTER et al., 2001).

Estudando a inclusão de um concentrado com altos teores de fibras insolúveis na dieta de frangos de corte, Sarikhan et al. (2009) verificaram que, aos 42 dias de idade, ocorreu uma redução dos níveis séricos de triglicerídeos, colesterol total e colesterol HDL, LDL e VLDL. Retore et al. (2010) utilizando polpa de citrus (rica em pectina) em substituição ao feno de alfafa na ração de coelhos da raça Nova Zelândia, observaram menores níveis séricos de triglicerídeos e colesterol total, conferindo essa redução ao aumento de sais biliares e lipídios excretados nas fezes. Delaney et al. (2003) relatam que a inclusão de  $\beta$ -glucanos na dieta de hamsters sírios, a partir da utilização de aveia e cevada, reduziu os níveis de colesterol plasmático, sem diferenças entre os cereais.

Utilizando alimentos com alto teor de fibra insolúvel alguns autores encontraram diminuição nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos (CHAU et al., 2004; SARIKHAN et al., 2009). Güçlü et al. (2004) incluindo 9% de alfafa, composta de fibras insolúveis, nas dietas de codornas japonesas observaram uma diminuição nos níveis séricos de triglicerídeos e colesterol, e conseqüentemente, os teores de colesterol no ovo. Silva et al. (2003) sugeriram que a adição de fibras solúveis, em especial as pectinas, podem se ligar aos ácidos biliares, aumentando sua excreção e reduzindo o colesterol circulante.

#### 1.3.5 Qualidade de ovos

Os ovos de codornas são ricos em proteínas, gorduras, minerais, além de serem bons provedores de açúcares e vitaminas (BAPTISTA, 2002). Entretanto, se faz necessário analisar este alimento visto que alterações na dieta das aves podem influenciar sua qualidade. Segundo Costa et al. (2010) nutrientes como energia, proteínas, aminoácidos, minerais e vitaminas são primordiais para que a ave possa expressar seu máximo potencial genético e produtivo, produzindo ovos de máxima qualidade interna e externa. Portanto, alguns fatores, como integridade da casca, peso do ovo, gravidade específica e unidade Haugh, relativos aos ovos de codorna, são avaliados a fim de verificar se a qualidade dos mesmos corresponde às exigências propostas pelo mercado.

A medida da gravidade específica do ovo é provavelmente uma das técnicas mais comumente utilizadas para determinar a qualidade da casca do ovo, devido à sua rapidez, praticidade e baixo custo. Para Magalhães (2007) a perda de água que ocorre no ovo logo após a postura, em consequência da evaporação, provoca um aumento progressivo da câmara de ar e conseqüentemente uma diminuição da gravidade específica do ovo.

A unidade Haugh (UH) é considerada o melhor parâmetro de qualidade de albúmen, sendo proposta em 1937 por Haugh (BAPTISTA, 2002). A qualidade de ovos depende, em parte, da presença e estabilidade da camada de albúmen densa, fator este dado pela proteína ovomucina, sendo a medida da altura do albúmen que permite determinar a sua qualidade, pois à medida que o ovo envelhece, a proporção de albumina líquida aumenta em detrimento da densa (MURAKAMI et al., 2007). Quanto maior o valor da UH, melhor será a qualidade dos ovos, que são classificados de acordo com Egg-Grading Manual (USDA, 2000) em ovos tipo AA – excelente qualidade (100 até 72), A – alta qualidade (71 até 60), B – média qualidade (59 até 30), C – baixa qualidade (29 até 0).

Outro parâmetro de qualidade avaliado em ovos é a intensidade de coloração da gema, o qual é um critério em relação à preferência, pois o consumidor associa a cor da gema à sua quantidade de vitaminas. Braga et al. (2005), trabalhando com a inclusão de farelo de coco na ração de poedeiras, registraram redução na coloração da gema do ovo. A pigmentação da gema é o resultado da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides). Tais fontes de pigmentos carotenoides podem ser encontradas de forma natural, como por exemplo as do grupo do milho e do pimentão vermelho, mas também podem ser empregados carotenoides sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo) (GARCIA et al., 2002).

Em estudos realizados por Braz et al. (2011), os autores relataram que o aumento do nível de FDN das rações oferecidas para frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade até 18,50%

não influenciou na maturidade sexual, no desempenho e na qualidade dos ovos dessas aves na fase de produção.

### 1.3.6 Qualidade da cama

A cama apresenta grande importância na qualidade e na produtividade do frango de corte, sendo um item fundamental no manejo de galpões em sistemas de produção avícola. Dentre suas funções está a de absorver a umidade, diluir uratos e fezes, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves, o que evita a formação de calo no peito e de lesões no coxim plantar e no joelho (HERNANDES e CAZETTA, 2001).

Diversos fatores nutricionais podem interferir na qualidade da cama na produção avícola, como a utilização de ingredientes que possuem níveis altos de frações fibrosas não digestíveis pelos animais (FRANCESCH e BRUFAU, 2004). Neste contexto, o percentual de fibra contido no ingrediente não é hidrolisado no intestino delgado, passando por processos fermentativos no intestino grosso, favorecendo a produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, principalmente o ácido lático, determinando redução do pH das excretas, o que pode interferir no pH da cama (LAN et al., 2007).

Segundo Traldi et al. (2007), valores de pH da cama superiores a 7,0 normalmente estimulam a proliferação bacteriana na cama e também aumentam a produção de amônia, sendo assim, quanto menor o pH melhor será a qualidade da cama e conseqüentemente do ambiente.

Os componentes insolúveis da fibra, que não sofreram digestão, conferem uma estimulação física na passagem da digesta, intensificando a motilidade por estimular o trato gastrointestinal, ocasionando maior volume de excretas (SANTOS, 2011). Neste sentido, um aumento na viscosidade do conteúdo intestinal de aves, além de comprometer a digestibilidade da ração, pode aumentar a quantidade de excretas úmidas. O alto teor de umidade da cama pode acarretar em problemas ambientais e de manejo tais como aumento no peso e volume dos dejetos que dificultam seu manejo, estocagem e custos de remoção, proliferação de moscas, aumento na taxa de perda de amônia no meio ambiente (FRANCESCH e BRUFAU, 2004) e aumento da incidência de lesões na carcaça das aves (OLIVEIRA et al., 2002).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a inclusão do RSM na alimentação de codornas de postura e a inclusão de RSM associado ou não com enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte de crescimento lento

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar o efeito de diferentes níveis de RSM sobre o desempenho, peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, morfometria intestinal e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

Avaliar o efeito da inclusão do RSM associado ou não com enzimas nas rações de frangos de crescimento lento sobre o desempenho, biometria dos órgãos do trato gastrointestinal, morfometria intestinal, viscosidade da digesta, rendimento de carcaça, perfil bioquímico do sangue, qualidade da carne, qualidade da cama.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. F.; DE SIQUEIRA, J. C.; RODRIGUES, K. F.; VAZ, R. G. M. V.; BARBOSA, S. M.; SANTOS, H. D.; PARENTE, I. P. Níveis de inclusão do bagaço de mandioca na ração de frangos de crescimento lento: características físico-químicas da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1685-1700, 2015.

ANADÓN, H. L. S. **Biological, nutritional, and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 2002. Tese de Doutorado. Virginia Polytechnic Institute and State University.

BAPTISTA, R. F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codornas (*Coturnix coturnix japônica*) em função da variação da temperatura de armazenamento**. Niterói, RJ: Faculdade de Veterinária – Universidade Federal Fluminense, 2002, 99f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). UFF, 2002.

BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. CABI Publishing. Ed. Finnfeds International, Marlborough, Wiltshire, UK. p.432, 2001.

BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal. In: CONFERENCIA FACTA DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, p. 262-274, 2009.

BRAGA, C. V. P. C. V.; FUENTES, M. D. F. F.; FREITAS, E. R.; DE CARVALHO, L. E.; DE SOUSA, F. M.; BASTOS, S. C. Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 76-80, 2005.

BRAZ, N. M; FREITAS, E. R.; BEZERRA, R. M.; CRUZ, C. E. B.; FARIAS, N. N. P.; DA SILVA, N. M.; SÁ, N. L.; DE SOUZA XAVIER, R. P. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2744-2753, 2011.

BRITO, M.S.; DE OLIVEIRA, C. F. S.; DA SILVA, T. R. G.; DE LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; DA SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BRUM, P. A. R. D; GUIDONI, A. L.; ALBINO, L. F. T.; CESAR, J. S. Whole cassava meal in diets for broiler chickens. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 25, n. 25, p. 1367-1373, 1990.

BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N. R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT JUNIOR, J. L.; FAHEY JUNIOR, G. C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 131, n. 7, p. 1978-1985, 2001.

CARDOSO, C. E. L. **Restrições à melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de fécula de mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2004. (Documentos 145).

CAIRES, C.M; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. A.; CARVALHO, A. Enzimas na alimentação de frango de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, p. 491-497, 2008.

CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca do Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 174 p., 1994.

CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Nutrition Research**, v. 24, n. 5, p. 337-345, 2004.

CHAU, C.F.; HUANG, Y.L. Effects of the insoluble fiber derived from *Passiflora edulis* seed on plasma and hepatic lipids and fecal output. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, n. 8, p. 786-790, 2005.

COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, proteases and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v. 84, n. 12, p. 1867, 2005.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. L. Efeito da Substituição do Milho pela Farinha de Mandioca em Rações para Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2303-2308, 2006.

COSTA, F.G.P; SILVA, J. D.; LIMA, M. Relação entre exigências nutricionais vs Qualidade de ovos de codornas japonesas. In: **IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA**. 2010. p. 50-70.

DE ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; DA SILVA, J. M.; LOPES, D. C. Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, 2008.

DELANEY, B. et al.  $\beta$ -glucan fractions from barley and oats are similarly antiatherogenic in hypercholesterolemia Syrian golden hamsters. **Journal of Nutrition**, v.133, p.468-495, 2003.

DE LIMA, S.B.P.; PANDORFI, H.; DOS SANTOS, M. J.B. Farelo de glúten de milho na alimentação de frangas de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias Recife**, v. 7, n. 2, p. 367-371, 2012.

DE VRIES, S. et al. Improving digestive utilization of fiber-rich feedstuffs in pigs and poultry by processing and enzyme technologies: A review. **Animal feed science and technology**, v. 178, n. 3, p. 123-138, 2012.

DUARTE, C.R.A. et al. Casca de soja na alimentação de codornas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n. 6, p. 3057-3068, 2013.

ERUVBETINE, D. et al. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. **Bioresource Technology**, v. 86, n. 3, p. 277-281, 2003.

FASINA, Y. O. et al. Response of turkey poult to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets - Effect on growth and nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.83, n.9, p.1559-1571, 2004.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002.

FRANCESCH, M.; BRUFAU, J. Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.1, p. 64 – 75, 2004.

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

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Motilidade gastrointestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed., Jaboticabal: FUNEP, 2002. 97-103p.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. **Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição**, v. 5, p. 6-28, 2004.

GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M. Differences in the digestive tract characteristics of broiler fed on complete pelleted diet on whole added to pelleted protein concentrate. **British Poultry Science**, v. 44, p. 283-290, 2003.

GAO, F.; JIANG, Y.; ZHOU, G. H.; HAN, Z. K. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. **Animal feed science and technology**, v. 142, n. 1, p. 173-184, 2008.

GARCIA, E.A.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C.; GONÇALVES, H. C.; OLIVEIRA, R. P.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.1-7, 2002.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D. G.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. **Poultry Science**, v. 87, n. 9, p. 1779-1795, 2008.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v.86, p.1705-1715, 2007.

GÜÇLÜ, B. K.; IŞCAN, K. M.; UYANIK, F.; EREN, M.; CAN AĞCA, A. Effect of alfalfa meal in diets of laying quails on performance, egg quality and some serum parameters. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, n. 3, p. 255-263, 2004.

HELLMEISTER FILHO, P.; MENTEN, J. F. M.; SILVA, M. A. N. D.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, 2003.

HERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ, M. J.; GARCÍA, V.; MARTÍNEZ, S.; MEGÍAS, M. D.; MADRID, J. Influence of cereal type and the inclusion of sunflower meal as a source of additional dietary

fibre on nutrient retention, growth performance and digestive organ size in broilers from one to twenty-one days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v. 165, p. 251–257, 2011.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 824-829, 2001

HETLAND, H.; AND B. SVIHUS. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **Brazilian Poultry Science**, v. 42, p. 354–361, 2001.

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

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanism of water-holding capacity of meat: the role of *postmortem* biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, p. 194-204, 2005.

IJI, P. A.; SAKI, A. A.; TIVEY, D. R. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, n. 3, p. 175-188, 2001.

IWAHASHI, A. S. **Utilização de Complexo enzimático em Dietas para Codornas de Corte**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 55f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia). UEM, 2009.

KAANKUKA, F. G.; ALU, S. E.; CAREW, S. N.; TULEUN, C. D. Internal and external qualities of quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs due to enzyme supplemented high or low fibre diets. **Production Agriculture Technology Journal**, v. 8, p. 150-158, 2012.

KELLY, D.; SMYTH, J. A.; MCCRACKEN, K. J. Digestive development of the early-weaned pig. 2. Effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. **The British journal of nutrition**, v. 65, n. 2, p. 181-188, 1991.

LANNA, D. P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. **Simpósio sobre pecuária de corte**, v. 4, p. 41-78, 1997.

LAN, Y.; WILLIAMS, B. A.; VERSTEGEN, M. W. A.; PATTERSON, R.; TAMMINGA, S. Soy oligosaccharides in vitro fermentation characteristics and its effect on caecal

microorganisms of young broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 133, n. 3-4, p. 286-297, 2007.

LÁZARO, R.; GARCIA, M.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. **Poultry science**, v. 82, n. 1, p. 132-140, 2003.

LEONEL, M.; M. P. CEREDA. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Food Science and Technology**, v. 20, n.1, p. 122-127, 2000.

LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S. Ingredientes energéticos: trigo e triticale na alimentação animal. **Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal**, p. 33-76, 2001.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. *In*: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. cap. 8, p. 113-123.

MAGALHÃES, A. P. C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento**. 2007, 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

MARQUES, J.D.; MAGGIONI, D.; DA SILVA, R. E.; DO PRADO, I. N.; CAVALIERE, F. L. B.; NETO, S. F. C.; ZAWADZKI, F. Substituição parcial do milho pela massa de fecularia seca sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas em confinamento. **Archivos Latino Americanos de Produccion Animal**, v. 13, n. 3, p. 103-108, 2005.

MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. P.; LÁZARO, R. P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 1, p. 156-174, 2012.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; SANTOS, J. S.; MORAES, G. H. K. D. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequence on digestive health in young non – ruminant animals. **Animal Feed Science and Tecnology**, v. 108, p. 95 – 117, 2003.

MORGADO, E.; GALZERANO, L.A. Importância dos carboidratos na alimentação dos equinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.9, 2008.

MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M.; SAKAMOTO, M. I.; DE SOUZA, L. M. G.; FURLAN, A. C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 2, p. 165-172, 2007.

OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L. C.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; MORAES, V. M. B. D. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38: 879-886, 2009.

OLIVEIRA, M. C.; GOULART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades populacionais e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2002.

OLKOWSKI, B. I.; CLASSEN, H. L.; WOJNAROWICZ, C.; OLKOWSKI, A. A. Feeding high levels of lupine seeds to broiler chickens: plasma micronutrient status in the context of digesta viscosity and morphometric and ultrastructural changes in the gastrointestinal tract. **Poultry science**, v. 84, n. 11, p. 1707-1715, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Food systems for better nutrition**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofa/2013/en/>>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

PESSÔA, G. B. S.; TAVERNARI, F. D. C.; VIEIRA, R. A.; ALBINO, L. F. Novos Conceitos em Nutrição de Aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 755-774, 2012.

PICOLI, K. P.; MURAKAMI, A. E.; NUNES, R. V.; DUARTE, C. R. A.; EYNG, C.; OSPINA-ROJAS, I. C. Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 8, p. 1371-1381, 2014.

PINHEIRO, C. C.; LAGANÁ, C.; DIAZ GONZALEZ, F. H.; BARBOSA, P. R.; SOUZA, E. C. N. D.; FERREIRA, R. R. Indicadores sanguíneos de estresse por calor e restrição alimentar em frangos de corte. **Salão de Iniciação Científica (15.: 2003: Porto Alegre). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2003.**

QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; NORTH CUTT, J. K.; SMITH, D. P. The relationship between raw broiler breast meat colour and composition. **Poultry Science**, v. 81, p. 422-427, 2002.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 599 p.

RAUPP, D.S.; MOREIRA, S. D. S.; BANZATTO, D. A.; SGARBIERI, V. C. Composição e propriedades fisiológico – nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.205-210, 1999.

RAZA, S.; ASHRAF, M.; PASHA, T. N.; LATIF, F.; BABAR, M. E.; HASHMI, A. S. Effect of enzyme supplemented high fibre sunflower meal on performance of broilers. **Pakistan Journal of Zoology**, v.41, p.57 - 60, 2009.

RETORE, M.; SILVA, L. P.; TOLEDO, G. S.; ARAÚJO, I. G. Efeito da fibra de coprodutos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.5, p.1232-1240, 2010.

SALAKOVÁ, A.; STRAKOVÁ, E.; VÁLKOVÁ, V.; BUCHTOVÁ, H.; STEINHAUSEROVÁ, I. Quality of chicken broiler raw and cooked meat depending on their sex. **Acta Veterinária**, v. 78, n. 3, p. 497-504, 2009.

SANTOS, P. A. **Avaliação do farelo de mamona processado na alimentação de codornas japonesas.** Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFRPE, 2011.

SARIKHAN, M.; SHAHRYAR, H. A.; NAZER-ADL, K.; GHOLIZADEH, B.; BEHESHT, B. Effects of insoluble fiber on serum biochemical characteristics in broiler. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 11, n. 1, p. 73-76, 2009.

SEAB/DERAL, 2014. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2014_15.pdf)

SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

SKLAN, D. Development of the digestive tract of poultry. **World's Poultry Science Journal**. v. 57, p.415–428, 2001.

SLOMINSKI B. A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, v. 90, p. 2013–2023. 2011.

SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. 1996. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition—Towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**. 52:203–221.

SOUSA, J. P. L.; RODRIGUES, K. F.; ALBINO, L. F. T.; VAZ, R. G. M. V.; DA SILVA, G. F.; SIQUEIRA, J. C.; SANTOS NETA, E. R.; PARENTE, I. P. A; AMORIM, A. F.; DA SILVA, M. C. Bagaço de mandioca com ou sem complexo enzimático em dietas de frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 244, p. 657-664, 2014.

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

SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; KROGDAHL, Å. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **British poultry science**, v. 45, n. 1, p. 55-60, 2004.

SVIHUS, B.; SACRANIE, A.; CHOCT, M. The effect of intermittent feeding and dietary whole wheat on performance and digestive adaptation in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, n.12, p.2617-2625, 2010.

TAVERNARI, F. C.; MENDES, A. M. P. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n. 6, p.1103-1115, 2009.

TRALDI, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; DUARTE, K. F.; MORAES, V. M. B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.660-665, 2007.

UNI, Z. Functional development of the small intestine in domestic birds: cellular and molecular aspects. **Poultry and Biology Reviews**, v.10, n.3, p.167-179, 1999.

USDA. Egg-grading manual. 2000. Disponível em: <http://www.ams.usda.gov/poultry>.

VALDIVIÉ, M.; LEYVA, C.; COBO, R.; ORTIZ, A.; DIEPPA, O.; FEBLES, M. Total substitution of corn by cassava (*Manihot esculenta*) meal in broiler chicken diets. **Journal of Agricultural Science**, v.42, n.1, p.61, 2008.

VIEITES, F. M.; FRAGA, A. L.; MORAES, G. H.; VARGAS JUNIOR, J. G.; NALON, R. P.; CORRÊA, G. S.; NUNES, R. V. Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 887-894, 2011.

VILHALVA, D. A. A.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; DA SILVA, F. A. Secagem convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 331-339, 2012.

WARPECHOWSKI, M. B.; CIOCCA, M. L. S. Effect of dietary insoluble fiber on retention of solid and liquid phases of digest of intact, cecectomized and ileum fistulated broiler. **In: Poultry Science Association Meeting**, Newark. Proceedings... Newark: [s.n.], n. 19, p. 76, 2002.

WANG, Z. R.; QIAO, S. Y.; LU, W. Q.; LI, D. F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat based diets. **Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 875-881, 2005.

YANG, Y.; IJI, P. A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L. L.; CHOCT, M. Effects of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.11, p.1659-1664, 2008.

**CAPÍTULO 2. Suplementação dietética do resíduo seco de mandioca na  
alimentação de codornas de postura**

Capítulo redigido segundo as normas da Revista Semina: Ciências Agrárias

1 **Suplementação dietética de resíduo seco de mandioca na alimentação de codornas de**  
2 **postura**

3

4 Dietary supplementation of dry cassava in the feed of laying quails

5

6 **RESUMO** - O estudo teve como objetivo avaliar o desempenho, qualidade de ovos, peso  
7 relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e morfometria intestinal de codornas de postura  
8 alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM). Para  
9 tanto, foram utilizadas 120 codornas japonesas com 150 dias de idade, distribuídas em um  
10 delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 2,5; 5,0; 7,5  
11 e 10,0% de inclusão de resíduo seco de mandioca - RSM), quatro repetições e seis aves por  
12 unidade experimental. A inclusão do RSM às rações não prejudicou ( $P>0,05$ ) os parâmetros de  
13 desempenho das aves como também não alterou a qualidade interna dos ovos, colorimetria da  
14 gema e os valores de altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de  
15 vilo:profundidade de cripta para os segmentos do intestino delgado. No entanto, observou-se  
16 aumento linear ( $P<0,05$ ) da espessura de casca, peso relativo da moela e intestino delgado de  
17 acordo com o aumento dos níveis de inclusão do resíduo às dietas. Para o peso relativo do  
18 pâncreas observou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ), com menor peso relativo ao nível estimado  
19 de 4,04% de inclusão do RSM. A inclusão de até 10% de resíduo seco de mandioca em dietas  
20 de codornas não interfere no desempenho e características morfofisiológicas do trato  
21 gastrointestinal como também melhora a qualidade da casca aumentando sua espessura.

22 Palavras chave: alimento alternativo, *coturnix coturnix japonica*, fibra.

23 **ABSTRACT** - The present study aimed to evaluate performance, egg quality, relative weight  
24 of gastrointestinal organs and intestinal morphometry of laying quails fed diets containing  
25 different levels of dry cassava residue (DCR). Therefore, 120 Japanese quails at 150 days of

26 age were assigned in a completely randomized experimental design to five treatments (DCR  
27 supplement levels of 0, 2.5, 5, 7.5 and 10%), and four replications, and six birds per  
28 experimental unit. The supplementation of the diet with DCR did not affect ( $P > 0.05$ ) the birds  
29 performance, internal quality of the eggs, yolk colorimetry and villus height, crypt depth and  
30 villus-to-crypt ratio for the segments of the small intestine. However, with increased DCR  
31 levels, the shell thickness, relative weight of gizzard and small intestine linearly increased  
32 ( $P < 0.05$ ). The pancreatic weight exhibited a quadratic response ( $P < 0.05$ ), which predicted a  
33 lower weight at level of 4.04% of the RSM. The inclusion of up to 10% of dry cassava residue  
34 in quails diets do not interfere with the performance and morphophysiological features the  
35 gastrointestinal tract but also improves the shell quality by increasing its thickness.

36 Keywords: alternative food, coturnix coturnix japonica, fiber.

37

## 38 **Introdução**

39 A criação comercial de codornas tem aumentado consideravelmente nos últimos anos.  
40 Considera-se vantajosa do ponto de vista produtivo visto as características da criação como  
41 rápido crescimento das aves, maturidade precoce, alta taxa de postura, além de ser uma  
42 atividade que possibilita um rápido retorno de capital investido (JÁCOME et al., 2012). Além  
43 disso, o aumento no consumo de ovos de codorna pela população reflete no desenvolvimento  
44 deste setor (PASTORE et al., 2012).

45 A nutrição corresponde à maior parcela de custo da produção, utilizando como fonte  
46 energética principalmente o amido encontrado no milho, ingrediente este que compete com a  
47 alimentação humana. Sendo assim, a utilização de alimentos alternativos, economicamente  
48 viáveis e que não gerem competição com o consumo humano é um meio de reduzir os custos  
49 sem alterar a qualidade nutricional da dieta, mantendo a eficiência de produção. Dentre os  
50 ingredientes energéticos alternativos disponíveis, a utilização de coprodutos do processamento

51 da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tem despertado interesse dos nutricionistas pela  
52 elevada produção. No entanto, o elevado teor de umidade dificulta sua utilização, podendo  
53 ocorrer fermentação indesejada e conseqüentemente perda da sua qualidade nutricional. Uma  
54 solução encontrada por algumas plantas processadoras é a secagem do material obtendo o  
55 resíduo seco de mandioca (RSM). A secagem representa uma alternativa para preservação e  
56 aproveitamento alimentício deste resíduo (VILHALVA et al., 2012).

57 A adição de alimentos alternativos fibrosos na dieta de aves pode comprometer o seu  
58 desempenho, provocado por fatores antinutricionais. No entanto, de acordo com Duarte et al.  
59 (2013) codornas podem ser capazes de aproveitar melhor os alimentos fibrosos quando  
60 comparados a frangos de corte devido a características morfofisiológicas do trato  
61 gastrointestinal destes animais que favorecem essa maior digestibilidade.

62 Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de  
63 RSM sobre o desempenho, peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, morfometria  
64 intestinal e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

65

## 66 **Material e métodos**

### 67 *Local, delineamento e dietas experimentais*

68 O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Universidade Federal da Grande  
69 Dourados – UFGD, Dourados – MS, tendo sido aprovado pelo comitê de ética e biossegurança  
70 da instituição com o Protocolo nº 029/2014 – CEUA/UFGD. Ao todo foram utilizadas 120  
71 codornas japonesas com 150 dias de idade, distribuídas em um delineamento experimental  
72 inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0% de inclusão de  
73 resíduo seco de mandioca - RSM), quatro repetições e seis aves por unidade experimental.

74 Para a formulação das rações experimentais foram utilizados os valores de composição  
75 química e energética do RSM que apresentou 60,73% de amido, 0,31% de extrato etéreo, 1,12%

76 de proteína bruta, 13,57% de fibra bruta, 20,82% de fibra em detergente ácido, 38,22% de fibra  
77 em detergente neutro, 1,53% de matéria mineral e 1.703 kcal kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável  
78 aparente. Essas análises foram determinadas no laboratório de nutrição animal da Universidade  
79 Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e um ensaio de metabolismo no Laboratório de  
80 Fisiologia e Metabolismo de Aves, com frangos de corte.

81 As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja de acordo  
82 com as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura propostas por Rostagno et  
83 al. (2011) (Tabela 1). O fornecimento de ração e água foram *ad libitum*.

#### 84 *Desempenho e qualidade dos ovos*

85 O experimento teve duração de 84 dias, divididos em quatro ciclos de 21 dias cada. A  
86 produção de ovos foi anotada diariamente para determinação da porcentagem de postura. No  
87 21º dia de cada ciclo, as sobras de ração foram pesadas para avaliação do consumo de ração  
88 (g/ave/dia) e conversão alimentar (kg kg<sup>-1</sup> e kg dz<sup>-1</sup>).

89 Cinco dias antes do encerramento de cada ciclo, por dois dias consecutivos, todos os ovos  
90 produzidos por repetição foram utilizados para análise da colorimetria da gema. A análise foi  
91 realizada utilizando um colorímetro digital Konica Minolta, modelo CR-400. Os parâmetros de  
92 cor: L\* (luminosidade – nível de escuro a claro) e b\* (intensidade de amarelo/azul) avaliados  
93 foram expressos no sistema de cor Cielab.

94 Nos últimos três dias de cada ciclo, todos os ovos produzidos por repetição foram pesados  
95 para determinação do peso médio e utilizados para avaliação da gravidade específica, altura de  
96 albúmen, porcentagem e espessura de casca.

97 A gravidade específica foi realizada por imersão dos ovos em soluções salinas de  
98 diferentes concentrações (1,050; 1,055; 1,060; 1,065; 1,070; 1,075; 1,080; 1,085; 1,090 g mL<sup>-1</sup>).  
99 <sup>1</sup>). As soluções salinas foram ajustadas com a utilização de um densímetro de petróleo e  
100 calibradas periodicamente.

101 Para avaliação da qualidade interna dos ovos foi determinada a Unidade Haugh, conforme  
102 descrito por Brant & Shrader (1958), com bases quantitativas relacionadas à altura de albúmen  
103 e peso do ovo.

104 As cascas foram lavadas em água corrente sem a retirada da membrana interna, secas em  
105 temperatura ambiente por 72 horas e pesadas em uma balança de precisão para determinação  
106 de sua porcentagem em relação ao peso do ovo. A avaliação da espessura das cascas foi  
107 realizada utilizando-se um paquímetro digital, tomando-se as medidas na região central da  
108 casca.

#### 109 *Peso relativo dos órgãos, morfometria e comprimento do intestino*

110 Ao final do último ciclo, duas aves de cada repetição foram selecionadas e abatidas por  
111 deslocamento cervical, para determinação do peso relativo (% do peso vivo) dos órgãos do trato  
112 gastrointestinal (proventrículo, moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e fígado),  
113 comprimento do intestino delgado e grosso e colheita de fragmentos (duodeno, jejuno e íleo)  
114 para análise da morfometria intestinal por microscopia de luz.

115 Para as análises morfométricas fragmentos de dois cm de cada segmento foram abertos  
116 longitudinalmente, lavados com solução salina, fixados em solução de formalina tamponada  
117 (10%) e em seguida desidratados em uma série de concentrações crescentes de alcoóis,  
118 diafanizados em xilol e incluídos em parafina (Luna, 1968). Após a microtomia semisseriada  
119 (cortes de sete  $\mu\text{m}$ ), os cortes foram corados pela técnica de hematoxilina e eosina. As análises  
120 morfométricas (30 leituras/amostra) foram realizadas utilizando o sistema de imagens Motic  
121 Image Plus 2.0. As alturas das vilosidades foram tomadas a partir da região basal, que coincide  
122 com a porção superior das criptas até o ápice, e as criptas, da base até a região de transição  
123 cripta:vilo. Com isso obteve-se a relação de altura de vilo:profundidade de cripta.

#### 124 *Análise estatística*

125 Os dados obtidos foram analisados com relação aos níveis de RSM utilizando análise de  
126 regressão por decomposição polinomial dos graus de liberdade, considerando uma  
127 probabilidade significativa de  $P < 0,05$ . O programa estatístico ASSISTAT 7.7 Beta foi utilizado  
128 para as análises.

129

130

### **Resultados e discussão**

131 Apesar do nível da fibra dietética poder interferir, de uma maneira geral, na utilização dos  
132 nutrientes visto que as aves possuem dificuldade na digestão da mesma (CAMELO et al., 2015)  
133 a inclusão de diferentes níveis de RSM às rações não prejudicou ( $P > 0,05$ ) os parâmetros de  
134 desempenho das aves (Tabela 2).

135 Em estudos realizados por Esonu et al. (2010) e Duarte et al. (2013) a inclusão de uma  
136 dieta fibrosa para frangos de corte e codornas, respectivamente, aumentou o consumo de ração.  
137 Segundo os autores tal fato pode ser explicado devido a fibra ser considerada um fator diluidor  
138 de outros nutrientes. Já em estudos realizados por Sundu et al. (2006) avaliando o desempenho  
139 de pintos de corte na fase inicial alimentados com rações contendo farelo de coco, ingrediente  
140 fibroso, os autores observaram redução linear no consumo de ração. Segundo os autores, o alto  
141 teor de fibra bruta pode alterar a densidade da dieta se tornando um limitante na ingestão da  
142 ração pelo espaço ocupado no trato digestório da ave. Como pode ser observado o consumo de  
143 ração de uma dieta fibrosa para aves se mostra controverso, o qual pode ser explicado devido à  
144 solubilidade da fibra ter efeito diferente no trato gastrointestinal dos animais. A fibra solúvel  
145 possui a capacidade de reter água, promover a viscosidade na digesta ao nível intestinal e alterar  
146 a velocidade da taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade das proteínas, carboidratos e  
147 gorduras (SANTOS et al., 2013) ao passo que a fibra insolúvel está associada com a maior taxa  
148 de passagem do alimento, podendo reduzir o aproveitamento dos nutrientes (KRÁS et al.,  
149 2013).

150 A provável interferência negativa da fibra sobre o desempenho das aves pode ter sido  
151 amenizada, no presente estudo, pelo fato da presença deste nutriente no trato gastrointestinal  
152 ocasionar aumento da ocorrência de movimentos peristálticos e produção de enzimas  
153 endógenas (MATEOS et al., 2012) como também aumento da moela, o que pode ter resultado  
154 em uma digestão eficiente dos nutrientes. Em adição, Duarte et al. (2013) sugere que codornas  
155 podem ser capazes de aproveitar melhor os alimentos fibrosos quando comparados a frangos  
156 de corte devido a características morfofisiológicas do trato gastrointestinal destes animais que  
157 favorecem essa maior digestibilidade como, por exemplo, maior taxa de passagem dos  
158 alimentos no trato digestório (GOMES et al., 2007).

159 As aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de RSM não  
160 tiveram a qualidade interna dos ovos e a colorimetria da gema afetadas ( $P>0,05$ ). No entanto,  
161 observou-se aumento linear ( $P<0,05$ ) da espessura de casca, de acordo com o aumento dos  
162 níveis de inclusão do resíduo às dietas (Tabela 3).

163 A melhora da espessura da casca pode estar associada ao aumento do peso relativo da  
164 moela evidenciado no presente trabalho (Tabela 4), relacionado a níveis crescentes de fibra na  
165 dieta, que pode representar um maior tempo de retenção deste nutriente no órgão (GONZÁLES-  
166 ALVARADO et al., 2007), como também aumento da ocorrência de movimentos peristálticos  
167 e produção de enzimas endógenas (MATEOS et al., 2012). Em adição, proventrículo e moela  
168 bem desenvolvidos melhoram a secreção de HCl, intensificando assim a ação da pepsina sobre  
169 a digesta ainda no estômago. Conseqüentemente, a solubilidade da fração mineral e a  
170 digestibilidade da proteína entre outros componentes da dieta será melhorada (GABRIEL et al.,  
171 2003).

172 Diante disso alterações na qualidade externa dos ovos podem ocorrer com dietas ricas em  
173 fibra, devido a um aumento da absorção e disponibilidade do cálcio, alterando assim a  
174 deposição deste mineral na casca, aumentando sua espessura.

175 Em relação à colorimetria da gema, a redução na coloração tem sido comum com a  
176 inclusão de ingredientes alternativos na ração de poedeiras sem a adição de agentes  
177 pigmentantes, como encontrado por Lima et al. (2007), visto a menor concentração de  
178 carotenoides nestes alimentos. Entretanto esse efeito não foi verificado, o que nos leva a inferir  
179 que a quantidade de pigmentos da ração, mesmo com nível mais alto de inclusão do RSM, foi  
180 suficiente para promover coloração da gema.

181 A inclusão dietética de RSM proporcionou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o peso  
182 relativo do pâncreas, com menor peso ao nível estimado de 4,04% de RSM. Em adição, houve  
183 aumento linear ( $P < 0,05$ ) para o peso relativo da moela e intestino delgado de acordo com o  
184 aumento dos níveis de inclusão do resíduo às dietas. (Tabela 4).

185 O aumento do peso relativo da moela pode estar relacionado com os níveis crescentes da  
186 fibra demonstrando um maior tempo de retenção deste nutriente no órgão devido a presença de  
187 partículas com tamanhos e características diferentes, proporcionando maior trituração para a  
188 digestão dos nutrientes (GONZÁLES-ALVARADO et al., 2007). Além disso, a presença de  
189 fibras solúveis pode aumentar o tamanho da moela devido sua capacidade de retenção de água  
190 provocar inchaço no conteúdo (HERNÁNDEZ et al., 2011). Esse maior desenvolvimento da  
191 moela melhora a secreção de HCl, intensificando assim a ação da pepsina sobre a digesta ainda  
192 no proventrículo. Consequentemente, a solubilidade da fração mineral e a digestibilidade da  
193 proteína entre outros componentes da dieta pode ser melhorada (GABRIEL et al., 2003).

194 A resposta quadrática observada no peso relativo do pâncreas corrobora a encontrada por  
195 Duarte et al. (2013), onde os autores utilizaram casca de soja na alimentação de codornas,  
196 podendo esta resposta estar associada aos níveis de fibra testados. A capacidade de hidratação  
197 e o efeito abrasivo dos compostos fibrosos podem provocar, entre outros fatores, a limitação na  
198 ação enzimática endógena sobre os substratos, desencadeando alterações morfológicas e  
199 fisiológicas no trato gastrintestinal (MATEOS et al., 2012).

200 A inclusão do resíduo resultou em um aumento linear ( $P < 0,05$ ) no peso relativo do  
201 intestino delgado (Tabela 4). As alterações provocadas pela fibra na dieta podem incluir um  
202 aumento adaptativo da massa de tecido da parede intestinal, a taxa de proliferação de células, e  
203 a espessura do músculo da camada do intestino (SVIHUS et al., 2010), o que conduzirá a um  
204 maior peso dos intestinos delgado e grosso.

205 Os diferentes níveis de inclusão do resíduo não alteraram ( $P > 0,05$ ) os valores de altura  
206 de vilosidade, profundidade de cripta e a relação altura de vilo:profundidade de cripta nos  
207 segmentos do intestino delgado (Tabela 5).

208 A inclusão da fibra pode alterar as características das vilosidades intestinais, modificando  
209 os efeitos da dieta sobre o desempenho animal. Disfunções e lesões provocadas por agentes  
210 mecânicos, como o efeito abrasivo das fibras, podem ocasionar um desequilíbrio no *turnover*,  
211 com conseqüente diminuição na altura dos vilos, aumento da síntese-migração-extrusão celular  
212 e redução da capacidade digestiva e absorptiva da mucosa (UNI, 1999). Além disso, a presença  
213 de digesta altamente viscosa no lúmen intestinal pode aumentar a velocidade de perda celular,  
214 levando à atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas (MONTAGNE et al., 2003),  
215 prejudicando a capacidade absorptiva intestinal.

216 Segundo Maiorka et al. (2002), a capacidade que o intestino possui em absorver é  
217 proporcional ao número de vilosidades que ele possui, sendo que a redução do tamanho das  
218 vilosidades resulta em diminuição da eficiência absorptiva intestinal. Em adição, Montagne, et  
219 al., (2003) relataram que a relação vilo/cripta indica a capacidade de digestão do intestino  
220 delgado. Um aumento nesta relação representa uma melhora na digestão e absorção. Diante  
221 disso, não houve comprometimento na integridade do epitélio intestinal nos diferentes  
222 segmentos do intestino delgado com a utilização dos diferentes níveis do resíduo estudados, o  
223 que corrobora a não interferência sobre os parâmetros de desempenho produtivo das aves.

224

225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249

## Conclusão

A inclusão de até 10% de resíduo seco de mandioca em dietas de codornas de postura não interfere no desempenho e características morfofisiológicas do trato gastrointestinal. Em adição, melhora a qualidade da casca aumentando sua espessura.

## Referências

- BRANT, A. W.; SHRADER, H. L. Equipment and methods for measuring egg quality. **Washington: Department of Agriculture**, p. 17, 1958.
- CAMELO, L. C. L.; LANA, G. R. Q.; DOS SANTOS, M. J. B.; CAMELO, Y. A. R. P.; MARINHO, A. L. & RABELLO, C. B. V. Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas européias. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 343-349, 2015.
- DUARTE, C. R. A.; MURAKAMI, A. E.; DE MELLO, K. S.; PICOLI, K. P.; GARCIA, A. F. Q. M. & FERREIRA, M. F. Z. Casca de soja na alimentação de codornas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3057-3068, 2013.
- ESONU, B. O.; IHESHIULOR, O.; CHUKWUKA, O.; OMEDE, A., & OGBUEWU, I. Performance characteristics and haematology of laying birds fed Safzyme supplemented soybean hull diet. **Report and Opinion**, p. 16-21, 2010.
- GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. **British poultry science**, v. 44, n. 2, p. 283-290, 2003.
- GOMES, F. A.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B. & SILVA FILHO, J. D. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 2, p. 396-402, 2007.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R. & MATEOS, G. G. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on

250 productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v. 86, n. 8, p. 1705-  
251 1715, 2007.

252 HERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ, M. J.; GARCÍA, V.; MARTÍNEZ, S.; MEGÍAS, M. D. &  
253 MADRID, J. Influence of cereal type and the inclusion of sunflower meal as a source of  
254 additional dietary fibre on nutrient retention, growth performance and digestive organ size in  
255 broilers from one to twenty-one days of age. **Animal feed science and technology**, v. 165, n.  
256 3, p. 251-257, 2011.

257 JÁCOME, I. M. D. T.; BORILLE, R.; ROSSI, L. A.; RIZZOTTO, D. W.; BECKER, J. A. &  
258 SAMPAIO, C. Desempenho produtivo de codornas alojadas em diferentes sistemas de  
259 iluminação artificial. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.235, p. 449-456, 2012.

260 KRÁS, R.V.; KESSLER, A. D. M.; RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; BOCKOR, L. &  
261 SBRISSIA, A. F. Effect of dietary fiber, genetic strain and age on the digestive metabolism of  
262 broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.2, p. 83-90, 2013.

263 LIMA, R. C.; FUENTES, M. D. F. F.; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S.; MOREIRA, R. F.  
264 & BRAZ, N. M. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos  
265 nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.  
266 1340-1346, 2007.

267 LUNA, L. G. **Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of**  
268 **Pathology**. 1968.

269 MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal.  
270 *In*: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**.  
271 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. cap. 8, p. 113-123.

272 MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. P. & LÁZARO, R. P. Poultry  
273 response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics.  
274 **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 1, p. 156-174, 2012.

275 MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary  
276 fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-  
277 ruminant animals. **Animal feed science and technology**, v. 108, n. 1, p. 95-117, 2003.

278 PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil.  
279 **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

280 ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.;  
281 LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras**  
282 **para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV,  
283 Departamento de Zootecnia, 2011. 252 p.

284 SANTOS, M. J. B.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; TORRES, T. R.; LOPES, L. S. &  
285 SOUZA, M. Composição química e valores de Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas  
286 européias energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência**  
287 **Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 31-40, 2013.

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

290 SVIHUS, B.; SACRANIE, A.; CHOCT, M. The effect of intermittent feeding and dietary whole  
291 wheat on performance and digestive adaptation in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n.  
292 12, p. 2617-2625, 2010.

293 UNI, Z. Functional development of the small intestine in domestic birds: Cellular and molecular  
294 aspects. **Poultry and Avian Biology Reviews**, v. 10, n. 3, p. 167-179, 1999.

295 VILHALVA, D. A. A; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M. & SILVA, F. A. D. Secagem  
296 convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido. **Pesquisa**  
297 **Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 331-339, 2012.

298

299 Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão (%)				
	0	2,5	5,0	7,5	10,0
Milho	55,02	50,84	46,66	42,48	38,30
Farelo de Soja (45%)	33,74	34,5	35,25	36,01	36,76
Calcário calcítico	7,20	7,20	7,20	7,19	7,19
Fosfato bicálcico	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18
Resíduo Seco Mandioca	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Óleo de soja	1,77	2,70	3,64	4,57	5,51
Sal comum	0,346	0,347	0,349	0,351	0,350
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
DL-Metionina (99%)	0,354	0,358	0,361	0,365	0,369
L-Lisina HCl (78%)	0,144	0,129	0,114	0,099	0,084
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores calculados					
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800	2800	2800	2800
Fibra Bruta (%)	2,74	3,05	3,35	3,66	3,97
Proteína Bruta (%)	19,94	19,94	19,94	19,94	19,94
Lisina digestível (%)	1,083	1,083	1,083	1,083	1,083
Metionina + Cistina digestível (%)	0,888	0,888	0,888	0,888	0,888
Treonina digestível (%)	0,678	0,678	0,679	0,680	0,680
Cálcio (%)	3,099	3,099	3,099	3,099	3,099
Fósforo disponível (%)	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
Sódio (%)	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155

300 <sup>1</sup>Suplemento mineral e vitamínico (conteúdo/kg de premix): ácido fólico 80 mg; ácido pantotênico 2200 mg; cobre  
 301 3600 mg; colina 40 mg; ferro 18 mg; hidróxido de tolueno butilado 150 mg; iodo 300 mg; manganês 30 g; niacina  
 302 6000 mg; selênio 120 mg; vitamina A 2800000 UI; vitamina B<sub>1</sub> 340 mg; vitamina B<sub>12</sub> 2800 cg; vitamina B<sub>2</sub> 1000  
 303 mg; vitamina B<sub>6</sub> 560 mg; vitamina D<sub>3</sub> 600000 UI; vitamina E 2000 UI; vitamina K<sub>3</sub> 480 mg; zinco 28 g.

304  
 305 Tabela 2. Consumo de ração, % de postura e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) de codornas  
 306 de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca  
 307 (RSM)

Inclusão do RSM (%)	Consumo de ração (g/ave)	% de postura	Conversão alimentar (kg/kg)	Conversão alimentar (kg/dz)
0	24,89	93,91	2,438	0,315
2,5	24,45	95,30	2,439	0,308
5,0	24,76	91,53	2,514	0,321
7,5	24,15	93,10	2,445	0,313
10,0	24,15	96,07	2,307	0,302
CV (%)	7,15	4,79	8,01	8,19
P Regressão				
Linear	0,53	0,77	0,42	0,62
Quadrática	0,99	0,33	0,26	0,57

309

310 Tabela 3. Peso do ovo, unidade Haugh, gravidade específica, índice de gema, % de casca, espessura de casca, luminosidade e intensidade de  
 311 amarelo/azul da gema de ovos de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca  
 312 (RSM)  
 313

Inclusão do RSM (%)	Peso do ovo (g)	Unidade Haugh	Gravidade específica (g/cm <sup>3</sup> )	Índice de gema	% de casca	Espessura de casca (mm)	Luminosidade (L)	Intensidade de amarelo/azul (*b)
0	10,78	86,26	1,078	0,461	8,17	0,202	54,08	41,80
2,5	10,51	87,20	1,078	0,468	8,07	0,203	53,57	42,38
5,0	10,66	86,73	1,079	0,471	8,24	0,205	54,34	41,75
7,5	10,66	87,08	1,079	0,474	8,19	0,206	53,87	41,88
10,0	10,91	86,19	1,080	0,465	8,31	0,207	54,33	41,76
CV (%)	3,08	1,72	0,15	2,33	2,55	1,59	1,93	2,58
P Regressão								
Linear	0,45	0,91	0,07	0,36	0,25	0,02 <sup>1</sup>	0,45	0,51
Quadrática	0,16	0,32	0,35	0,13	0,55	0,75	0,77	0,67

314 <sup>1</sup>Y = 0,20181251 + 0,00053472x; R<sup>2</sup> = 0,97  
 315

316 Tabela 4 Peso relativo (%) dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento (cm) do intestino delgado e grosso de codornas de postura alimentadas  
 317 com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM)

Inclusão do RSM (%)	Proventrículo	Moela	Pâncreas	Fígado	Int. Delgado	Int. Grosso	Comprimento Int. Delgado	Comprimento Int. Grosso
0	0,447	1,988	0,297	4,284	2,468	0,773	52,00	24,05
2,5	0,480	2,006	0,280	3,908	2,952	0,801	51,05	23,85
5,0	0,385	2,146	0,239	3,861	2,957	0,770	53,35	22,90
7,5	0,473	2,170	0,309	3,529	2,909	0,794	50,05	24,23
10,0	0,518	2,192	0,343	3,702	3,228	0,838	53,25	23,13
CV (%)	14,20	7,46	8,33	20,73	12,35	10,25	7,38	4,83
P Regressão								
Linear	0,21	0,03 <sup>1</sup>	0,007	0,24	0,02 <sup>3</sup>	0,36	0,81	0,43
Quadrática	0,11	0,72	0,0002 <sup>2</sup>	0,59	0,58	0,57	0,71	0,83

318 <sup>1</sup>Y = 1,98639245 + 0,02285591x; R<sup>2</sup> = 0,89

319 <sup>2</sup>Y = 0,29718787 + 0,0194x - 0,0024x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 0,58; ponto de mínima: 4,04

320 <sup>3</sup>Y = 2,6077 + 0,059x; R<sup>2</sup> = 0,28

Tabela 5. Altura de vilo ( $\mu\text{m}$ ), profundidade de cripta ( $\mu\text{m}$ ) e relação altura de vilo:profundidade de cripta (V:C) dos segmentos do intestino delgado de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca (RSM)

Inclusão do RSM (%)	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	Altura de vilo	Profundidade de cripta	V:C	Altura de vilo	Profundidade de cripta	V:C	Altura de vilo	Profundidade de cripta	V:C
0	322,76	32,24	11,28	146,91	19,10	8,14	123,49	18,51	7,08
2,5	319,73	27,37	12,21	130,96	18,68	7,80	135,32	20,00	6,86
5,0	342,64	30,14	11,94	163,22	20,16	9,90	151,83	18,61	8,56
7,5	293,10	28,27	11,34	141,98	18,54	8,44	151,87	19,51	8,01
10,0	324,40	29,64	11,59	138,07	19,22	7,70	132,84	18,42	7,52
CV (%)	14,72	8,18	20,47	23,82	10,38	25,25	23,53	8,06	23,06
P Regressão									
Linear	0,76	0,28	0,95	0,90	0,97	0,94	0,51	0,79	0,48
Quadrática	0,97	0,10	0,71	0,65	0,81	0,29	0,22	0,33	0,41

**CAPÍTULO 3. Frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas**

Capítulo redigido segundo as normas da Revista Ciência Agronômica

1 **Frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo resíduo**  
2 **seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas**

3  
4 Slow growth of broiler chickens fed diets containing dry cassava, with or without the  
5 addition of enzymes  
6

7 **RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, peso relativo dos  
8 órgãos do trato gastrointestinal, comprimento do intestino, morfometria intestinal,  
9 viscosidade da digesta, perfil bioquímico do sangue, rendimento de carcaça e cortes,  
10 qualidade e colorimetria do peito, colorimetria do pé e qualidade da cama de frangos de  
11 corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo  
12 seco de mandioca (RSM) com e sem a adição de enzimas. Para tanto, foram utilizados  
13 1100 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Label Rouge, distribuídos em um  
14 delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (sem e com a adição  
15 de enzimas e cinco níveis de inclusão de RSM – 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0%), com cinco  
16 repetições e 22 aves por unidade experimental. A inclusão do RSM na dieta de 1 a 21 dias  
17 e de 1 a 63 dias de idade reduziu linearmente o consumo de ração das aves, porém no  
18 período inicial não comprometeu o ganho de peso, resultando em melhora na conversão  
19 alimentar das aves. Para o período de 1 a 42 dias de idade observou-se interação entre os  
20 fatores estudados, demonstrando efeito quadrático para consumo de ração e ganho de  
21 peso, com maiores valores preditos aos níveis de inclusão de 3,32% e 4,77% do resíduo  
22 para as dietas não suplementadas com enzimas. Para a variável de conversão alimentar,  
23 para este mesmo período, observou-se redução linear independentemente da utilização de  
24 enzimas. A inclusão do resíduo nas dietas das aves aos 21 e 42 dias resultou em um  
25 aumento linear no peso relativo do intestino delgado e efeito quadrático aos 42 dias para

26 peso relativo do intestino grosso com um menor peso relativo ao nível de 3,44% de  
27 inclusão do RSM, independentemente da suplementação com enzimas. Neste mesmo  
28 período, a inclusão da enzima reduziu o peso e o comprimento do intestino delgado. Aos  
29 63 dias observou-se interação entre adição de enzimas e níveis de inclusão do RSM para  
30 comprimento do intestino delgado. Para as variáveis de morfometria intestinal foi  
31 observado um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da profundidade de cripta aos 21 dias de idade  
32 das aves com uma menor profundidade de cripta ao nível de 5,74% de inclusão do RSM,  
33 independentemente da suplementação com enzimas. A adição de enzimas às dietas  
34 reduziu ( $P < 0,05$ ) a viscosidade da digesta. A análise de variância demonstrou interação  
35 ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzimas e níveis de RSM para as variáveis de sangue  
36 triglicérides, ácido úrico, creatinina e alanina aminotransferase (ALT). Além disso,  
37 houve efeito quadrático para a variável creatinina sem a adição de enzimas na dieta,  
38 apresentando um menor valor ao nível de 2,29% de inclusão do RSM. A inclusão de  
39 enzimas na dieta independentemente do nível de inclusão do RSM proporcionou um  
40 aumento ( $P < 0,05$ ) nas variáveis de colesterol, aspartato aminotransferase (AST),  
41 fosfatase alcalina, gama-glutamil-transferase (gama-GT), glicose e proteína total no  
42 sangue. Na qualidade do peito houve interação ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzima e níveis  
43 de RSM para a variável de pH 15 minutos. Além disso, na colorimetria do peito observou-  
44 se interação ( $P < 0,05$ ) entre adição de enzimas e níveis de RSM para a variável de  
45 colorimetria intensidade de  $a^*$ . Para intensidade de  $b^*$ , foi observado efeito quadrático  
46 independentemente da adição de enzimas, com menor intensidade ao nível de 8,89% de  
47 inclusão do RSM. Nas variáveis de colorimetria do pé, intensidade de  $L^*$  e  $b^*$ , foram  
48 observados um aumento e uma redução linear ( $P < 0,05$ ), respectivamente, à medida que  
49 se aumentou o nível de RSM na dieta, independentemente da suplementação de enzimas.  
50 Além disso, se obteve um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da intensidade de  $a^*$ , apresentando

51 uma menor intensidade ao nível de 6,93% de inclusão do RSM e independentemente da  
52 inclusão de enzimas. Na qualidade da cama a adição de enzimas às dietas,  
53 independentemente do nível de inclusão do resíduo, proporcionou uma redução no pH  
54 das amostras de cama. Além disso, observou-se aumento linear do pH das amostras de  
55 cama, independentemente da inclusão de enzimas, à medida que aumentou os níveis de  
56 inclusão do resíduo às dietas. A inclusão de resíduo seco de mandioca em dietas de  
57 frangos de corte de crescimento lento não afeta o desempenho, o rendimento de carcaça  
58 e cortes, a morfometria intestinal e a qualidade da carne, porém reduz a coloração da  
59 carne de peito e pé e aumenta o peso relativo do intestino delgado até 42 dias de idade  
60 das aves. Os efeitos positivos da adição de enzimas não foram suficientes para melhorar  
61 o desempenho das aves.

62 **Palavras-chave:** Alimento alternativo, Fibra, Label rouge.

63 **ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the performance, relative  
64 weight of the organs of the gastrointestinal tract, bowel length, intestinal morphology,  
65 viscosity of the digesta, biochemical blood profile, carcass yield and cuts, quality and  
66 chest colorimetry, foot colorimetry and quality the bed of food slow growing broiler diets  
67 containing different levels of dry cassava (RSM) with and without the addition of  
68 enzymes. Therefore, we used 1100 of one day old male chicks lineage Label Rouge,  
69 distributed in a completely randomized design in a factorial 2 x 5 (without and with the  
70 addition of enzymes and five levels of inclusion of RSM - 0, 0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0%),  
71 with five replicates of 22 birds each. The inclusion of RSM in diet 1-21 days and 1-63  
72 days old linearly reduced feed intake of the birds, but in the initial period did not affect  
73 weight gain, noting improvement in feed conversion of birds. For the period from 1 to 42  
74 days of age was observed interaction between the factors studied, showing quadratic  
75 effect on feed intake and weight gain, with higher values predicted at the inclusion levels

76 of 3.32% and 4.77% of waste for diets not supplemented with enzymes. For feed  
77 conversion variable, in this period, there was linear reduction independent of enzymes.  
78 Use the inclusion of residue in the diets of the birds at 21 and 42 days resulted in a linear  
79 increase in the relative weight of the small intestine and quadratic effect after 42 days for  
80 relative weight of the large intestine at a lower relative weight to the level of 3.44%  
81 inclusion of RSM, whether or not supplementation with enzymes. During this period, the  
82 inclusion of the enzyme reduced the weight and length of the small intestine. At 63 days  
83 interaction between addition of enzymes and RSM inclusion levels was observed for  
84 small bowel length. For intestinal morphometric variables a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) of  
85 the crypt depth was observed at 21 days of age of the birds with a lower crypt depth to  
86 the level of 5.74% of inclusion of RSM independent of enzyme supplementation. The  
87 addition of enzymes to diets reduced ( $P < 0.05$ ) the viscosity of digesta. The analysis of  
88 variance showed interaction ( $P < 0.05$ ) adding enzymes and RSM levels for the variables  
89 of blood triglycerides, uric acid, creatinine, alanine aminotransferase (ALT).  
90 Furthermore, there was quadratic effect for the variable creatinine without the addition of  
91 enzymes in the diet, with a lower level at 2.29% of inclusion of RSM. The inclusion of  
92 enzymes in the diet independent of RSM inclusion resulted in an increase ( $P < 0.05$ ) in  
93 cholesterol variables, aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase, gamma  
94 glutamyl transferase (gamma-GT), glucose and total protein in the blood. For chest there  
95 was interaction ( $P < 0.05$ ) between addition of enzyme and RSM on pH 15 minutes  
96 variable. Furthermore, the colorimetry breast interaction was observed ( $P < 0.05$ ) adding  
97 enzymes and levels of RSM for variable intensity colorimetry a \*. For intensity b \* there  
98 was quadratic effect independent of adding enzymes to a lesser extent at the level of  
99 8.89% inclusion of the RSM. In the colorimetric variables of the foot intensity L \* and b  
100 \* an increase and a linear decrease ( $P < 0.05$ ) were observed, respectively, the

101 measurement as RSM levels increased, independent of enzyme supplementation.  
102 Moreover, there was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for intensity of a \*, presenting a lower  
103 intensity level at 6.93% inclusion of RSM and regardless of the inclusion of enzymes. As  
104 the bed addition of enzyme to the diets, regardless of the inclusion level residue afforded  
105 a reduction in the pH of the litter samples. In addition, there was a linear increase in the  
106 pH of the litter samples, regardless of enzymes, as increased inclusion levels of residue  
107 to diets. The inclusion of dry cassava in slow-growing broiler diets does not affect  
108 performance, carcass yield and cuts, intestinal morphology and meat quality, but reduces  
109 the color of the breast and leg meat and increases relative weight of the small intestine up  
110 to 42 days of age the birds. The positive effects of adding enzymes were not enough to  
111 improve the performance of birds

112 **Keywords:** Alternative food. Fiber. Label Rouge.

## 113 INTRODUÇÃO

114 O milho e o farelo de soja são os principais ingredientes utilizados na produção de  
115 rações para aves no Brasil, correspondendo a aproximadamente 70% da formulação.  
116 Portanto, existe um interesse contínuo na busca de alimentos alternativos, como os  
117 resíduos agroindustriais, que podem substituir os ingredientes comumente utilizados na  
118 fabricação de rações, a fim de reduzir o custo de produção, porém sem comprometer o  
119 desempenho dos animais (BRITO *et al.*, 2008). Em adição, as enzimas exógenas têm sido  
120 incorporadas às dietas das aves, com o intuito de melhorar o desempenho destas e facilitar  
121 a utilização de ingredientes alternativos (PESSÔA *et al.*, 2012).

122 Neste contexto, os subprodutos do processamento da mandioca (*Manihot esculenta*  
123 *Crantz*), de extenso cultivo no Brasil, apresentam potencialidade como alimentos  
124 energéticos alternativos, podendo substituir parcialmente o milho das rações. Dentre eles,  
125 destaca-se o resíduo seco de mandioca (RSM).

126 A massa de fecularia é o produto resultante do processo de produção da fécula de  
127 mandioca sendo caracterizada como um material fibroso, possuindo parte do amido que  
128 não foi extraído durante o processamento (LEONEL; CEREDA, 2000). Este resíduo é  
129 considerado um entrave para as indústrias processadoras, pois o elevado teor de umidade  
130 dificulta sua utilização, sendo que a secagem deste material é realizada por algumas  
131 plantas processadoras, obtendo-se o RSM. A secagem representa uma alternativa para  
132 preservação e aproveitamento alimentício deste resíduo (VILHALVA *et al.*, 2012).

133 A adição de alimentos alternativos fibrosos na dieta de aves pode comprometer o  
134 seu desempenho, provocado por fatores antinutricionais, podendo alterar as  
135 características da digesta e das vilosidades intestinais modificando os efeitos da dieta. A  
136 presença de digesta altamente viscosa no lúmen intestinal pode aumentar a velocidade de  
137 perda celular, levando à atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas (MONTAGNE;  
138 PLUSKE; HAMPSON, 2003), prejudicando a capacidade absorptiva intestinal. Em adição,  
139 a inclusão de fibra na ração de frangos aumenta o pH e tamanho da moela e o tamanho  
140 do intestino (GONZÁLEZ-ALVARADO *et al.*, 2007).

141 Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de diferentes níveis  
142 de resíduo seco de mandioca, com ou sem inclusão de enzimas, na alimentação de frangos  
143 de corte de crescimento lento sobre o desempenho produtivo, biometria dos órgãos do  
144 trato gastrointestinal, morfometria intestinal, viscosidade da digesta, perfil bioquímico do  
145 sangue, rendimento de carcaça e cortes, qualidade da carne e qualidade da cama.

## 146 MATERIAL E MÉTODOS

147 O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Estação Experimental da  
148 Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. O aviário experimental  
149 utilizado foi construído em alvenaria com 20 metros de comprimento e 8 metros de  
150 largura e dividido em boxes de 1,76 m<sup>2</sup>. Cada box (unidade experimental – UE) dispunha  
151 de um comedouro tubular, bebedouro tipo nipple, fonte para aquecimento (lâmpadas 250

152 watts infravermelho) e piso de concreto, o qual foi forrado com maravalha de pinus de  
153 primeiro uso.

154 Os procedimentos de abate e coletas de materiais biológicos foram realizados em  
155 conformidade com a resolução nº 1000/2012 do CFMV. Os animais foram abatidos de  
156 acordo com a Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000 da DSA/MAPA que  
157 estabelece os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário.

158 Foram utilizados 1100 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Label  
159 Rouge, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  
160 2 x 5 (sem e com a adição de enzimas e cinco níveis de inclusão de RSM – 0,0; 2,5; 5,0;  
161 7,5; e 10,0%), com cinco repetições e 22 aves por UE.

162 As aves receberam durante todo o período experimental ração e água *ad libitum* e  
163 o programa de luz utilizado foi o de 24 horas (natural mais artificial). As dietas  
164 experimentais, isoproteicas e isocalóricas, foram formuladas à base de milho e farelo de  
165 soja, de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais propostas por  
166 Rostagno *et al.* (2011) para frangos de corte de desempenho médio. A inclusão das  
167 enzimas foi realizada de acordo com a recomendação do fabricante, sendo: Ronozyme  
168 A<sup>®</sup>, enzima à base de amilase com inclusão 0,04% (400 g ton<sup>-1</sup> de ração), Ronozyme VP<sup>®</sup>,  
169 enzima à base de xilanase com inclusão 0,02% (200 g ton<sup>-1</sup> de ração) e Ronozyme WX  
170 2000<sup>®</sup>, enzima à base de beta-glucanase com inclusão 0,005% (50 g ton<sup>-1</sup> de ração). A  
171 matriz nutricional das enzimas foi valorizada em 50 kcal kg<sup>-1</sup> (Tabelas 1, 2 e 3).

172

173 Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais  
 174 diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas, utilizadas durante a fase pré inicial (1 a 7 dias) para frangos de  
 175 corte de crescimento lento.

Ingredientes	Ração pré inicial (1 a 7 dias) (Sem enzimas)					Ração pré inicial (1 a 7 dias) (Com enzimas)				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Milho 7,88%	53,93	49,90	45,87	41,85	37,82	54,95	50,92	46,89	42,87	38,84
Soja farelo 46%	37,01	37,69	38,37	39,04	39,72	36,84	37,52	38,20	38,87	39,55
Farinha de Vísceras	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Resíduo seco de mandioca	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Óleo de soja	1,37	2,25	3,13	4,00	4,89	0,46	1,34	2,21	3,09	3,97
Fosfato mono-bicalc.	1,35	1,35	1,36	1,36	1,36	1,35	1,35	1,36	1,36	1,36
Calcário	0,89	0,88	0,86	0,84	0,82	0,89	0,88	0,86	0,84	0,83
Sal comum	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48
DL-metionina, 98%	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33
Lisina sulfato, 50,7%	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,30	0,28	0,27	0,25	0,23
L-treonina, 98%	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
<sup>1</sup> Vit-aves	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
<sup>2</sup> Min-aves	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Amilase/Beta/xilanase	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
<sup>3</sup> Coxistac	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
<sup>4</sup> B H T	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
<sup>5</sup> Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
<b>Composição Calculada</b>										
Energia Metab. (Kcal kg <sup>-1</sup> )	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925	2,925
Proteína bruta (%)	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Met+Cis digestível (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94

Treonina digestível (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Triptofano digestível (%)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Valina digestível (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Isoleucina digestível (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92

176 <sup>1</sup>Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min)  
177 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2(min) 6000,00 mg, Vit. B6(min) 3000,00 mg, Vit. B12 (min) 12000,000 mg. Ácido Pantotênico  
178 (min) 12 g, Niacina (min) 25g, Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Biotina (min) 60,0 mg, Selênio(min) 250,0 mg. <sup>2</sup>Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia  
179 por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 160g, Cobalto (min) 2000,0 mg, Iodo (min) 2000,0 mg, Zinco (min) 100g. <sup>3</sup>Coxistac:  
180 Anticoccidiano. <sup>4</sup>BHT: Antioxidante. <sup>5</sup>Surmax: Avilamicina.  
181

182 Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase inicial (8 a 21 dias) para frangos de corte de  
183 crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.

Ingredientes	Ração inicial (8 a 21 dias) (Sem enzimas)					Ração inicial (8 a 21 dias) (Com enzimas)				
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Milho, 7,88%	60,83	56,78	52,72	48,66	44,61	61,86	57,80	53,75	49,69	45,63
Farelo de Soja, 46%	30,35	31,05	31,75	32,46	33,16	30,17	30,88	31,58	32,28	32,98
Farinha de Vísceras	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	4,50	4,50
Resíduo seco de mandioca	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Óleo de soja	1,12	2,00	2,89	3,77	4,66	0,21	1,09	1,97	2,86	3,74
Fosfato monobicálcico	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89
Calcário	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88
Sal comum	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,45
DL-metionina 98%	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28
Lisina sulfato, 50,7%	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24
L-treonina, 98%	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
<sup>1</sup> Vit-aves	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
<sup>2</sup> Min-aves	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Amilase/Beta/xilanase	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
<sup>3</sup> Coxistac	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
<sup>4</sup> B H T	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020

<sup>5</sup> Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Composição Calculada										
Energia Metab. (Kcal kg <sup>-1</sup> )	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo disponível (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Lisina digestível (%)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Met+Cis digestível (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Treonina digestível (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Triptofano digestível (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Valina digestível (%)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Isoleucina digestível (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82

184 <sup>1</sup>Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min)  
185 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2(min) 6000,00 mg, Vit. B6(min) 3000,00 mg, Vit. B12 (min) 12000,000 mg. Ácido Pantotênico  
186 (min) 12 g, Niacina (min) 25g, Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Biotina (min) 60,0 mg, Selênio(min) 250,0 mg. <sup>2</sup>Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia  
187 por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 160g, Cobalto (min) 2000,0 mg, Iodo (min) 2000,0 mg, Zinco (min) 100g. <sup>3</sup>Coxistac:  
188 Anticoccidiano. <sup>4</sup>BHT: Antioxidante. <sup>5</sup>Surmax: Avilamicina.

189

190 Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas durante a fase crescimento (22 a 63 dias) para frangos de corte  
191 de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.

Ingredientes	Ração crescimento (22 a 63 dias) (Sem enzimas)					Ração crescimento (22 a 63 dias) (Com enzimas)				
	0	2,5	5,0	7,5	10	0	2,5	5,0	7,5	10
Milho 7,88%	68,72	64,66	60,61	56,55	52,49	69,75	65,69	61,63	57,58	53,52
Soja farelo 46%	21,82	22,52	23,22	23,93	24,63	21,64	22,35	23,05	23,75	24,45
Farinha de Vísceras	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Resíduo seco de mandioca	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00	0,00	2,50	5,00	7,50	10,00
Óleo de soja	1,65	2,53	3,42	4,30	5,18	0,73	1,62	2,50	3,38	4,27
Fosfato mono-bicalc.	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Calcário	0,67	0,66	0,65	0,63	0,62	0,68	0,66	0,65	0,63	0,62
Sal comum	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33
DL-metionina, 98%	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23

Lisina sulfato, 50,7%	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26
L-treonina, 98%	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
<sup>1</sup> Vit-aves	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<sup>2</sup> Min-aves	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Amilase/Beta/xilanase	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
<sup>3</sup> Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
<sup>4</sup> B H T	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<sup>5</sup> Surmax	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

#### Composição Calculada

Energia Metab. (Kcal kg <sup>-1</sup> )	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60	18,60
Cálcio (%)	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638
Fósforo disponível (%)	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
Sódio (%)	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Lisina digestível (%)	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Met+Cis digestível (%)	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737
Treonina digestível (%)	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656
Triptofano digestível (%)	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184	0,184
Valina digestível (%)	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789
Isoleucina digestível (%)	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690

192 <sup>1</sup>Premix Vitamínico para aves (Lote BR00014639), Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A (min) 9000000,00 UI, Vit. D3 (min) 2500000,00 UI, Vit. E (min)  
193 20000,00 UI, Vit. K3 (min) 2500,00 mg, Vit. B1 (min) 1500,00 mg, Vit. B2(min) 6000,00 mg, Vit. B6(min) 3000,00 mg, Vit. B12 (min) 12000,000 mg. Ácido Pantotênico  
194 (min) 12 g, Niacina (min) 25g, Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Biotina (min) 60,0 mg, Selênio(min) 250,0 mg. <sup>2</sup>Premix Mineral para aves (Lote BR00013863), Níveis de Garantia  
195 por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 160g, Cobalto (min) 2000,0 mg, Iodo (min) 2000,0 mg, Zinco (min) 100g. <sup>3</sup>Coxistac:  
196 Anticoccidiano. <sup>4</sup>BHT: Antioxidante. <sup>5</sup>Surmax: Avilamicina.

197 O ganho de peso e o consumo de ração foram avaliados aos 21, 42 e 63 dias de  
198 idade. A mortalidade foi observada diariamente para a realização das correções no  
199 consumo de ração e conversão alimentar, segundo Sakomura e Rostagno (2016).

200 Aos 21 e 42 dias, duas aves por UE, com peso médio do grupo ( $\pm 5\%$ ), foram  
201 individualmente pesadas e sacrificadas utilizando o deslocamento cervical e posterior  
202 sangria. Para determinação do peso relativo (% do peso vivo) dos órgãos do trato  
203 gastrointestinal (proventrículo, moela, intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e  
204 fígado), comprimento do intestino delgado e grosso e colheita de fragmentos (duodeno,  
205 jejuno e íleo) para análise da morfometria intestinal por microscopia de luz. Para as  
206 análises morfométricas, fragmentos de dois cm de cada segmento foram abertos  
207 longitudinalmente, lavados com solução salina, fixados em solução de formalina  
208 tamponada (10%) e em seguida desidratados em uma série de concentrações crescentes  
209 de alcoóis, diafanizados em xilol e incluídos em parafina (LUNA, 1968). Após a  
210 microtomia semisseriada (cortes de sete  $\mu\text{m}$ ), os cortes foram corados pela técnica de  
211 hematoxilina e eosina. As análises morfométricas (30 leituras/amostra) foram realizadas  
212 utilizando o sistema de imagens Motic Image Plus 2.0. As alturas das vilosidades foram  
213 tomadas a partir da região basal, que coincide com a porção superior das criptas até o  
214 ápice, e as criptas, da base até a região de transição cripta:vilo. Estas medidas foram  
215 utilizadas para o cálculo da relação entre altura de vilo e profundidade de cripta.

216 Aos 63 dias de idade, duas aves por UE escolhidas ao acaso, foram mantidas em  
217 jejum por seis horas, para colheita de sangue via punção braquial. Após este processo, o  
218 sangue foi centrifugado e o soro separado e congelado para as análises de colesterol,  
219 triglicerídeos (TAG), glicose, proteínas totais, creatinina, ácido úrico (AU), aspartato  
220 aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e Gama GT. As leituras foram

221 realizadas com a utilização de “kits” comerciais da marca Elitech, utilizando analizador  
222 automático Flexor EL 200 da marca Elitech.

223 Ao final do período experimental (63 dias de idade), três aves por UE, com peso  
224 médio do grupo ( $\pm 5\%$ ), foram individualmente pesadas e sacrificadas utilizando o  
225 deslocamento cervical e posterior sangria, sendo todas destinadas para rendimento de  
226 carcaça e cortes, para peso dos órgãos do trato gastrointestinal e para viscosidade da  
227 digesta.

228 O conteúdo retirado do intestino delgado das aves para análise de viscosidade foi  
229 homogeneizado, centrifugado a 4.000 rpm durante 10 min e o sobrenadante foi transferido  
230 para tubos e armazenados em freezer. As determinações foram feitas em um viscosímetro  
231 de Brookfield DV-E, usando um adaptador de baixa viscosidade (UL/Y) (Brookfield  
232 Engineering Laboratories, Inc, Stoughton, MA, EUA), mantendo a amostra a uma  
233 temperatura de 40°C e uma taxa de cisalhamento de 30 a 100 s<sup>-1</sup>. A viscosidade aparente  
234 foi apresentada uma taxa média de cisalhamento de 100 s<sup>-1</sup>.

235 Para determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça  
236 eviscerada sem cabeça, pés, pescoço e gordura abdominal em relação ao peso da ave viva,  
237 antes do abate e para o rendimento de cortes (peito, perna, asa e dorso) foi considerado o  
238 peso da carcaça eviscerada. Para a gordura abdominal considerou-se aquela depositada  
239 próxima a bolsa cloacal e a moela. O peso relativo (% do peso vivo) dos órgãos do trato  
240 gastrointestinal foi determinado através do peso dos órgãos proventrículo, moela,  
241 intestino delgado, intestino grosso, pâncreas e fígado em relação ao peso da ave viva.

242 A qualidade da carne foi avaliada aos 63 dias de idade no músculo do peito  
243 (*pectoralis major*) direito e esquerdo de duas aves por UE. O pH foi determinado  
244 diretamente no filé do peito direito, 15 min e 24h *post mortem* (OLIVO *et al.*, 2001), com  
245 o auxílio do peagâmetro portátil HI 99163.

246 A coloração da carne de peito e pé foi mensurada 15 min *post mortem*, utilizando o  
247 colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing, São Paulo, Brasil). Os  
248 componentes L\* (luminosidade – nível de escuro a claro), a\* (intensidade de  
249 vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo/azul) foram expressos no sistema de cor  
250 Cielab.

251 O músculo do peito do lado esquerdo das aves foi utilizado para análise da  
252 capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e  
253 força de cisalhamento (FC).

254 A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por  
255 Nakamura e Katok (1985). As amostras de aproximadamente 1 g de músculo do peito *in*  
256 *natura* foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 2000 rpm durante quatro  
257 minutos, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12h e pesadas novamente para o cálculo da  
258 CRA. Para determinação da PPC, os filés de peito foram pesados, embalados em papel  
259 laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C,  
260 até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em  
261 repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente as amostras foram pesadas,  
262 obtendo-se assim a PPC (HONIKEL, 1998). Para as análises de FC as amostras foram  
263 cortadas em três retângulos (1,0 x 1,0 x 2,0 cm) e colocadas com as fibras orientadas no  
264 sentido perpendicular à lâmina para determinação da FC em quilograma força (kgf cm<sup>-2</sup>)  
265 com o auxílio do equipamento Brookfield CT3 Texture Analyzer, acoplado com a probe  
266 TA 3/100, fixture TA - SBA, calibrado com força 0,01 kg, deformação 40mm, velocidade  
267 do teste de 2,5 mm s<sup>-1</sup>.

268 Ao término do período experimental, quando as aves completaram 63 dias de idade,  
269 amostras da cama foram coletadas em três pontos de todas as unidades experimentais,  
270 evitando-se áreas próximas e embaixo dos comedouros e dos bebedouros. O material

271 coletado foi homogeneizado, acondicionado em recipientes individuais e secos em estufa  
272 de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para determinação do teor de matéria seca.

273 Para determinação do pH da cama foram utilizados 10 gramas de amostra *in natura*  
274 diluída em 100 mL de água deionizada. Posteriormente, as amostras foram  
275 homogeneizadas em agitador por cinco minutos e permaneceram em repouso por 30  
276 minutos antes da mensuração do pH utilizando-se peagâmetro digital (FREITAS et al.,  
277 2009).

278 Para determinação da amônia volatilizada, 100 gramas da amostra foi  
279 acondicionada em recipiente plástico com tampa. Sobre a amostra foi colocado um copo  
280 coletor universal, com capacidade para 50 mL, contendo 10 mL de ácido bórico 2%, para  
281 captar a amônia volatilizada dentro do recipiente. As amostras de cama de frango foram  
282 mantidas dentro do recipiente por 24 horas. Posteriormente, o ácido bórico foi titulado  
283 com ácido sulfúrico 0,05N e a quantidade de amônia volatilizada determinada utilizando-  
284 se a equação:  $A = V \times 0,05 \times 17$ , onde: A= amônia volatilizada (mg 100g<sup>-1</sup> de amostra); V=  
285 volume de ácido sulfúrico utilizado na titulação (mL); 0,05= normalidade do ácido  
286 sulfúrico e 17= peso molecular da amônia (OLIVEIRA; FERREIRA; CANCHERINI,  
287 2004)

288 Os efeitos dos níveis de inclusão do resíduo seco de mandioca, da suplementação  
289 ou não de enzimas e da interação entre estes fatores foram verificados pela análise de  
290 variância. A comparação entre médias da suplementação ou não de enzimas às dietas foi  
291 realizada pelo teste F. O efeito dos níveis de inclusão do resíduo sobre as características  
292 avaliadas foi determinado por meio de regressão polinomial. O nível de significância <  
293 0,05 foi adotado em todas as análises, que foram realizadas utilizando-se o programa  
294 estatístico SAEG (1999).

## 295 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

296 *Desempenho*

297 Para o período de 1 a 21 dias de idade a análise de variância não demonstrou  
298 interação ( $P>0,05$ ) entre a adição de enzima e os níveis de RSM para as variáveis de  
299 desempenho estudadas. A adição de enzima às dietas, independentemente do nível de  
300 inclusão do resíduo, proporcionou uma diminuição ( $P<0,05$ ) no ganho de peso e um  
301 aumento ( $P<0,05$ ) na conversão alimentar das aves. Além disso, observou-se redução  
302 linear ( $P<0,05$ ) da conversão alimentar e do consumo de ração, independentemente da  
303 utilização ou não de enzimas, à medida que aumentou os níveis de inclusão do resíduo às  
304 dietas (Tabela 4).

305 Para o período de 1 a 42 dias de idade das aves a análise de variância demonstrou  
306 interação ( $P<0,05$ ) entre adição de enzima e níveis de RSM para as variáveis de consumo  
307 de ração e ganho de peso das aves, sendo observado efeito quadrático para essas duas  
308 variáveis com um maior consumo e ganho de peso com 3,32 e 4,77% de inclusão do RSM  
309 às dietas e sem a suplementação de enzimas, respectivamente. Em adição, para conversão  
310 alimentar foi observado redução linear ( $P<0,05$ ) independentemente da utilização de  
311 enzimas. A adição de enzima às dietas, independentemente do nível de inclusão do  
312 resíduo, proporcionou um aumento ( $P<0,05$ ) na conversão alimentar das aves. Na  
313 comparação de médias pelo teste F foi observado um maior consumo de ração das aves  
314 ao nível de 2,5% de inclusão do RSM sem a adição de enzimas em comparação àquelas  
315 recebendo o mesmo nível de RSM e suplementadas com enzimas. Além disso, observou-  
316 se um maior ganho de peso das aves nos níveis de 2,5 e 5,0% de inclusão do RSM e não  
317 suplementadas com enzimas em comparação àquelas recebendo os mesmos níveis de  
318 RSM e suplementadas com enzimas.

319 Para o período de 1 a 63 dias de idade a interação entre adição de enzima e níveis  
320 de RSM não foi significativa ( $P>0,05$ ) para todas as variáveis estudadas. No entanto,

321 observou-se redução linear ( $P < 0,05$ ) no consumo de ração das aves independentemente  
 322 da utilização de enzimas.

323

324 Tabela 4. Desempenho de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas  
 325 contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.

1 - 21 dias					
	Consumo de Ração (g)		Ganho de peso (g)		Conversão Alimentar
Sem enzima	800,42		519,81a		1,540b
Com enzima	795,43		506,50b		1,571a
Níveis RSM (%)					
0,0	820,81		518,34		1,584
2,5	821,29		516,16		1,592
5,0	802,15		519,11		1,547
7,5	780,71		507,14		1,540
10,0	764,66		505,01		1,515
(E x N)	0,173		0,076		0,606
Enzima (E)	0,513		0,007		0,054
Nível (N)	0,001		0,204		0,016
Linear	0,001 <sup>1</sup>		0,039		0,016 <sup>2</sup>
Quadrática	0,270		0,458		0,666
CV%	3,35		3,25		3,53
1 - 42 dias					
Sem enzima					1,847b
Com enzima					1,871a
Níveis RSM (%)					
	Sem	Com	Sem	Com	
0,0	3066,81a	3163,20a	1640,05a	1670,36a	1,882
2,5	3280,38a	3113,88b	1727,32a	1663,20b	1,885
5,0	3128,77a	3048,38a	1708,99a	1610,86b	1,863
7,5	3011,90a	3073,27a	1655,83a	1657,89a	1,836
10,0	3021,52a	3078,86a	1662,95a	1675,11a	1,828
(E x N)	0,031		0,054		0,152
Enzima (E)					0,037
Nível (N)	0,001	0,340			0,004
Linear					
Quadrática	0,036 <sup>3</sup>	0,038 <sup>4</sup>		0,001 <sup>5</sup>	
CV%	3,32		3,26		2,07
1 - 63 dias					
Sem enzima	5738,94		2672,96		2,134
Com enzima	5793,14		2672,38		2,169
Níveis RSM (%)					
0,0	5804,32		2680,00		2,167
2,5	5875,32		2747,01		2,142

5,0	5794,09	2677,53	2,148
7,5	5620,20	2612,12	2,154
10,0	5736,27	2676,68	2,145
(E x N)	0,522	0,249	0,382
Enzima (E)	0,308	0,496	0,133
Nível (N)	0,048	0,101	0,703
Linear	0,041 <sup>6</sup>	0,189	0,958
Quadrática	1,000	0,751	0,758
CV%	3,22	3,95	3,76

326 Na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste  
327 F ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup>Y= 828,504-6,11548x, R<sup>2</sup>= 0,94; <sup>2</sup>Y= 1,59407-0,00767564x, R<sup>2</sup>= 0,88; <sup>3</sup>Y=  
328 3120,38+28,2832x-4,26463x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>= 0,47, ponto de máxima 3,32%; <sup>4</sup>Y= 1656,28+21,2746x-2,23012x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=  
329 0,50, ponto de máxima 4,77%; <sup>5</sup>Y= 1,89064-0,0634392x, R<sup>2</sup>=0,91; <sup>6</sup>Y= 5844,28-15,6487x, R<sup>2</sup>= 0,42.

330

331 De acordo com os resultados obtidos, a inclusão de enzimas em dietas contendo  
332 níveis crescentes de fibra reduziu a viscosidade da digesta (Tabela 6), mas essa redução  
333 não foi suficiente para melhorar o desempenho dos animais para todas as fases avaliadas.  
334 Na literatura tem sido demonstrado que enzimas quando adicionadas às rações podem  
335 reduzir a viscosidade da digesta, bem como reduzir o efeito de encapsulação dos  
336 nutrientes das paredes das células e, por sua vez, resultar num aumento da disponibilidade  
337 e absorção de proteína, amido e utilização de energia (SLOMINSKI, 2011). Sendo assim,  
338 aves de crescimento lento podem responder de maneira diferente comparadas aos frangos  
339 de corte de crescimento rápido, quando da suplementação de complexos enzimáticos às  
340 dietas.

341 Devido aos teores de fibra, a inclusão do RSM na dieta reduziu o consumo de ração  
342 das aves em todas as fases estudadas. No entanto, essa redução no consumo não  
343 comprometeu o ganho de peso das aves no período inicial, de 1 a 21 dias, sendo observado  
344 melhora na conversão alimentar dos animais. Já no período de 1 a 42 dias os animais  
345 mostraram maior aproveitamento da fibra contida na dieta, sendo observada igualmente  
346 uma melhora na conversão alimentar com a adição da fibra e um ponto de melhor ganho  
347 de peso das aves ao nível estimado de 4,77% de inclusão do RSM, sem a adição de  
348 enzimas. De acordo com Sundu *et al.* (2006), o alto teor de fibra bruta pode alterar a  
349 densidade da dieta se tornando um limitante na ingestão da ração pelo espaço ocupado no

350 trato digestório da ave. Picoli *et al.* (2014) observaram que a partir de 2% de inclusão do  
351 RSM na alimentação de frangos de corte de crescimento lento há um comprometimento  
352 no desempenho das aves.

### 353 *Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino*

354 Aos 21 e 42 dias de idade das aves a análise de variância não demonstrou interação  
355 ( $P>0,05$ ) entre a adição de enzimas e os níveis de RSM para as variáveis de peso relativo  
356 dos órgãos do trato gastrointestinal e comprimento do intestino. No entanto, observou-se  
357 aumento linear ( $P<0,05$ ) do peso relativo do intestino delgado em ambos os períodos,  
358 independentemente da utilização ou não de enzimas, à medida que aumentou os níveis de  
359 inclusão do resíduo às dietas. Aos 42 dias obteve-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ) do peso  
360 relativo do intestino grosso com um menor peso relativo ao nível estimado de 3,44% de  
361 inclusão do RSM, independentemente da suplementação com enzimas. Aos 21 dias, as  
362 aves suplementadas com enzimas obtiveram um maior ( $P<0,05$ ) peso relativo do intestino  
363 delgado sendo observado efeito contrário aos 42 dias de idade (Tabela 5).

364 Na colheita realizada aos 63 dias de idade das aves a análise de variância  
365 demonstrou interação ( $P<0,05$ ) entre a adição de enzimas e os níveis de RSM para  
366 comprimento do intestino delgado, sendo observada uma redução linear à medida que  
367 aumentaram os níveis de inclusão do resíduo às dietas suplementadas com enzimas. Na  
368 comparação de médias pelo teste F foi observado um maior comprimento do intestino  
369 delgado das aves alimentadas com dietas contendo níveis de 5,0 e 10,0% de inclusão do  
370 RSM e não suplementadas com enzimas em comparação àquelas com o mesmo nível de  
371 inclusão do RSM e suplementadas com enzimas (Tabela 5).

372 A inclusão do resíduo nas dietas das aves aos 21 e 42 dias resultou em um aumento  
373 linear no peso relativo do intestino delgado. As alterações provocadas pela fibra na dieta  
374 incluem um aumento adaptativo da massa de tecido da parede intestinal, a taxa de

375 proliferação de células, e a espessura do músculo da camada do intestino (SVIHUS *et al.*,  
376 2010), o que conduzirá a um maior peso dos intestinos delgado e grosso, podendo explicar  
377 ainda o efeito quadrático observado aos 42 dias para peso relativo do intestino grosso.  
378 Em adição, nesse mesmo período a enzima se mostrou eficiente em minimizar alterações  
379 no intestino delgado provocadas pela inclusão de fibra na dieta, diminuindo seu peso e  
380 comprimento, não demonstrando os mesmos resultados no período inicial (1 a 21 dias de  
381 idade), podendo ser explicada pelo maior desenvolvimento deste órgão nessa fase.  
382 Entretanto, aos 63 dias a interação observada entre adição de enzimas e níveis de inclusão  
383 do RSM para a variável comprimento do intestino delgado apresentou efeito linear  
384 decrescente com a inclusão de enzimas, demonstrando uma maior eficiência da enzima  
385 em facilitar a digestão dos nutrientes à medida que se aumentou os níveis de fibra da dieta  
386 na fase final.

387 *Olkowski et al.* (2005), ao estudarem uma dieta com alto teor de fibra e outra com  
388 baixo percentual, encontraram maiores pesos e comprimentos relativos do intestino  
389 delgado e cecos para os frangos de corte que consumiram dieta com alto teor de fibra.  
390 Esses autores relacionaram os resultados à menor disponibilidade de nutrientes devido às  
391 características consistentes como hiperplasia adaptativa da mucosa intestinal. Apesar de  
392 se observar resultados semelhantes no presente trabalho, vale salientar que essa adaptação  
393 no peso relativo e tamanho dos órgãos não influenciou de maneira positiva o desempenho  
394 das aves.

Tabela 5. Peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, coração e comprimento do intestino delgado e grosso (cm) de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas

21 dias									
	Moela	Proventrículo	Pâncreas	Fígado	Int. Delgado	Int. Grosso	Coração	Comprimento Int. Delgado	Comprimento Int. Grosso
Sem enzima	2,86	0,72	0,38	2,69	6,84b	1,26	0,64	117,36	29,20
Com enzima	2,93	0,70	0,39	2,71	7,33 <sup>a</sup>	1,19	0,62	119,66	28,29
Níveis RSM (%)									
0,0	3,02	0,62	0,39	2,67	6,44	1,17	0,61	117,50	28,53
2,5	2,73	0,71	0,40	2,56	6,88	1,12	0,64	117,70	28,42
5,0	2,88	0,65	0,41	2,70	6,82	1,21	0,61	118,45	29,57
7,5	2,96	0,71	0,40	2,79	7,52	1,39	0,65	119,70	28,95
10,0	2,89	0,86	0,35	2,77	7,75	1,23	0,64	119,20	28,25
(E x N)	0,369	0,185	0,293	0,367	0,369	0,407	0,661	0,451	0,171
Enzima (E)	0,605	0,662	0,412	0,822	0,037	0,457	0,280	0,353	0,329
Nível (N)	0,430	0,073	0,169	0,442	0,004	0,341	0,394	0,732	0,611
Linear	0,934	0,017	0,243	0,263	0,001 <sup>1</sup>	0,244	0,256	0,536	1,000
Quadrática	0,466	0,282	0,037	0,987	0,727	0,716	0,965	0,929	0,451
CV%	14,80	26,99	13,55	14,16	11,32	26,41	9,65	7,30	11,37
42 dias									
Sem enzima	1,99	0,51	0,27	2,15	4,07 <sup>a</sup>	0,83	0,51	160,76a	38,56
Com enzima	1,99	0,49	0,27	2,07	3,63b	0,89	0,55	151,04b	40,08
Níveis RSM (%)									
0,0	2,11	0,44	0,25	2,15	3,39	0,88	0,52	154,00	38,40
2,5	1,93	0,49	0,27	2,16	3,56	0,72	0,53	151,20	36,20
5,0	2,15	0,48	0,27	2,15	3,86	0,79	0,55	155,22	38,90
7,5	1,95	0,47	0,27	2,10	4,27	0,95	0,54	158,40	41,40
10,0	1,81	0,60	0,28	2,02	4,18	0,97	0,52	160,70	41,70

(E x N)	0,369	0,249	0,369	0,452	0,115	0,118	0,338	0,421	0,407	
Enzima (E)	1,000	0,581	0,447	0,273	0,006	0,274	0,218	0,030	0,314	
Nível (N)	0,326	0,164	0,502	0,458	0,002	0,029	0,515	0,445	0,134	
Linear	0,151	0,053	0,269	0,201	0,001 <sup>2</sup>	0,041	0,861	0,185	0,031	
Quadrática	0,493	0,359	0,522	0,460	0,515	0,053 <sup>3</sup>	0,314	0,606	0,445	
CV%	20,10	29,65	20,29	12,02	13,78	22,55	17,14	9,79	13,39	
63 dias										
Sem enzima	1,37	0,31	0,18	1,95	3,91	0,75	0,41		54,23	
Com enzima	1,38	0,29	0,18	1,91	3,59	0,71	0,42		52,72	
Níveis RSM (%)								Sem	Com	
0,0	1,29	0,31	0,17	1,88	3,59	0,72	0,40	188,87a	199,80a	52,23
2,5	1,37	0,30	0,19	1,96	3,88	0,74	0,43	187,87a	195,73a	55,27
5,0	1,41	0,29	0,17	1,85	3,87	0,72	0,40	195,07a	182,53b	52,50
7,5	1,35	0,31	0,18	1,97	3,78	0,73	0,43	184,93a	194,20a	54,17
10,0	1,44	0,30	0,18	1,99	3,65	0,74	0,42	194,20a	179,87b	53,20
E x N	0,335	0,532	0,569	0,592	0,518	0,794	0,299	0,014		0,405
Enzima (E)	0,846	0,169	0,399	0,407	0,074	0,112	0,609	0,939		0,106
Nível (N)	0,362	0,565	0,401	0,188	0,502	0,662	0,163	0,364	0,017	0,217
Linear	0,163	0,857	0,695	0,128	0,975	0,730	0,431	0,606	0,008 <sup>4</sup>	0,801
Quadrática	0,719	0,624	0,796	0,538	0,208	0,929	0,345	0,857	0,806	0,369
CV%	14,29	10,48	11,11	8,16	16,24	12,03	9,06	5,53		6,02

395 Na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste F (P<0,05). <sup>1</sup>Y= 6,427558-0,130933x, R<sup>2</sup>= 0,92; <sup>2</sup>Y= 3,39492-  
396 0,0911480x, R<sup>2</sup>= 0,90; <sup>3</sup>Y= 0,847638+0,0362105x-0,00526393x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>= 0,70, ponto de mínima 3,44%; <sup>4</sup>Y= 198,707-1,65600x, R<sup>2</sup>= 0,56.

397 *Morfometria intestinal e viscosidade da digesta*

398 A análise de variância não demonstrou interação ( $P>0,05$ ) entre a adição de enzimas  
 399 e os níveis de RSM para todas as variáveis estudadas de morfometria intestinal e  
 400 viscosidade da digesta, independentemente do período. Observou-se efeito quadrático  
 401 ( $P<0,05$ ) da profundidade de cripta aos 21 dias de idade das aves com uma menor  
 402 profundidade de cripta ao nível estimado de 5,74% de inclusão do RSM,  
 403 independentemente da suplementação com enzimas. Além disso, observou-se uma  
 404 redução da viscosidade da digesta com a inclusão de enzimas na dieta, independentemente  
 405 do nível de inclusão do RSM (Tabela 6).

406 Tabela 6. Altura dos vilos (um), profundidade de cripta (um) e a relação altura de  
 407 vilo:profundidade de cripta aos 21 e 42 dias de idade do jejuno e viscosidade da digesta  
 408 (mPa.s) aos 63 dias, de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas  
 409 contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.

	21 dias			42 dias			63 dias
	Vilo	Cripta	V:C	Vilo	Cripta	V:C	Visc.
Sem enzima	285,37	36,90	8,17	461,49	54,32	9,64	4,36 <sup>a</sup>
Com enzima	277,90	38,36	7,74	478,89	54,07	9,99	4,26 <sup>b</sup>
Níveis RSM (%)							
0,0	317,22	45,14	7,44	508,21	55,09	10,65	4,23
2,5	272,09	33,94	8,36	460,80	48,678	10,37	4,32
5,0	254,83	35,15	7,52	454,79	57,60	8,72	4,32
7,5	267,79	35,41	8,01	454,57	55,98	9,37	4,30
10,0	296,24	38,53	4,44	472,60	53,63	9,98	4,31
(E x N)	0,405	0,256	0,398	0,575	0,353	0,382	0,806
Enzima (E)	0,685	0,434	0,486	0,530	0,957	0,952	0,023
Nível (N)	0,224	0,003	0,501	0,481	0,551	0,429	0,546
Linear	0,478	0,079	0,450	0,467	0,794	0,473	0,507
Quadrática	0,025	0,001 <sup>1</sup>	0,891	0,246	0,894	0,252	0,435
CV%	22,93	17,36	26,97	20,39	32,90	30,22	4,71

410 <sup>1</sup>Y= 43,9422+3,63574x-0,316542x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>= 0,84, ponto de mínima 5,74%.

411

412 De acordo com os resultados obtidos, a inclusão de enzimas nas dietas não interferiu  
 413 na morfometria intestinal dos animais. Entretanto, se mostrou eficiente em diminuir a  
 414 viscosidade da digesta, porém essa redução não foi o suficiente para melhorar o  
 415 desempenho das aves. De fato, o alto teor de fibra pode ser responsável por um aumento

416 da viscosidade da digesta no intestino delgado das aves provocando uma diminuição da  
417 digestibilidade e absorção dos demais nutrientes (HETLAND et al. 2004).

418 O efeito quadrático para profundidade de cripta, observado aos 21 dias, pode ser  
419 decorrente do tamanho dos vilos, ou seja, vilosidades menores requerem uma menor  
420 renovação celular (proliferação e diferenciação). No entanto, não foi observada ( $P>0,05$ )  
421 interferência da fibra quanto à altura dos vilos e a relação altura de vilo:profundidade de  
422 cripta determinados em ambos os períodos. A relação vilo:cripta indica a capacidade de  
423 digestão intestinal, sendo que um aumento nesta relação representa uma possível melhora  
424 na digestão e absorção e menor gasto energético com a renovação celular (ARRUDA *et*  
425 *al.*, 2008).

#### 426 *Perfil bioquímico do sangue*

427 A análise de variância demonstrou interação ( $P<0,05$ ) entre adição de enzimas e  
428 níveis de RSM para as variáveis triglicerídeos, ácido úrico, creatinina e alanina  
429 aminotransferase (ALT) do sangue, sendo observado um efeito linear crescente para as  
430 variáveis ácido úrico e creatinina com a inclusão de enzimas na dieta e um efeito linear  
431 decrescente para ALT sem a inclusão de enzimas. Em adição, houve efeito quadrático  
432 para a variável creatinina sem a adição de enzimas na dieta, apresentando um menor valor  
433 ao nível estimado de 2,29% de inclusão do RSM. Na comparação de médias pelo teste F  
434 foi observada uma maior concentração de triglicerídeos ao nível de 7,5%, ácido úrico ao  
435 nível de 5,0 e 7,5% e creatinina em todos os níveis de inclusão do RSM e suplementadas  
436 com enzimas em comparação àquelas com o mesmo nível de inclusão do RSM e não  
437 suplementadas com enzimas. Além disso, para ALT foi observada uma maior  
438 concentração aos níveis de 0,0, 2,5, 5,0 e 7,5% de inclusão do RSM sem a adição de  
439 enzimas em comparação àquelas com o mesmo nível de inclusão do RSM e  
440 suplementadas com enzimas.

441 A inclusão de enzimas na dieta, independentemente do nível de inclusão do RSM,  
442 proporcionou um aumento ( $P < 0,05$ ) nas variáveis de colesterol, aspartato  
443 aminotransferase (AST), fosfatase alcalina, gama-glutamil-transferase (gama-GT),  
444 glicose e proteína total no sangue. Como o RSM é um alimento fibroso, pode-se inferir  
445 que as enzimas causaram uma redução nas propriedades antinutricionais da fibra,  
446 melhorando a digestibilidade da dieta e a absorção, o que proporcionou um aumento nas  
447 variáveis analisadas (CAIRES *et al.*, 2008).

448 Segundo González e Scheffer (2002), uma das causas de aumento plasmático da  
449 creatinina é o aumento da atividade muscular nos animais. Com isso pode-se inferir que  
450 o uso do RSM, juntamente com a adição de enzimas na dieta, aumentou a atividade  
451 muscular das aves. O aumento na atividade de AST com a adição de enzimas  
452 independentemente do nível de inclusão do RSM sustenta essa ideia. A AST pode exercer  
453 atividade em múltiplos tecidos, mas os principais são o fígado e o músculo  
454 (GRUNKEMEYER, 2010; CAPITELLI e CROSTA, 2013). Quanto à análise de  
455 atividade da AST é recomendada a combinação com outros testes como em conjunto com  
456 a creatinina para diferenciar dano muscular de hepático (GRUNKEMEYER, 2010).

457 A elevação da atividade da fosfatase alcalina parece ser específica da ação  
458 osteoblástica aumentada e mudanças ósseas relacionadas com os processos de  
459 crescimento, trauma, reparação, osteomielite, neoplasia e hiperparatireoidismo  
460 nutricional secundário (RAJMAN *et al.*, 2006). Observou-se então que com a inclusão do  
461 RSM e a adição de enzimas ocorre uma maior atividade dessa enzima.

462 A enzima Gama-GT encontra-se distribuída no organismo, principalmente nos  
463 tecidos renais, pancreático e hepático e se caracteriza pela sua alta sensibilidade, sendo  
464 facilmente influenciada por fatores que afetam as membranas celulares dos órgãos em  
465 que está presente (KRAMER, 1980). O aumento dessa enzima pode ocorrer pela

466 influência da fibra na dieta, visto que esse aumento ocorreu em função da inclusão do  
467 RSM.

468 Tabela 7. Perfil bioquímico do sangue de frangos de corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco  
 469 de mandioca, com ou sem a adição de enzimas.

	Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	Triglicerídeos (mg dL <sup>-1</sup> )	Ác. Úrico (mg dL <sup>-1</sup> )	Creatinina (mg dL <sup>-1</sup> )	AST (U L <sup>-1</sup> )	Fosf. Alcalina (UI L <sup>-1</sup> )	ALT (U L <sup>-1</sup> )	Gama- GT (UI L <sup>-1</sup> )	Glicose (mg dL <sup>-1</sup> )	Proteína Total (g dL <sup>-1</sup> )
Sem enzima	83,60b				139,29b	2073,14b		10,74b	193,97b	2,90b
Com enzima	102,69a				174,86a	2487,06a		15,63a	215,03a	3,28a
Níveis RSM (%)		Sem Com	Sem Com	Sem Com	Sem Com		Sem Com			
0,0	93,79	20,86a 28,43 <sup>a</sup>	2,15a 2,92a	0,03b 0,15a	142,93	1791,50	10,97a 5,12b	10,14	198,14	3,03
2,5	91,21	26,57a 19,43 <sup>a</sup>	2,34a 2,59a	0,04b 0,13a	148,29	1707,79	12,81a 4,43b	11,50	194,93	3,02
5,0	94,07	21,57a 24,29 <sup>a</sup>	1,92b 3,73a	0,05b 0,18a	169,71	2431,93	9,94a 5,66b	14,14	208,43	3,00
7,5	93,36	19,43b 28,43a	2,66b 4,50a	0,04b 0,18a	156,07	2747,57	8,21a 4,80b	15,57	211,93	3,19
10	93,29	22,29a 27,29a	3,42a 3,17a	0,13b 0,17a	168,36	2721,71	6,85a 5,46a	14,57	209,07	3,22
(E x N)	0,139	0,045	0,020	0,002	0,245	0,135	0,001	0,122	0,339	0,098
Enzima (E)	0,001	0,058	0,001	0,001	0,001	0,040	0,001	0,001	0,001	0,008
Nível (N)	0,850	0,342	0,127	0,056	0,005	0,001	0,042	0,131	0,001	0,529
Linear	0,950	0,631	0,453	0,018	0,044 <sup>1</sup>	0,001	0,024 <sup>3</sup>	0,038	0,001 <sup>4</sup>	0,001 <sup>5</sup>
Quadrática	0,950	0,787	0,157	0,106	0,092	0,005 <sup>2</sup>	0,478	0,520	0,724	0,076
CV%	23,66	31,06	33,41	30,26	20,81	36,19	27,81	30,93	9,58	18,47

470 Na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste F (P<0,05). Y<sup>1</sup>= 2,89671-0,0963486x; R<sup>2</sup>= 0,26. Y<sup>2</sup>=  
 471 0,0335551+0,00702694x-0,00153469x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,86; ponto de mínima 2,29. Y<sup>3</sup>= 0,143229-0,00364000x; R<sup>2</sup>= 0,51. Y<sup>4</sup>= 1700,06-116,009x; R<sup>2</sup>= 0,84. Y<sup>5</sup>= 12,3220-0,513657x;  
 472 R<sup>2</sup>= 0,76. Y<sup>6</sup>= 10,6000-0,517114 10,6000-0,5171143x; R<sup>2</sup>= 0,81.

473

474 *Rendimento de carcaça e cortes*

475 Não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre adição de enzima e níveis de RSM para  
 476 rendimento de carcaça e cortes (Tabela 8).

477 Tabela 8. Rendimento de carcaça (%) e de cortes (%) de frangos de corte de crescimento  
 478 lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca,  
 479 com ou sem a adição de enzimas abatidos aos 63 dias de idade

	Carcaça	Dorso	Perna	Asa	Peito	Gordura
Sem enzima	72,08	27,90	31,71	11,47	28,68	3,85
Com enzima	71,76	27,96	31,79	11,46	28,63	4,13
Níveis RSM (%)						
0,0	72,39	27,96	31,36	11,32	28,94	3,68
2,5	71,37	28,00	31,62	11,47	28,79	4,16
5,0	72,10	27,86	31,90	11,57	28,51	4,13
7,5	71,98	27,93	31,78	11,48	28,73	4,14
10,0	71,76	27,89	31,09	11,46	28,29	3,83
(E x N)	0,664	0,415	0,137	0,639	0,165	0,449
Enzima (E)	0,306	0,685	0,726	0,998	0,840	0,174
Nível (N)	0,322	0,775	0,342	0,380	0,403	0,363
Linear	0,565	0,724	0,053	0,365	0,094	0,703
Quadrática	0,562	0,929	0,750	0,157	0,915	0,082
CV%	1,53	2,04	2,57	2,68	2,76	18,24

480

481 A não interferência da inclusão de diferentes níveis de RSM na dieta das aves sobre  
 482 o ganho de peso pode ter contribuído para os resultados encontrados no rendimento de  
 483 carcaça e cortes.

484 Da mesma forma, Picoli *et al.* (2014) utilizando o RSM na alimentação de frangos  
 485 de corte de crescimento lento não observaram efeitos negativos do resíduo sobre o  
 486 rendimento de carcaça, principais cortes e deposição de gordura abdominal. Estes  
 487 resultados demonstram que o RSM não afeta as características de carcaça e o peso dos  
 488 principais cortes quando a dieta é devidamente balanceada.

489 *Qualidade da carne do peito e colorimetria do peito e pé*

490 A análise de variância demonstrou interação ( $P<0,05$ ) entre adição de enzima e  
 491 níveis de RSM somente para a variável de pH mensurado 15 minutos *post mortem*, sendo  
 492 observado um efeito quadrático na dieta sem adição de enzimas, apresentando um menor

493 valor ao nível estimado de 4,84% de inclusão do RSM. Na comparação de médias pelo  
 494 teste F foi observado um maior pH 15 minutos na dieta com 5,0% de inclusão do RSM  
 495 suplementada com enzimas em comparação àquela com o mesmo nível de inclusão do  
 496 RSM e não suplementada com enzimas (Tabela 9).

497 Tabela 9. Características de qualidade da carne do peito de frangos de corte de  
 498 crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de  
 499 mandioca, com ou sem a adição de enzimas, abatidos aos 63 dias de idade

	PPC	CRA	FC	pH 15 min		pH 24 h
Sem enzima	22,02	50,38	3,00			6,11
Com enzima	21,24	51,35	3,40			6,10
Níveis RSM (%)				Sem	Com	
0,0	20,82	50,38	3,04	6,18a	6,10a	6,09
2,5	22,10	51,35	3,11	6,10a	6,08a	6,15
5,0	21,51	51,57	2,76	5,88b	6,20a	6,09
7,5	21,98	51,52	3,77	6,04a	6,06a	6,08
10	21,72	49,66	3,32	6,16a	6,19a	6,11
(E x N)	0,426	0,639	0,094	0,001		0,402
Enzima (E)	0,383	0,681	0,120	0,032		0,827
Nível (N)	0,612	0,359	0,156	0,001	0,067	0,531
Linear	0,592	0,665	0,182	0,397	0,142	0,893
Quadrática	0,587	0,089	0,765	0,001	0,743	0,930
CV%	14,43	5,66	27,93	1,41		2,15

500 PPC: perda por cocção. CRA: capacidade de retenção de água. FC: força de cisalhamento. Na mesma linha,  
 501 médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste F ( $P < 0,05$ ).  $^1Y =$   
 502  $6,15040 + 0,0461733x - 0,00477333x^2$ ,  $R^2 = 0,78$ , ponto de mínima 4,84%.

503

504 A qualidade da carne dos animais pode ser afetada por fatores relacionados ao  
 505 animal, à nutrição, condições ambientais e sanitárias, técnicas de manejo e procedimentos  
 506 pré e pós abate. Muitos critérios são utilizados para avaliação da qualidade da carne como  
 507 cor, pH, capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e perda por  
 508 cocção (PPC) (MENDES e KOMIYAMA, 2011). De acordo com os resultados obtidos,  
 509 a inclusão de RSM na dieta de frangos de corte de crescimento lento não afetou os  
 510 parâmetros de qualidade da carne.

511 O pH final da carne é considerado um fator determinante na qualidade do produto  
 512 final. Do mesmo modo, a CRA apresenta grande importância, pois está associada às

513 características da carne antes e durante o cozimento e à sua palatabilidade. Esta variável  
 514 pode ser correlacionada com o pH, sendo que quanto menor a CRA menor o pH final da  
 515 carne, bem como com a maciez da carne de peito dos frangos (MENDES e KOMIYAMA,  
 516 2011), sendo que, deste modo, estes fatores podem estar relacionados com o efeito  
 517 quadrático encontrado para o pH 15 minutos.

518 A análise de variância dos dados de colorimetria demonstrou interação ( $P < 0,05$ )  
 519 entre adição de enzima e níveis de RSM somente para intensidade de  $a^*$  da carne de peito,  
 520 sendo observada uma redução linear em função do aumento do nível de RSM incluído na  
 521 dieta e não suplementado com enzimas. Na comparação de médias pelo teste F foi  
 522 observado uma maior intensidade de  $a^*$  com níveis de 0,0, 2,5 e 5,0% de inclusão do  
 523 RSM sem a suplementação de enzimas em comparação com os mesmos níveis de inclusão  
 524 do RSM suplementados com enzimas. Em adição, observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ )  
 525 para intensidade de  $b^*$ , independentemente da adição de enzimas, com menor intensidade  
 526 ao nível estimado de 8,89% de inclusão do RSM (Tabela 10).

527 Para as variáveis de colorimetria do pé, intensidade de  $L^*$  e  $b^*$ , foram observados  
 528 um aumento e uma redução linear ( $P < 0,05$ ), respectivamente, conforme aumento do nível  
 529 de inclusão de RSM a dieta, independentemente da suplementação de enzimas. A inclusão  
 530 de enzimas na dieta aumentou as variáveis de intensidade de  $L$  e  $a^*$  em comparação às  
 531 dietas sem enzimas, independentemente do nível de inclusão do RSM. Além disso,  
 532 observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da intensidade de  $a^*$ , apresentando uma menor  
 533 intensidade ao nível estimado de 6,93% de inclusão do RSM, independentemente da  
 534 inclusão de enzimas (Tabela 10).

535 Tabela 10. Colorimetria da carne de peito e pé de frangos de corte de crescimento lento  
 536 alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo seco de mandioca, com ou  
 537 sem a adição de enzimas, abatidos aos 63 dias de idade

	Colorimetria do peito			Colorimetria do pé		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Sem enzima	46,37		2,88	78,67b	-0,76	37,46b

Com enzima	46,73			3,23	79,44a	-0,86	39,15a
Níveis RSM (%)	Sem		Com				
0,0	46,27	2,60a	1,15b	4,29	77,72	0,12	44,56
2,5	47,79	2,06a	0,62b	3,21	78,57	-0,99	39,45
5,0	46,75	2,41a	0,56b	2,75	79,22	-0,83	38,49
7,5	46,48	1,67a	1,22a	2,65	79,84	-1,39	35,09
10,0	45,46	1,28a	1,47a	2,38	79,92	-0,96	33,94
(E x N)	0,104	0,002		0,155	0,537	0,191	0,090
Enzima (E)	0,516	0,001		0,118	0,033	0,715	0,035
Nível (N)	0,118	0,005	0,071	0,001	0,001	0,014	0,001
Linear	0,131	0,001 <sup>1</sup>	0,142	0,001	0,001 <sup>3</sup>	0,009	0,001 <sup>5</sup>
Quadrática	0,063	0,420	0,023	0,037 <sup>2</sup>	0,289	0,042 <sup>4</sup>	0,098
CV%	4,09	38,44		25,26	1,56	116,46	7,15

538 L\* = Luminosidade; a\* = intensidade de vermelho/verde; b\* = intensidade de amarelo/azul. Na mesma  
539 linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste F (P<0,05).  
540 <sup>1</sup>Y=2,61107+0,121480x, R<sup>2</sup>= 0,79; <sup>2</sup>Y= 4,21094+0,399510x-0,0224724x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>= 0,97, ponto de mínima:  
541 8,89%. <sup>3</sup>Y= 77,9215-0,226647x, R<sup>2</sup>=0,94; <sup>4</sup>Y= 0,0419810+0,370531x-0,0267505x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=0,84, ponto de  
542 mínima 6,93%; <sup>5</sup>Y= 434230-1,02383x, R<sup>2</sup>= 0,94.

543

544 A uniformidade da cor é um atributo importante pois é um indicativo da qualidade  
545 do produto final e também é através dela que os consumidores selecionam os produtos de  
546 origem animal (QIAO et al., 2002).

547 A redução da coloração na carne do peito e pés dos frangos conforme a inclusão  
548 dos níveis de RSM podem ser justificadas pelo baixo nível de xantofilas e carotenoides  
549 presentes no resíduo em comparação ao milho. Segundo pesquisas, o grão de milho  
550 apresenta aproximadamente 22 µg/g de carotenoides totais (CARDOSO *et al.*, 2009,  
551 RIOS *et al.*, 2010) enquanto que a polpa fresca da mandioca possui em torno de 5 a 8  
552 µg/g de pigmentantes totais (MEZETTE *et al.*, 2009, OLIVEIRA *et al.*, 2009), tornando  
553 o milho uma fonte mais eficiente como pigmentante (GARCIA *et al.*, 2009).

#### 554 *Qualidade da cama*

555 Não foi observada interação (P>0,05) entre adição de enzima e níveis de RSM para  
556 as variáveis de qualidade da cama. A adição de enzimas às dietas, independentemente do

557 nível de inclusão do resíduo, proporcionou uma redução no pH das amostras de cama.  
 558 Além disso, observou-se aumento linear do pH das amostras de cama, independentemente  
 559 da inclusão de enzimas, à medida que aumentaram os níveis de inclusão do resíduo às  
 560 dietas (Tabela 11).

561

562 Tabela 11. Teor de umidade, pH e amônia volatilizada (mg/100g) da cama de frangos de  
 563 corte de crescimento lento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo  
 564 seco de mandioca, com e sem a adição de enzimas.

	Umidade (%)	pH	Amônia volatilizada
Sem enzima	26,73	8,47a	3,47
Com enzima	25,23	8,36b	3,93
Níveis RSM (%)			
0,0	23,83	8,28	4,14
2,5	24,38	8,36	4,01
5,0	26,40	8,48	3,50
7,5	26,87	8,44	3,70
10,0	28,42	8,52	3,15
(E x N)	0,516	0,139	0,471
Enzima (E)	0,229	0,015	0,118
Nível (N)	0,137	0,005	0,223
Linear	0,011	0,001 <sup>1</sup>	0,032
Quadrática	0,929	0,327	0,917
CV%	5,89	1,71	27,67

565 <sup>1</sup>Y = 8,30678 + 0,021875x, R<sup>2</sup>= 0,83.

566

567 Os resultados demonstram que o uso de enzimas na dieta foi efetivo em reduzir o pH  
 568 da cama, resultado este favorável pois segundo Traldi *et al.* (2007) valores de pH  
 569 superiores a 7,0 normalmente estimulam a proliferação bacteriana na cama e também  
 570 aumentam a produção de amônia, sendo assim, quanto menor o pH melhor será a  
 571 qualidade da cama e conseqüentemente do ambiente. A inclusão do RSM ocasionou  
 572 aumento linear do pH da cama conforme aumento dos níveis de inclusão do resíduo na  
 573 dieta das aves, o que torna um fator desfavorável para a qualidade da cama como descrito  
 574 anteriormente.

575 De fato, diversos fatores nutricionais podem interferir na qualidade da cama na  
 576 produção avícola, como a utilização de ingredientes que possuem níveis altos de frações

577 fibras não digestíveis pelos animais (FRANCESCH e BRUFAU, 2004). Neste  
578 contexto, o percentual de fibra contido no ingrediente, não é hidrolisado no intestino  
579 delgado passando por processos fermentativos no intestino grosso, favorecendo a  
580 produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, principalmente o ácido lático,  
581 determinando redução do pH das excretas, o que pode interferir no pH da cama (LAN *et*  
582 *al.*, 2007).

### 583 CONCLUSÃO

584 A inclusão de até 10% de resíduo seco de mandioca em dietas de frangos de corte  
585 de crescimento lento não afeta o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, a  
586 morfometria intestinal e as características de qualidade da carne, porém reduz a coloração  
587 da carne de peito e pé e aumenta o peso relativo do intestino delgado até 42 dias de idade  
588 das aves. A adição de enzimas foi eficaz em reduzir a viscosidade da digesta, aumentou  
589 os parâmetros bioquímicos do sangue bem como reduziu o pH da cama,  
590 independentemente do nível de inclusão do resíduo às dietas. Entretanto, estes efeitos não  
591 foram suficientes para interferir no desempenho das aves.

592

### 593 REFERÊNCIAS

594 ARRUDA, A. M. V. *et al.* Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos  
595 alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, 2008.  
596 BRITO, M.S. *et al.* Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos –  
597 revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.  
598 CAIRES, C. M. *et al.* Enzimas na alimentação de frango de corte. **Revista Eletrônica**  
599 **Nutritime**, v.5, p.491-497, 2008.  
600 CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative  
601 retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected

602 psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**,  
603 Texas, v. 16, n. 1, p. 71–120, 2013.

604 CARDOSO, W.S. *et al.* Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de  
605 carotenóides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.164-173, 2009.

606 FREITAS, L.W.; ORRICO, A.C.A.; GARCIA, R.G. In: CONFERÊNCIA APINCO 2009  
607 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Santos. **Anais...** Campinas:  
608 Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009.

609 FRANCESCH, M.; BRUFAU, J. Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and  
610 quality. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.1, p. 64 – 75, 2004.

611 GARCIA, E.A. *et al.* Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais  
612 alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Revista**  
613 **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.4, p.689-697, 2009.

614 GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M. *et al.* Effect of type of cereal, heat processing of the  
615 cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of  
616 broilers. **Poultry Science**, v. 86, n. 8, p. 1705-1715, 2007.

617 GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise  
618 clínica, metabólica e nutricional. **In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas**  
619 **leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina)**. Anais do curso realizado  
620 no 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária. Gramado, RS. 2002. p. 5-17.

621 GRUNKEMEYER, V. L. Advanced diagnostic approaches and current management of  
622 avian hepatic disorders. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal**  
623 **Practice**, Texas, v. 13, n. 3, p. 413–427, 2010.

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

626 HONIKEL, K, O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of  
627 meat. **Journal Meat Science**, v. 49, p.447-457, 1998.

628 KRAMER, J. W. Clinical enzymology. In: KANEKO, J.J. (Ed.) **Clinical biochemistry**  
629 **of domestic animals**. California: [s.n.], 1980. 175-199p.

630 LAN, Y. *et al.* Soy oligosaccharides in vitro fermentation characteristics and its effect on  
631 caecal microorganisms of young broiler chickens. **Animal Feed Science and**  
632 **Technology**, v.133, n.3-4, p.286-297, 2007.

633 LEONEL, M.; M. P. CEREDA. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo  
634 de produção de fécula de mandioca. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 122-127,  
635 2000.

636 LUNA, L. G. **Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of**  
637 **Pathology**. 1968.

638 MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando  
639 qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 352-357, 2011.

640 MEZETTE, T.F. *et al.* Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a  
641 caracterização agrônômica, tecnológicas e químicas. **Revista Bragantia**, v.68, n.3,  
642 p.601-609, 2009.

643 MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between  
644 dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in  
645 young non-ruminant animals. **Animal feed science and technology**, v. 108, n. 1, p. 95-  
646 117, 2003.

647 NAKAMURA, M.; KATOK, K, Influence of thawing method on several properties of  
648 rabbit meat, **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, p.45-49, 1985.

649 OLIVO, R. *et al.* Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional  
650 properties, **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

651 OLIVEIRA, L.A. *et al.* Avaliação do teor de carotenóides totais e compostos  
652 cianogênicos em híbridos de mandioca das famílias 2003 e 2004. In: REUNIÃO ANUAL  
653 DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa  
654 Tabuleiros Costeiros, [2009]. (CD-ROM).

655 OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, H. A.; CANCHERINI, L. C. Efeito de condicionadores  
656 químicos sobre a qualidade da cama de frango. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
657 **Veterinária e Zootecnia**, p. 536-541, 2004

658 OLKOWSKI, B. I. *et al.* Feeding high levels of lupine seeds to broiler chickens: plasma  
659 micronutrient status in the context of digesta viscosity and morphometric and  
660 ultrastructural changes in the gastrointestinal tract. **Poultry science**, v. 84, n. 11, p. 1707-  
661 1715, 2005.

662 PESSÔA, G. B. S. *et al.* Novos Conceitos em Nutrição de Aves. **Revista Brasileira de**  
663 **Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.755-774 jul./set., 2012.

664 PICOLI, K. P. *et al.* Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers.  
665 **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 8, p. 1371-1381, 2014.

666 QIAO, M. *et al.* The relationship between raw broiler breast meat color and composition.  
667 **Poultry Science**, v.81, p. 422-427, 2002.

668 RAJMAN, M.; JURÁNI, M.; LAMOSOVA, D.; MACAJOVA, M.; SEDLACKOVA,  
669 M.; KOSTAL, L.; JEZOVA, D.; VYBOH, P. The effects of feed restriction on plasma  
670 biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry**  
671 **and Physiology**, Part A, n. 145, p. 363-371, 2006.

672 RIOS, S.A. *et al.* Divergência genética entre genótipos de milho quanto ao teor de  
673 carotenóides nos grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.277-286, 2010.

674 ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de**  
675 **alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia,  
676 2011. 252 p.

677 SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de**  
678 **monogástricos.** 2ª edição, Jaboticabal: Funep, 2016, 262 p.

679 SLOMINSKI B. A. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry**  
680 **Science**, v. 90, p. 2013–2023. 2011.

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

683 SVIHUS, B.; SACRANIE, A.; CHOCT, M. The effect of intermittent feeding and dietary  
684 whole wheat on performance and digestive adaptation in broiler chickens. **Poultry**  
685 **Science**, v.89, n.12, p.2617-2625, 2010.

686 TORRES, D. M. *et al.* Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o  
687 desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p. 1401-1408, 2003.

688 TRALDI, A. B. *et al.* Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em  
689 cama nova ou reutilizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 660-665, 2007.

690 VILHALVA, D. A. A. *et al.* Secagem convencional de casca de mandioca proveniente  
691 de resíduos de indústria de amido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 331-  
692 339, 2012.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do nível da fibra dietética poder interferir, de uma maneira geral, na utilização dos nutrientes visto que as aves possuem dificuldade na digestão do mesmo, a inclusão de diferentes níveis de RSM às rações não prejudicou os parâmetros de desempenho das aves bem como as demais variáveis estudadas, demonstrando que pode-se utilizar alimentos alternativos fibrosos na dieta de codornas de postura até 10 %, sem que ocorra prejuízos na produção nas aves.

A inclusão de resíduo seco de mandioca em dietas de frangos de corte de crescimento lento com os níveis de até 10%, testados no presente trabalho, não afeta o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, a morfometria intestinal e as características de qualidade da carne, porém reduz a coloração da carne de peito e pé e aumenta o peso relativo do intestino delgado até 42 dias de idade das aves.

A adição de enzimas foi eficaz em reduzir a viscosidade da digesta, aumentou os parâmetros bioquímicos do sangue referente a colesterol, glicose e proteínas totais bem como reduziu o pH da cama, independentemente do nível de inclusão do resíduo às dietas. Entretanto os efeitos positivos da adição de enzimas não foram suficientes para melhorar o desempenho das aves. Cabe salientar que linhagens de crescimento lento como a usada neste trabalho podem se mostrar diferentes das linhagens de crescimento rápido comumente utilizadas industrialmente quanto ao aproveitamento dos alimentos.