

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RESTRIÇÃO ALIMENTAR E USO DE ALIMENTOS
ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS
DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

Autora: Karla Paola Picoli
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Alice Eiko Murakami

MARINGÁ
Estado do Paraná
dezembro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RESTRIÇÃO ALIMENTAR E USO DE ALIMENTOS
ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS
DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

Autora: Karla Paola Picoli
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Alice Eiko Murakami

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
dezembro – 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P598r	<p>Picoli, Karla Paola</p> <p>Restrição alimentar e uso de alimentos alternativos na dieta de frangos de corte de crescimento lento/. -- Maringá, 2013. 120 f. il. : figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof^a. Dr^a. Alice Eiko Murakami. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal, 2013.</p> <p>1. Nutrição animal. 2. Alimentos alternativos. 3. Fibra alimentar. 4. Frango caipira. 5. Pastagem. 6. Programas de alimentação. I. Murakami, Alice Eiko, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de Concentração Produção Animal. III. Título.</p> <p>CDD 22. ED.636.5</p>
-------	---



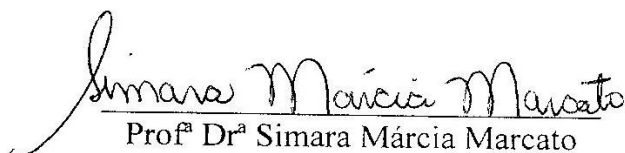
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

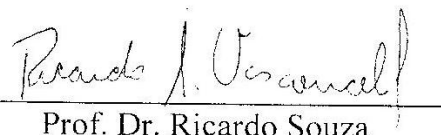
**RESTRIÇÃO ALIMENTAR E USO DE ALIMENTOS
ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS
DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**


Autora: Karla Paola Picoli
Orientadora: Profª Drª Alice Eiko Murakami

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 13 de dezembro de 2013.


Profª Drª Simara Márcia Marcato


Prof. Dr. Ricardo Souza
Vasconcellos


Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes


Drª Helenice Mazzuco


Profª Drª Alice Eiko Murakami
(Orientadora)

Aos meus pais, João e Milada, pela vida, amor, incentivo e força.

As minhas irmãs, Karina e Karin, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos, “longe, porém perto”.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, Júlia, Eduarda, Rafael, Gabriel e José, pelo amor e carinho recebido.

A minha vó Maria (in memoriam), por todo amor cedido durante sua vida e por iluminar meus caminhos.

Ao meu cunhado, Élio; meus tios, Ilka, Jonda, Lu e Ovídio (in memoriam), Caio e Neiva, primos e primas, por fazerem parte da minha vida.

A minha grande amiga, Mana, pela amizade, compreensão e pensamentos positivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A força maior deste universo e ao meu Anjo da Guarda, pela ajuda, proteção e por me guiarem à conclusão de mais uma etapa da minha vida.

Ao Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul e a Universidade Estadual de Maringá, por terem possibilitado o desenvolvimento da minha tese de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto de pesquisa e ao Conselho de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Alice Eiko Murakami, por sua confiança, orientação, amizade, por todas as oportunidades que tornaram possível meu crescimento humano e profissional e pela realização de um sonho, meu reconhecimento e agradecimento.

Aos colegas do grupo de pesquisa: Ana Flávia, Ana Vitoriano, Andressa, Bianca, Bruna, Caio, Camila, Cristiano, Fábio, Fernando, Guilherme, Jamile, Karol, Leonardo, Maíra e Mariana, meu reconhecimento e gratidão, pois sem vocês a condução dos experimentos não teria sido possível.

Aos colegas Rafael Guerra e João Marujo, pela ajuda em situações inesperadas.

Aos meus grandes amigos Cinthia, Cristiane, Mayra e Camilo, por compartilharem dos meus sonhos e muitas vezes tornarem possível o impossível, pelas

longas jornadas de fazenda e laboratórios, pelos ensinamentos e incansáveis “ajudas”, por estarem ao meu lado durante os momentos de tristezas e alegrias, meu eterno agradecimento e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelo conhecimento repassado e, em especial, aos professores Ivan Moreira, José Ozinaldo Alves de Sena e Marcos Bruschi, pelo apoio na realização dos experimentos e análises e as professoras Tatiana Carlesso dos Santos e Simara Marcato, pelos ensinamentos e exemplos, profissionais e humanos.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação e funcionários do LANA e Comcap, Rose, Denilson, Cleuza, Creuza, Augusto e Fábio, por toda a ajuda durante meu período no programa e pelo auxílio na realização das análises.

A todos os funcionários e vigilantes da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial ao “Seu Toninho”, pela amizade e dedicação durante a realização dos trabalhos.

Aos meus vizinhos, Cassiana e Welington e suas filhas, por terem me acolhido.

À Elena e João, pelo estímulo e amizade, compreensão e conhecimentos a mim repassados durante o período em que convivemos, meu carinho e gratidão.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

KARLA PAOLA PICOLI, filha de Milada Maria Teimer Picoli e João Picoli, nasceu em Erechim, Rio Grande do Sul, no dia 19 de abril de 1968.

Em julho de 1989, concluiu o curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, pelo Centro de Ensino Superior de Erechim.

Em março de 1997, participou do Concurso Público para Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Catarinense, sendo efetivada como docente do Campus Rio do Sul.

Em março de 2002, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, nível de Mestrado, área de concentração Agroecossistemas, na Universidade Federal de Santa Catarina e no dia 09 de julho de 2004 submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Doutorado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual de Maringá.

No dia 13 de dezembro de 2013, submeteu-se a banca para defesa da Tese.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
I – INTRODUÇÃO	1
1.1 REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1.1 Sistemas de produção avícolas	3
1.1.2 Programas de alimentação	7
1.1.2.1 Restrição alimentar	8
1.1.2.2 Suplementação alimentar	9
1.1.2.3 Alimentos alternativos	11
1.1.3 Fibra alimentar	14
1.1.3.1 Propriedades físico-químicas da fibra	14
1.1.3.2 Efeito da fibra sobre o metabolismo das aves	16
1.1.4 Características quantitativas e qualitativas da carne	20
1.1.4.1 Textura	23
1.1.4.2 Capacidade de retenção de água	24
1.1.4.3 Cor, aparência e sabor	24
1.1.4.4 Valores de pH	25
REFERÊNCIAS	27
II – OBJETIVOS	39
2.1 OBJETIVO GERAL	39
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39

III –	EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E DA INCLUSÃO DE FENO DE ALFAFA E DE COAST CROSS, SOBRE O DESEMPENHO E AS CARACTERÍSTICAS GASTRINTESTINAIS DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO	40
	Resumo	40
	Abstract	41
	Introdução	42
	Material e Métodos	43
	Resultados e Discussão	50
	Conclusões	60
	Referências	61
IV –	EFEITO DOS NÍVEIS DE ALIMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CARÇA DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO CRIADOS COM ACESSO AO PASTO	66
	Resumo	66
	Abstract	67
	Introdução	68
	Material e Métodos	69
	Resultados e Discussão	76
	Conclusões	87
	Referências	88
V –	NÍVEIS DE INCLUSÃO DO RESÍDUO DESIDRATADO DE FECULARIA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO SOBRE O DESEMPENHO E PARÂMETROS DE CARÇA	92
	Resumo	92
	Abstract	93
	Introdução	94
	Material e Métodos	95
	Resultados e Discussão	100
	Conclusões	112
	Referências	113
VI –	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119

LISTA DE TABELAS

		Página
<p style="text-align: center;">III – EFEITO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR E DA INCLUSÃO DE FENO DE ALFAFA E DE COAST CROSS, SOBRE O DESEMPENHO E AS CARACTERÍSTICAS GASTRINTESTINAIS DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO</p>		
Tabela 1	Composição percentual e calculada da ração-referência	44
Tabela 2	Composição percentual e calculada das rações experimentais	46
Tabela 3	Valores de energia (média ± erro-padrão) dos fenos de alfafa e coast cross, na matéria seca, determinados com frangos de corte de crescimento lento	51
Tabela 4	Desempenho (média ± erro-padrão) e umidade de cama de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta	52
Tabela 5	Peso relativo dos órgãos, comprimento intestino e pH do conteúdo da moela e cecos (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta	53
Tabela 6	Altura de vilo, largura de vilo, profundidade de cripta, relação altura de vilo:profundidade de cripta e número de células caliciformes (média ± erro-padrão) dos segmentos do intestino delgado e grosso de frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta	55
Tabela 7	Qualidade da carne (média ± erro-padrão) mensurada em frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta	57

Tabela 8	Variáveis sanguíneas (média \pm erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta	59
Tabela 9	Análise econômica (R\$) de programas de alimentação, com uso de restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross), para frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 70 dias de idade	60
IV – EFEITO DOS NÍVEIS DE ALIMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CARÇA DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO CRIADOS COM ACESSO AO PASTO		
Tabela 1	Composição percentual e calculada das rações experimentais	70
Tabela 2	Desempenho (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto, nos períodos de 35 a 63 e 35 a 90 dias de idade	77
Tabela 3	Pasto ingerido (63 e 90 dias de idade) e ingestão estimada de pasto (35 aos 63 e 35 aos 90 dias de idade) (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	79
Tabela 4	Variáveis sanguíneas (média \pm erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	80
Tabela 5	Peso relativo dos órgãos e comprimento do intestino (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	81
Tabela 6	pH do conteúdo da moela, intestino delgado e cecos e viscosidade (mPa.s) da digesta (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	83
Tabela 7	Qualidade da carne (média \pm erro-padrão) mensurada em frangos de corte de crescimento lento, mensurada aos 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	85
Tabela 8	Rendimento (%) de carcaça e cortes e porcentagem (%) de gordura abdominal (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, mensurados aos 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	86

Tabela 9	Análise econômica (R\$) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto	87
V – NÍVEIS DE INCLUSÃO DO RESÍDUO DESIDRATADO DE FECULARIA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO SOBRE O DESEMPENHO E PARÂMETROS DE CARÇAÇA		
Tabela 1	Composição percentual e calculada das rações experimentais	96
Tabela 2	Desempenho (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 49 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	101
Tabela 3	Desempenho (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	102
Tabela 4	Peso relativo e comprimento dos órgãos, pH e viscosidade do intestino (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 49 e 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	104
Tabela 5	Rendimento (%) de carcaça e cortes, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	106
Tabela 6	Qualidade da carne e coloração da canela (média \pm erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	108
Tabela 7	Variáveis sanguíneas (média \pm erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 49 e 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)	110
Tabela 8	Análise econômica (R\$) de níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM) na dieta de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 79 dias de idade	111

LISTA DE FIGURAS

	Página
IV – EFEITO DOS NÍVEIS DE ALIMENTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO CRIADOS COM ACESSO AO PASTO	
Figura 1 Tratamento controle	71
Figura 2 Movimentação dos gaiolões	71

RESUMO

Foram realizados quatro experimentos para avaliar os efeitos de um programa alimentar restritivo e a inclusão de alimentos alternativos na dieta de frangos de corte de crescimento lento, da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado), sobre as variáveis zootécnicas, rendimento e qualidade da carcaça das aves. No **Experimento I**, foi conduzido um ensaio de digestibilidade para determinar o valor energético dos fenos de alfafa e coast cross, utilizando 108 frangos de corte, machos, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. As rações-teste foram compostas de 70% de ração-referência (à base de milho e farelo de soja) e 30% do alimento a ser testado. Os fenos de alfafa e de coast cross apresentaram 1.173 kcal e 1.316 kcal de EMA/kg, 1.143 kcal e 1.297 kcal de EMAn/kg, respectivamente, expressos na matéria seca. No **Experimento II**, foram utilizados 272 frangos de corte, machos, dos 21 aos 70 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, quatro repetições e 17 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em alimentação concentrada à vontade (consumo controle), restrição alimentar (80% do consumo controle) e restrição alimentar com inclusão de fenos moídos de alfafa (80% do consumo controle + 20% de alfafa) e coast cross (80% do consumo controle + 20% de coast cross). O ganho de peso foi menor ($P < 0,05$) nos animais submetidos à restrição alimentar e a restrição com inclusão de feno, entretanto, a conversão alimentar foi melhor ($P < 0,05$) para os animais que tiveram restrita a alimentação. Os frangos submetidos à restrição alimentar com inclusão dos fenos apresentaram maior ($P < 0,05$) peso relativo da moela, intestino delgado e intestino grosso, altura de vilo e profundidade de cripta no duodeno e número de células caliciformes no íleo. A inclusão dos fenos de alfafa e coast cross manteve a coloração

da carne do peito, mesmo com a restrição alimentar. As aves que tiveram seu alimento restrito apresentaram menor ($P<0,05$) comprimento do intestino delgado, altura de vilo no duodeno e profundidade de cripta no jejuno, no entanto, a relação vilo:cripta no duodeno e jejuno foi maior ($P<0,05$), sem diferir do tratamento controle. Não foram observadas alterações ($P>0,05$) nas demais variáveis analisadas. Os melhores índices econômicos foram obtidos pelas aves submetidas à restrição alimentar. No **Experimento III**, foram utilizados 210 frangos de corte, machos e fêmeas, dos 35 aos 90 dias de idade, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, constituídos no fornecimento de 55%, 70%, 85% e 100% de ração mais acesso ao pasto, e um grupo controle (sem acesso ao pasto e consumo à vontade), três repetições e 14 aves por unidade experimental. A redução dos níveis de fornecimento de ração influenciou negativamente ($P<0,05$) o peso médio e ganho de peso, e as aves que receberam menores quantidades de alimento apresentaram melhor ($P<0,05$) conversão alimentar e aumento da porcentagem de pasto ingerido. Os níveis de fornecimento de ração interferiram ($P<0,05$) no peso relativo do intestino grosso, aos 63 e 90 dias de idade, no pH da moela, que apresentou efeito quadrático ($P<0,05$), peso relativo da moela e porcentagem de gordura abdominal, aos 90 dias de idade. A intensidade de cor amarela e vermelha aumentou na carne do peito e da coxa, respectivamente, nos níveis 55%+pasto, 70%+pasto e 85%+pasto de ração fornecida, quando comparado ao tratamento controle. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no pH e viscosidade intestinal, no rendimento de carcaça e cortes nobres, nos atributos da qualidade da carne e nas variáveis séricas. No **Experimento IV**, foram utilizados 510 frangos de corte, machos, dos 21 aos 79 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental ao acaso, composto de cinco tratamentos, constituídos de diferentes níveis de inclusão de resíduo desidratado de fecularia de mandioca - RDFM (2%, 4%, 6%, 8% e 10%) e um grupo controle, com cinco repetições e 17 aves por unidade experimental. A inclusão do RDFM comprometeu ($P<0,05$) o ganho de peso, a conversão alimentar e a umidade da cama não alterou ($P>0,05$) o consumo de ração. O peso relativo do pâncreas, aos 49 dias de idade, apresentou comportamento quadrático ($P<0,05$), com maior peso ao nível de 7,48% de inclusão do RDFM. Foi observado aumento linear ($P<0,05$) nos pesos relativos da moela, do intestino delgado, do intestino grosso e da viscosidade da digesta, aos 79 dias de idade, porém o pH cecal e a pigmentação da canela e da carne de peito e da coxa diminuíram ($P<0,05$) com a inclusão do RDFM na dieta das aves. As concentrações séricas de triglicérides e colesterol VLDL apresentaram comportamento

quadrático, com maior concentração nos níveis de 5,45% e 5,44% de inclusão do RDFM. A viabilidade econômica indica não ser viável ($P < 0,05$) a inclusão do RDFM na dieta dos animais. Não foram verificadas alterações ($P > 0,05$) nas demais variáveis analisadas. Embora a restrição alimentar tenha comprometido o desempenho das aves, a conversão alimentar melhorou. A ingestão de alimentos alternativos, com alto teor de fibra, influenciou negativamente o desempenho produtivo e a viabilidade econômica dos frangos de corte de crescimento lento.

Palavras-chave: alimentos alternativos, fibra alimentar, frango caipira, pastagem, programas de alimentação

ABSTRACT

Four experiments were carried out to evaluate the effects of a restrictive diet and the inclusion of alternative food in the diet of slow growing broilers, ISA Label JA57 (naked neck) lineage, on performance parameters, yield and carcass characteristics. In **Experiment I**, a digestibility trial was carried out to determine the energy value of alfalfa and coast cross hay, using 108 male broilers, distributed into a completely randomized experimental design, with three treatments, six replicates and six birds per experimental unit. The test-diets were composed of 70% of the reference diet (based on corn and soybean meal) and 30% of the food to be tested. The alfalfa and coast cross hays showed 1,173 kcal and 1,316 kcal of AME / kg, 1,143 kcal and 1,297 kcal of AME / kg, respectively, in the dry matter. In **Experiment II**, 272 broiler chickens, males, were used from 21 to 70 days of age and distributed into a completely randomized experimental design with four treatments and four replicates and 17 birds per experimental unit. The treatments consisted of free concentrated feeding (intake control), dietary restriction (80% of the intake control) and dietary restriction with the inclusion of ground alfalfa hay (80% of the intake control + 20% of alfalfa hay) and coast cross (80% of the intake control + 20% of coast cross hay). The weight gain was lower ($P < 0.05$) in animals submitted to dietary restriction and restriction with the inclusion of hay, but feed conversion was better ($P < 0.05$) for animals that had restricted feeding. The chickens subjected to dietary restriction with the inclusion of the hays had higher ($P < 0.05$) relative weight of the gizzard, small intestine and large intestine, villus height and crypt depth in the duodenum and number of goblet cells in the ileum. The inclusion of alfalfa and coast cross hay kept the coloring of the breast meat, even with the dietary restriction. The birds with restricted food had lower ($P < 0.05$), small intestine length, villus height in the duodenum and crypt depth in the jejunum, however, the

relation villus: crypt in the duodenum and jejunum was higher ($P < 0.05$), with no difference from the control treatment. No changes were observed ($P > 0.05$) for the remaining variables. The best economic indices were obtained by birds subjected to feed restriction. In **Experiment III**, 210 broiler chickens, males and females, were used and distributed into a completely randomized block design with five treatments, consisting of 55%, 70%, 85% and 100% of ration supply plus access to pasture, and a control group (without access to pasture and free intake) with three replicates and 14 birds per experimental unit. The reduction in the levels of food supply negatively influenced ($P < 0.05$) the average weight and weight gain, however, the birds that received smaller amounts of food had better ($P < 0.05$) feed conversion and increase in the percentage of pasture intake. The levels of food supply interfered in the relative weights of the large intestine at 63 and 90 days of age, in the gizzard pH which showed a quadratic effect ($P < 0.05$), in the relative weights on gizzard and percentage of abdominal fat, at 90 days of age. The intensity of the yellow and red colors increased in the breast and thigh meat, respectively, at levels of 55 % +pasture, 70% +pasture and 80% +pasture of provided food when compared to the control treatment. There were no differences ($P > 0.05$) in pH and intestinal viscosity, carcass yield and prime cuts, the attributes of meat quality and serum variables. In **Experiment IV**, 510 broiler chickens, males, from 21 to 79 days of age, were used and distributed in a randomized experimental design, with five treatments consisting of different levels of inclusion of dried cassava starch residue - RDFM (2%, 4%, 6%, 8% and 10%) and a control group, with five replicates of 17 birds per experimental unit. The RDFM inclusion affected ($P < 0.05$) weight gain, feed conversion and litter moisture, but did not alter ($P > 0.05$) feed intake. The pancreas relative weight at 49 days of age, showed a quadratic response ($P > 0.05$), with higher weight at the level of 7.48% of RDFM inclusion. A linear increase was observed in the gizzard relative weight, small intestine, large intestine and digesta viscosity, at 79 days of age, however, the cecal pH and the shin, breast meat and thigh pigmentation decreased ($P < 0.05$) with the RDFM inclusion in the birds diets. Serum concentrations of triglycerides and VLDL cholesterol showed a quadratic ($P < 0.05$) behavior with higher concentration at the levels of 5.45% and 5.44%, respectively. The economic viability indicates to be not feasible ($P < 0.05$) the inclusion of RDFM in animal diets. No changes were observed ($P > 0.05$) for the remaining variables. Dietary restriction impaired performance of the birds, however, improved

feed conversion. Intake of alternative foods with high fiber content, negatively affected the performance and economical viability of slow growing broilers.

Key Words: alternative feeds, dietary fiber, free range chicken, feeding programs, pasture

I – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foram observadas grandes mudanças na sociedade que resultaram na crescente preocupação com a segurança alimentar e o bem-estar dos animais de interesse zootécnico, conseqüentemente, maior demanda por produtos de origem animal comprometidos com a qualidade ética (Stuardo, 2010). Assim, a indústria avícola brasileira, destaque mundial na produção de frangos de corte, encontra-se com o desafio de oferecer carne de qualidade e que atenda a um novo paradigma: “trate com cuidado”, respeitando a senciência animal, melhorando os atributos intrínsecos e extrínsecos dos produtos cárneos dentro de uma perspectiva de produção ética (Ludtke et. al, 2010).

Diante do exposto, observa-se que a avicultura pautada em modelos não convencionais cresce no cenário produtivo, atendendo a demanda de um mercado que busca alimentos com características específicas, a partir de uma qualidade presumida (Contreras Castillo & Custodio, 2002), produzidos localmente, embasados no respeito ao ambiente e bem-estar animal (Alroe et al., 2001; Stringheta & Muniz, 2004).

Neste modelo alternativo de produção, encontra-se uma grande variação nos sistemas de criação, no uso de linhagens de crescimento lento e nos programas de alimentação. O uso de forragens “in natura” ou desidratadas, associadas a programas de restrição alimentar qualitativa ou quantitativa, e a utilização de alimentos alternativos, subprodutos e resíduos da agroindústria como substitutos de grãos, como o milho e a soja, possibilitou a produção de frangos de corte de crescimento lento com custos relativamente baixos e com decréscimo no consumo de ração (Buchanan et al., 2007; Sacranie et al., 2012).

Tem-se atribuído a redução do fornecimento de ração a diminuição de problemas metabólicos em frangos de corte (Urdaneta-Rincon & Leeson, 2002), melhora na

eficiência alimentar (Svihus et al., 2010), menor deposição de tecido adiposo (Zhan et al., 2007) e estímulo na ingestão de gramíneas, leguminosas e plantas herbáceas, desidratadas ou “in natura” (Moreira et al., 2012; Horsted et al., 2007), porém, com possibilidade de redução no ganho de peso das aves. Alternativas alimentares a partir do uso de produtos comestíveis com potencial produtivo e nutricional, como a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), no seu estado natural ou resíduo do seu processamento, também podem compor a dieta animal desde que isentos de substâncias tóxicas e disponíveis regionalmente.

Neste contexto, é relevante comentar que a alta concentração de polissacarídeos não amiláceos e lignina, presentes no resíduo desidratado de fecularia de mandioca e na biomassa das pastagens, pode limitar a digestão e a absorção dos nutrientes, com redução na taxa de crescimento e a eficiência alimentar dos animais (Choct, 2002; Ponte et al., 2008). Autores evidenciam os benefícios do consumo de fibras sobre o metabolismo animal (Montagne et al., 2003; Hetland et al., 2004; Péron et al., 2007), pois o valor nutricional de um alimento não depende apenas da sua composição química, mas, principalmente das frações desses nutrientes que o animal é capaz de ingerir, digerir e utilizar (Modesto et al., 2004).

Assim, o impacto nutricional e fisiológico da restrição alimentar e consumo de ingredientes de alta fibra sobre o desempenho de frangos de corte de crescimento lento não está completamente esclarecido.

Tendo em vista a tendência de consumo da carne de frangos de crescimento lento, considera-se limitado o conhecimento sobre o uso de ingredientes e programas de alimentação que reduzam os custos de produção, mas mantenham o desempenho, rendimento de carcaça e cortes e a qualidade da carne dessas aves, tornando-se necessário dar continuidade aos estudos científicos já realizados.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da restrição alimentar e o consumo de alimentos alternativos na produção de frangos de corte de crescimento lento. Estruturalmente, a tese está dividida em introdução geral, revisão de literatura, apresentação dos objetivos geral e específicos e três capítulos onde estão descritos os quatro experimentos realizados, apresentados na forma de artigos, e finalizando a composição deste estudo, as considerações finais.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 Sistemas de produção avícolas

Possuindo o mais avançado acervo tecnológico dentre todo o setor agropecuário brasileiro, a avicultura é a atividade impelida por grandes progressos em genética, nutrição, equipamentos, ambiência, manejo e sanidade, resultando incontestavelmente, em aumento de produtividade, caracterizando-se pelo confinamento das aves e total controle sobre o processo produtivo. No entanto, em concomitância aos avanços deste modelo, ocorreu um alto custo social e ambiental que, a partir das externalidades do processo, gerou críticas ao modelo industrial e a sua concepção, emergindo a discussão e a consolidação de processos alternativos (Paulus & Schlindwein, 2001).

O interesse da sociedade em sistemas de produção que sejam economicamente rentáveis, ambientalmente corretos, observando o bem-estar animal e que busque adequar o nível de produção com a capacidade produtiva do ecossistema, amplia as possibilidades de mudanças nas mais diversas áreas do setor agropecuário (Ehlers, 1999; Albino et al., 2001). A existência de um novo segmento de mercado para o qual o consumidor brasileiro vem se voltando pouco a pouco – o de produtos alternativos – exige que também o setor produtivo avícola acompanhe tais preferências, influenciando na busca de mudanças para produção de carne de frangos e ovos em sistemas de produção não convencionais.

De acordo com Lima (2005), a definição de um sistema de produção de frangos de corte precisa levar em conta os agentes da cadeia produtiva, pois existem diferentes denominações para um mesmo sistema, dependendo da sua região ou nível de tecnificação do modelo implantado. Desta maneira, as características das instalações, os equipamentos utilizados e a escala de produção caracterizam os nichos de mercado.

A diversidade dos sistemas de criação abrange uma ampla utilização de tecnologias, com sistemas completamente extensivo-extrativistas até sistemas intensivos, com máximo uso de equipamentos e confinamento total das aves. Segundo Figueiredo et al. (2001), a avicultura no mundo está sendo praticada em dois sistemas diferentes: convencional industrial e alternativo, que pode ser ao ar livre (sistema caipira, colonial, “*free range*”) ou agroecológica (sistemas orgânico, biológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo) O sistema alternativo vem ganhando

espaço, pelas características organolépticas específicas dos produtos e pelas preocupações com o bem-estar animal e a sustentabilidade produtiva.

No sistema convencional podem ser encontrados aviários com sistemas de comedouros e bebedouros semiautomáticos ou automáticos e condicionamento térmico semiclimatizado ou climatizado. A adoção de equipamentos de ventilação e refrigeração, instalação de forros, defletores e geradores de energia permitiu o controle das condições térmicas ambientais, com consequente aumento da densidade populacional das aves, caracterizando-se pela criação intensiva de frangos de corte, apresentando excelentes resultados de produção, de rendimento e de preços acessíveis ao consumidor (Fernandes Filho, 2002).

Para tanto, se faz necessária a utilização de linhagens comerciais geneticamente selecionadas por alta taxa de crescimento e excelente eficiência alimentar, com uso de determinados quimioterápicos, anticoccidianos e promotores de crescimento. Entretanto, o controle relativo à segurança dos aditivos e aos limites máximos de resíduos é realizado por autoridades responsáveis pela legislação, segundo normas e recomendações do *Codex Alimentarius* e Organização Mundial de Saúde, no Brasil, monitorado pelo Ministério da Agricultura (Julião, 2003).

Como grande produtor e exportador, constantemente é exigido que o Brasil comprove a qualidade sanitária e ética de seus plantéis, uma vez que a ocorrência de uma doença grave, problemas que afetem os padrões de bem-estar animal ou coloquem em risco o meio ambiente poderiam ser utilizados como barreira comercial nas exportações, comprometendo a produção e a economia brasileira (Seiffert, 2000).

Para Molento (2005), a ocorrência de prioridades conflitantes relacionadas à obtenção de produtos de origem animal ao mínimo custo possível e à manutenção de um determinado padrão de bem-estar para os animais de produção, sendo que, em algumas situações existe uma coincidência entre as prioridades dos seres humanos e a manutenção de um grau aceitável de bem-estar para os animais.

A mudança no perfil dos consumidores, preocupados com a qualidade e a segurança dos alimentos e o respeito ao meio ambiente e ao animal, possibilita o desenvolvimento de um novo formato de produção avícola, disposto a suprir as demandas de uma parcela da população que busca alimentos cujo conceito de qualidade está relacionado à composição nutricional, a segurança alimentar e a produção ética, com referência às etapas de criação e abate dos animais (Hötzel & Machado Filho, 2004; Ludtke et al., 2010).

A criação alternativa de frangos de corte, também conhecida no Brasil por “caipira” na Região Sudeste, “colonial” na Região Sul e “capoeira” no Nordeste do país, se propõe a atender as demandas deste mercado consumidor. Este tipo de criação está em evolução nos últimos anos, configurando-se em uma atividade economicamente viável para pequenas e médias propriedades rurais (Hellmeister Filho, 2002).

Para a Associação Brasileira da Avicultura (1999) e de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), através do Ofício Circular DOI/Dipoa número 007/99 de 19 de maio de 1999, os sistemas de produção que se contrapõem ao convencional são:

- frango alternativo ou verde – criado confinado, em baixa densidade, sem restrição quanto à linhagem, assim, é proibido o uso de quimioterápicos; a ração deve ser constituída de ingredientes de origem vegetal e a idade de abate varia entre 48 e 52 dias;
- frango caipira/colonial – criado semiconfinado (mínimo de 3 m²/ave), uso de linhagens específicas, como a Label Rouge®, proibido o uso de quimioterápicos; somente ingredientes de origem vegetal devem compor a ração, sendo permitido o fornecimento de outros alimentos (hortaliças, frutas, tubérculos) e a idade de abate varia entre 80 a 90 dias. O frango Label Rouge, conhecido também como pescoço pelado, provém de uma linhagem desprovida de penas na região do pescoço pela existência do gene (Na);
- frango orgânico – criado confinado ou semiconfinado, obrigatório o respeito às normas de bem-estar animal, vetado o uso de quimioterápicos, além da ração ser totalmente de origem vegetal os ingredientes devem ser produzidos em sistema orgânico. Recomenda-se o abate das aves entre os 80 a 90 dias de idade.

Na avicultura alternativa é importante salientar que as alterações no sistema de criação e de manejo com as aves devem acontecer levando-se em consideração os avanços obtidos pela produção industrial, como a inserção de técnicas e equipamentos, que resultaram em maior produtividade, para que as mudanças não sejam vistas como um retrocesso ou gerem prejuízos ao produtor (Figueiredo et al., 2001). Neste contexto, o sistema francês “Label Rouge” pode caracterizar um sistema de produção alternativo bem sucedido, com rigoroso controle do processo produtivo, uso de linhagens

específicas de crescimento lento, dieta composta principalmente por cereais, menor número de aves por m², acesso à área de pasto e idade de abate mínima de 12 semanas (Bastianelli, 2001). Outros países também se destacam por adotar critérios específicos para produção de frangos de corte em sistemas alternativos de criação como Portugal, com o frango campestre, Estados Unidos, com o *free-range chicken* e China, com o *three yellow* (Souza, 2004; Fanatico, 2005; Yang & Jiang, 2005, respectivamente).

Na criação de frangos de corte em sistemas alternativos de produção, as aves podem ser criadas em regime de semiconfinamento, dispondo de áreas de pastagem, permanecendo no pasto por algumas horas ou durante todo o dia, dependendo da disponibilidade vegetal e das condições climáticas e alojadas à noite em um galpão (Zanusso & Dionello, 2003). O fornecimento de um local para pastejo possibilita a realização de comportamentos sociais e hábitos alimentares comuns à espécie, onde as aves podem encontrar outras fontes de alimentação diminuindo o consumo de ração e, conseqüentemente, o custo de produção (Arenales & Rossi, 2001). Outras atividades que fazem parte do repertório natural das aves como “banho de poeira”, cuidados com as penas, bater asas, andar, ciscar e esticar membros possibilitam condição de conforto, evitando o desenvolvimento de comportamentos anômalos e agonísticos que acarretam em baixos índices de produtividade e rentabilidade, resultando na depreciação do produto final (Broom, 1991; Becker, 2002).

O sistema inglês denominado *Intensive Grazing in Paddocks*, que se baseia no pastoreio intensivo de curta duração em piquetes rotacionados (Lee & Foreman, 1999), possibilita a manutenção da pastagem em boas condições vegetativas, proporcionando a recuperação e manejo da área de pastoreio e a introdução de novas espécies vegetais para melhorar a qualidade do pasto (Ciocca et al., 1995; Gessulli, 1999). O uso rotativo dos piquetes, quando bem planejado e executado, previne a contaminação por endoparasitas e ectoparasitas nos animais pelo uso revezado das áreas, realizando uma espécie de “vazio sanitário”, inibindo o ciclo de reprodução dos parasitas (Voisin, 1978; Arenales & Rossi, 2001).

No sistema confinado, semelhante à produção convencional, os animais podem ser criados em galpões durante toda sua vida, sem acesso ao pasto, sendo opcional a suplementação alimentar na forma de vegetais, “in natura” ou desidratados, como hortaliças, frutas e outros tubérculos ou em aviários móveis, caracterizando-se pelo confinamento dos animais. No entanto, o acesso ao pasto é permanente (Salatin, 1993; Lee & Foreman, 1999), pois as aves são criadas em gaiolas ou abrigos móveis,

desprovidos de fundo. Este modelo de criação é recomendado na implantação de projetos com base na permacultura (Mollison & Slay, 1998), a partir do conceito *Chicken Tractor*, onde a integração animal/lavoura ou animal/animal é desejada. A associação de galinhas com bovinos revolveriam o solo, controlariam plantas e “pragas” indesejáveis e consumiriam os restos dos vegetais dos canteiros, pois o gado faz o rebaixamento da pastagem facilitando o manejo dos abrigos móveis e o consumo do pasto pelas aves ou o consorciamento das galinhas com hortas. Neste caso, os animais produziram o esterco para adubação (Salatin, 1993; Lee & Foreman, 1999).

Independente do regime de criação adotado no sistema alternativo de produção, o interesse do mercado por produtos desenvolvidos a partir de princípios éticos de respeito aos animais e com qualidade garantida desde a origem é crescente. Regulamentações como o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2002) e o controle na identificação de frangos como o caipira ou o colonial, normatizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), através do Ofício Circular DOI/Dipoa, número 007 de 19 de maio de 1999, buscam a fiscalização de empresas, associações e cooperativas cadastradas a fim de manter um banco de dados epidemiológicos, assegurando a adoção de medidas sanitárias específicas e o direito de compra de consumidor (Carbone et al., 2004).

1.1.2 Programas de alimentação

Os frangos de crescimento lento não apresentam boa conversão alimentar em função da idade de abate, elevando o custo de produção. Desta maneira, para a viabilização do sistema, é preciso fornecer rações que supram as exigências nutricionais dos animais a partir de ingredientes de baixo custo. Muitos estudos sobre alimentação animal são feitos sob a ótica econômica, isto é, no uso de co-produtos da agroindústria e na promoção destes ingredientes a fim de reduzir custos na produção animal (Balakrishnan, 2004).

A substituição de ingredientes normalmente utilizados na elaboração das rações, como o milho e o farelo de soja, e a implementação de programas de restrição alimentar qualitativa ou quantitativa (Lima et al., 2009) com fornecimento de outras espécies

vegetais para complementar a dieta das aves poderiam ser alternativas favoráveis na relação custo/benefício na criação de frangos de corte de crescimento lento.

Vem sendo pesquisada a utilização de alimentos alternativos como farelo de coco (Jácome et al., 2002), farelo de girassol (Pinheiro et al., 2002), farelo de castanha de caju (Freitas et al., 2006; Ramos et al., 2006), farinha de varredura de mandioca (Freitas et al., 2008), feno das folhas e raiz da mandioca (Cunha, 2009), bagaço de mandioca (Souza et al., 2012) e programas de restrição alimentar (Both, 2003; Ponte et al., 2004; Horsted et al., 2007), visando reduzir gastos sem comprometer o desempenho das aves.

Alguns ingredientes energéticos, tais como o farelo de arroz integral, o farelo de amendoim, a aveia integral moída, a cevada em grão com casca, a polpa de citrus, o farelo de coco, a torta de dendê, o grão de feijão guandu cozido, a raspa de mandioca, apesar de possuírem energia metabolizável acima de 2.600 kcal/kg, possuem teor de fibra bruta acima de 6% que é considerado elevado para aves nas fases inicial e de crescimento. Outro grupo de alimentos que tem alta fração fibrosa, acima de 10%, energia metabolizável menor que 2.400 kcal/kg e uma porcentagem de proteína bruta maior que 17%, tais como o feno moído de alfafa, o farelo de algodão, o farelo de babaçu, o farelo de canola e o farelo de girassol devem ser incluídos criteriosamente na alimentação de frangos de corte e poedeiras (EMBRAPA, 1991).

1.1.2.1 Restrição alimentar

Os programas de restrição alimentar planejados têm como finalidade reduzir o fornecimento de ração, a fim de diminuir o consumo de alimentos ou de nutrientes, para reduzir a velocidade ou taxa de ganho de peso das aves, através do uso da restrição qualitativa ou quantitativa (Rosa et al., 2000).

A restrição qualitativa consiste na diluição de dietas, a partir da utilização de alimentos não convencionais, fibrosos e/ou de baixa digestibilidade, evitando problemas de agressividade, desuniformidade e comprometimento dos órgãos digestivos das aves (Longo et al., 1999). Já a restrição quantitativa baseia-se na redução do volume do alimento consumido, em um determinado período de tempo.

Independentemente do modelo adotado, os programas de restrição alimentar são utilizados para reduzir o crescimento inicial de frangos de corte, diminuindo a incidência de problemas metabólicos, esqueléticos e melhorar a qualidade da carcaça

pela menor deposição de tecido adiposo (Lana et al., 1999), prevenir o excesso de peso em poedeiras comerciais e matrizes, melhorando o desempenho produtivo das fêmeas (Sakomura et al., 2004; Moreira et al., 2012) e, em suínos na fase de terminação, aumentar a eficiência de utilização dos alimentos e melhorar a classificação da carcaça (Bellaver, 1992).

Atualmente, no modelo de produção animal não convencional, a técnica de restringir a ração fundamenta-se na melhoria da conversão alimentar, eficiência alimentar e redução do teor de gordura da carcaça de frangos de corte de crescimento lento, criados confinados ou semiconfinados, buscando estimular o consumo de alimentos alternativos e seus compostos bioativos para que possam contribuir nas características qualitativas da carne (Pérez-Vendrell et al., 2001; Takahashi et al., 2006; Ponte et al., 2007; Mourão et al., 2008).

Dependendo da linhagem utilizada, duração e severidade do período de restrição alimentar, podem ocorrer problemas no desenvolvimento das aves (Mazzuco et al., 2000), resultando normalmente em diminuição do peso final (Penz Junior & Bruno, 2011), podendo ocasionar alterações morfológicas e fisiológicas nos órgãos do trato gastrointestinal e na mucosa intestinal (Susbilla et al., 2003; Silva et al., 2007).

1.1.2.2 Suplementação alimentar

Os custos de produção estão diretamente ligados à alimentação. Desta forma, o aproveitamento de vegetais poderia melhorar a oferta de alimentos, que possam substituir parcialmente a ração na dieta dos animais. Alguns trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar o uso de alimentos não convencionais, na alimentação de frangos de corte (Brunelli et al., 2006; Lima et al., 2007, Schouten et al., 2009), como também a inclusão de forrageiras entre as quais os fenos de alfafa (Lira et al. 2006), de jureminha (*Desmanthus virgatus*) (Costa et al., 2008) e de leucena (*Leucaena leucocephala*), de flor de seda (*Calotropis procera*), de mandioca e de mata-pasto (*Senna obtusifolia*) (Arruda et al., 2010).

Estudos realizados por Costa et al. (2007; 2008) demonstraram que quando a ração é parcialmente substituída pelos fenos de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) e de jureminha, em níveis de até 15%, o desempenho de aves caipiras não é alterado, mantendo o peso final, o ganho de peso, a conversão alimentar, e o peso

absoluto e relativo dos cortes nobres e gordura abdominal semelhantes aos frangos alimentados sem inclusão dos fenos na dieta.

O feijão guandu (*Cajanus cajan*), encontrado com frequência em todo o Brasil, vem sendo utilizado na forma de farelo na alimentação das aves, no entanto, este alimento necessita de processo térmico para inibição de fatores antinutricionais que diminuíam a digestibilidade dos nutrientes (Mizubuti et al., 1995; Oliveira et al., 2000). A erva-sal, do gênero *Atriplex*, também é citada como ingrediente alternativo na alimentação dos frangos e corte, pois é uma forrageira arbustiva, perene, de tamanho médio, que se desenvolve com relativa facilidade nas regiões áridas e semiáridas, destacando-se pela fitomassa volumosa (Porto et al., 2001). Assim como pontas e cascas das raízes e as folhas de mandioca, batata-doce abóbora, frutas como mamão, banana, caju, melancia e manga, além de uma infinidade de material proveniente de hortas são comumente utilizados na criação de frangos coloniais (Salles, 2005).

A implantação de áreas de pastagem, propiciando o pastejo direto, é mencionada como fonte de alimento para frangos de crescimento lento e poedeiras (Odunsi et al., 2002; Horsted et al., 2007; Ponte et al., 2008). As espécies vegetais escolhidas para compor a composição botânica da pastagem devem ser de fácil adaptação à região, ter alto potencial de matéria seca e elevado teor de proteína. Além disso, devem ser perenes e agressivas, com hábito de crescimento estolonífero, rizomatoso e prostrado, podendo ter a ocorrência de gramíneas cespitosas. Estas são mais suscetíveis à eliminação em função do comportamento ingestivo das aves (Silva & Nakano, 2000).

As forragens mais utilizadas para pastejo avícola são os capins quicuiu (*Pennisetum clandestinum*), tifton 85 (*Cynodon 50*), vaquero (*Cynodon dactylon*), pensacola (*Paspalum sauriae*), as gramas batatais (*Paspalum notatum*), paulista (*Cynodon dactylon*), missioneira gigante (*Axonopus catarinensis*, Valls) e estrela africana (*Cynodon nlemfuensis Vanderyst*), podendo ser consorciadas com leguminosas como trevo branco (*Trifolium repens*), trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*) e cornichão (*Lotus corniculatus*), entre outras (Ciocca et al., 1995, Albino et al., 2001). Os autores supracitados também sugerem a sobressemeadura nas áreas dos piquetes com azevém (*Lolium multiflorum*) e aveia (*Avena strigosa*), para melhorar a disponibilidade e a qualidade da pastagem.

Segundo Van Soest (1994), a qualidade nutricional das forragens é muito variável, sendo dependente da espécie ou cultivar, floração e estágio de crescimento, fertilidade do solo e condições climáticas. Quanto maior for a concentração de nutrientes, maior

será o valor nutritivo da planta, entretanto, a capacidade de consumo, digestibilidade e absorção dos nutrientes é que vai determinar a eficiência de utilização da forrageira (Albino & Silva, 1999).

A utilização de forragens em percentuais de substituição da ração pode ser uma alternativa viável em programas de restrição alimentar, principalmente pelo volume e custo do alimento consumido, em função do abate tardio das aves e oscilação na disponibilidade do milho e da soja que são à base das rações comerciais.

1.1.2.3 Alimentos alternativos

As rações para frangos de corte, no Brasil, utilizam principalmente milho e farelo de soja, sendo de até 70% a participação destes produtos na sua formulação. Procurando uma alternativa mais viável economicamente, pesquisadores têm buscado alimentos alternativos, já que os baixos níveis dos estoques mundiais de grãos e a crescente utilização destes cereais, na alimentação animal, geram uma competição com a nutrição humana, o que aumenta os custos de produção das criações.

Neste contexto, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), de extenso cultivo no Brasil, pode ser empregada como alimento energético alternativo substituindo em certas proporções o milho. A raiz da mandioca apresenta aproximadamente 1.500 kcal de energia metabolizável por quilo de massa fresca, variando de 3.200 a 3.600 kcal/kg quando desidratada (Souza & Fialho, 2003).

O Brasil encontra-se entre os principais países produtores, produzindo em torno de 25 a 26 milhões de toneladas de mandioca, ocupando a segunda colocação no ranking mundial (SEAL, 2012). As variedades cultivadas no Brasil podem ser agrupadas em mandioca brava ou amarga e mansa, doce ou de mesa, pela maior ou menor concentração de compostos cianogênicos presente nas raízes, limitando seu uso “in natura” na alimentação humana e animal. Os glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) disponibilizados por dilaceração/mastigação da raiz são hidrolisados por ácidos e enzimas que liberam cetona, açúcar e ácido cianídrico (HCN). As técnicas utilizadas no processamento industrial da raiz (maceração, embebição em água, fervura, torrefação ou fermentação das raízes) volatizam ou extraem seu princípio tóxico (glicosídeos cianogênicos), assim seus derivados normalmente não apresentam problemas de toxidez (Silva et al., 2001, Cereda, 2003).

Na alimentação humana, a raiz da mandioca pode ser comercializada “in natura”, refrigerada ou congelada e na forma de fécula, polvilho, sagu e tapioca, após ser processada. Os resíduos industriais como a massa de fecularia, a casca e cepa e a farinha de varredura são destinados para alimentação animal assim como a parte aérea (ramas e folhas), conhecida como resto cultural e utilizada “in natura”, fenada ou ensilada, sendo caracterizada como alimento proteico com alto teor de carotenoides, dependendo da quantidade de folha presentes (Marques & Caldas Neto, 2002).

A farinha de varredura é um resíduo constituído pelo pó, fibra e farinha imprópria para consumo humano coletado das farinheiras. Depois de raspada, triturada, prensada e aquecida em forno aberto, provido de pás, a 80°C para obtenção da fécula (amido) e da farinha de mesa é realizada a etapa de peneiração; a partir daí obtém-se um resíduo grosseiro constituído de pedaços de casca, pó e raízes que resistiram à moagem. Este material perdido no chão, geralmente, é de cor escura pela presença de terra (Marques et al., 2000) e apresenta composição semelhante à farinha de mesa. Trata-se de um subproduto da mandioca que pode ser utilizado na alimentação de monogástricos. Apesar da literatura ainda ser escassa a respeito da farinha de varredura já se sabe que sua composição química e seu rendimento podem variar muito, conforme a variedade de mandioca usada para a fabricação da farinha e a eficiência obtida no processamento do material.

A massa de fecularia, bagaço ou farelo é o resíduo sólido resultante da prensagem da mandioca para extração da fécula e caracterizado como material fibroso, retendo parte da fécula não retirada no processamento das raízes (Leonel & Cereda, 2000). Embora seja produzido em grande quantidade, pois para cada tonelada de raiz processada são produzidos em média 900 kg de massa residual, com cerca de 85% de umidade, correspondendo aproximadamente a 140 kg de massa seca (Cereda, 1994), possui baixo valor comercial, por ser um produto com alto teor de umidade, perecível, difícil de ser transportado e armazenado. Possui também uma grande variabilidade na sua composição química, que é dependente da origem e variedade da mandioca e da técnica de processamento utilizada na produção da fécula (Matsui et al., 2003). Na composição dessa massa predomina elevado teor de amido residual, fibras e quantidades mínimas de lipídios, proteínas e matéria mineral (Pandey et al., 2000).

Atualmente, o destino da massa úmida de fecularia tem sido considerado um problema para as fecularias, pois é comum a deposição do material em áreas próximas a

indústria ou sua rápida utilização na alimentação de animais ruminantes, principalmente bovinos (Schrippe et al., 2012; Matsui et al., 2003).

A opção de algumas indústrias em desidratar a massa de fecularia, originando o resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM), melhoraria o potencial de comercialização (Silva et al., 2001), no entanto, fazem-se necessárias alternativas para reduzir os custos com a secagem do material, visando à transformação da massa úmida em um sub-produto viável para ser utilizado na formulação de ração animal ou para outros fins (Felipe et al., 2009; Souza et al., 2013).

Segundo a Embrapa (2005), a massa residual de fecularia, depois de seca, apresenta em média 63,6% de amido, 0,24% de glicose, 2,31% de proteína, 0,03% de fósforo, 0,09% de cálcio, 0,28% de potássio, 0,65% de extrato etéreo e 8,33% de fibra. Valores semelhantes foram citados por Cereda (1996), entretanto com maior teor de fibras (15%), sendo assim, deve ser usado com cautela na alimentação de animais não ruminantes uma vez que se caracteriza como ingrediente de alta fração fibrosa, constituído principalmente de fibra insolúvel (Raupp et al., 1999) e outros componentes compatíveis aos da fibra, como o amido resistente (Champ & Faisant, 1996; Silva & Cabello, 2010).

Ao comparar o milho com o RDFM, Marques et al. (2005) obtiveram valores de 10,8% e 1,9% de proteína bruta (PB), 12,1% e 30,5% de fibra em detergente neutro (FDN), 4,1% e 22,6% de fibra em detergente ácido (FDA), respectivamente.

Segundo Nascimento et al. (2005), é aconselhável a utilização de 10,30% de farinha de raspa de mandioca em substituição ao milho nas rações de engorda de frangos de corte. Brum et al. (1990) demonstraram que a substituição do milho pela raspa integral de mandioca (RIM), em níveis de 66,66%, em dietas isocalóricas e isoproteicas, gera bons resultados com frangos de corte até os 42 dias de idade, considerando o desempenho das aves. De acordo com Curtarelli et al. (1983), a RIM é uma fonte deficitária de pigmentos carotenoides, todavia, a pigmentação da carne e ovos pode ser melhorada com a utilização de pigmentantes naturais ou sintéticos na ração como, por exemplo, as sementes de urucum (*Bixa orellana L.*).

Utilizando restos da cultura da mandioca moídos (pontas das raízes, rama e folhas) em substituição ao milho, na dieta de frangos de corte de crescimento lento da linhagem ISA S757-N, Manvailer et al. (2009) demonstraram que o resíduo pode substituir o milho em níveis de até 9% de inclusão sem prejuízo do desempenho das aves. Avaliando a inclusão do RDFM em dietas de suínos nas fases de crescimento e

terminação, Bertol & Lima (1999) observaram que a partir do nível de 6,76% o RDFM provoca decréscimo no desempenho de suínos em crescimento, podendo ser incluído em até 30% sem afetar o desempenho dos animais na fase de terminação.

1.1.3 Fibra alimentar

As dietas de frangos de corte são constituídas essencialmente de alimentos de origem vegetal, tendo os cereais como principal fonte de energia por ter alto teor de amido, e os grãos de oleaginosas como fonte de proteína. A qualidade das matérias-primas utilizadas é variável, significando alteração da fração fibrosa dos ingredientes que pode influenciar no aproveitamento dos nutrientes e no desempenho dos animais.

1.1.3.1 Propriedades físico-químicas da fibra

Pela grande variedade de substâncias constituintes, com propriedades físico-químicas e fisiológicas diversificadas, é difícil obter uma definição simplificada do que são fibras. De acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990), a fibra alimentar pode ser designada como “a parte comestível das plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes a digestão e a absorção pelo intestino delgado humano, com fermentação parcial ou total no intestino grosso”, sendo estendida a outras espécies de animais não ruminantes.

A fibra alimentar (FA) pode ser classificada de acordo com sua estrutura e solubilidade em água. Quanto a sua estrutura, a FA é representada por polissacarídeos amiláceos, polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e não carboidratos como lignina, ácidos graxos, ceras e proteína, constituintes da parede celular dos vegetais (Bach-Knudsen, 2001) que são resistentes à degradação por enzimas endógenas.

Com relação à solubilidade, a FA pode ser qualificada em solúvel e insolúvel. As fibras solúveis (pectinas, algumas hemiceluloses, gomas e mucilagens) possuem a propensão de formar géis em contato com a água, aumentando a formação de um bolo alimentar viscoso. As fibras insolúveis (celulose, hemicelulose e lignina) possuem baixa solubilidade em água, aumentam o volume e a taxa de passagem do bolo intestinal (Araújo et al., 2008).

Normalmente, a maioria dos carboidratos de estrutura molecular simples, bem como o amido, é digerida pelas aves, no entanto, alguns PNAs e a lignina são considerados componentes não digeríveis ou de digestão incompleta, pois não são hidrolisados pelas enzimas gastrintestinais, podendo ser fermentados pela microbiota residente no intestino grosso (Hetland et al., 2004). Os PNAs representam uma variedade de moléculas de polissacarídeos, com exceção dos α -glucanos (amido), e pelas suas propriedades físico-químicas podem ocorrer problemas relacionados ao aumento da viscosidade do bolo alimentar, reduzindo a digestão e absorção dos demais nutrientes com conseqüente comprometimento da produtividade das aves (Bedford et al., 1991; Choct, 2002).

Neste contexto, os componentes que fazem parte da FA dos grãos de cereais, oleaginosas e outros vegetais podem ser definidos quimicamente, considerando as concentrações de celulose e hemicelulose (PNAs insolúveis), as arabinoxilanas, betaglucanas, pectinas (PNAs solúveis) e a lignina e, fisiologicamente, enfatizando os componentes resistentes à degradação enzimática endógena, sendo esta mais ampla por incluir os oligossacarídeos de reserva, amido resistente, proteína da parede celular, entre outros (Warpechowski, 2005). Esta é usada também para se referir à fibra bruta dos alimentos que, acima de 6%, pode ser considerada limitante para digestão das aves (Conte et al., 2003).

Os efeitos deletérios da fração fibrosa da dieta estão relacionados com a sua capacidade de hidratação, capacidade de troca catiônica e tamponante, viscosidade, taxa de passagem e taxa de fermentação, com maior ênfase nas fases inicial e de crescimento dos frangos de corte (Campbell & Bedford, 1992).

A capacidade de hidratação está presente na fibra solúvel e na insolúvel. Assim, os polissacarídeos insolúveis, como a celulose e a hemicelulose, agem como uma espécie de esponja e dependendo do espaço existente entre as moléculas a capacidade de hidratação será maior ou menor (Ferreira, 1994). Os efeitos causados por essa retenção de água, no caso das fibras solúveis, incluem a alteração física das propriedades da digesta, como o volume do bolo alimentar e resistência ao peristaltismo em função da grande área de superfície e quantidade de grupos hidrofílicos (Warpechowski, 2005).

A capacidade de troca catiônica e tamponante é a capacidade da fibra de ligar-se a íons metálicos através de grupos situados em sua superfície, dependendo do número de sítios ativos disponíveis para troca de íons com o meio e do pH do intestino, sendo

responsabilizada pela menor disponibilidade de zinco, ferro e cobre, em dietas de não ruminantes (Van Soest, 1994).

Aliada à capacidade de retenção de água da fibra, a viscosidade da digesta provoca a diminuição da taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas, concorrendo para uma deficiente digestão e absorção dos nutrientes da dieta, pois dificulta as interações na superfície da mucosa intestinal. Em adição, o aumento da viscosidade da digesta tem sido correlacionado com a concentração de PNAs, principalmente os solúveis, pela sua grande capacidade de ligação com a água (Brito et al., 2008).

A taxa de passagem pode ser definida como o tempo entre a ingestão do alimento e a excreção das fezes. Teores elevados de fibra insolúvel tendem a aumentar a motilidade intestinal pela maior estimulação da parede do trato gastrointestinal, restringindo o tempo de contato dos nutrientes com as enzimas digestivas, diminuindo a digestibilidade dos alimentos e absorção dos nutrientes. O efeito da fibra solúvel parece estar relacionado com o aumento da viscosidade da digesta reduzindo o tempo de trânsito do bolo alimentar (Hetland & Svihus, 2001). Alterações na viscosidade e taxa de passagem do bolo alimentar também podem prejudicar a ação das enzimas ocasionando a diminuição do aproveitamento do conteúdo da dieta por parte dos animais (Ferreira, 1994).

O tipo e a quantidade de fibra presente nos alimentos exercem influência significativa sobre a população microbiana e sua taxa de fermentação nos substratos que não são hidrolisados e digeridos no intestino delgado. A qualidade e o tempo de retenção do substrato fibroso no intestino grosso podem afetar a atividade fermentativa microbiana, principalmente nos cecos (Józefiak et al., 2004) uma vez que, a digestão dos carboidratos estruturais das forragens, constituídos essencialmente por celulose, hemicelulose, substâncias pécticas e lignina, depende da microbiota estabelecida no intestino grosso que está relacionada com as frações de fibra solúvel e insolúvel da dieta (Hetland et al., 2005).

1.1.3.2 Efeito da fibra sobre o metabolismo das aves

Todos os vegetais possuem uma parte significativa composta por fibras, sendo esta parte muito variável em quantidade e estrutura de acordo com a matéria vegetal.

Comparando-se com outras espécies de monogástricos, as aves possuem baixo aproveitamento dos compostos fibrosos (Jorgensen et al., 1996). A limitada capacidade fermentativa de polímeros de fibra está relacionada às características do seu sistema digestivo, qualidade e quantidade de fibra e interações nutricionais que afetem a metabolização dos nutrientes (Brum et al., 2000; Costa et al., 2007) e a eficiência de utilização da energia metabolizável (Warpechowski et al., 2002), assim, a fibra tem sido considerada como um fator diluente da dieta por comprometer a ingestão voluntária e o aproveitamento dos alimentos.

Atualmente, pesquisas destacam os efeitos benéficos da fibra sobre o metabolismo e comportamento animal, com potencial para melhorar a digestibilidade dos nutrientes, dependendo, das propriedades físico-químicas das frações fibrosas, do nível de inclusão e fonte das fibras e idade das aves (González-Alvarado et al., 2008; Jiménez-Moreno et al., 2009; González-Alvarado et al., 2010).

A inclusão de diferentes fontes de fibra pode exercer efeito positivo sobre o desenvolvimento e funcionalidade da moela, pois, através da atividade de maceração e retenção do alimento no órgão até que o mesmo atinja um tamanho aproximado de 0,1 mm (Hetland et al., 2003; Amerah et al., 2008), ocorre um acréscimo da superfície de contato dos nutrientes com as secreções gástricas, assim como dos refluxos gastroduodenais que, além de aumentar a liberação de colecistoquinina estimulando a secreção de enzimas pancreáticas, propiciam maior tempo de ação das enzimas digestivas melhorando a digestibilidade e a absorção dos nutrientes (Mateos et al., 2012).

O fornecimento de alimentos com 20% das partículas com tamanho entre 1,5 a 2,0 mm, ou pelo menos 30% de partículas com granulometria superior a 1,0 mm estimularia a hipertrofia da moela gerando resultados benéficos sobre as atividades fisiológicas dos demais órgãos do trato gastrintestinal (Svihus, 2011). Cabe salientar que a moela é responsável pela redução do tamanho das partículas, pela regulação da motilidade intestinal, pelo controle do fluxo de ingestão de alimentos e refluxos gastroduodenais, pelo aumento das secreções digestivas e enzimas endógenas e pela sincronização dos processos de digestão e absorção (Hetland & Svihus, 2001).

Dependendo do tipo e teor de fibra (solúvel e insolúvel), idade das aves e qualidade nutricional dos PNAs ingeridos, as fibras podem atuar de formas distintas no metabolismo das aves afetando também o desenvolvimento e a integridade morfofuncional da mucosa do intestino. A absorção dos nutrientes contidos nos

alimentos é dependente dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal, por isso a integridade das células epiteliais e a ação das enzimas digestivas no lúmen são fundamentais para que os nutrientes sejam bem aproveitados (Brito et al., 2008).

Em aves mais velhas e intestinos com maior volume, a taxa de passagem da digesta é mais lenta, contribuindo para uma microbiota intestinal mais ativa e estável, o que favorece a fermentação cecal e a produção de ácidos graxos de cadeia curta com consequente redução do pH intestinal. Este efeito inibe a proliferação de patógenos e produz energia que pode ser utilizada para manutenção da população microbiana hospedeira e integridade da mucosa intestinal (Hetland et al., 2004; Pinheiro, 2007; Gonzales-Alvarado et al., 2007).

Ao avaliarem os efeitos da inclusão de casca de aveia na dieta de frangos de corte de linhagem comercial, Hetland et al. (2003) demonstraram aumento da digestibilidade dos nutrientes da ração e melhora na conversão alimentar, associados à maior atividade da moela. Segundo Gabriel et al. (2003), o fornecimento de trigo integral na dieta de frangos de corte aumentou a liberação das secreções gástricas, em função da atividade física da moela e tempo de permanência do bolo alimentar na porção superior do trato gastrintestinal, que pode ter desencadeado papel positivo no controle das populações bacterianas residentes.

Os benefícios do uso de dietas de alta fibra foram demonstrados por Roberts et al. (2007) ao observarem que a inclusão de milho com alto teor de FDN, na alimentação de galinhas poedeiras da linhagem Hy-Line W-36, não prejudicou a produção e qualidade dos ovos e diminuiu a emissão de amônia, um fator considerado preocupante na criação de poedeiras comerciais. Igualmente, Scheideler et al. (1998) verificaram que a inclusão de aveia, na dieta de frangas de reposição, apresentou bons resultados sobre a digestão de nutrientes melhorando a eficiência alimentar dos animais. Ao fornecerem dietas com altos teores de fibras solúveis e insolúveis, para poedeiras da linhagem Isa Brown, Hartini et al. (2002) observaram redução de comportamentos agonísticos com menor incidência de canibalismo entre as aves.

Avaliando o valor energético de fenos de forrageiras do semiárido nordestino, Arruda et al. (2010) observaram que mudanças na morfologia do ambiente intestinal, provocadas pelo teor de fibra e complexidade da relação lignina/celulose dos fenos, influenciaram negativamente nos coeficientes de metabolização da energia de frangos de corte de crescimento lento. Em condições de equilíbrio, a manutenção da integridade epitelial tem alto custo energético para a ave. Caso haja necessidade de reparação da

mucosa, a energia ingerida pela ave será desviada para restauração do epitélio, além da redução dos nutrientes digeridos e absorvidos, ocasionando redução do rendimento animal (Maiorka et al., 2002; Pelicano et al., 2003).

Ao determinar o efeito da fibra alimentar sobre a morfologia intestinal de suínos em crescimento, Moore et al. (1988) detectaram perda de células epiteliais e microvilosidades no ápice das vilosidades ao incluir casca de aveia, casca de soja e farelo de alfafa na dietas dos animais. Distúrbios e lesões induzidas por agentes mecânicos ou patógenos, como o efeito abrasivo das fibras, podem ocasionar um desequilíbrio no *turnover*, a favor de um desses processos, com conseqüente diminuição na altura dos vilos, aumento da síntese-migração-extrusão celular e redução da capacidade digestiva e absorptiva da mucosa (Uni, 1999).

Ao incluírem feno de leucena e feijão guandu (*Leucaena leucocephala*, *Leucaena cunningan* e *Cajanus cajan*) na dieta das aves, nas fases inicial e de crescimento, Oliveira et al. (2000) demonstraram a ocorrência de interações nutricionais negativas sobre o epitélio intestinal de frangos de corte, a partir do aumento do número de células caliciformes e alterações no tamanho dos vilos e relação vilo:cripta, nos segmentos intestinais analisados.

A maior ou menor produção de células epiteliais (enterócitos, enteroendócrinas e caliciformes) é também uma resposta da mucosa intestinal aos efeitos da composição da dieta fornecida aos animais, gerando uma quantidade de vilos e criptas com diâmetros diferentes, podendo afetar a área de absorção de nutrientes (Maiorka et al., 2002; Boleli et al., 2002).

Os vegetais com alta fração fibrosa também podem ser considerados alimentos funcionais, pois além de apresentar as propriedades nutricionais básicas demonstram capacidade de oferecer benefícios à saúde, por ter um potencial benéfico na redução do risco de doenças cardiovasculares, alterações glicêmicas e problemas ósseos (Souza et al., 2003). Além disso, são alimentos nutracêuticos ao proporcionar benefícios com apelo médico ou de saúde ao prevenir e/ou tratar uma determinada doença, através de nutrientes ou componentes isolados (Andlauer & Fürst, 2002).

As propriedades físico-químicas da fibra alimentar (porção solúvel e insolúvel), relacionadas ao retardamento ou diminuição da absorção de matérias orgânicas ou inorgânicas, podem exercer funções fisiológicas importantes auxiliando na redução dos níveis de colesterol, glicose e lipídios (Burhalter et al., 2001). Os efeitos da fibra insolúvel sobre a redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue pode ser

resultado da interferência direta na absorção e aumento da excreção dos compostos lipídicos nas fezes (Miettinen, 1987; Chau et al., 2004). Em adição, sugere-se que as fibras solúveis, em especial a pectina, têm a capacidade de se ligar aos ácidos biliares aumentando sua excreção reduzindo o pool entero-hepático de colesterol circulante (Silva et al., 2003).

Avaliando a inclusão de um concentrado rico em fibras insolúveis na dieta de frangos de corte, Sarikhan et al. (2009) verificaram que, aos 42 dias de idade, houve redução dos níveis séricos de triglicerídeos, colesterol total e colesterol HDL, LDL e VLDL. Ao utilizar polpa de citrus (rica em pectina) em substituição ao feno de alfafa na ração de coelhos da raça Nova Zelândia, Retore et al. (2010) observaram menores níveis séricos de triglicerídeos e colesterol total, atribuindo a redução ao aumento de sais biliares e lipídios excretados nas fezes. Delaney et al. (2003) demonstraram que a inclusão de β -glucanos, a partir da utilização de aveia e cevada na dieta de hamsters sírios, reduziu os níveis de colesterol plasmático, sem diferenças entre os cereais.

Embora os mecanismos de atuação da fibra alimentar sejam dependentes de uma série de fatores, atualmente, altos teores de fibra na dieta de aves ainda são considerados negativos, seja pela capacidade de dissolver a energia metabolizável ou implicações fisiológicas que se relacionam com a capacidade das moléculas da fração fibrosa dos alimentos em se ligar com moléculas de água presentes no lúmen do intestino, modificando as propriedades físicas do conteúdo intestinal (Annison & Choct, 1994, Ferreira, 1994; Krás, 2010).

1.1.4 Características quantitativas e qualitativas da carne

O rendimento de carcaça consiste na relação em porcentagem existente entre as partes comestíveis e não comestíveis considerando as perdas (Ribeiro, 1993). Os critérios adotados atualmente para avaliação do rendimento de carcaça estão vinculados à conformação do frango de granja ou industrial com escassez de informações sobre os aspectos relevantes ao rendimento de linhagens de crescimento lento. Mas, pela grande comercialização da carne de frango inteira, em cortes ou processada, independente da origem, convencional ou alternativa, o rendimento de carcaça é de fundamental importância para o máximo retorno econômico da criação.

Dependendo da empresa produtora ou tipo de produto comercializado existe uma variação no grau de relevância para determinadas características, porém o maior rendimento de partes nobres como peito, coxa e sobrecoxa e menor deposição de gordura na carcaça são importantes para aceitação do produto pelo mercado consumidor.

Ao comparar linhagens comerciais de crescimento rápido com aves de crescimento lento, Rodrigues (1994) observou diferenças acentuadas na musculatura esquelética (Rodrigues, 1994), embora estas alterações relacionam-se também ao sistema de criação e alimentação fornecidas às aves, conferindo características específicas à carcaça. Avaliando os efeitos do sistema produtivo, convencional e orgânico, sobre as características de carcaça de frangos de corte de linhagem comercial, Castellini et al. (2002) observaram que os animais criados no sistema orgânico apresentaram maior rendimento de peito e coxa e menor percentual de gordura abdominal quando comparado ao sistema convencional.

Ao avaliar o desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte (Ross, Máster Griss, Label Rouge e Vermelhão Pesado), criados em regime confinado e semiconfinado, Madeira et al. (2010) demonstraram que o regime de criação não influenciou o desempenho e rendimento de carcaça, mas o percentual de gordura abdominal foi menor nas aves que tiveram acesso à área de pastagem. Ao comparar as linhagens, os autores supracitados comentaram que os frangos, tipo caipira, Máster Griss, Label Rouge e Vermelhão Pesado apresentaram aumento no rendimento de pernas e carne das pernas, porém, o rendimento do peito e carne do peito foi maior na linhagem Ross, indicando que a opção por uma determinada linhagem deve considerar as expectativas do mercado consumidor.

A diferença entre a deposição de tecido muscular e adiposo é determinante no processo de rendimento de carcaça e cortes nobres, pois à medida que aumenta o percentual de gordura diminui a proporção de carne, assim animais com o mesmo peso poderão ter rendimentos diferentes (Kessler et al., 2000).

Analisando o rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte, tipo caipira, Hellmeister Filho (2002) verificou que as linhagens de crescimento lento Label Rouge e Caipirinha demoraram mais para atingir o peso estipulado (2,300 kg), porém tiveram maior rendimento de peito quando comparadas às linhagens de crescimento rápido Paraíso Pedrês e 7P, independente do sistema de criação.

Ao comparar as características de rendimento de carcaça e qualidade da carne de três linhagens de frangos de corte, Santos et al. (2005) observaram que as aves da linhagem comercial Cobb obtiveram maior rendimento de cortes nobres quando comparados com as linhagens caipiras Pescoço Pelado e Paraíso Pedrês. Entretanto, ao analisar os atributos de qualidade da carne, os autores verificaram que as linhagens caipiras apresentaram carne de peito menos macia e com maior intensidade da coloração vermelha. Parâmetros relacionados com o rendimento e a qualidade da carcaça e da carne vêm despertando interesse da indústria processadora e nos consumidores (Gaya & Ferraz, 2006), fomentando a realização de pesquisas que possam esclarecer a influência do sistema de criação sobre os atributos quantitativos e qualitativos do produto final.

A produção de carne de frango de ótima qualidade depende do controle, desde o manejo até o abate, de todos os fatores envolvidos e suas interações (Berri, 2000). A compreensão de que fatores como o genótipo, idade, sexo e sistema de criação utilizado influenciam nas características nutricionais e organolépticas é determinante para a adoção de medidas para manutenção de características desejadas ou para desenvolver novos atributos na carne dos frangos (Faria et al., 2009). Neste sentido, assegurar o fornecimento de produtos cárneos com garantias de segurança nutricional e sanitária e que atendam as especificações sensoriais de um determinado mercado consumidor constitui-se em um desafio para o mercado produtor (Le Bihan-Duval et al., 2008).

O conceito de qualidade de carne é bastante amplo e complexo, relacionado com questões socioeconômicas, técnico-científicas e culturais de uma determinada população, prevalecendo a preferência individual. As concepções analíticas de qualidade envolvem a qualidade percebida pelo consumidor e a qualidade objetiva do produto (Contreras Castillo & Custodio, 2002). Segundo Mendes (2001), a qualidade da carne pode ser compreendida por seus atributos sensoriais (cor, textura, sabor e odor), físicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais) e sanitários (ausência de agentes contaminantes).

Os atributos exigidos pelo consumidor estabelecem uma relação entre qualidade/valor sendo observadas características de textura, aparência e sabor, no entanto, aspectos relacionados com a segurança alimentar, ambiental e bem-estar animal estão sendo considerados em função das mudanças de padrão de consumo ocorridas (Fanatico et al., 2007).

Os principais fatores que influenciam nas características organolépticas da carne de frangos de corte de crescimento lento são o sistema de criação, alimentação, idade de abate, sexo dos animais, manejos e práticas “ante” e “post mortem” (Broom & Molento, 2004; Contreras Castillo et al., 2007; Souza et al., 2012). Assim, as expectativas do consumidor recaem sobre a mastigabilidade, suculência, sabor (gosto e cheiro) e coloração da carne do frango, demonstrando uma complexidade de desejos na busca de autenticidade para o produto caipira ou colonial adquirido (Bastianelli, 2001; Fanatico et al., 2005).

1.1.4.1 Textura

A textura é um dos atributos mais importantes para os consumidores, compreendendo parâmetros de mastigabilidade, suculência e maciez. Tecnicamente, a textura avalia a consistência da carne desossada, formada por uma estrutura de fibras musculares, fibras de colágeno e gordura subcutânea, inter e intramuscular, com base na força de cisalhamento (Kgf) em célula de Warner-Bratzler (Yang & Jiang, 2005) através de um aparelho conhecido como texturômetro que avalia a força requerida para que uma lâmina rompa as fibras musculares de um fragmento tissular (Nunes et al., 2011).

A firmeza ou maciez da carne depende do potencial de crescimento e desenvolvimento muscular do animal, percentual de gordura intramuscular (Santos et al., 2005) e atividade física, pois o exercício pode afetar o tipo e quantidade de fibras existentes e provocar o fortalecimento da estrutura das fibras do tecido conjuntivo (Castellini et al., 2002). Carnes com grande quantidade de gordura, principalmente intramuscular, e colágeno possuem consistência mais firme, quando refrigeradas ou em temperatura ambiente.

Fatores como o desenvolvimento do “rigor mortis”, atividade proteolítica, curva de pH e velocidade de resfriamento da carcaça também podem afetar a textura da carne (Kriese et al., 2007). Carnes com alta capacidade de retenção de água e pH “post mortem” acima de 5,8 tendem a ser muito firmes, podendo passar ao consumidor a impressão de que a carne é de um animal mais velho (Fletcher, 2002). O estresse pré-abate pode alterar consideravelmente os atributos físicos da carne.

1.1.4.2 Capacidade de retenção de água

Enquanto parâmetro físico-químico, a capacidade de retenção de água (CRA) pode ser definida como a capacidade que a carne tem de reter sua própria água, quando exposta a aquecimento, trituração, corte e prensagem sendo influenciada pela queda do pH “post mortem” (Fernandes de Sá, 2004), podendo ser considerada um fator determinante na qualidade porque afeta a carne antes e durante seu cozimento, interferindo na sua textura e suculência (Mendes et al., 2003).

A CRA é extremamente importante tanto para a carne destinada ao consumo direto quanto para processamento industrial, afetando o tempo de armazenamento e conservação do produto cárneo. Pode ser utilizada como indicador de rendimento e qualidade do produto cárneo, uma vez que a perda excessiva de umidade afeta o rendimento, maciez, sabor e valor nutricional da carne, pois durante o cozimento ocorre a perda de um exsudato constituído de proteínas, principalmente sarcoplasmáticas (Olivo, 2002). A carne do peito de frangos de corte de crescimento lento tende a ser menos suculenta e mais firme, pois o filé é menor e mais fino, com maior área de superfície exposta em relação à massa muscular provocando maior perda de água (Fanatico et al., 2005).

1.1.4.3 Cor, aparência e sabor

A aparência da carne é um dos principais atributos observados pelo consumidor que associa a cor com o frescor da carne (Yang & Jiang, 2005), interferindo na sua decisão de compra. Para aves criadas em sistemas alternativos de produção, a cor da pele é tão importante quanto à cor da carne, assim o grau de relevância observada vai depender do tipo de comercialização - cortes ou carcaça inteira.

A cor da carne está relacionada com a quantidade de pigmentos, principalmente mioglobina muscular e hemoglobina sanguínea e a composição das fibras musculares (Obanu et al., 1994), sendo o resultado da absorção seletiva dos comprimentos de onda da luz sobre estes componentes (pigmentos naturais e fibras cárneas). Os parâmetros usados na avaliação da cor da carne estão baseados principalmente no sistema colorimétrico denominado Cielab e suas escalas de cor representadas por: L, luminosidade situada no intervalo de claro (100) a escuro (0); a*, intensidade de cor do

vermelho (+a) ao verde (-a); b*, intensidade de cor do amarelo (+b) ao azul (-b), refletidos os transmitidos pelo objeto (Olivo, 2006).

A concentração e estado de oxidação da mioglobina, associada ao ferro, na superfície do músculo pode alterar a cor da carne assim como a localização anatômica do músculo e atividades físicas executadas pelo animal (Price & Schweigert, 1994; Fletcher, 2002). Fatores como alimentação, estresse de curta ou longa duração, velocidade de queda do pH, pH final, manejo pré-abate e qualidade da sangria executada também exercem efeitos na coloração da carne (Seideman et al., 1984; Baracho et al., 2006).

Os vegetais consumidos pelas aves são capazes de sintetizar uma grande quantidade de carotenoides, sendo que as forragens de menor estágio vegetativo possuem uma concentração maior de carotenos e xantofilas na sua composição. A eficiência da pigmentação da carne e pele dos frangos é determinada pela quantidade de carotenoides ingeridos e absorvidos, que são rapidamente depositados no tecido muscular e adiposo, pele e patas dos animais (Pérez-Vendrell et al., 2001). Assim, associa-se ao consumo voluntário de capins, leguminosas e outras fontes vegetais a pigmentação mais acentuada da pele, carne e gordura de frangos de crescimento lento (Castellini et al., 2002; Fanatico et al., 2005; Aguiar, 2006; Lichovníková et al., 2009).

O sabor (percepção gustativa) e o odor (percepção olfativa) são atributos decisivos na aceitação da carne pelo consumidor sendo que, os teores de proteína, lipídios, compostos não voláteis e sais colaboram para formação do “flavor” da carne após o cozimento (Contreras Castillo & Custodio, 2002). Assim como a textura, pois a carne oriunda de animais abatidos em idades mais avançadas torna-se mais firmes, fazendo com que a mastigação ocorra mais lentamente ressaltando seu sabor (Ramos & Gomide, 2009; EMPARN, 2002).

1.1.4.4 Valores de pH

O pH da carne é um importante parâmetro de qualidade, pois influencia, direta ou indiretamente, os atributos físicos, sensoriais e o crescimento microbiano da carne (Qiao et al., 2001) variando o pH final entre 5,7 a 5,9 e 6,4 a 6,7, no músculo do peito e da coxa, respectivamente (Mendes, 2001). A velocidade de decréscimo do pH e valor de pH final, ocasionados pela glicólise e liberação de ácido lático, é determinada pelas

condições do pré-abate e início do “rigor mortis”, assim, animais submetidos a jejuns prolongados ou situações de estresse intenso, durante a criação ou período que antecede o abate (apanha, transporte e desembarque) podem apresentar menor teor de glicogênio nos músculos resultando em maior pH (Fletcher, 2002) prejudicando a qualidade, tempo de armazenamento e processamento da carne.

Assim, o valor do pH estará condicionado à quantidade de glicogênio presente no músculo, mas a concentração de ácido lático muscular no momento do abate do animal determinará a rapidez do “rigor mortis” e o pH final da carne, instalado até 30 min após a morte do animal (Olivo, 2006). Caso ocorra variações na instalação do “rigor mortis” e na acidificação podem acontecer alterações na qualidade da carne conhecidas como “PSE” (carne pálida, flácida e exsudativa) e “DFD” (carne seca, firme e escura). O fenômeno da carne “PSE” é um grande problema para a indústria processadora e pode ser detectado pela combinação de uma série de fatores como pH, coloração e CRA da carne do peito, sendo que o pH deve estar abaixo de 5,8 e a luminosidade acima de 52,0 quando aferidas 24h “post-mortem” (Gaya & Ferraz, 2006). Segundo Lara et al. (2002), diversos fatores predisõem o surgimento deste problema, entretanto, segundo estudos realizados, condições estressantes no pré-abate podem provocar o fenômeno “PSE” em carnes de peito.

Segundo Castellini et al. (2002), frangos criados em sistemas alternativos de produção, que possuam uma área para exercitarem o comportamento de pastejo e/ou realizar atividades de locomoção, são submetidos a menores níveis de estresse, podendo resultar na redução do consumo de glicogênio muscular e pH “post mortem”, mantendo a qualidade da carne.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.P.S. **Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p.361-388.
- ALBINO L.; VARGAS, J.; SILVA, J. **Criação de frango e galinha caipira: avicultura alternativa**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2001.
- ALROE, H.F.; VAARST, M.; KRISTENSEN, E.S. Does organic farming face instinctive livestock welfare issues? A conceptual analysis. **Journal of Agriculture and Environmental Ethics**, v.14, n.3, p.275-292, 2001.
- AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V. Influence of method of whole-wheat feeding on the performance, digestive tract development and carcass traits of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, n.4, p.326-339, 2008.
- ANDLAUER, W.; FÜRST, P. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. **Food Research International**, v.35, n.2-3, p.171-176, 2002.
- ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides - their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: ALLTECH'S TENTH ANNUAL SYMPOSIUM, 1994, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.51-66.
- ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C. et al. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.843-848, 2008.
- ARENALES, M.C.; ROSSI, F. **Criação orgânica de frangos de corte e aves de postura**. Viçosa, MG: CPT, 2001.
- ARRUDA, A.M.V.; FERNANDES, R.T.V.; OLIVEIRA, J.F. et al. Valor energético de feno de forrageiras do semiárido para aves Isa Label. **Acta Veterinaria Brasílica**, v.4, n.2, p.105-112, 2010.
- ASSOCIAÇÃO DE AVICULTURA ALTERNATIVA - AVAL. [1999]. **Portaria 07/1999: normas disciplinando Produtos Orgânicos - AviSite reportagens especiais**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br>>. Acesso em: 19 fev. 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, D.C.: AOAC International, 1990. 1025p.
- BACH-KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1, p.3-20, 2001.

- BALAKRISHNAN, V. Developments in the Indian feed and poultry industry and formulation of rations based on local resources. In: PROTEIN SOURCES FOR THE ANIMAL FEED INDUSTRY EXPERT CONSULTATION AND WORKSHOP, 2004, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: FAO Animal Production and Health Proceedings, 2004. 390p.
- BARACHO, M.S.; CAMARGO, G.A.; LIMA, A.M.C. et al. Variables impacting poultry meat quality from production to preslaughter: a review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.8, n.4, p.201-212, 2006.
- BASTIANELLI, D. A produção de frangos diferenciados na França. Mercados, aspectos organizacionais e regulamentares. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. v.2, p.235-254.
- BECKER, B.G. Comportamento das Aves e sua Aplicação Práticas. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, FACTA, 2002. v.1, p.81-90.
- BEDFORD, M.R.; CLASSE, H.L.; CAMPBELL, G.L. The effect of pelleting, salt and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broiler fed rye. **Poultry Science**, v.70, n.7, p.1571-1577, 1991.
- BELLAVER, C. Restrição da alimentação para suínos em terminação. **Suinocultura Dinâmica**, v.1, n.2, p.1-4, 1992.
- BERRI, C. Variability of sensory and processing qualities of poultry meat. **World Poultry Science**, v.56, n.3, p.209-224, 2000.
- BERTOL, T.M.; LIMA, G.J.M.M. Níveis de resíduo industrial de fécula da mandioca na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p.75-95.
- BOTH, M.C. **Comportamento e produção de suínos mantidos em pastagem e submetidos a diferentes níveis de restrição alimentar**. 2003. 119f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Divisão de Operações Industriais. **Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99, de 19 de maio de 1999**. Brasília, DF, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Programa de monitoramento de salmonella sp. em estabelecimentos de abate de aves: Portaria SDA Nº 72, de 4 de dezembro de 2002**. Brasília, DF, 2002.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- BROOM, D. Animal Welfare: concepts and measurements. **Journal of Animal Science**, v.69, n.10, p.4167-4175, 1991.
- BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.
- BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A.L.; ALBINO, L.F.T. et al.. Farinha integral de mandioca em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.10, p.1367-1373, 1990.

- BRUNELLI, S.R.; PINHIRO, J.W.; SILVA, C.A. et al. Inclusão de farelo de germen de milho desengordurado na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1349-1358, 2006.
- BUCHANAN, N.P.; HOTT, J.M.; KIMBLER, L.B. et al. Nutrient Composition and digestibility of organic broiler diets and pasture forages. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, n.1, p.13-21, 2007.
- BURHALTER, T.M.; MERCHEN, N.R.; BAUER, L.L. et al. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affect ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **Journal of Nutrition**, v.131, n.7, p.1978-1985, 2001.
- CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, n.3, p.449-466, 1992.
- CARBONE, G.T.; SATO, G.S.; MOORI, R.G. Cadeia produtiva de frango caipira no interior do estado de São Paulo: uma alternativa de microempresa de agronegócio. **Revista Sebrae**, n.3, p.114-124, 2004.
- CASTELLINI, C.; MUGNAL, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Journal of Meat Science**, v.60, n.3, p.219-226, 2002.
- CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174p.
- CEREDA, M.P. **Caracterização, usos e tratamentos de resíduos da industrialização da mandioca**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, 1996. 56p.
- CEREDA, M.P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F. (Eds.) **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosos amilácias**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 47-81.
- CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.37-43, 1996.
- 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.
- CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: McNAB, J.M.; BOORMAN, K.N. (Eds.) **Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value**. Wallingford: CAB International, 2002. v.1, p.221-235.
- CIOCCA, M.L.S.; CARDOSO, S.; FRANZOSI, R. **Criação de galinhas em sistemas semi-intensivo**. Porto Alegre: Palloti, 1995.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- CONTRERAS CASTILLO, C.J.; CUSTODIO, C.V. Atributos de qualidade de em carcaça de frangos: vale à pena avaliar em nível de produção industrial? In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...**Campinas: FACTA, 2002. v.1, p.31-46.
- CONTRERAS-CASTILLO, C.; PINTO, A.A.; SOUZA, G.L. et al. Effect of feed withdrawal periods on carcass yield and breast meat quality of chickens reared using an alternative system. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, n.4, p.613-622, 2007.

- COSTA, F.G.P., OLIVEIRA, C.F.S., BARROS, L.R. et al. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.813-817, 2007.
- COSTA, F.G.P.; SOUZA, W.G.; SILVA, J.H.V. et al. Utilização do feno de jureminha (*Desmanthus virgatus*) na alimentação de frangos caipiras. **Agropecuária Técnica**, v.29, n.1-2, p.11-16, 2008.
- CUNHA, F.S.A. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix japonica*)**. 2009. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- CURTARELLI, S.M.; ARIKI, J.; CURTARELLI, A. Raspa integral de mandioca em rações de poedeiras. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, 8., 1983, Camboriú. **Anais...** Camboriú: UBA, 1983. v.1, p.87-95.
- DELANEY, B.; NICOLOSI, R.J.; WILSON, T.A. et al. β -glucan fractions from barley and oats are similarly antiatherogenic in hypercholesterolemia Syrian golden hamsters. **Journal of Nutrition**, v.133, n.?, p.468-495, 2003.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2.ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA [2005]. **Subprodutos da mandioca: composição dos resíduos sólidos**. Porto Velho: CPAFRO, 2005. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/folder_mandioca.pdf> Acesso em: 5 dez. 2012.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE – EMPARN. **Manejo e produção de galinha caipira**. Natal, 2002. 66p.
- FANATICO, A.C.; CAVITT, L.C.; PILLAI, P.B. et al. Evaluation of slowing-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1785-1790, 2005.
- FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; EMMERT, J.L. et al. Sensory attributes of slow- and fast-growing chicken genotypes raised indoors or with outdoor access. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2441-2449, 2007.
- FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R. et al. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e PESCOÇO PELADO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.
- FELIPE, F.I.; RIZATO, M.; WANDALSEN, J.V. Potencial econômico dos resíduos de mandioca provenientes de fecularias no Brasil. In: CONGRESSO SOBER, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. p.1-14.
- FERNANDES DE SÁ, E.M. A influência da água nas propriedades da carne. **Revista Nacional da Carne**, v.325, n.1, p.51-54, 2004.
- FERNANDES FILHO, J. F. Transformações recentes no modelo de integração da avicultura de corte brasileira: explicações e impactos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 30., 2002, Nova Friburgo. **Anais...** Nova Friburgo: ANPEC, [2002]. (CD-ROM).
- FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.85-113.
- FIGUEIREDO, E.A.P.; PAIVA, D.P.; ROSA, P.S. et al. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. v.2, p.209-222.

- FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **Worlds Poultry Science**, v.58, n.2, p.131-145, 2002.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V. et al. Efeito da inclusão da farinha de varredura de mandioca em dietas de frangos de corte sobre as características de carcaça. **Acta Scientiarum Science Animal**, v.30, n.2, p.155-163. 2008.
- FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; SANTOS JÚNIOR, A. et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.1001-1006, 2006.
- GABRIEL, I.; MALLET, S.; LCONTE, 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, n.2, p.283-290, 2003.
- GAYA, L.G.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Revista Ciência Rural**, v.36, n.1, p.349-356, 2006.
- GESSULLI, O.P. **Avicultura alternativa – caipira**. Porto Feliz: OPG, 1999. 217p.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMENEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. 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, n.8, p.1705-1715, 2007.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. 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.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, D. et al. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, n.1, p.37-46, 2010.
- HARTINI, S.; CHOCT, M.; HIMCH, G. et al. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, n.1, p.104-110. 2002.
- HELLMEISTER FILHO, P. **Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira**. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, n.3, p.354-361, 2001.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.38-46, 2005.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, A. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, n.44, n.2, p.275-282, 2003.
- HORSTED, K.; HERMANSEN, J.E.; RANVIG, H. Crop content in nutrient-restricted versus non-restricted organic laying hens with access to different forage vegetations. **British Poultry Science**, v.48, n.2, p.177-184, 2007.

- HÖTZEL, M.J.; PINHEIRO MACHADO FILHO, L.C. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Revista de Etologia**, v.6, n.1, p.3-15, 2004.
- JÁCOME, I.M.T.D.; SILVA, L.P.G.; DIJAI, A.G. et al. Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.24, n.4, p.1015-1019, 2002.
- JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M; LÁZARO, R. et al. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. **Poultry Science**, v.88, n.9, p.1925-1933, 2009.
- JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; KNUDSEN, K. E. B. et al.. The influence of dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.3, p.379-395, 1996.
- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.1, p.1-15, 2004.
- JULIÃO, A.M. **Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frangos de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista**. 2003. 64f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- KESSLER, A.M.; SNIZEK, P.N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.107-133.
- KRÁS, R.V. **Efeito do nível de fibra da dieta, da linhagem sobre o desempenho, balanço energético e o metabolismo da digesta de frangos de corte**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- KRIESE, P.R.; SOARES, A.L.; GUARNIERE, P.D. et al. Biochemical and sensorial evaluation of intact and boned broiler breast meat tenderness during ageing. **Food Chemistry**, v.104, n.4, p.1618-21, 2007.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L. Efeito de programas de restrição alimentar sobre o desempenho produtivo e econômico e a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1302-1309, 1999.
- LARA, J.A.F.; NINOV, K.; BONASSI, C.A. et al. Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.4, p.15, 2002.
- LE BIHAN-DUVAL, E. Genetic variability within and between breeds of poultry technological meat quality. **World's Poultry Science**, v.60, n.3, p.331-340, 2004.
- LEE, A.; FOREMAN, P. **Chicken Tractor: the permaculture guide to happy hens and healthy soils**. 7.ed. [S.l.]: Good Earth Publications, 1999. 318p.
- LICHOVNÍKOVÁ, M.; JANDÁSEK, J.; JUZL, M. et al. The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. **Czech Journal Animal**, v.54, n.11, p.490-97, 2009.
- LIMA, A.M.C. **Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar**. 2005. 122f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- LIMA, R.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1340-1346, 2007.

- LIMA, T.S.; RABELLO, C.B.V.; LIMA, S.P.B. et al. Desempenho de frangos de corte fêmeas caipira submetidos à restrição alimentar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2009]. (CD-ROM).
- LIRA, R.C.; SILVA, K.L.; RABELLO, C.B.-V. et al. Valor nutricional do feno de alfafa para frangos de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16., 2006, Recife. **Anais...** Recife: ZOOTEC 2006, 2006. v.1, p.1-5.
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; BITTENCOURT, M.R. et al. Efeito da restrição alimentar qualitativa precoce sobre o desempenho, as características do trato gastrointestinal e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1310-1318, 1999.
- LUDTKE, C.; BARBALHO, P.; CIOCCA, J.R. et al. Estratégias para avaliar bem-estar animal: auditorias em frigoríficos. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.13, Supl.1, p. 12-19, 2010.
- MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; ARAUJO, P.C. et al. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.
- MAIORKA A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, p.487-490, 2000.
- MAIORKA, A., BOLELI, I.C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária: aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.113-123.
- MANVAILER, G.V.; CARRIJO, A.S.; GARCIA, A.M.L. et al. Resíduo da cultura de mandioca em dietas de frango de corte tipo caipira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 11., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ZOOTEC 2009, v.1, p.1-3.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação animal: parte aérea e raiz**. Campo Mourão: Centro Integrado de Ensino Superior, 2002. 28p.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, M.L. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1234- 1241, 2000.
- MARQUES, J.D.; MAGGIONI, D.; SILVA, R.E.I. et al. 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.C.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M.P. et al. 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.
- MAZZUCO, H.; GUIDONI, A.L.; JAENISCH, F.R. Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.543-549, 2000.
- MENDES, A.A. Rendimento e qualidade da caeca de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. v.2, p.79-100.
- MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne, São Paulo**, v.27, n.317, p.138-144, 2003.

- MIETTINEN, T.A. Dietary fiber and lipids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.45, n.5, p.1237-1242, 1987.
- MIZUBUTI, I.Y.; FONSECA, N.A.N.; PINHEIRO, J.W. et al. Avaliação da utilização de feijão guandu cru moído (*Cajanus cajan* (L) Millsp) sobre os índices indiretos de produtividade de frangos de corte. **Semina Ciências Agrárias**, v.16, n.1, p.56-63, 1995.
- MODESTO, E.C.; TEIXEIRA, M.C.; ANDRADE, P.B. et al. Comportamento de novilhas suplementadas a pasto no semi-árido nordestino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, [2004]. (CD-ROM).
- MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.1, p.1-11, 2005.
- MOLLISON, B.; SLAY, R.M. **Introdução à Permacultura**. Brasília, DF: MA/SDR/PNFC, 1998.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, n.1-4, p.95-117, 2003.
- MOORE, R.J.; KORNEGAY, E.T.; GRAYSON, R.L. et al. Growth nutrient utilization and intestinal morphology of pigs fed high fiber diets. **Journal of Animal Science**, v.66, n.6, p.1570-1579, 1988.
- MOREIRA, R.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S. et al. Effect of feed restriction with voluntary hay intake on the performance and quality of laying hen eggs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.2, p.149-154, 2012.
- MOURÃO, J.L.; PINHEIRO, V.M.; PRATES, J.A.M. et al. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, n.4, p.733-743, 2008.
- NASCIMENTO, G.A.J.; COSTA, F.G.P.; JÚNIOR AMARANTE, V.S. et al. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.200-207, 2005.
- NUNES, T.C.; OLIVEIRA, F.S.; GAMÓN, T.H.M. et al. Análise da textura de músculos peitorais submetidos à fixação e conservação em álcool. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.48 n.6, p.464-467, 2011.
- OBANU, Z.A.; OBLOHA, F.C.; NWOSU, C.C. et al. Evaluation of the organoleptic and chemical characteristics of meat from chickens. **World Review of Animal Production**, v.20, n.1, p.53-58, 1984.
- ODUNSI, A.A.; OGUNLEKE, M.O.; ALAGBE, S.O. et al. Effect of feeding gliricidia sepium leaf meal on the performance and egg quality of layers. **Journal of Poultry Science**, v.1, n.1, p.26-28, 2002.
- OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R. et al. Influência de Fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena eunningan*) e do feijão guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1759-1769, 2000.
- OLIVO, R. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. **Revista Nacional da Carne**, v.307, n.1, p.72-83, 2002.
- OLIVO, R. **O mundo do frango**. Criciúma: Ed. do Autor, 2006. 680p.
- PAULUS, G.; SCHLINDWEIN, S.L. Agricultura sustentável ou (re)construção do significado de agricultura? **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.2, n.3, p. 44-52, 2001.

- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.98, n.547, p.125-134, 2003.
- PENZ JUNIOR, A.M.; BRUNO, D. Restrição alimentar em frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 12.; BRASIL SUL POULTRY FAIR, 3., 2011, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p.13-33.
- PÉREZ-VENDRELL, M.; HERNÁNDEZ, J.M.; LLAURADÓ, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.320-326, 2001.
- PÉRON, A.; SVIHUS, B.; GABRIEL, L. Effects of two wheat cultivars on physicochemical properties of wheat flours and digesta from two broiler chicken lines (D1 and D2) differing in digestion capacity. **British Poultry Science**, v.48, n.3, p.370-380, 2007.
- PINHEIRO, C.C. **Efeitos da fibra e da suplementação com enzimas exógenas sobre a digestibilidade de dietas para frangos de corte formuladas à base de soja**. 2007. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A. et al. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1418-1425, 2002.
- PONTE, P.I.P.; MENDES, I.; QUARESMA, M. et al. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. **Poultry Science**, v.83, n.5, p.810-814, 2004.
- PONTE, P.I.P.; ALVES, S.P.; GAMA, L.T. et al. Influence of pasture intake on the fatty acid composition, cholesterol, tocopherols and tocotrienols in meat from free-range broilers. **Poultry Science**, v.87, n.1, p.80-87, 2007.
- PONTE, P.I.P.J.; PRATES, A.M.; CRESPO, J.P. et al. Restricting the intake of a cereal-based feed in free-range-pastured poultry: effects on performance and meat quality. **Poultry Science**, v.87, n.10, p.2032-2042, 2008.
- PORTO, E.R.; AMORIN, C.C.; SILVA JÚNIOR, L.G. Uso do rejeito da dessalinização de AGU salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.11-114, 2001.
- PRICE, J.F., SCHWEIGERT, B.S. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 581p.
- QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v.80, n.5, p.676-680, 2001.
- RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 599p.
- RAMOS, L.S.N.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.804-810, 2006.
- RAUPP, D.S.; MOREIRA, S.S.; BANZATTO, D.A. et al. 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.

- RETORE, M.; SILVA, L.P.; TOLEDO G.S.P. et al. 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.
- RIBEIRO, D.F. Fatores de manejo que afetam o rendimento e a aqualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 1993. p.95.
- ROBERTS, S.A.; XIN, H.; KERR, B.J. et al. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. **Poultry Science**, v.86, n.8, p.1716-1725, 2007.
- RODRIGUES, K.F. **Avaliação do rendimento, da composição química e das qualidades sensoriais de carcaças comerciais de frangos**. 1994. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- ROSA, P.S.; ÁVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. (Comunicado Técnico, 250).
- SACRANIE, A.; SVIHUS, B.; DENSTADLI, V. et al. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v.91, n.3, p.693-700, 2012.
- SAKOMURA, N.K.; SANTOS, A.L.; FREITAS, E.R. et al. Programas de alimentação para matrizes pesadas após o pico de postura, com base em modelos para prever a exigência energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1197-1208, 2004.
- SALATIN, J. **Pastured poultry profits**. Swoope: Polyface Incorporated, 1993. 371p.
- SALLES, M.N.G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória: Incaper, 2005. 284p.
- SANTOS, A.L.; SKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.
- SARIKHAN, M.; SHAHRYAR, H.A.; NAZER-ADL, K. et al. Effects of insoluble fiber on serum biochemical characteristics in broiler. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.11, n.1, p.73-76, 2009.
- SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, n.4, p.359-371, 1998.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1380-1387, 2009.
- SCHRIPPE, P.; BORTOLLOTTI, S.L.V.; POSSAN, E. Análise da viabilidade técnico-econômica da recuperação de fécula em uma fecularia de mandioca no oeste do Paraná. In: SEGET SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Resende. **Anais...** Resende: AEDB, 2012, p.1-8.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAL [2012]. **Mandiocultura: análise da conjuntura agropecuária - 2012**. Disponível em: <www.seab.pr.gov.br/>. Acesso em: 21 fev. 2013.
- SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C. et al. Factors associated with fresh meat color: a review. **Journal of Food Quality**, v.6, n.3, p.211-237, 1984.
- SEIFFERT, N.F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000. Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.1-20.

- SILVA, A.V.; MAYORKA, A.; BORGES, S.A. et al. Surface area of the tip of the enterocytes is small intestine mucosa of broilers submitted to early feed restriction and supplemented with glutamine. **Journal Poultry Science**, v.6, n.1, p.31-35, 2007.
- SILVA, M.A.M.; BARCELOS, M.F.P.; SOUSA, R.V. et al. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos (*Rattus norvegicus*) wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1321-1329, 2003.
- SILVA, M.A.N.; HELLMEISTER FILHO, P.; RISÁRIO, M.F. et al. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.208-213, 2003.
- SILVA, M.J.; ROEL, A.R.; MENEZES, G.P. **Apontamento dos cursos: cultivo da mandioca e derivado – engorda de frango caipira**. Campo Grande: GrafNews, 2001. 100p.
- SILVA, R.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. 3.ed. rev. e ampl., Piracicaba: O Editor, 2000.
- SILVA, T.P.L.; CABELLO, C. Propriedades da pasta e concentração de amido resistente em duas variedades de raízes de mandioca em diferentes estágios de desenvolvimento. **Revista Energia da Agricultura**, v.25, n.1, p.138-151, 2010.
- SMITH, M.W.; MITCHELL M.; PEACOCK, M.A. Effects of genetic selection on growth rate and intestinal structure in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.97, n.1, p.57-63, 1990.
- SOUSA, J.P.L.; RODRIGUES, K.F.; ALBINO, L.F. et al. Bagaço de mandioca em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.1044-1053, 2012.
- SOUZA, F.; FIALHO, J.F. [2003]. **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 21 abr. 2013.
- SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.H.; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, v.37, n.2, p.127-135, 2003.
- SOUZA, T.S.C.; FIORDA, F.A.; MOURA, C.M. et al. [2013]. Propriedades funcionais tecnológicas de farinhas pré-gelatinizadas de bagaço e fécula de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 63., 2013, Pernambuco. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SBPC/UFSC, 2013. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra>>. Acesso em: 22 fev. 2013.
- SOUZA, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne, composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. 338f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.479-487, 2012.
- STRINGHETA, P.C.; MUNIZ, J.N. **Alimentos orgânicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. p.37-128.
- STUARDO, L. Los estándares en bienestar animal de la organización mundial de sanidad animal – OIE. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.13, Supl.1, p.1-5, 2010.
- SUSBILLA, J.P.; FRANKEL, T.L.; PARKINSON, G. et al. Weight of internal organs and carcass yield of early food restricted broilers. **Poultry Science**, v.44, n.5, p.698-709, 2003.

- SVIHUS, B. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, v.67, n.2, p.207-224, 2011.
- 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.
- TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.
- 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.
- URDANETA-RINCON, M.; LEESON, S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. **Poultry Science**, v.81, n.5, p.679-688, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VOISIN, A. **A vaca e o pasto: manual de produtividade do pasto**. 3.ed. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1978.
- WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento**. 2005. 215f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- 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, 91., 2002, Newark. **Proceedings...** Newark: [s.n.], 2002. p.76.
- YANG, N.; R.-S. JIANG, R.-S. Recent advances in breeding for quality chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.61, n.3, p.373-381, 2005.
- ZANUSSO, J.T.; DIONELLO, N.J.L. Produção avícola alternativa - Análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.191-194, 2003.
- ZHAN, X.A.; WANG, M.; REN, H. et al. Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, n.4, p.654-660, 2007.

II – OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do uso de programas de alimentação e do consumo de alimentos alternativos na produção de frangos de corte de crescimento lento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o valor energético e o coeficiente de digestibilidade dos fenos de alfafa (*Medicago sativa L.*) e coast cross (*Cynodon dactylon cv Coastal*) para aves de crescimento lento.

Avaliar o efeito da restrição alimentar e a inclusão dos fenos de alfafa e coast cross na alimentação de frangos de corte de crescimento lento sobre o desempenho, a umidade de cama, a viabilidade econômica, a morfometria intestinal, a qualidade da carne e o perfil bioquímico sanguíneo.

Avaliar o efeito da redução no fornecimento de ração sobre o desempenho, a qualidade da carne, o rendimento de carcaça, a viabilidade econômica e o perfil bioquímico do sangue de frangos de corte de crescimento lento, criados com acesso ao pasto.

Verificar o efeito da inclusão do resíduo desidratado de fecularia de mandioca nas rações de frangos de corte de crescimento lento sobre o desempenho, a qualidade da carne, o rendimento de carcaça, a viabilidade econômica e o perfil bioquímico do sangue.

III – Efeito da restrição alimentar e da inclusão de feno de alfafa e de coast cross, sobre o desempenho e as características gastrintestinais de frangos de corte de crescimento lento

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar o valor energético dos fenos de alfafa (*Medicago sativa* L.) e de coast cross (*Cynodon dactylon* cv Coastal) e avaliar o efeito da restrição alimentar e a inclusão dos fenos sobre o desempenho, características digestivas e viabilidade econômica de frangos de corte machos de crescimento lento ISA Label JA57 (pescoço pelado). No **Experimento I** foi realizado um ensaio de digestibilidade, utilizando 108 frangos de corte, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. As rações-teste foram compostas de 70% de ração-referência (à base de milho e farelo de soja) e 30% do alimento a ser testado, feno de alfafa e feno de coast cross. Os fenos de alfafa e coast cross apresentaram 1.173 kcal e 1.316 kcal de EMA/kg, 1.143 kcal e 1.297 kcal de EMAn/kg, respectivamente, expressos na matéria seca. No **Experimento II** foram utilizados 272 frangos de corte, dos 21 aos 70 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, quatro repetições e 17 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em alimentação concentrada à vontade (consumo controle), restrição alimentar (80% do consumo controle) e restrição alimentar com inclusão de fenos moídos de alfafa (80% do consumo controle + 20% de alfafa) e coast cross (80% do consumo controle + 20% de coast cross). A restrição alimentar, com e sem a inclusão dos fenos, afetou negativamente ($P < 0,05$) o ganho de peso das aves, entretanto, a conversão alimentar foi melhor ($P < 0,05$) para os animais submetidos somente a alimentação restrita, obtendo também os melhores índices econômicos. As aves submetidas à restrição alimentar e à inclusão dos fenos apresentaram alterações ($P < 0,05$) nos órgãos gastrintestinais e na morfometria intestinal. A inclusão dos fenos na dieta das aves manteve ($P < 0,05$) a coloração da carne do peito sem influenciar ($P > 0,05$) nas demais variáveis de qualidade da carne.

Palavras-chave: frangos caipira, parâmetros sanguíneos, programa alimentar, umidade de cama

Effect of dietary restriction and inclusion of alfalfa and coast cross hays, on the performance and gastrointestinal characteristics of slow growing broilers

ABSTRACT - Two experiments were carried out in order to determine the energy value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and coast cross (*Cynodon dactylon* cv Coastal) hays and evaluate the effect of dietary restriction and the inclusion of the hay on performance, digestive traits and economic viability of slow growth male broilers of ISA Label JA57 (naked neck) lineage. In Experiment I a digestibility trial was carried out using 108 broilers, which were distributed in a completely randomized experimental design with three treatments, six replicates and six birds per experimental unit. The test-diets were composed of 70% of the reference diet (based on corn and soybean meal) and 30% of the food to be tested. The alfalfa and coast cross hay showed 1,173 kcal and 1,316 kcal of AME / kg, 1,143 kcal and 1,297 kcal of AME / kg respectively, in the dry matter. In Experiment II, 272 broiler chickens were used from 21 to 70 days of age and distributed into a completely randomized experimental design with four treatments, four replicates and 17 birds per experimental unit. The treatments consisted of free concentrated feeding (intake control), dietary restriction (80% of the intake control) and dietary restriction with the inclusion of ground alfalfa hay (80% of the intake control + 20% of alfalfa hay) and coast cross hay (80% of the intake control + 20% of coast cross hay). Dietary restriction, with and without the inclusion of hay, negatively affected ($P<0.05$) weight gain of the birds, however, feed conversion was better ($P<0.05$) for animals submitted only to restricted feeding, also obtaining the best economic index. The birds subjected to food restriction and to hay inclusion showed changes ($P<0.05$) in the gastrointestinal organs and intestinal morphometry. The inclusion of hay in the diets of birds kept the breast meat color without influencing ($P>0.05$) the other variables of meat quality.

Key Words: blood parameters, feeding program, free-range chickens, litter moisture

Introdução

A criação de aves em sistemas alternativos de produção vem se sobressaindo no cenário mundial, buscando atender as novas tendências de consumo, cujas expectativas estão relacionadas à percepção da qualidade psicossocial que a criação de aves caipiras desperta no consumidor. Neste sistema de criação, as aves podem ter acesso a áreas de pastagem que permitam atividades físicas de locomoção e conforto e a ingestão de vegetais, sendo abatidos a partir dos 70 dias de idade, o que confere a carne características físico-químicas e sensoriais diferenciadas, como sabor mais acentuado e consistência firme (Figueiredo & Ávila, 2001; Salles, 2005; Eleroğlu et al., 2013).

Neste contexto, a alimentação seria um dos fatores que mais oneraria os custos de produção na criação animal, principalmente pelo abate tardio das aves, sendo assim, a redução do consumo de grãos, como o milho e a soja, que constituem aproximadamente 80% da composição das rações comerciais, tornar-se-ia atraente em função da oscilação na disponibilidade e custos com estas matérias-primas.

Na busca de informações técnico-científicas, esta atividade demanda de práticas que possibilitam a redução dos custos, tornando a produção eficiente, competitiva e relevante para pequenos e médios produtores rurais. A utilização de programas de restrição alimentar seria uma das formas de minimizar os custos de produção, reduzindo a quantidade de ração consumida ao longo do período de criação, assim como o fornecimento de forragens, desidratadas ou “in natura”, como suplementação (Savino et al., 2007; Lima et al., 2009), evitando problemas de hostilidade decorrentes do menor volume de ração fornecido.

Cabe salientar que, a restrição alimentar quando mal planejada ou conduzida, pode acarretar em prejuízos no ganho de peso, na desuniformidade e na conversão alimentar das aves (Longo et al., 1999), também nas alterações morfológicas e fisiológicas nos órgãos do trato gastrointestinal e na mucosa intestinal (Susbilla et al., 2003; Silva et al., 2007). A quantidade e a qualidade da fração fibrosa das forragens também podem comprometer o desempenho das aves, pois pela grande variedade de substâncias constituintes, com propriedades físico-químicas e fisiológicas e interações antinutricionais diversificadas, a digestão e metabolização de nutrientes podem ser prejudicadas, tornando-se fatores limitantes ao crescimento animal (Leeson & Summers, 2001; Costa et al., 2007; Arruda et al., 2010).

Assim, objetivou-se determinar o valor energético dos fenos de alfafa (*Medicago sativa* L.) e coast cross (*Cynodon dactylon* cv Coastal) e avaliar o efeito da restrição alimentar e a inclusão dos fenos de alfafa e de coast cross, sobre o desempenho, a umidade de cama, a morfofisiologia dos órgãos do trato gastrointestinal, a qualidade de carne, os níveis séricos e a viabilidade econômica de frangos de corte de crescimento lento.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situada na região Noroeste do Paraná, em uma altitude de 545 m, latitude 23° 25' Sul e longitude 51° 25' Oeste, e clima classificado como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes, geadas pouco frequentes e precipitação média anual entre 1.500 e 1.600 mm. As médias de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram de 27,75°C, 18,55°C, 76% e 120 mm, respectivamente, no decorrer do período experimental, entre os meses de fevereiro a abril. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UEM (Parecer número 001/2012).

Os fenos de alfafa (*Medicago sativa* L.) e de coast cross (*Cynodon dactylon* cv Coastal) foram analisados quanto à matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2004), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest (1994) e energia bruta (EB). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA/UEM).

Experimento I - Ensaio de digestibilidade dos fenos de alfafa e coast cross

Foram utilizados 108 frangos de corte machos da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado). As aves foram alojadas até o 13º dia em um galpão de alvenaria, recebendo ração à base de milho e farelo de soja. Posteriormente, foram transferidas para gaiolas de metabolismo, de arame galvanizado, e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram constituídas de uma ração-referência (RR), à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), formuladas para atender as exigências nutricionais de frangos de corte de desempenho regular, de acordo com Rostagno et al. (2005). As rações-teste foram compostas de 70% de ração-referência e 30% do alimento a ser testado (feno de alfafa ou feno de coast cross, moídos). Para evitar a apreensão seletiva dos alimentos as rações foram trituradas depois de peletizadas. Os fenos foram adquiridos de produtores da região metropolitana de Maringá-PR.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da ração-referência

Ingredientes (%)	Quantidade
Milho grão	66,25
Farelo de soja (45%)	28,43
Óleo de soja	1,99
Fosfato bicálcico	1,14
Calcário calcítico	0,93
Sal comum	0,400
L-Lisina HCl (78%)	0,194
DL-Metionina (99%)	0,226
L-Treonina (98%)	0,030
Suplemento mineral e vitamínico ¹⁻²	0,400
BHT	0,010
Total	100,00
Valores Calculados	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.075
Proteína bruta (%)	18,40
Cálcio (%)	0,70
Fósforo disponível (%)	0,31
Lisina digestível (%)	1,01
Met+Cis digestível (%)	0,74
Treonina digestível (%)	0,66
Triptofano digestível (%)	0,20

¹Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg.

²Suplemento mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.5 g/kg; Cobre 3000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg; BHT – ButilHidroxiTolueno.

O período experimental teve duração de 19 dias, sendo 14 dias para adaptação às condições experimentais e cinco dias para coleta total de excretas, de acordo com a metodologia descrita por Sakomura & Rostagno (2007).

As excretas de todas as unidades experimentais foram coletadas em bandejas revestidas com sacos plásticos, em intervalos de 12h para evitar contaminação, fermentação e perda de amostra. Para determinar o início e o término da coleta foi utilizado 1% de óxido férrico como marcador, sendo que as excretas não marcadas na primeira coleta e as marcadas na última coleta foram desprezadas. O material coletado

foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente pesados e armazenados em freezer (-20°C) até o final da coleta, quando foi determinado o consumo de ração e a produção total de excretas.

Após o término do período experimental as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e uma amostra de cada repetição foi pré-seca em estufa de circulação forçada a 55°C, por 72h. Em seguida, a amostra foi moída em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1 mm.

As amostras das rações experimentais e das excretas pré-secas e moídas foram analisadas quanto à quantidade de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), seguindo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2004). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (Modelo 6200, *Parr Instruments Co*, EUA). Uma vez obtido os resultados das análises laboratoriais do alimento, da ração-referência, das rações-teste e das excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), por meio de equações de Matterson et al. (1965).

Experimento II – Avaliação de desempenho, morfometria intestinal, pH do conteúdo da moela e intestino, cecos, parâmetros sanguíneos e qualidade da carne

Foram utilizados 272 frangos de corte machos da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado), aos 21 dias de idade, com peso médio inicial de 597 gr, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, quatro repetições e 17 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram (1) Alimentação “ad libitum” - consumo controle; (2) Restrição alimentar - 80% do consumo controle; (3) Restrição alimentar com inclusão de feno moído de alfafa - 80% do consumo controle + 20% de feno de alfafa; (4) Restrição alimentar com inclusão de feno moído de coast cross - 80% do consumo controle + 20% de feno de coast cross.

As aves foram alojadas em um galpão convencional de 15 m de comprimento e 6 m de largura, dividido em boxes de 4,0 m². O material utilizado como cama foi palha de arroz de primeiro uso.

O cálculo da restrição alimentar foi realizado com base no consumo do dia anterior das aves do grupo controle (alimentação “ad libitum”), registrado e ajustado diariamente, no início da manhã. O consumo de água não foi limitado.

Todas as unidades experimentais receberam ração farelada única, formuladas para atender as exigências nutricionais de frangos de corte de desempenho regular, propostas por Rostagno et al. (2005), para as fases de 21 a 49 e 50 a 70 dias de idade (Tabela 2), variando a quantidade de alimento concentrado fornecido e o tipo de feno incluído na dieta.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Fases (dias de idade)	
	21 a 49	50 a 70
Milho	66,25	69,94
Farelo de soja (45%)	28,43	24,85
Óleo de soja	1,99	2,40
Fosfato bicálcico	1,14	0,88
Calcário calcítico	0,93	0,79
Sal comum	0,400	0,400
L- Lisina HCl (78%)	0,194	0,150
DL- Metionina (99%)	0,226	0,170
L- Treonina (98%)	0,030	0,010
Suplemento mineral e vitamínico ¹⁻²	0,400	0,400
BHT	0,010	0,010
Total	100,00	100,00
Valores calculados		
Proteína bruta (%)	18,40	17,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,075	3,150
Cálcio (%)	0,70	0,58
Fósforo disponível (%)	0,31	0,26
Met + Cis digestível (%)	0,74	0,65
Lisina digestível (%)	1,01	0,89
Treonina digestível (%)	0,66	0,58
Triptofano digestível (%)	0,20	0,18

¹(1-21 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.916.670 UI/kg; Vit. D3 583.330 UI/kg; Vit. E 8.750 UI/kg; Vit. K3 433.33 mg/kg; Vit. B1 408.33 mg/kg; Vit. B2 1.333.33 mg/kg; Vit. B12 4.166.67 mcg/kg; Niacina 8.983,33 mg/kg; Pantotenato de cálcio 3.166,67 mg/kg; Ácido Fólico 200 mg/kg; Biotina 25 mg/kg. Suplemento Mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.6 g/kg; Cobre 3.072 mg/kg; Iodo 248 mg/kg; Zinco 12.6 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 61.20 mg/kg; Cobalto 50.40 mg/kg. BHT – ButilHidroxiTolueno. ²(22-70 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2.500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg. Suplemento mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.5 g/kg; Cobre 3000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg. . BHT – ButilHidroxiTolueno.

A mortalidade foi registrada diariamente e as possíveis causas de mortalidade foram determinadas através de necropsia. O programa de iluminação utilizado foi somente luz natural, de aproximadamente 13h de luz. As temperaturas médias, mínima e máxima monitoradas diariamente dentro do galpão, foram, respectivamente, de 21°C e 29°C e a umidade relativa média de 63%. O percentual de mortalidade por tratamento

ficou abaixo dos 2%, sendo considerado um índice normal, não sendo atribuído aos tratamentos aplicados.

As aves e as sobras de rações foram pesadas semanalmente, para cálculo do consumo de ração, do peso médio, do ganho de peso e da conversão alimentar para cada unidade experimental.

Ao término do período experimental amostras da cama de cada unidade experimental foram coletadas em três pontos do box, mantendo-se uma distância mínima de 10 cm de bebedouros e comedouros, para análise de umidade de cama. O material coletado foi homogeneizado, acondicionado em recipientes individuais com pesos conhecidos e secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h.

Ao final do período experimental (70 dias de idade), oito aves de cada tratamento, com peso representativo (média±5%) foram selecionadas e 5,0 mL de sangue foram colhidos, por punção da veia jugular, para obtenção do soro. A determinação dos níveis séricos de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e colesterol HDL (mg/dL), foram realizadas utilizando kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda., Belo Horizonte - Minas Gerais) com leitura em espectrofotômetro, modelo Bioplus-2000 (Bioplus Ltda., São Paulo). Os valores para colesterol VLDL (mg/dL) e LDL (mg/dL) foram calculados por fracionamento, através da equação de Friedewald (Sposito et al., 2007).

Posteriormente, essas aves foram pesadas, insensibilizadas por eletricidade e abatidas por deslocamento cervical para determinação dos pesos relativos (% do peso vivo) dos órgãos do trato gastrintestinal (proventrículo, moela, pâncreas, fígado, intestino delgado e intestino grosso), comprimento do intestino delgado e intestino grosso e colheita de fragmentos (duodeno, jejuno, íleo e ceco) para análise da morfometria intestinal por microscopia de luz.

Para as análises morfométricas seções de 2 cm de cada segmento foram abertos longitudinalmente e transversalmente, lavados com solução salina e acondicionados em recipientes contendo solução de formol tamponado a 10% para fixação dos tecidos. Os cortes foram desidratados em uma série de concentrações crescentes de alcoóis, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Foram confeccionadas lâminas contendo cortes, semisseriados e transversais (sete µm), corados pelo método do ácido periódico-Schiff (PAS) e obtidas imagens em microscópio de luz pelo *software* de captura de imagem Motic Image Plus 2.0 (Colúmbia Britânica, Canadá).

De cada segmento intestinal (duodeno, jejuno, íleo e ceco) foram tomadas 30 medidas para altura (ápice à base), largura (terço médio) e profundidade de criptas para determinação da relação vilos:cripta. Para contagem das células caliciformes, nos segmentos duodeno, jejuno e íleo, foram obtidas dez mensurações/amostra, no terço médio dos vilos, em diferentes cortes, totalizando uma área aproximada de 1 cm², com objetiva de 40X.

O pH do conteúdo da moela foi aferido na luz do órgão com o eletrodo do medidor de pH modelo TESTO® 250 (Testo Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). Os cecos coletados foram seccionados e o conteúdo colhido homogeneizado. Dois gramas de material foram diluídos em 20 mL de água destilada, agitados por 1 min e determinado o pH, com o auxílio do peagâmetro HI 99163 (Hanna Instruments, São Paulo, Brasil).

A qualidade da carne foi avaliada no músculo do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo e na coxa direita de oito aves por tratamento. O pH foi determinado diretamente no filé do peito direito e coxa direita das aves, 15 min e 24h “post mortem” (Olivo et al., 2001), com o auxílio do peagâmetro portátil TESTO® 250 (Testo Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina).

A coloração da carne de peito e de coxa foi mensurada 15 min e 24h “post mortem”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing, São Paulo, Brasil), configurações: luminosidade D65; 0° ângulo de visão e quatro auto-average, em três pontos da superfície da coxa e peito (Van Laack et al., 2000). Os componentes L* (luminosidade – nível de escuro a claro), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul) foram expressos no sistema de cor Cielab.

O músculo do peito do lado esquerdo das aves foi utilizado para análise da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por Nakamura & Katok (1985). As amostras de 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) “in natura” foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 1.500 rpm durante 4 min, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12h e pesadas novamente para o cálculo da CRA, em porcentagem (peso da amostra de carne após centrifugação - peso da amostra após secagem/pelo peso inicial da amostra crua multiplicada por 100).

Para determinação da PPC, os filés de peito foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (Honikel, 1998).

A análise de FC foi realizada com os mesmos filés utilizados para PPC. As amostras foram aparadas, cortadas em três retângulos na forma de paralelepípedos (1,0 x 1,0 x 1,3 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina para determinação da força de cisalhamento em quilograma força (kgf/cm^{-2}) com o auxílio do equipamento Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Jarinu, Brasil), acoplado com a probe 29 Warner-Bratzler Shear Force – mecânico, calibrado com peso-padrão de 5 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min (Froning & Uijtteenboogaart, 1988).

Para verificar a viabilidade econômica do uso de níveis de fornecimento de ração, foi utilizado o preço pago ao produtor pelo quilograma de frango caipira pescoço pelado vivo (R\$ 3,75/kg) e os preços dos ingredientes da ração foram os praticados no Estado do Paraná no mês de janeiro de 2013: milho R\$ 0,60/kg; farelo de soja R\$ 1,13/kg; óleo de soja R\$ 1,68/kg; calcário R\$ 0,18/kg; fosfato bicálcico R\$ 1,31/kg; sal comum R\$ 0,12/kg; premix R\$ 6,50/kg; DL-Metionina R\$ 10,25/kg; L-Lisina R\$ 6,61/kg; L-Treonina R\$ 12,44/kg e BHT R\$ 17,00/kg.

O custo médio de ração (CMR) foi calculado de acordo com a composição centesimal das rações experimentais para frangos de 21-70 dias de idade, o consumo médio de ração das aves para cada tratamento. A receita bruta (RBM) foi calculada a partir do total de ganho de peso das aves e o preço pago ao produtor. A margem bruta (MB) é resultado entre a RBM e o CMR. O índice de rentabilidade (IR) é obtido do quociente MB e CMR. O IR indica a taxa de retorno do capital empregado. O ponto de equilíbrio (PE) mostra o volume exato de produção em que há retorno zero (RBM=CMR). A abordagem econômica, realizada no presente estudo, levou em consideração somente os custos com a alimentação pela finalidade da pesquisa, não abrangendo os demais componentes de custo de produção. Portanto, trata-se do ganho de peso necessário para se cobrir os custos com a alimentação. No caso, infere-se apenas o ponto de equilíbrio parcial.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG-8.0), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa

(1997), sendo as comparações das médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = observação no tratamento i , na repetição j ;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i , (i = consumo controle, 80% controle, 80% controle+alfafa e 80% controle+coast cross);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Experimento I

A composição química dos fenos de alfafa e coast cross, na matéria seca, apresentaram 17,44% e 7,50% de PB, 3,64% e 3,14% de EE, 30,13% e 32,37% de FB, 53,71% e 64,78% de FDN e 34,54% e 40,43% de FDA, respectivamente. Os teores de FB, FDN e FDA indicam baixa relação folha/colmo e parede celular com alta lignificação, demonstrando serem fenos de menor qualidade e baixa capacidade digestiva para animais monogástricos (Van Soest, 1994).

Os valores médios (Tabela 3) de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) dos alimentos avaliados foram inferiores aos apresentados por Costa et al. (2007), ao trabalhar com nível de 30% de substituição e fenos de feijão-bravo (FFB), jureminha (FJ) e maniçoba (FM), com frangos de corte da linhagem Ross, e obter valores de 3.159, 3.315 e 2.638 kcal de EMA/kg e 2.797, 2.909 e 2.267 kcal de EMAn/kg para FFB, FJ e FM, respectivamente, na matéria natural. No entanto, estes mesmos autores, ao utilizarem o nível de substituição de 15%, observaram aumento nos valores de EMA e EMAn da dieta. Esta diferença evidencia que o nível de substituição interfere no aproveitamento do alimento, principalmente ingredientes de alta fração fibrosa, que tendem a reduzir a digestibilidade dos nutrientes por alterar a taxa de passagem da digesta e/ou prejudicar a atividade enzimática durante o processo de digestão (Krás et al., 2013). Ao testar alimentos fibrosos, Sakomura & Rostagno (2007) recomendam a substituição de até 20%, por que os níveis superiores poderiam subestimar os valores de energia do alimento.

Tabela 3 - Valores de energia (média \pm erro-padrão) dos fenos de alfafa e coast cross, na matéria seca, determinados com frangos de corte de crescimento lento

	Alfafa	Coast cross	CV (%)
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	1.173,35 \pm 49,23	1.315,54 \pm 91,76	13,23
Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (kcal/kg)	1.142,91 \pm 50,25	1.297,24 \pm 93,02	13,70

Médias seguidas por letras diferem entre si na mesma linha ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

CV – coeficiente de variação.

Os valores de EMA e EMAn podem ser atribuídos a limitações na capacidade de atuação das enzimas endógenas, ocasionadas pela habilidade higroscópica das fibras, com consequente aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, resultando na redução dos processos digestivos, especialmente das frações proteica e energética dos alimentos (Arruda et al., 2011). A descamação epitelial, ocasionada pela ação abrasiva do complexo celulolítico da parede estrutural dos vegetais, pode aumentar as perdas endógenas de proteína, influenciando no balanço e coeficiente de digestibilidade do nitrogênio (Furtado et al., 2011).

A idade das aves também pode ter interferido na obtenção de baixos valores de EMA e EMAn, pois aparentemente aves em crescimento são mais sensíveis ao efeito diluidor da fibra sobre a energia metabolizável (Ferreira, 1994). Para aves de 56 a 70 dias e 84 a 98 dias de idade, Arruda et al. (2010) obtiveram valores de 2.094,70 kcal e 2.223,69 kcal de EMA/kg, respectivamente, ao avaliar a digestibilidade do feno de leucena, em frangos de corte da linhagem Isa Label. Em adição, a contribuição dos ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos pelos micro-organismos intestinais e que são absorvidos pelo organismo como fonte de energia, pode ser comprometida pela limitada capacidade de digestão e absorção destes compostos, em função da idade das aves e teor de celulose e lignificação da parede celular das forrageiras (Carré et al., 1995; Savón, 2002).

Alterações na relação conteúdo celular/parede celular ocorrem com o avanço da maturidade fisiológica da planta e acarretam mudanças na composição química e no valor nutricional das forrageiras, dificultando o aproveitamento da fibra via fermentação cecal, em animais monogástricos (Pettersson et al., 1994).

Em média, o consumo (MSI) e a excreção (MSE) de matéria seca das rações-teste foram maiores que os da ração-referência, representando valores superiores de 8,52% para MSI e 67,70% para MSE. Para Warpechowski & Ciocca (2002), existe uma relação negativa entre um determinado nível de consumo de alimento com a capacidade de digerir os nutrientes. O acréscimo no consumo em dietas diluídas com alimentos

fibrosos pode estar associado com a maior da taxa de passagem e reduzido volume de armazenamento dos cecos e cólon dos frangos, principalmente quando o aumento for de frações de fibra insolúvel (Warpechowski & Ciocca, 2002).

Experimento II

A restrição alimentar e a restrição com inclusão dos fenos de alfafa e coast cross resultaram na diminuição do ganho de peso ($P<0,05$) das aves (Tabela 4). Os animais submetidos à restrição alimentar apresentaram a melhor ($P<0,05$) conversão alimentar, demonstrando que, em algumas situações, aves sujeitas à restrição alimentar conseguem aumentar a eficiência na digestão do alimento ingerido, melhorando a conversão alimentar (Pletsch et al., 2009).

Tabela 4 - Desempenho (média \pm erro-padrão) e umidade de cama de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta

Tratamentos	Ganho peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar	Umidade de cama (%)
Consumo <i>ad libitum</i>	2440,25 \pm 7,60 ^a	6734,25 \pm 82,52 ^a	2,760 \pm 0,05 ^b	21,62 \pm 1,21
80% controle	2180,00 \pm 20,68 ^b	5413,00 \pm 00,00 ^c	2,483 \pm 0,05 ^c	20,55 \pm 0,41
80% controle + alfafa	2025,00 \pm 30,37 ^c	6470,50 \pm 48,45 ^b	3,196 \pm 0,06 ^a	21,46 \pm 0,86
80% controle + coast cross	2065,75 \pm 14,17 ^c	6365,00 \pm 34,24 ^b	3,081 \pm 0,06 ^a	21,63 \pm 0,66
CV (%)	1,84	1,63	3,67	7,85

^{a-b-c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na mesma coluna ($P<0,05$) pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação.

O menor desempenho e a pior conversão alimentar das aves que tiveram o alimento concentrado restringido e consumiram feno moído (80% controle+alfafa e 80% controle+coast cross) podem ser atribuídos à redução na ingestão diária de energia, alterações na taxa de passagem, viscosidade da digesta, baixa disponibilidade de nutrientes e reduzida fermentabilidade intestinal, gerada pela ingestão de alimentos fibrosos (Bach-Knudsen, 2001; Ponte et al., 2004). Dependendo da concentração de fibras insolúveis encontrada nos alimentos, o tempo de permanência do bolo alimentar no trato gastrintestinal é menor, diminuindo o tempo disponível para digestão e absorção dos nutrientes, limitando o aproveitamento do alimento (Savón, 2002).

Além disso, o complexo fibroso presente nos vegetais fornecidos podem ter interferido na digestão e na disponibilidade de energia e proteína necessárias ao crescimento e manutenção das aves (Ponte et al., 2008), uma vez que, altas

concentrações de fibra aumentam a perda endógena e a diluição da dieta, dificultando a penetração das enzimas na digesta, reduzindo a fração dos nutrientes absorvidos pelo organismo e os teores de energia metabolizável das rações (Janssen & Carré, 1989).

Embora o potencial proteico (Mitidieri, 1983) e o teor de substâncias pécicas, fração fibrosa mais suscetível à ação microbiana (Ferreira, 1994) das leguminosas seja superior, quando comparado às gramíneas, não foi verificada diferença no desempenho dos frangos que consumiram os fenos de alfafa e coast cross. Sendo assim, pode-se considerar que o consumo do feno moído teve baixa contribuição no aporte de nutrientes necessários para o desenvolvimento das aves.

Não foi observada influência ($P>0,05$) dos tratamentos na umidade da cama (Tabela 4), embora se relacione à presença de altas concentrações de fibra, com o acréscimo da retenção de água no intestino, e a capacidade de hidratação da fibra, com a produção de excretas mais aquosas, com consequente aumento da umidade da cama (Bellaver et al., 2005; Brum Júnior et al., 2007).

Os pesos relativos do proventrículo, da moela, do fígado, do intestino delgado, do intestino grosso e o comprimento do intestino delgado e do intestino grosso foram alterados ($P<0,05$) pela restrição alimentar e pela restrição com inclusão de feno, independente do tipo de feno utilizado na dieta, embora, não foi observada diferença ($P>0,05$) no peso relativo do pâncreas (Tabela 5).

Tabela 5 - Peso relativo dos órgãos, comprimento intestino e pH do conteúdo da moela e cecos (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta

	Consumo "ad libitum"	80% controle	80% controle + alfafa	80% controle + coast cross	CV (%)
Proventrículo (%)	0,37 \pm 0,02 ^{ab}	0,30 \pm 0,01 ^b	0,43 \pm 0,02 ^a	0,41 \pm 0,02 ^a	12,96
Moela (%)	2,08 \pm 0,03 ^b	1,89 \pm 0,03 ^b	2,84 \pm 0,18 ^a	2,78 \pm 0,11 ^a	9,14
Pâncreas (%)	0,22 \pm 0,02	0,22 \pm 0,01	0,26 \pm 0,03	0,22 \pm 0,01	17,19
Fígado (%)	2,74 \pm 0,08 ^a	1,96 \pm 0,02 ^b	2,45 \pm 0,16 ^{ab}	2,52 \pm 0,16 ^a	10,15
Intestino delgado (%)	3,14 \pm 0,09 ^b	2,73 \pm 0,05 ^c	3,53 \pm 0,06 ^a	3,62 \pm 0,13 ^a	5,13
Intestino grosso (%)	0,48 \pm 0,05 ^b	0,47 \pm 0,03 ^b	0,70 \pm 0,02 ^a	0,68 \pm 0,03 ^a	11,99
Intestino delgado (cm)	195,63 \pm 3,52 ^a	170,88 \pm 2,51 ^b	196,25 \pm 6,40 ^a	194,38 \pm 4,77 ^a	4,80
Intestino grosso (cm)	45,91 \pm 1,55 ^{ab}	42,07 \pm 2,24 ^b	49,84 \pm 1,40 ^a	48,99 \pm 1,00 ^a	6,90
pH Moela	2,66 \pm 0,17	2,61 \pm 0,13	2,70 \pm 0,07	2,53 \pm 0,08	8,98
pH Ceco	6,60 \pm 0,04	6,85 \pm 0,05	6,68 \pm 0,20	6,83 \pm 0,10	3,45

^{a-b-c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na mesma linha ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

CV - Coeficiente variação.

As aves submetidas à restrição alimentar apresentaram menor ($P < 0,05$) peso relativo do intestino delgado e comprimento do intestino delgado, quando comparado aos demais tratamentos. Esta diminuição do peso e comprimento dos órgãos pode ter sido ocasionada pela sua menor atividade mecânica e metabólica (Macari et al., 1994).

Segundo Sprat et al. (1990), 30% da energia consumida é gasta com o funcionamento do intestino, fígado e trato reprodutivo de matrizes pesadas, embora estes representem apenas 4% do peso corporal das aves, portanto, em períodos de restrição alimentar, a exigência de energia para manutenção pode ser reduzida.

As aves submetidas à restrição alimentar com suplementação dos fenos de alfafa e coast cross apresentaram maior peso relativo ($P < 0,05$) da moela, intestino delgado, intestino grosso e comprimento do intestino delgado e intestino grosso, embora estes não tenham diferido do tratamento consumo à vontade. Este aumento pode estar relacionado ao acréscimo do teor de fibra e volume da dieta dos animais, com conseqüente expansão da digesta, gerando mudanças no perfil de crescimento do trato gastrintestinal (Mourão et al., 2008; Mossami, 2011).

A inclusão dos fenos de alfafa e de coast cross favoreceu o peso relativo da moela, em função do aumento no volume e tamanho das partículas do bolo alimentar, exigindo maior atividade mecânica do músculo, com conseqüente ganho de massa muscular, permitindo respostas rápidas na contração da moela, no momento do fluxo e refluxo do bolo alimentar, que ocorre entre a moela e o duodeno (Ribeiro et al., 2002), evidenciando uma relação direta entre tamanho das partículas do alimento, tempo de permanência do alimento na moela com a contração e hipertrofia da musculatura (Jiménez-Moreno et al., 2009).

A maior ingestão de fibras (fração solúvel e insolúvel dos fenos) pode ter desencadeado aumento das atividades físicas e químicas do intestino delgado, gerando hiperplasia adaptativa da mucosa intestinal, com conseqüente aumento do volume intestinal, na tentativa de melhorar a capacidade digestiva (Hetland & Svihus, 2001; Braz et al., 2011). A matriz fibrosa dos alimentos pode funcionar como uma barreira, dificultando a penetração das enzimas responsáveis pela digestão dos nutrientes, que se encontra comprometida pelo aumento do bolo fecal e pela passagem mais rápida da digesta através do trato digestivo (Hetland et al., 2004; Tabook et al., 2006).

O aumento do peso e comprimento do intestino grosso pode ter ocorrido pela maior fermentação nos cecos e multiplicação de células de reposição na mucosa cecal (Olkowski et al., 2005), ocasionado pela ingestão do feno, assim como o volume de excreta presente nos cecos, pois, a fração não digerida da digesta que entra nos cecos é retida por um período

maior que no restante do trato digestivo, uma vez que a parte do alimento presente nos cecos, cerca de 10 a 12% do volume total presente no intestino, requer até 72h para ser excretado (Mendes, 2001).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o pH do conteúdo da moela e cecos, entretanto, o consumo alimentar constante pode ocasionar maior liberação de secreções gástricas com consequente redução do pH da moela, diferente do que acontece com animais submetidos a períodos de jejum (Furlan et al., 2001; Hetland et al., 2005). Com relação ao pH cecal pode-se inferir que os processos fermentativos, decorrentes da digestão microbiana, foram limitados ou insuficientes para modificar o pH, independente da restrição alimentar ou inclusão de fenos na dieta das aves (Mendes, 2001; Arruda et al., 2011).

Foi observada influência ($P<0,05$) dos tratamentos na altura de vilo, profundidade de cripta, relação vilo:cripta e número de células caliciformes, sem alterações ($P>0,05$) na largura de vilo (Tabela 6).

Tabela 6 - Altura de vilo, largura de vilo, profundidade de cripta, relação altura de vilo:profundidade de cripta e número de células caliciformes (média \pm erro-padrão) dos segmentos do intestino delgado e grosso de frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta

Segmentos	Consumo “ad libitum”	80% controle	80% controle + alfafa	80% controle + coast cross	CV (%)
Altura de vilo (μm)					
Duodeno	1524,98 \pm 28,37 ^b	1357,83 \pm 52,07 ^c	1662,45 \pm 25,08 ^a	1657,65 \pm 17,09 ^a	25,26
Jejuno	1001,36 \pm 46,24	967,45 \pm 58,47	944,54 \pm 19,08	1058,66 \pm 48,05	7,91
Íleo	677,59 \pm 89,22	539,21 \pm 30,63	650,17 \pm 37,23	691,78 \pm 49,10	22,08
Ceco	201,67 \pm 3,26 ^a	193,82 \pm 3,64 ^a	217,77 \pm 3,04 ^b	214,49 \pm 2,29 ^b	14,94
Largura de vilo (μm)					
Duodeno	125,71 \pm 13,76	127,81 \pm 1,59	120,80 \pm 7,20	117,43 \pm 5,50	11,66
Jejuno	124,14 \pm 4,82	145,95 \pm 24,72	105,38 \pm 7,49	112,89 \pm 7,49	19,87
Íleo	151,28 \pm 9,91	168,75 \pm 13,60	151,98 \pm 5,49	129,40 \pm 21,18	18,72
Profundidade da cripta (μm)					
Duodeno	117,43 \pm 7,74 ^b	107,44 \pm 2,51 ^b	155,39 \pm 2,54 ^a	173,40 \pm 8,06 ^a	26,56
Jejuno	128,18 \pm 5,55 ^{bc}	114,42 \pm 7,26 ^c	143,26 \pm 2,55 ^{ab}	167,50 \pm 8,00 ^a	28,11
Íleo	117,83 \pm 12,69	87,87 \pm 5,48	115,24 \pm 5,05	110,63 \pm 11,16	17,19
Ceco	104,14 \pm 5,58 ^{ab}	93,65 \pm 5,34 ^b	113,14 \pm 3,69 ^a	113,62 \pm 2,15 ^a	8,47
Relação vilo:cripta					
Duodeno	14,32 \pm 0,93 ^a	13,86 \pm 0,52 ^a	11,20 \pm 0,22 ^b	10,27 \pm 0,29 ^b	7,88
Jejuno	8,37 \pm 0,47 ^a	8,98 \pm 0,11 ^a	6,93 \pm 0,13 ^b	6,42 \pm 0,32 ^b	6,71
Íleo	8,02 \pm 1,04	4,81 \pm 0,32	6,04 \pm 0,63	6,55 \pm 0,54	22,40
Ceco	2,11 \pm 0,05	2,09 \pm 0,10	1,93 \pm 0,08	1,91 \pm 0,02	6,95
Células caliciformes (cm^2 de vilo)					
Duodeno	359,75 \pm 23,57	298,25 \pm 67,81	371,50 \pm 28,36	364,25 \pm 34,73	24,29
Jejuno	780,50 \pm 30,16	439,00 \pm 31,46	517,75 \pm 9,92	520,00 \pm 24,80	10,50
Íleo	508,00 \pm 31,95 ^b	473,25 \pm 50,55 ^b	699,75 \pm 40,27 ^a	683,25 \pm 25,29 ^a	12,93

^{a-b-c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na mesma linha ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

CV - Coeficiente variação.

A menor ($P < 0,05$) altura de vilos, no duodeno, e profundidade de cripta, no jejuno, demonstrada pelos frangos que tiveram seu alimento restrito pode estar associada à regressão da mucosa intestinal ocasionada pela diminuição na taxa de renovação e divisão celular nas criptas (Hansen et al., 1992).

As aves submetidas à restrição com inclusão dos feno apresentaram maior ($P < 0,05$) altura de vilos no duodeno e ceco e profundidade de cripta no duodeno, sem diferir do tratamento consumo à vontade no segmento ceco. Foi observado menor ($P < 0,05$) relação vilos:cripta, nos segmentos duodeno e jejuno e aumento ($P < 0,05$) do número de células caliciformes no íleo.

O efeito abrasivo da digesta sobre a mucosa, ocasionado pela ingestão de altos teores de fibra, pode ter promovido hiperplasia das células intestinais, gerando aumento no tamanho do vilos e maior atividade das criptas para assegurar o processo constante de reposição das perdas celulares da região apical dos vilos (Boleli et al., 2002), assim como o incremento da produção de células caliciformes na tentativa de proteger a mucosa intensificando a produção de glicoproteínas, que atuam como um muco protetor, para manter a integridade do tecido epitelial (Montagne et al., 2003).

Os menores ($P < 0,05$) valores da relação vilos:cripta, nos segmentos duodeno e jejuno, demonstrada pelos animais restritos com inclusão de feno de alfafa e coast cross, indicam que houve piora nos processos de digestão e absorção de nutrientes e aumento das perdas energéticas com renovação celular, disponibilizando menor quantidade de energia para o crescimento e manutenção de outros tecidos (Silva et al., 2009).

Os valores de CRA, PPC, FC e pH da carne do peito e da coxa não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos. A restrição alimentar com inclusão de volumoso alterou ($P < 0,05$) a intensidade da cor amarela (b^*) na carne do peito, 15 min e 24h “post mortem” (Tabela 7).

A maior intensidade da coloração amarela (b^*) da carne do peito pode ter sido influenciada pela ingestão de carotenoides presentes no milho e forragens. Embora os teores de carotenos sejam superiores nas leguminosas (Moreira et al., 2012), não foram observadas diferenças nos valores de b^* , 7,40 e 7,26, para os feno de alfafa e coast cross, respectivamente. A inclusão do volumoso conseguiu suprir a demanda de carotenoides, necessária para pigmentação da carne do peito, pois não houve diferença nos valores de b^* para os tratamentos consumo à vontade e consumo restrito com suplementação de feno.

Tabela 7 - Qualidade da carne (média ± erro-padrão) mensurada em frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta

	Consumo <i>ad libitum</i>	80% controle	80% controle + alfafa	80% controle + coast cross	CV (%)
Capacidade de retenção de água (%)	66,19±0,27	68,55±0,42	68,28±1,06	68,81±0,41	1,9
Perda de peso por cocção (%)	25,84±0,89	23,34±0,92	23,31±0,82	24,17±0,85	6,86
Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	4,93±0,17	4,73±0,43	4,40±0,45	4,82±0,17	14,18
15 min “post mortem”					
Peito					
pH	6,56±0,09	6,48±0,10	6,57±0,05	6,44±0,11	2,79
Luminosidade (L)	45,53±1,03	46,93±0,92	43,86±1,08	45,19±0,80	4,26
Intensidade de vermelho/verde (a*)	4,15±0,13	3,96±0,07	4,08±0,30	4,03±0,12	8,74
Intensidade de amarelo/azul (b*)	6,83±0,13 ^{ab}	6,48±0,15 ^b	7,40±0,12 ^a	7,26±0,21 ^a	4,46
Coxa					
pH	6,30±0,08	6,45±0,07	6,30±0,03	6,28±0,07	2,05
Luminosidade (L)	51,46±1,31	51,03±0,79	49,34±0,58	48,94±0,91	3,74
Intensidade de vermelho/verde (a*)	7,53±0,52	7,28±0,78	7,63±0,47	7,87±0,80	17,75
Intensidade de amarelo/azul (b*)	6,96±0,43	7,07±0,38	7,35±0,36	7,53±0,56	12,13
24h “post mortem”					
Peito					
pH	5,62±0,04	5,50±0,03	5,61±0,05	5,58±0,05	1,65
Luminosidade (L)	49,52±0,79	50,60±0,83	49,12±0,56	50,35± 0,55	2,79
Intensidade de vermelho/verde (a*)	4,22±0,36	4,00±0,44	4,85±0,74	4,64±0,60	11,70
Intensidade de amarelo/azul (b*)	5,88±0,27 ^b	5,90±0,53 ^b	8,21±8,21 ^a	7,73±7,73 ^a	10,78
Coxa					
pH	5,65±0,05	5,53±0,04	5,63±0,05	5,58±0,05	1,69
Luminosidade (L)	50,43±0,96	51,47±1,72	50,70±1,23	52,70±1,10	5,01
Intensidade de vermelho/verde (a*)	6,65±0,55	6,77±0,68	6,01±0,64	6,86±0,47	17,96
Intensidade de amarelo/azul (b*)	5,88±0,27	5,17±0,49	6,13±0,71	5,80±0,50	18,08

^{a-b-c} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si na mesma linha (P<0,05) pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente variação.

O efeito da ingestão de gramíneas e leguminosas, desidratadas ou “in natura”, sobre a coloração da carne de frangos, criados em sistemas confinados ou com acesso à pastagem foi demonstrado por Castellini et al. (2002), Ponte et al. (2004), Mourão et al. (2008) e Lichovníková et al. (2009).

A determinação da força de cisalhamento (FC) demonstrou um valor médio de 4,72 kgf/cm², indicando uma carne menos macia quando comparada ao frango industrial (Fanatico et al., 2005; Coelho et al., 2007; Silva, 2012).

A redução nos valores de pH observado na avaliação 24h, quando comparado há 15 min “post mortem”, na carne do peito e da coxa pode ser considerada normal, pois a energia acumulada no músculo é transformada em ácido lático que é acumulado nas células diminuindo o pH da carne. Assim como o aumento nos valores de L, uma vez que existe uma correlação negativa com o pH e, pelo processo de desnaturação proteica que interfere na quantidade de luz refletida através das fibras, a carne se torna mais pálida (Olivo et al., 2001).

As diferenças entre os atributos físicos de coloração encontradas na carne do peito e da coxa estão relacionados à demanda de oxigênio e atividade muscular, que refletem na concentração de mioglobina no músculo (Barbut, 1993). As fibras da coxa são de menor calibre, possuem maior irrigação sanguínea e quantidade de mioglobina, tornando a carne mais escura, ao contrário do peito que possui coloração mais branca (Faria et al., 2009).

As concentrações séricas de glicose, triglicerídeos, colesterol total, colesterol LDL, colesterol VLDL e colesterol HDL não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos, aos 70 dias de idade (Tabela 8). Utilizando como referência a faixa de variação de glicose (200 a 500), relatada por Schmidt et al. (2007), triglicerídeos (136 a 164) e colesterol total (72 a 130), descrita por González et al. (2001), para frangos sadios, conclui-se que os valores encontrados podem ser considerados normais, independente do tratamento.

A concentração de glicose no sangue varia de acordo com o ritmo circadiano do animal (Schmidt et al., 2007), mantida por glicogenólise hepática e, mesmo em períodos de restrição alimentar, as aves não diminuem a utilização de glicose, pois a energia necessária será obtida com a redução de gorduras e mobilização de proteínas, resultando na perda de massa muscular (Campbell, 2004).

Tabela 8 - Variáveis sanguíneas (média \pm erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 70 dias de idade, submetidos à restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross) na dieta

	Consumo “ad libitum”	80% controle	80% controle + alfafa	80% controle + coast cross	CV (%)
Glicose (mg/dL)	205,53 \pm 5,59	220,85 \pm 6,73	209,91 \pm 3,15	225,50 \pm 5,11	4,93
Triglicerídeo (mg/dL)	94,76 \pm 2,52	100,93 \pm 3,34	98,25 \pm 3,67	99,65 \pm 3,18	6,52
Colesterol Total (mg/dL)	100,13 \pm 1,70	108,15 \pm 2,05	104,44 \pm 2,30	102,08 \pm 5,63	4,24
Colesterol HDL (mg/dL)	54,88 \pm 2,05	59,81 \pm 1,85	61,44 \pm 0,97	57,69 \pm 2,30	6,38
Colesterol VLDL (mg/dL)	18,95 \pm 0,50	20,19 \pm 0,67	19,65 \pm 0,73	19,93 \pm 0,64	3,40
Colesterol LDL (mg/dL)	26,30 \pm 1,64	28,15 \pm 2,09	23,35 \pm 1,41	24,47 \pm 0,91	12,29

Teste de Tukey (P>0,05).

CV - Coeficiente variação.

Os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos não apresentaram diferenças (P>0,05), possivelmente em função do efeito da fibra insolúvel no organismo estar mais relacionado com a regularização do funcionamento intestinal, ocasionado pelo aumento da taxa de passagem e volume do bolo fecal, sem muita interferência na redução do colesterol plasmático (Chau & Huang, 2005).

Os valores de colesterol HDL e LDL apresentados indicam que os frangos não apresentaram condições deletérias de saúde, pois se considera ideal que os níveis de HDL sejam superiores aos de LDL, uma vez que as lipoproteínas de alta densidade recolhem o colesterol das células e o transportam de volta ao fígado para ser reprocessado, diminuindo o colesterol em circulação (Puppín, 2004).

Os resultados obtidos na análise de viabilidade econômica, no período de 21 a 70 dias de idade, demonstram que a margem bruta foi positiva em todos os tratamentos (Tabela 9). Contudo, as aves submetidas somente à restrição alimentar (80% do consumo controle) obtiveram a maior margem bruta, assim como o menor custo de ração por kg de peso vivo do frango produzido, resultando no melhor índice de rentabilidade e ponto de equilíbrio. O maior ganho de peso das aves ocorreu no tratamento alimentação “ad libitum” (consumo controle), obtendo-se a maior receita bruta. Embora os tratamentos restrição alimentar com suplementação dos fenos de alfafa e coast cross (80% do consumo controle + 20% de feno de alfafa ou feno de coast cross) tenham mostrado resultados inferiores referentes à receita bruta e o ponto de equilíbrio, quando comparado aos demais tratamentos, verificou-se que o índice de rentabilidade foi melhor que o apresentado pelo tratamento alimentação “ad libitum”.

Tabela 9 - Análise econômica (R\$) de programas de alimentação, com uso de restrição alimentar e inclusão de feno (alfafa ou coast cross), para frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 70 dias de idade

Viabilidade econômica	Consumo “ad libitum”	80% controle	80% controle + alfafa	80% controle + coast cross
Custo médio da ração (R\$/kg)	5,76	4,63	5,46	5,31
Receita bruta Total (R\$)	9,15	8,17	7,60	7,75
Margem bruta (R\$)	3,39	3,54	2,14	2,44
Ponto de equilíbrio (kg)	1,54	1,23	1,45	1,41
Índice de rentabilidade (%)	0,59	0,76	0,39	0,46

Avaliando a viabilidade econômica dos programas de alimentação, utilizados na criação de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 70 dias de idade, observa-se que o custo da ração (R\$/kg) e o ponto de equilíbrio foram piores para o tratamento alimentação “ad libitum”, uma vez que o volume de ração consumida foi 19,62%, 10,14% e 11,10% superior aos demais tratamentos: restrição alimentar e restrição alimentar com inclusão de feno de coast cross e de alfafa, respectivamente. Embora o ganho de peso das aves do tratamento alimentação “ad libitum” tenha sido superior as demais, a relação custo total de ração e margem bruta determinou que o melhor índice de rentabilidade fosse atribuído aos animais submetidos somente à restrição alimentar.

Conclusões

Os fenos de alfafa e coast cross apresentaram 1.173 kcal e 1.316 kcal de EMA/kg, respectivamente, na matéria seca. A restrição alimentar comprometeu o ganho de peso das aves e, a adição dos fenos de alfafa e coast cross na dieta, piorou a conversão alimentar além de promover alteração dos órgãos do trato gastrintestinal e efeitos deletérios na morfometria intestinal, porém manteve a pigmentação da carne do peito. Os melhores índices econômicos foram obtidos pelas aves submetidas somente à restrição alimentar.

Referências

- ARRUDA, A.M.V.; FERNANDES, R.T.V.; OLIVEIRA, J.F. et al. Valor energético de fenos de forrageiras do semiárido para aves Isa Label. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.2, p.105-112, 2010.
- ARRUDA, A.M.V.; SOUZA, D.H.; MELO, A.S. et al. Avaliação nutricional do feno de flor de seda com aves caipiras. **Acta Veterinária Brasilica**, v.5, n.3, p.311-316, 2011.
- BACH-KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1, p.3-20, 2001.
- BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, v.26, n.1, p.39-43, 1993.
- BELLAVER, C.; COSTA, C.A.F.; AVILA V.S. et al. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.671-677, 2005.
- BOLELI, I.C. MAIORKA, A. MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. p.75-95.
- BORIN, K.; LINDBERG, E.; OGLE, R.B. Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, n.5-6, p.230-237, 2006.
- BRAZ, N.M., FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M. et al. 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.
- BRUM JÚNIOR, B.D.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G.S.P. et al. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1423-1429, 2007.
- CAMPBELL, T.W. Clinical Chemistry of Birds. In: THRALL, M.A. (Ed.). **Veterinary Hematology and clinical chemistry**. Philadelphia: Williams & Wilkins, 2004. p.479-492.
- CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A.M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, v.36, n.4, p.611-629, 1995.
- CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. **Journal Meat Science**, v.60, n.3, p.219-225, 2002.
- 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.
- COELHO, A.A.D.; SAVINO, A.J.M.; ROSÁRIO, M.F. et al. Características da carcaça e da carne de genótipos de frangos caipiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.1, p.9-15, 2007.
- CONNEL, A.M. Dietary fiber In: JOHNSON, L.R. (Ed.) **Physiology of gastrointestinal tract**. New York: Raven Press, 1981. p.1291-1299.
- COSTA, F.G.P., OLIVEIRA, C.F.S., BARROS, L.R. et al. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.813-817, 2007.

- ELEROĞLU, H.; YILDIRIM, A.; İŞIKLI, N.D. et al. Comparison of meat quality and fatty acid profile in slow-growing chicken genotypes fed diet. **Italian Journal of Animal Science**, v.12, n.3, p. 395-403, 2013.
- FANATICO, A.C.; CAVITT, L.C.; PILLAI, P.B. et al. Evaluation of slowing-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1785-90, 2005.
- FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R. et al. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.
- FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.85-113.
- FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. **Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 185p.
- FRONNING, G.W.; UIJTENBOOGAART, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v.67, n.11, p.1536-1544, 1988.
- FURLAN, R.L.; CARVALHO, N.C.; MALHEIROS, E.B. et al. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.4, p.1-7, 2001.
- FURTADO, D.A.; CARVALHO JUNIOR, S.B.; LIMA, I.D.P. et al. Desempenho de frangos alimentados com feno de maniçoba no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.722-728, 2011.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; HAIDA, K.S.; MAHL, D. et al. Incidência de doenças metabólicas em frangos de corte no sul do Brasil e uso do perfil bioquímico sanguíneo para o seu estudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.141-147, 2001.
- HANSEN, I.K.; KNUDSEN, E.B.; EGGUM, B.O. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. **British Journal of Nutrition**, v.68, n.2, p.451-459, 1992.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, n.3, p.354-361, 2001.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HETLAND, H., SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.38-46, 2005.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- JANSSEN, W.M.M.A.; CARRE, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds. In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition**. London: Butterworths, 1989. p.78-93.
- JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; LÁZARO, R. et al. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. **Poultry Science**, v.88, n.9, p.1925-1933, 2009.

- KRÁS, R.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. et al. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.1, p.15-20, 2013.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the Chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.122-127, 2000.
- LICHOVNÍKOVÁ, M.; JANDÁSEK, J.; JUZL, M. et al. The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. **Czech Journal Animal**, v.54, n.11, p.490-497, 2009.
- LIMA, T.S.; RABELLO, C.B.V.; LIMA, S.P.B. et al. Desempenho de frangos de corte fêmeas caipira submetidos à restrição alimentar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2009]. (CD-ROM).
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; BITTENCOURT, M.R. et al. Efeito da restrição alimentar qualitativa precoce sobre o desempenho, as características do trato gastrointestinal e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1310-1318, 1999.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; NAKAGHI, L.O. Anatomia e histologia funcional do trato digestivo. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – APINCO. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas: APINCO, 1994. p.1-18.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs Connecticut University of Connecticut. **Agricultural Experiment Station, Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MENDES, A.A. Jejum pré-abate em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p.54-59, 2001.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 198p.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n.1-4, p.95-117, 2003.
- MOREIRA, R.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S. et al. Effect of feed restriction with voluntary hay intake on the performance and quality of laying hen eggs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.2, p. 149-154, 2012.
- MOSSAMI, A. **Effects of different inclusions of oat hulls on performance, carcass yield and gut development in broiler chickens**. Uppsala: SLU, Dept. of Animal Nutrition and Management, 2011.
- MOURÃO, J.L.; PINHEIRO, V.M.; PRATES, J.A.M. et al. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, n.4, p.733-743, 2008.
- NAKAMURA, M.; KATOK, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, n.1, p.45-49, 1985.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

- OLKOWSKI, B.I.; CLASSEN, H.L.; WOJNAROWICZ, C. et al. 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.
- PETTERSSON, D.; FRIGARD, T.; AMAN, P. In vitro e in vivo studies on digestion of dietary fibre components in a broiler chicken diet based on rye. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.66, n.2, p.267-272, 1994.
- PLETSCH, C.R.; TERRAES, J.C.; REVIDATTI, F.A. et al. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre La producción de huevos en hembras tipo Campero INTA. **Revista Veterinária**, v.20, n.2, p.86-91, 2009.
- PONTE, P.I.P.; MENDES, I.; QUARESMA, M. et al. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. **Poultry Science**, v.83, n.5, p.810-814, 2004.
- PONTE, P.I.P.J.; PRATES, A.M.; CRESPO, J.P. et al. Restricting the intake of a cereal-based feed in free-range-pastured poultry: effects on performance and meat quality. **Poultry Science**, v.87, n.10, p.2032-2042, 2008.
- PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Acribia, 1994. 581p.
- PUPPIN, S. **Ovo, o mito do colesterol**. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2004. 216p.
- RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ JR, A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.1-7, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SALLES, M. N. G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória: Incaper, 2005. 284p.
- SARTORI, R.R.; GONZALES, E.; DALL PAI, V. et al. Tipos de fibras do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte machos de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p.181-185, 1999.
- SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D.; ROSÁRIO, M.F. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.578-583, 2007.
- SAVÓN, L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.36, n.2, p.91-102, 2002.
- SCHMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E. et al. Patologia clínica em aves de produção: uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.9-20, 2007.
- SILVA, D.C.F. **Comparativo das características das carnes de frango caipira e industrial da região oeste do Rio Grande do Norte**. 2012. 43f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 235p.

- SILVA, M.A.; PESSOTTI, B.M.S.; ZANINI, S.F. et al. Intestinal mucosa structure of broiler chickens infected experimentally with *Eimeria tenella* and treated with essential oil of oregano. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1471-1477, 2009.
- SPOSITO, A.C.; CARAMELLI, B.; FONSECA, F.H. et al. [2007]. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, suppl.1, p.2-19, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0066-82X2007000700002>>. Acesso em: 13 jun. 2013.
- SPRATT, R.S.; BAYLEY, H.S.; McBRIDE, B.W. et al. Energy metabolism of broiler breeder hens. 1. The partition of dietary energy intake. **Poultry Science**, v.65, n.8, p.1339-47, 1990.
- TABOOK, N.M.; KADIM, I.T.; MAHGOUB, O. et al. The effect of date fiber supplemented with an exogenous enzyme on the performance and meat quality of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.47, n.1, p.73-82, 2006.
- TARACHAI, P.; YAMAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. **Poultry Science**, v.79, n.11, p.1578-1585, 2000.
- TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, v. 61, n.7, p.1225-1244, 1982.
- VAN LAAK, R.L.J.M.; LIU, C.H.; SMITH, M.O. et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v.79, n.7, p.1057-1061, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- 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, 19., 2002, Newark. **Proceedings...** Newark: [s.n.], 2002. p.76.
- YAMAUCHI, K.E.; ISSHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorns and broiler chicken from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v.32, n.1, p.67-78, 1991.

IV – Efeito dos níveis de alimentação sobre o desempenho e características da carcaça de frangos de corte de crescimento lento criados com acesso ao pasto

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de alimentação sobre o desempenho, as características digestivas, os parâmetros de carcaça e a viabilidade econômica da criação de frangos de corte de crescimento lento sob regime de acesso ao pasto. Foram utilizados 210 frangos de corte de crescimento lento, da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado), dos 35 aos 90 dias de idade, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso (área de pastagem), com quatro tratamentos, constituídos no fornecimento de 55%, 70%, 85% e 100% de ração mais acesso ao pasto, e um grupo controle, sem acesso ao pasto e consumo à vontade, três repetições e 14 aves por unidade experimental. A redução dos níveis de fornecimento de ração influenciou negativamente ($P<0,05$) o peso médio e ganho de peso, entretanto, as aves que receberam menores quantidades de alimento apresentaram melhor ($P<0,05$) conversão alimentar e aumento da porcentagem de pasto ingerido, nos períodos de 35 a 63 e 35 a 90 dias de idade. Os níveis de fornecimento de ração interferiram ($P<0,05$) no peso relativo dos órgãos gastrintestinais e no pH da moela, que apresentou efeito quadrático ($P<0,05$), com menor valor ao nível de 71,51% de alimento fornecido, aos 90 dias de idade. A porcentagem de gordura abdominal aumentou linearmente ($P<0,05$) com o acréscimo da quantidade de ração oferecida aos animais. O ponto de equilíbrio e o índice de rentabilidade foram mais vantajosos nas aves que receberam 55% de ração + pasto. A redução no fornecimento de ração comprometeu o ganho de peso das aves, no entanto, os frangos que receberam menores quantidades de ração apresentaram melhor conversão alimentar e tiveram maior consumo de pasto e melhor viabilidade econômica.

Palavras-chave: criação alternativa, ingestão pastagem, qualidade da carne, restrição alimentar, viscosidade e pH intestinal

Effect of feeding levels on performance and carcass characteristics of slow growing broilers rose with access to pasture

ABSTRACT - The purpose of the study was to evaluate the effect of different levels of feeding on performance, digestive traits, carcass parameters and the economic viability of slow growing broilers rose under access to pasture. 210 broiler chickens of the lineage ISA Label JA57 (naked neck) were used and distributed into a completely randomized block design (grazing area) with four treatments, consisting of 55%, 70%, 85% and 100% of ration supply plus access to pasture, and a control group (without access to pasture and free intake) with three replicates and 14 birds per experimental unit. The reduction in the levels of food supply negatively influenced ($P<0.05$) average weight and weight gain, however, the birds that received smaller amounts of food had better ($P<0.05$) feed conversion and increase in the percentage of pasture intake at the periods of 35 to 63 and 35 to 90 days of age. The levels of food supply affected ($P<0.05$) the relative weight of the gastrointestinal organs and the gizzard pH, with the lowest level at 71.51% of food given at 90 days of age. The percentage of abdominal fat increased linearly ($P<0.05$) with the addition of the quantity of food supply offered to the animals. The breakeven and profitability index were more advantageous in birds fed 55% of ration + pasture. The reduction in the supply of ration, impaired the weight gain of the birds, however, the chickens that received smaller amounts of food presented better feed conversion and had higher pasture intake and better economic viability.

Key Words: alternative creation, feed restriction, intestinal viscosity and pH, meat quality, pasture intake

Introdução

A produção de aves criadas em sistemas alternativos vem se desenvolvendo notavelmente nos últimos anos, destacando-se pela agregação de valores a um produto diferenciado. O mercado para estes produtos, como carne e ovos, apresenta perspectivas de ascensão por não concorrerem diretamente com os produzidos pela avicultura industrial e atenderem a demanda de uma população economicamente ativa e exigente, que busca qualidade sanitária, nutricional e organoléptica nos alimentos consumidos (Bastianelli, 2001).

Mas, para alcançar a eficiência produtiva e tornar a atividade rentável se faz necessária a adoção de algumas técnicas, principalmente no que diz respeito à nutrição, pois atualmente frangos de corte de crescimento lento são alimentados basicamente com ração comercial, consumindo um grande volume de alimento. Assim, há uma procura constante por programas de alimentação que possam reduzir os custos de produção sem prejudicar o desempenho zootécnico e as condições de bem-estar dos animais.

Práticas que envolvam a restrição da ração e suplementação alimentar, com fornecimento de forragens (gramíneas e leguminosas), fundamenta-se na melhoria da conversão alimentar e redução do teor de gordura da carcaça dos animais, buscando estimular o consumo de alimentos alternativos e seus compostos bioativos para que possam contribuir também nas características qualitativas da carne (Takahashi et al., 2006; Ponte et al., 2007; Mourão et al., 2008). Entretanto, alimentos com altos teores de fibra normalmente apresentam baixa digestibilidade, podendo retardar o desenvolvimento das aves (Savón, 2002).

O fornecimento de restos de hortaliças, frutas, tubérculos e outras espécies vegetais já ocorre na criação de aves caipiras de fundo de quintal, sendo atribuída a estes alimentos a produção de ovos com gemas mais pigmentadas (Figueiredo & Ávila, 2001) e melhorias na qualidade da carne (Sogunle et al., 2012). A contribuição da ingestão de forragens “in natura” no crescimento de frangos de corte de crescimento lento já foi demonstrada por Ponte et al. (2008), sendo que, pastagens melhoradas com leguminosas podem promover melhores resultados (Buchanan et al., 2007). Ainda neste sentido, a redução da quantidade de ração fornecida às aves pode ser utilizada para estimular o consumo de pasto (Horsted et al., 2007).

Apesar da importância da alimentação e do uso de alimentos alternativos na criação de frangos, em sistemas não convencionais, existe escassez de informações na utilização racional de dietas que assegurem sua eficácia. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da redução no fornecimento de ração sobre o desempenho, a qualidade da carne, os parâmetros de carcaça, a viabilidade econômica e o perfil bioquímico do sangue de frangos de corte de crescimento lento criados com e sem acesso ao pasto.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nos setores de Avicultura e Agroecologia da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situada na região Noroeste do Paraná, em uma altitude de 545 m, latitude 23° 25' Sul e longitude 51° 25' Oeste, e clima classificado como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes, geadas pouco frequentes e precipitação média anual entre 1.500 e 1.600 mm. As médias de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram de 29,5°C, 18,5°C, 70% e 119 mm, respectivamente, no decorrer do período experimental, entre os meses de outubro a dezembro. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UEM (Parecer número 001/2012).

Foram utilizados 210 frangos de corte (lote misto), da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado), com 35 dias de idade e peso médio inicial de 1,047 kg, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso (3 áreas de pastagem), com cinco tratamentos, três repetições e 14 aves por unidade experimental (7 machos e 7 fêmeas).

Os tratamentos consistiram no fornecimento de 55%, 70%, 85% e 100% de alimentação mais acesso ao pasto e, o grupo controle, consumo à vontade sem acesso ao pasto. O cálculo da quantidade de ração fornecida foi realizado tomando-se como base o consumo de referência da linhagem, de acordo com a idade, conforme manual da Globoaves (2011). Esta quantidade de alimento foi oferecida às aves diariamente no final da tarde. O consumo de água não foi limitado.

As rações foram formuladas de forma a atender as exigências nutricionais de frangos de corte de desempenho regular propostas por Rostagno et al. (2005), para as fases de 35 a 49 e 50 a 90 dias de idade (Tabela 1). Para prevenção da coccidiose foi

utilizado o composto inóforo poliéter Lasalocida sódica (Avatec®), na dosagem de 600 gr por tonelada de ração, dos 35 aos 76 dias de idade.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes (%)	Fases (dias de idade)	
	35 a 49	50 a 90
Milho	66,25	69,94
Farelo de soja (45%)	28,43	24,85
Óleo de soja	1,99	2,40
Calcário calcítico	0,93	0,79
Fosfato bicálcico	1,14	0,88
Sal comum	0,400	0,400
DL-Metionina (98%)	0,226	0,170
L-Lisina HCl (78%)	0,194	0,150
L-Treonina (98%)	0,030	0,010
Suplemento mineral e vitamínico ¹⁻²	0,400	0,400
BHT	0,010	0,010
Total	100,00	100,00
Valores calculados		
Proteína bruta (%)	18,40	17,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.075	3.150
Cálcio (%)	0,70	0,58
Fósforo disponível (%)	0,31	0,26
Met + Cis digestível (%)	0,74	0,65
Lisina digestível (%)	1,01	0,89
Treonina digestível (%)	0,66	0,58
Triptofano digestível (%)	0,20	0,18

¹(1-21 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.916.670 UI/kg; Vit. D3 583.330 UI/kg; Vit. E 8.750 UI/kg; Vit. K3 433.33 mg/kg; Vit. B1 408.33 mg/kg; Vit. B2 1.333,33 mg/kg; Vit. B12 4.166,67 mcg/kg; Niacina 8.983,33 mg/kg; Pantotenato de cálcio 3.166,67 mg/kg; Ácido Fólico 200 mg/kg; Biotina 25 mg/kg. Suplemento Mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.6 g/kg; Cobre 3.072 mg/kg; Iodo 248 mg/kg; Zinco 12.6 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 61.20 mg/kg; Cobalto 50.40 mg/kg; BHT – ButilHidroxiTolueno. ²(22-70 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3.000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg. Suplemento mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.5 g/kg; Cobre 3.000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg; BHT – ButilHidroxiTolueno.

As aves foram alojadas em gaiolas móveis, desprovidas de fundo para permitir acesso permanente ao pasto, construídas de arame galvanizado (1,30 x 2,75 x 1,30 m de largura, de comprimento e de altura, sendo disponibilizada uma área de 0,255 m² por ave), cobertas por cortinas de polipropileno amarelas e dotadas de comedouros tipo tubular e bebedouro tipo calha. As gaiolas utilizadas para abrigar os animais pertencentes ao tratamento controle (sem acesso ao pasto) foram mantidas em uma posição fixa, sendo o acesso ao pasto impedido através do uso de cama de casca de arroz, com 20 cm de espessura (Figura 1). A movimentação das gaiolas, nas áreas de

pastagem, foi realizada diariamente, no início da manhã, com o objetivo de estimular o consumo de pasto fresco (Figura 2).



Figura 1 - Tratamento controle.



Figura 2 - Movimentação dos gaiolões.

A pastagem, já implantada em uma área aproximada de 1.000 m², foi composta predominantemente de grama estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst), capim setária (*Setária sphacelata*), capim brachiária (*Brachiaria decumbens*) e grama paulista (*Cynodon C. dactylon*), sendo o solo prevaiente das áreas caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd), de textura franco-areno-argilosa. Para o levantamento da composição florística da pastagem, utilizou-se o método do ponto (Levy & Madden, 1933). O procedimento foi orientado por seis transecções fixas de 10 m por bloco, sendo que a cada 10 cm foram registradas as espécies encontradas.

Para avaliação da composição química da pastagem foi realizada a coleta de 36 amostras (6 amostras por bloco), com o lançamento ao acaso de um quadrado metálico (1 m²) para corte das plantas, rente ao solo (Gardner, 1986). Após a coleta, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, temperatura de 55°C, por 72h e moídas em moinho tipo faca e peneira de 1 mm. A composição química da pastagem, na matéria seca, apresentou 91,14% de MS, 16,37 de PB, 1,62% de EE, 24,64% de FB, 6,99% de MM, 61,61% de FDN e 29,50% de FDA.

Todas as aves das unidades experimentais e as sobras de ração foram pesadas semanalmente, para cálculo do consumo de ração, do peso médio, do ganho de peso e da conversão alimentar para cada repetição. A mortalidade foi registrada diariamente, e as possíveis causas de mortalidade foram determinadas através de necropsia. As temperaturas médias, mínima e máxima, monitoradas, diariamente, foram respectivamente de 17°C e 36°C e a umidade relativa média de 58%. O fotoperíodo foi de aproximadamente 13h de luz natural.

Durante o período experimental foram realizadas duas coletas, aos 63 e 90 dias de idade, selecionando-se 12 aves (6 machos e 6 fêmeas) e 24 aves (12 machos e 12 fêmeas) por tratamento, respectivamente, com peso representativo (média±5%), para as análises das variáveis sanguíneas, peso e comprimento dos órgãos do trato gastrointestinal, pH e viscosidade da digesta, qualidade da carne e rendimento de carcaça e cortes.

Para determinação dos níveis séricos sanguíneos de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e colesterol HDL (mg/dL), 5,0 mL de sangue/ave foram colhidos, por punção da veia jugular, para obtenção do soro. As análises de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e colesterol HDL (mg/dL), foram realizadas utilizando kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda.,

Belo Horizonte - Minas Gerais) com leitura em espectrofotômetro, modelo Bioplus-2000 (Bioplus Ltda., São Paulo). Os valores para colesterol VLDL (mg/dL) e LDL (mg/dL) foram calculados por fracionamento, através da equação de Friedewald (Sposito et al., 2007).

Posteriormente, essas aves foram pesadas, insensibilizadas por eletricidade e abatidas por deslocamento cervical para determinação dos pesos relativos (% do peso vivo) dos órgãos do trato gastrintestinal (proventrículo, moela, pâncreas, fígado, intestino delgado e intestino grosso), comprimento do intestino delgado e intestino grosso, colheita de material para determinação de pH, viscosidade e volume de pasto consumido, considerando o pasto depositado na moela.

Para aferição do pH do conteúdo da moela foi feita uma incisão diretamente no órgão e introduzido o eletrodo do medidor de pH modelo TESTO® 250 (Testo Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). Os segmentos duodeno, jejuno e íleo e os cecos coletados foram seccionados, e homogeneizado o conteúdo colhido. Dois gramas de material referentes ao intestino delgado e aos cecos foram diluídos em 20 mL de água destilada, agitados por 1 min e determinado o pH, com o auxílio do peagâmetro HI 99163 (Hanna Instruments, São Paulo, Brasil).

Na mensuração da viscosidade, o conteúdo retirado do intestino delgado foi homogeneizado, centrifugado a 9.000 rpm durante 10 min e o sobrenadante foi transferido para tubos e armazenados em freezer (-18°C). As amostras foram analisadas em triplicata utilizando-se reômetro Haake Mars (Thermo Electron, Newington, NH, USA) e *software* RheoWhin 3 Job Manager, com placa de geometria 40 mm, temperatura 37°C ($\pm 0,2$) a uma taxa de cisalhamento crescente de 0,1 a 19,0 mPa.s (milipascal por segundo), obtendo-se o valor médio da viscosidade na tensão de 19,0 mPa.s (Lee et al., 2004).

A determinação de pasto consumido foi realizada de acordo com metodologia proposta por Ponte et al. (2008b). O conteúdo existente na moela foi pesado e separado manualmente em alíquotas de ração, pasto e outros materiais. Cada parte foi pesada individualmente e feito o cálculo em porcentagem (peso do pasto multiplicado por 100 e dividido pelo peso total do conteúdo encontrado). Para estimar a quantidade total de pasto consumido, nos períodos avaliados, considerou-se o consumo total de ração e a porcentagem de pasto encontrado na moela (consumo total de ração multiplicado pela porcentagem de pasto dividido por 100).

Para avaliação da qualidade da carne foi coletado o músculo do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo e a coxa direita das aves, aos 90 dias de idade. O pH foi determinado diretamente no filé do peito direito e coxa direita das aves, 15 min e 24h “post mortem” (Olivo et al., 2001), com o auxílio do peagâmetro portátil TESTO® 250 (Testo Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). A coloração da carne de peito e de coxa foi mensurada 15 min e 24h “post mortem”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing, São Paulo, Brasil), configurações: luminosidade D65; 0° ângulo de visão e quatro auto-average, em três pontos da superfície da coxa e peito (Van Laack et al., 2000). Os componentes L* (luminosidade – nível de escuro a claro), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul) foram expressos no sistema de cor Cielab.

O músculo do peito do lado esquerdo das aves foi utilizado para análise da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por Nakamura & Katok (1985). As amostras de 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) “in natura” foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 1.500 rpm durante 4 min, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12h e pesadas novamente para o cálculo da CRA, em porcentagem (peso da amostra de carne após centrifugação - peso da amostra após secagem/pelo peso inicial da amostra crua multiplicada por 100).

Para determinação da PPC, os filés do peito foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente, as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (Honikel, 1998).

A análise de FC foi realizada com os mesmos filés utilizados para PPC. As amostras foram aparadas, cortadas em três retângulos na forma de paralelepípedos (1,0 x 1,0 x 1,3 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina para determinação da força de cisalhamento em quilograma força (kgf/cm²) com o auxílio do equipamento Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Jarinu, Brasil), acoplado com a probe 29 Warner-Bratzler Shear Force – mecânico, calibrado com peso-padrão de 5 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min (Fronning & Uijttenboogaart, 1988).

Para análise de rendimento de carcaça e cortes e percentual de gordura abdominal, após 6h de jejum, as aves foram insensibilizadas por eletrochoque, sacrificadas, escaldadas, depenadas e evisceradas. Para o cálculo de rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada (sem cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal) em relação ao peso vivo antes do abate. Para o rendimento de cortes foi considerado o rendimento de peito, pernas (coxa e sobrecoxa) com pele e ossos, asas e dorso, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada. Considerou-se gordura abdominal aquela depositada próximo à bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes.

Para verificar a viabilidade econômica do uso de níveis de fornecimento de ração, foi utilizado o preço pago ao produtor pelo quilograma de frango caipira pescoço pelado vivo (R\$ 3,75/kg) e os preços dos ingredientes da ração foram os praticados no Estado do Paraná no mês de janeiro de 2013: milho R\$ 0,60/kg; farelo de soja R\$ 1,13/kg; óleo de soja R\$ 1,68/kg; calcário R\$ 0,18/kg; fosfato bicálcico R\$ 1,31/kg; sal comum R\$ 0,12/kg; premix R\$ 6,50/kg; DL-Metionina R\$ 10,25/kg; L-Lisina R\$ 6,61/kg; L-Treonina R\$ 12,44/kg e BHT R\$ 17,00/kg.

O custo médio de ração (CMR) foi calculado de acordo com a composição centesimal das rações experimentais para frangos de 35 a 90 dias de idade, o consumo médio de ração das aves para cada tratamento. A receita bruta (RBM) foi calculada a partir do total de ganho de peso das aves e o preço pago ao produtor. A margem bruta (MB) é resultado entre a RBM e o CMR. O índice de rentabilidade (IR) é obtido do quociente MB e CMR. O IR indica a taxa de retorno do capital empregado. O ponto de equilíbrio (PE) mostra o volume exato de produção em que há retorno zero (RBM=CMR). A abordagem econômica, realizada no presente estudo, levou em consideração somente os custos com a alimentação pela finalidade da pesquisa, não abrangendo os demais componentes de custo de produção. Portanto, trata-se do ganho de peso necessário para se cobrir os custos com a alimentação. No caso, infere-se apenas o ponto de equilíbrio parcial.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997). Após a análise de variância, quando houve diferença ($P < 0,05$), os graus de liberdade foram desdobrados em polinômios e analisados por regressão. Para comparação de resultados entre o tratamento controle

com cada um dos níveis de fornecimento de alimento foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + b_0 + b_1 + b_2i + b_3i^2 + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas relativo a cada unidade experimental j submetida ao nível i de fornecimento de ração (i = 100%, 85%, 70% e 55% de ração fornecida do consumo de referência) em cada bloco k.

μ = média geral de todas as observações

b_0 = constante

b_1 = efeito do bloco (área de pastagem)

b_2, b_3 = são, respectivamente, coeficiente linear e quadrático de regressão da variável dependente em função dos níveis de fornecimento de ração

e_{ijk} = erro experimental

Resultados e Discussão

As análises de variância foram realizadas considerando bloco (área de pastagem) e tratamento como fonte de variação, embora não houvesse significância ($P > 0,05$) para o bloco em nenhuma das variáveis estudadas, assim não será mais abordado o efeito bloco.

Os níveis de fornecimento de ração proporcionaram efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre o peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, dos 35 aos 63 e 35 aos 90 dias de idade (Tabela 2), demonstrando que, a redução do consumo de ração interferiu negativamente no peso médio e ganho de peso das aves. Analisando os resultados de desempenho, podemos inferir que os nutrientes e a energia disponibilizados aos animais, a partir do consumo de alimentos, são utilizados primeiramente para manutenção dos processos orgânicos vitais, sendo o excedente depositado como tecido muscular e adiposo (Oliveira Neto et al., 2000).

Tabela 2 - Desempenho (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto, nos períodos de 35 a 63 e 35 a 90 dias de idade

Níveis alimentação	Peso médio (g)	Ganho peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar (g/g)
35 a 63 dias de idade				
Controle	2316,00 \pm 22,50	1268,00 \pm 23,29	3944,33 \pm 51,70	3,112 \pm 0,03
55%+pasto	2016,67 \pm 23,68*	973,00 \pm 22,85*	2243,00 \pm 0,00*	2,308 \pm 0,05*
70%+pasto	2132,67 \pm 10,48*	1081,00 \pm 11,79*	2854,00 \pm 0,00*	2,641 \pm 0,03*
85%+pasto	2200,66 \pm 31,22*	1154,00 \pm 30,61*	3466,00 \pm 0,00*	3,001 \pm 0,08
100%+pasto	2331,00 \pm 29,00	1284,67 \pm 25,17	4085,00 \pm 32,60*	3,182 \pm 0,05
CV (%)	1,93	3,54	1,43	3,24
Regressão	Linear ¹	Linear ²	Linear ³	Linear ⁴
35 a 90 dias de idade				
Controle	3650,67 \pm 21,50	2602,67 \pm 22,02	9335,68 \pm 136,51	3,587 \pm 0,03
55%+pasto	2806,33 \pm 103,31*	1762,66 \pm 87,64*	5145,67 \pm 26,67*	2,941 \pm 0,18*
70%+pasto	3201,00 \pm 62,62*	2149,33 \pm 64,79*	6550,00 \pm 66,00*	3,052 \pm 0,07*
85%+pasto	3508,67 \pm 15,86	2462,00 \pm 15,57	8035,00 \pm 0,00*	3,264 \pm 0,02*
100%+pasto	3684,67 \pm 34,18	2638,33 \pm 30,36	9513,68 \pm 141,83	3,606 \pm 0,02
CV (%)	2,95	4,43	2,06	4,56
Regressão	Linear ⁵	Linear ⁶	Linear ⁷	Linear ⁸

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05), CV=Coefficiente de variação.

¹ Y= 1647,90+6,74000x (R²=0,99).

⁵ Y= 1779,79+19,6178 (R²=0,97).

² Y= 602,367+6,72000x (R²=0,91).

⁶ Y= 734,256+19,5978x (R²=0,97).

³ Y= -9,30000+40,9200x (R²=1,0).

⁷ Y= -226,567+97,2600x (R²=1,0).

⁴ Y= 1,24037+0,019924x (R²=0,98).

⁸ Y= 2,07591+0,0147053x (R²=0,95).

A melhor conversão alimentar, obtida pelas aves submetidas a menores níveis de fornecimento de ração, dos 35 aos 90 dias de idade, pode estar relacionada à diminuição das taxas metabólicas exigidas para manutenção, em função do decréscimo das perdas energéticas e endógenas, nas reações de síntese e degradação, direcionando a energia ingerida e produzida para o crescimento e manutenção (Khetani et al., 2009; Penz Junior & Bruno, 2011). No entanto, os frangos dos níveis 55%+pasto e 70%+pasto obtiveram um ganho de peso significativamente menor, 20% e 23% nos períodos de 35 a 63 e 35 a 90 dias de idade, respectivamente, quando comparado aos demais tratamentos, possivelmente em função da redução na ingestão diária de energia imposta pela restrição alimentar.

Considerando o consumo de ração (35 a 90 dias de idade), observou-se que a porcentagem de alimento consumido nos tratamentos 55%+pasto, 70%+pasto, 85%+pasto e 100%+pasto correspondeu a 56%, 71%, 87% e 102%, respectivamente, do volume de alimento consumido pelas aves do tratamento controle, atendendo às expectativas propostas pelo programa alimentar utilizado.

Quando comparado cada nível de ração fornecida com o tratamento controle (ração “ad libitum” sem acesso ao pasto), no período de 35 a 63 dias de idade, verificou-se decréscimo ($P < 0,05$) no peso médio e ganho de peso nos níveis de 55%+pasto, 70%+pasto e 85%+pasto e melhor conversão alimentar nos níveis 55%+pasto e 70%+pasto. O consumo de ração diferiu ($P < 0,05$) do tratamento controle em todos os níveis avaliados, sendo maior ($P < 0,05$) ao nível de 100%+pasto. No período de 35 a 90 dias de idade foi observado que os níveis 55%+pasto e 70%+pasto apresentaram comportamento similar ao período anterior (35 a 63 dias de idade), sendo que o nível 85%+pasto mostrou menor e melhor ($P < 0,05$) consumo de ração e conversão alimentar, respectivamente, quando confrontado ao tratamento controle. Assim, pode-se considerar que os animais do nível de 85%+pasto apresentaram o melhor desempenho, demonstrando que o efeito negativo da restrição alimentar sobre a produção depende da sua intensidade (Ponte et al., 2008b; Moreira et al., 2012).

As médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar não diferiram entre o tratamento controle e o nível 100%+pasto, dos 35 aos 90 dias de idade, que teve um consumo de pasto semelhante ao nível 85%+pasto (Tabela 3). Neste contexto pode-se inferir que a ingestão moderada de alimentos de alta fração fibrosa pode resultar em uma ação profícua ao animal através do estabelecimento de uma microbiota benéfica com a redução do pH da moela e ceco (González-Alvaro et al., 2007) e a produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta (AGV) no intestino grosso, que seriam absorvidos e utilizados como fonte de energia para manutenção e integridade da mucosa intestinal (Montagne et al., 2003).

A porcentagem de pasto ingerido, (Tabela 3), a partir do conteúdo encontrado na moela aos 63 e 90 dias de idade, aumentou ($P < 0,05$) conforme foi diminuindo o fornecimento de ração, possivelmente na tentativa de compensar a falta de nutrientes sucedentes da restrição (Moreira et al., 2012).

Embora tenha ocorrido acréscimo no consumo da pastagem, relacionado com a quantidade de ração fornecida, a ingestão estimada de pasto foi equivalente ($P > 0,05$) em todos os tratamentos. A ingestão de alimentos volumosos, que compreendem pastos, fenos e restos de cultura, pode influenciar na sensação de saciedade, pois embora o inglúvio tenha grande capacidade de armazenamento, mecanismos de controle de ingestão podem inibir o consumo de alimentos, seja pela distensão ou armazenamento prolongado de conteúdo no inglúvio (Macari et al., 1994).

Tabela 3 – Pasto ingerido (63 e 90 dias de idade) e ingestão estimada de pasto (35 aos 63 e 35 aos 90 dias de idade) (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

Níveis alimentação	% Pasto ingerido		Ingestão estimada na matéria natural (g)
	Matéria natural	Matéria seca	
	63 dias de idade		35 aos 63 dias de idade
55%+pasto	12,78±0,01	7,29±0,26	163,60±5,79
70%+pasto	12,85±0,57	5,74±0,47	163,73±13,50
85%+pasto	9,91±0,91	4,92±0,20	170,38±6,96
100%+pasto	9,46±0,76	3,82±0,52	155,87±21,56
CV (%)	10,15	12,37	14,31
Regressão	Linear ¹	Linear ²	ns
90 dias de idade		35 aos 90 dias de idade	
55%+pasto	21,86±0,92	11,97±0,72	615,30±33,90
70%+pasto	18,31±0,98	9,59±0,83	628,99±60,06
85%+pasto	12,16±0,57	6,79±0,27	545,33±21,66
100%+pasto	11,83±0,86	6,03±0,43	574,86±48,45
CV (%)	3,39	12,19	12,75
Regressão	Linear ³	Linear ⁴	ns

CV=coeficiente de variação; ns=não significativo.

¹Y= 17,9184-0,0860423x (R²=0,84).

²Y= 11,2567-0,0750448x (R²=0,98).

³Y= 34,7649-0,241594x (R²=0,91).

⁴Y= 19,2367-0,137344x (R²=0,96).

Ao correlacionarmos os resultados de peso médio, ganho de peso e consumo de pasto pode-se observar que frangos submetidos a níveis rigorosos de restrição alimentar não conseguem, a partir da ingestão do pasto, complementar sua dieta e retirar nutrientes suficientes para manutenção e produção, deprimindo seu crescimento (Horsted et al., 2007; Ponte et al., 2008b).

As concentrações séricas de glicose, triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, colesterol VLDL e colesterol LDL de frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, não diferiram (P>0,05) entre os níveis de fornecimento de ração (Tabela 4). Os mecanismos de atuação fisiológica da fibra alimentar podem estar relacionados com o decréscimo do colesterol e glicemia sanguínea (Sarikhani et al., 2009). Seus efeitos são dependentes das propriedades físico-químicas da fibra, sua fonte de origem e forma de utilização (Cerqueira et al., 2008). Possivelmente, a quantidade e disponibilidade de compostos bioativos do alimento ingerido não foram suficientes para alterar os parâmetros sanguíneos avaliados.

Foi observado um decréscimo linear (P<0,05) para os pesos relativos do intestino grosso, aos 63 dias de idade, e moela e intestino grosso, aos 90 dias de idade, sem alterações (P>0,05) para os demais parâmetros dos órgãos do trato gastrointestinal (Tabela 5).

Tabela 4 - Variáveis sanguíneas (média ± erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

	Controle	55%+pasto	70%+pasto	85%+pasto	100%+pasto	CV (%)	Regressão
63 dias de idade							
Glicose (mg/dL)	220,67±6,32	216,50±6,29	217,63±7,72	223,20±5,04	222,28±6,80	13,25	ns
Triglicerídeo (mg/dL)	93,00±13,60	85,42±5,80	90,33±2,93	88,17±7,82	94,58±6,43	22,03	ns
Colesterol Total (mg/dL)	101,59±4,16	97,92±5,07	101,83±3,69	95,38±4,60	101,17±6,11	11,81	ns
Colesterol HDL (mg/dL)	57,25±2,88	58,83±5,64	56,92±1,69	53,17±4,48	57,00±6,50	19,85	ns
Colesterol VLDL (mg/dL)	18,60±2,72	17,08±1,16	18,07±0,58	17,63±1,56	18,92±1,29	22,02	ns
Colesterol LDL (mg/dL)	25,82±3,38	22,00±1,76	26,85±3,23	24,58±6,12	25,25±7,59	28,89	ns
90 dias de idade							
Glicose (mg/dL)	244,98±16,66	242,07±12,89	245,60±8,68	247,31±6,29	241,11±5,94	18,51	ns
Triglicerídeo (mg/dL)	99,57±3,98	101,71±3,99	97,29±5,85	96,33±3,70	100,58±2,52	10,21	ns
Colesterol Total (mg/dL)	99,63±3,21	98,96±2,43	95,84±2,63	101,04±2,99	103,38±3,45	7,28	ns
Colesterol HDL (mg/dL)	57,50±2,68	56,17±2,39	54,96±1,90	58,04±1,35	55,96±2,92	9,42	ns
Colesterol VLDL (mg/dL)	20,34±0,80	19,46±0,80	19,27±1,17	20,12±0,74	20,38±0,50	10,21	ns
Colesterol LDL (mg/dL)	21,78±4,72	23,33±4,14	21,62±3,96	22,83±3,39	23,37±1,33	14,06	ns

Teste de Dunnett (P>0,05).

ns = não significativo.

CV=Coefficiente de variação.

Tabela 5 - Peso relativo dos órgãos e comprimento do intestino (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

Níveis alimentação	Peso (%)					Comprimento (cm)		
	Proventrículo	Moela	Pâncreas	Fígado	Intestino delgado	Intestino grosso	Intestino delgado	Intestino grosso
63 dias de idade								
Controle	0,179±0,02	0,944±0,06	0,123±0,01	1,287±0,13	1,489±0,21	0,361±0,01	161,500±10,41	46,667±1,19
55%+pasto	0,180±0,03	1,177±0,06	0,115±0,01	1,168±0,10	1,467±0,22	0,514±0,04*	165,333±10,97	47,912±2,79
70%+pasto	0,189±0,02	1,144±0,05	0,119±0,01	1,236±0,14	1,460±0,19	0,466±0,02*	164,167±11,76	48,000±0,74
85%+pasto	0,181±0,03	1,132±0,08	0,124±0,02	1,188±0,09	1,547±0,23	0,432±0,03	165,000±9,50	48,083±1,23
100%+pasto	0,187±0,01	1,105±0,09	0,122±0,01	1,258±0,13	1,449±0,19	0,406±0,03	162,166±3,33	47,500±1,74
CV (%)	29,32	13,63	20,21	24,07	34,31	14,65	14,49	8,69
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	Linear ¹	ns	ns
90 dias de idade								
Controle	0,275±0,04	1,593±0,04	0,186±0,01	1,812±0,08	1,563±0,04	0,397±0,01	154,333±5,14	61,500±1,62
55%+pasto	0,290±0,05	1,938±0,07*	0,188±0,03	2,050±0,07	1,760±0,06*	0,500±0,03*	172,667±5,28	71,083±2,23*
70%+pasto	0,300±0,04	1,856±0,06*	0,181±0,01	1,958±0,05	1,724±0,03*	0,475±0,02*	170,500±4,74	72,250±1,69*
85%+pasto	0,280±0,04	1,861±0,06*	0,197±0,04	1,828±0,09	1,771±0,04*	0,420±0,02	175,417±9,55	69,167±2,47*
100%+pasto	0,278±0,05	1,620±0,04	0,184±0,01	1,873±0,13	1,669±0,04	0,422±0,03	165,167±6,35	65,417±3,09
CV (%)	36,67	7,58	13,49	11,31	6,12	10,80	9,43	8,23
Regressão	ns	Linear ²	ns	ns	ns	Linear ³	ns	ns

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05)

CV = Coeficiente de variação

¹Y= 0,640219-0,00239590x (R²=0,98)

²Y= 2,30943-0,0632882x (R²=0,79)

³Y= 0,603185-0,00192169x (R²=0,88)

Quando comparado o tratamento controle com cada um dos níveis de fornecimento de ração, os pesos relativos da moela, intestino delgado e comprimento do intestino grosso foram maiores ($P < 0,05$) nos níveis 55%+pasto, 70%+pasto e 85%+pasto, aos 90 dias de idade. O peso relativo do intestino grosso foi superior ($P < 0,05$) nos níveis 55%+pasto e 70%+pasto, aos 63 e 90 dias de idade.

A interferência da alimentação nas características da moela e do intestino já foram mencionadas por diversos autores (González-Alvarado et al., 2008; Fávero et al., 2009; Sacranie et al., 2012), os quais atribuem o aumento do peso da moela à estimulação da atividade mecânica do músculo, dependente dos atributos físico-químicos e tamanho das partículas ingeridas (Hetland et al., 2005). A ocorrência de alterações no peso e no comprimento do intestino, decorrentes da diluição energética da ração ou da restrição alimentar, podem induzir a maior atividade intestinal, através de estímulos físicos e bioquímicos, possibilitando melhorias na digestão e absorção dos nutrientes (Jorgensen et al., 1996; Hetland et al., 2004). A fermentação dos compostos fibrosos, que ocorre principalmente nos cecos (Józefiak et al., 2004), poderia ocasionar um aumento do volume cecal pelo maior tempo de permanência do conteúdo no órgão, atividade microbiana intensa e hiperplasia da mucosa intestinal (Hetland et al., 2001; Svihus et al., 2010).

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o pH do conteúdo do intestino delgado e cecos, aos 63 e 90 dias de idade. Houve alteração ($P < 0,05$) no pH da moela, aos 90 dias de idade, apresentando efeito quadrático, com menor valor atingido ao nível de 71,51% de alimento fornecido. Quando comparado cada nível de fornecimento de ração com o tratamento controle, observou-se menor ($P < 0,05$) pH da moela e do intestino delgado nos níveis de 55%+pasto, 70%+pasto e 85%+pasto de fornecimento de ração (Tabela 6).

Os menores valores de pH encontrados na moela e na digesta do intestino delgado, em comparação ao tratamento controle, podem estar relacionados com o aumento da ingestão de pasto, pois partículas grosseiras fibrosas, podem retardar o tempo de passagem do bolo alimentar na moela (Svihus et al., 2002), aumentando a quantidade de suco gástrico, secretado e liberado pelo proventrículo e o movimento da digesta entre moela e duodeno e o reflexo enterogástrico (Gabriel et al., 2003; Fávero et al., 2009).

Tabela 6 - pH do conteúdo da moela, intestino delgado e cecos e viscosidade (mPa.s) da digesta (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 63 e 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

Níveis alimentação	pH moela	pH intestino delgado	pH ceco	Viscosidade
63 dias de idade				
Controle	3,15±0,09	6,64±0,09	7,00± 0,19	8,36±1,17
55%+pasto	3,29±0,13	6,70±0,10	6,58±0,12	10,99±2,38
70%+pasto	2,94±0,28	6,33±0,11	6,73±0,13	9,79±1,09
85%+pasto	3,11±0,18	6,56±0,20	6,70±0,17	9,83±1,16
100%+pasto	3,25±0,13	6,60±0,14	6,75±0,12	8,91±1,33
CV (%)	13,51	5,03	5,33	31,43
Regressão	ns	ns	ns	ns
90 dias de idade				
Controle	2,91±0,14	6,49±0,04	7,13±0,14	7,48±1,21
55%+pasto	2,21±0,12*	6,14±0,07*	6,72±0,13	10,87±1,20
70%+pasto	2,37±0,10*	6,11±0,07*	6,87±0,12	9,96±0,93
85%+pasto	1,94±0,05*	5,99±0,14*	6,65±0,11	8,95±1,36
100%+pasto	2,85±0,11	6,30±0,09	6,90±0,11	9,83±1,03
CV (%)	10,70	3,46	4,38	34,71
Regressão	Quadrática ¹	ns	ns	ns

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05).

CV = Coeficiente de variação.

ns = não significativo.

¹Y= 6,3425-0,119189x+ 0,000833333x² (R²=0,58); Ponto de mínima=71,51.

A capacidade fermentativa dos micro-organismos cecais está relacionada com a quantidade e tipo de componentes da fibra da dieta (Józefiak et al., 2004), não ocorrendo uma degradação extensiva de fibras insolúveis (Hetland et al., 2004) que são abundantes nas gramíneas predominantes da pastagem utilizada, resultando em valores de pH semelhantes do conteúdo cecal.

Não foi observado efeito (P>0,05) dos tratamentos sobre a viscosidade da digesta do intestino delgado (Tabela 6), aos 63 e 90 dias de idade, possivelmente em função das rações ministradas terem sido elaboradas à base de milho e farelo de soja, considerados ingredientes de baixa viscosidade (Fialho, 2003). Quando comparado cada nível de fornecimento de ração ao tratamento controle não foi observado diferença (P>0,05). Vale assinalar que valores acima de 10 mPa.s poderiam ser considerados limitantes ao desempenho das aves (Bedford & Schulze, 1998).

As análises de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), pH e coloração, 15 min e 24h “post mortem”, demonstraram que os atributos de qualidade da carne, aos 90 dias de idade, não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de fornecimento de ração. No entanto, os

valores de b^* , na carne de peito, e os valores de a^* , na carne da coxa, diferiam ($P < 0,05$) nos níveis 55%+pasto, 70%+pasto e 85%+pasto quando comparados ao tratamento controle, 15 min “post mortem” (Tabela 7). Diversos autores atribuem ao sistema de criação e a ingestão de forragens, uma pigmentação mais acentuada de carne e pele, relacionando a coloração amarelada da carcaça com o comportamento de pastejo das aves (Ponte et al., 2004; Fanatico et al., 2005; Mourão et al., 2008; Faria et al., 2009; Lichovníkova et al., 2009).

A maior intensidade de vermelho (a^*), observada na carne da coxa, pode estar relacionada com a redução do conteúdo lipídico muscular, predispondo a menor ocorrência da oxidação lipídica e formação de radicais livres, pois a oxidação das moléculas de mioglobina restringe a coloração vermelha da carne (Souza et al., 2012). Frangos de corte de crescimento lento apresentam menores teores de gordura na carne, atribuídos à criação com acesso a áreas de pastagem (Figueiredo & Ávila, 2001) ou redução dos níveis ingeridos de energia (Bogosavljevic-Boskovic et al., 2010).

Embora o período de jejum pré-abate tenha sido diferente, em função do manejo alimentar adotado no decorrer do experimento, não foram observadas diferenças no pH e luminosidade da carne das aves, nem valores que indicassem a incidência de carne PSE (pálida, flácida e exsudativa). O tempo de jejum pré-abate interfere no desenvolvimento do rigor “post mortem”, sendo atribuído a períodos de jejum reduzidos (inferior a 10h), maior concentração de glicogênio muscular, menor pH final e carnes com predisposição a PSE que devem apresentar pH menor de 5,8 e valores de luminosidade superiores a 53 (Komiyama et al., 2008).

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) no rendimento de carcaça, peito e perna de frangos de corte de crescimento lento, alimentados com níveis crescentes de ração, abatidos aos 90 dias de idade (Tabela 8). Verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para rendimento de dorso e porcentagem de gordura abdominal e redução linear ($P < 0,05$) para rendimento de asa. Quando comparado o tratamento controle com os níveis de fornecimento de ração, verificou-se menor rendimento ($P < 0,05$) de dorso e porcentagem de gordura abdominal e aumento ($P < 0,05$) no peso de asa, nos níveis 55%+pasto e 70%+pasto, ao final do período experimental.

Tabela 7 - Qualidade da carne (média ± erro-padrão) mensurada em frangos de corte de crescimento lento, mensurada aos 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

	Controle	55%+pasto	70%+pasto	85%+pasto	100%+pasto	CV (%)	Regressão
Capacidade de retenção de água (%)	64,73±1,34	66,13±1,10	66,33±1,31	65,52±1,33	63,74±0,86	4,52	ns
Perda de peso por cocção (%)	29,08±1,70	28,69±0,44	28,31±1,07	29,11±1,27	29,72±1,44	10,63	ns
Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	4,47±0,12	4,91±0,23	5,07±0,33	4,78±0,18	4,67±0,16	11,19	ns
15 min "post mortem"							
Peito							
pH	6,47±0,03	6,58±0,05	6,52±0,07	6,56±0,03	6,49±0,06	1,98	ns
Luminosidade (L)	44,24±0,49	43,83±0,48	44,21±0,48	44,33±0,42	43,79±0,58	2,74	ns
Intensidade de vermelho/verde (a*)	4,08±0,25	4,98±0,27	4,91±0,29	5,05±0,32	4,52±0,65	14,59	ns
Intensidade de amarelo/azul (b*)	2,57±0,15	3,28±0,18*	3,17±0,07*	3,43±0,20*	2,74±0,22	13,75	ns
Coxa							
pH	6,33±0,08	6,44±0,06	6,38±0,04	6,40±0,04	6,36±0,05	2,12	ns
Luminosidade (L)	51,50±1,04	52,39±0,95	53,57±0,31	52,21±0,61	53,08±0,38	2,55	ns
Intensidade de vermelho/verde (a*)	7,61±0,25	9,39±0,53*	8,91±0,41*	9,01±0,19*	8,21±0,49	11,28	ns
Intensidade de amarelo/azul (b*)	2,56±0,35	3,21±0,30	2,73±0,27	2,79±0,37	2,54±0,22	27,31	ns
24h "post mortem"							
Peito							
pH	5,73±0,07	5,81±0,03	5,83±0,05	5,79±0,04	5,76±0,03	1,90	ns
Luminosidade (L)	51,93±0,43	51,91±0,60	52,02±0,65	52,41±0,49	51,97±0,53	2,57	ns
Intensidade de vermelho/verde (a*)	5,05±0,29	5,77±0,15	5,92±0,33	5,70±0,30	5,22±0,37	13,18	ns
Intensidade de amarelo/azul (b*)	3,03±0,41	3,66±0,29	3,57±0,31	3,68±0,31	3,20±0,38	24,48	ns
Coxa							
pH	5,53±0,03	5,65±0,04	5,62±0,02	5,61±0,02	5,56±0,03	1,34	ns
Luminosidade (L)	53,93±0,43	53,91±0,60	54,02±0,64	54,41±0,49	53,97±0,53	2,48	ns
Intensidade de vermelho/verde (a*)	8,24±0,48	8,75±0,47	8,47±0,46	8,37±0,42	8,40±0,54	13,85	ns
Intensidade de amarelo/azul (b*)	2,41±0,28	2,54±0,31	2,52±0,30	2,44±0,14	2,48±0,31	27,20	ns

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); CV = Coeficiente de variação; ns = não significativo.

Tabela 8 - Rendimento (%) de carcaça e cortes e porcentagem (%) de gordura abdominal (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, mensurados aos 90 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

Níveis de alimentação	Carcaça	Peito	Perna	Asas	Dorso	Gordura abdominal
Controle	69,12 \pm 0,87	31,60 \pm 0,82	33,34 \pm 0,84	10,78 \pm 0,42	23,66 \pm 0,73	7,62 \pm 0,58
55%+pasto	69,44 \pm 0,41	31,20 \pm 0,53	35,22 \pm 0,73	11,99 \pm 0,45*	20,83 \pm 0,42*	2,99 \pm 0,46*
70%+pasto	68,02 \pm 0,45	32,07 \pm 0,53	34,44 \pm 0,50	11,57 \pm 0,37*	21,52 \pm 0,49*	4,05 \pm 0,40*
85%+pasto	67,39 \pm 0,67	31,92 \pm 1,09	34,15 \pm 0,93	11,04 \pm 0,28	22,38 \pm 0,54	7,14 \pm 0,94
100%+pasto	68,50 \pm 0,55	31,64 \pm 0,56	33,49 \pm 0,49	11,15 \pm 0,35	22,75 \pm 0,40	7,15 \pm 0,69
CV (%)	2,20	5,73	5,17	8,18	5,83	27,10
Regressão	ns	ns	ns	Linear ¹	Linear ²	Linear ³

*Significativo pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$); ns = não significativo; CV=Coeficiente de variação.

¹ $Y = 13,0189 - 0,0203948x$ ($R^2 = 0,83$).

² $Y = 18,4450 + 0,0441758x$ ($R^2 = 0,98$).

³ $Y = -2,70805 + 0,103770x$ ($R^2 = 0,88$).

O acréscimo do percentual de gordura acumulada, apresentado pelas aves que receberam maiores quantidades de ração, acompanhou o aumento do ganho de peso. Possivelmente, a restrição alimentar acarretou em menor deposição de tecido adiposo pelo déficit de energia, agravado pelo aumento das necessidades energéticas, associadas ao maior volume do trato gastrointestinal (Jorgensen et al., 1996).

Normalmente, atribuem-se aos parâmetros de desempenho os resultados encontrados no rendimento das partes primárias e secundárias da carcaça. O peso da asa e do dorso, demonstrado nos níveis 55%+pasto e 70%+pasto, pode ser consequência da maneira que os cortes foram feitos para avaliação de rendimento. Fatores genéticos, metabólicos e mecânicos (Gonzales & Sartori, 2002), inerentes ao indivíduo, também podem resultar em tamanhos diferentes das partes da carcaça em função da diversidade de valores apresentados na literatura (Campello et al., 2009; Madeira et al., 2010; Santos et al., 2012).

Os resultados obtidos na análise de viabilidade econômica, no período de 35 a 90 dias de idade, demonstram que a margem bruta foi positiva em todos os tratamentos (Tabela 9). Entretanto, as aves submetidas ao nível de 70%+pasto obtiveram a maior margem bruta, seguido do tratamento 85%+pasto. O menor custo de ração por kg de peso vivo do frango produzido foi obtido pelo tratamento 55%+pasto, resultando no melhor ponto de equilíbrio e índice de rentabilidade. O maior ganho de peso das aves ocorreu ao nível de 100%+pasto, obtendo-se a maior receita bruta.

Tabela 9 - Análise econômica (R\$) de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a níveis de fornecimento de ração e criados com acesso ao pasto

Viabilidade econômica	Níveis fornecimento ração				
	Controle	55% + pasto	70% + pasto	85% + pasto	100% + pasto
Custo médio da ração (R\$/kg)	7,70	4,17	5,31	6,51	7,71
Receita bruta média (R\$)	9,76	6,61	8,06	9,23	9,89
Margem bruta (R\$)	2,06	2,44	2,75	2,72	2,18
Ponto de equilíbrio (kg)	2,05	1,11	1,42	1,74	2,06
Índice de rentabilidade (%)	0,27	0,58	0,52	0,42	0,28

Analisando a viabilidade econômica dos diferentes níveis de fornecimento de ração utilizados na criação de frangos de corte de crescimento lento, dos 35 aos 90 dias de idade, observa-se que o custo da ração e o ponto de equilíbrio foram inferiores para os tratamentos controle e 100%+pasto, quando comparado aos demais níveis, em função do maior volume de ração consumida.

Avaliando a relação receita e a margem bruta apresentadas pelas aves do tratamento 85%+pasto, observa-se que a margem bruta foi 0,72% inferior ao demonstrado pelo nível 70%+pasto, embora a receita bruta obtida tenha sido 12,72% superior. Tal fato pode ser explicado pelas variáveis ganho de peso e consumo de ração, uma vez que as aves do tratamento 85%+pasto ganharam mais peso, porém consumiram mais ração.

Embora o ponto de equilíbrio e índice de rentabilidade mais vantajoso foi obtido pelas aves submetidas ao nível 55%+pasto, cujo ganho de peso de 1,113 kg foi suficiente para pagar os gastos com a ração consumida, os resultados de peso médio e ganho de peso foram inferiores aos demonstrados no manual de manejo linha colonial Globoaves (2011).

Conclusões

A redução no fornecimento de ração comprometeu o ganho de peso das aves, porém restringindo até 45% da alimentação as aves tiveram melhor conversão alimentar e maior consumo de pasto, além do ponto de equilíbrio e índice de rentabilidade ter sido mais vantajosos. Os níveis de alimentação promoveram alterações dos órgãos do trato gastrointestinal, no pH da moela e no percentual de gordura abdominal.

Referências

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p.361-388.
- BASTIANELLI, D. A produção de frangos diferenciados na França. Mercados, aspectos organizacionais e regulamentares. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. v.2, p.235-254.
- BEDFORD, M.R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v.11, n.1, p.91-114, 1998.
- BOGOSAVLJEVIC-BOSKOVIC, S.; MITROVIC, S.; DJOKOVIC, R. et al. Chemical composition of chicken meat produced in extensive indoor and free range rearing systems. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.53, p.9069-9075, 2010.
- BUCHANAN, N.P.; HOTT, J.M.; KIMBLER, L.B. et al Nutrient composition and digestibility of organic broiler diets and pasture forages. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, n.1, p.13-21, 2007.
- CAMPELLO, C.C.; SANTOS, M.S.V.; LEITE, A.G.A. et al. Características de carcaça de frangos tipo caipira alimentados com dietas contendo farinha de raízes de mandioca. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1021-1028, 2009.
- CERQUEIRA, P.M.; FREITAS, M.C.J.; SANTANGELO, S.B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, v.21, n.2, p.129-136, 2008.
- CIOCCA, M.L.S.; CARDOSO, S.; FRANZOSI, R. **Criação de galinhas em sistemas semi-intensivo**. Porto Alegre: Palloti, 1995.
- FANATICO, A.C.; CAVITT, L.C.; PILLAI, P.B. et al. Evaluation of slowing-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1785-90, 2005.
- FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R. et al. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens paraíso pedrês e pescoço pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.
- FAVERO, A.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F. et al. Influence of feed form and corn particle size on the live performance and digestive tract development of turkeys. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, n.4, p.772-779, 2009.
- FIALHO, E.T. Alimentos alternativos para suínos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2003, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: Editora Gráfica Universitária, 2003. p.35-98.
- FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. **Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 185p.
- FRONNING, G.W.; UIJTENBOOGAART, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking loses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v.67, n.11, p.1536-1544, 1988.
- GABRIEL, I.; MALLET, S.; LCONTE, 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, n.2, p.283-290, 2003.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília, DF: IICA/EMBRAPA-CNPGL, 1986.

- GLOBOAVES. [2011]. **Manual de manejo linha colonial**. Disponível em <<http://avicultura.globoaves.com.br/>>. Acesso em 05 jan. 2011.
- GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. p.279-298.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMENEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. 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, n.8, p.1705-1715, 2007.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; ALENCIA, D.G. et al. 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.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.38-46, 2005.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effects of oat hulls on performance gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, n.3, p.354-361, 2001.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- HORSTED, K.; HERMANSEN, J.E.; RANVIG, H. Crop content in nutrient-restricted versus non-restricted organic laying hens with access to different forage vegetations. **British Poultry Science**, v.48, n.2, p.177-184, 2007.
- JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; KNUDSEN, K.E.B. et al. The influence of dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.75, n.3, p.379-395, 1996.
- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.1, p.1-15, 2004.
- KHETANI, T.L.; NKUKWANA, T.T.; CHIMONYO, M. et al. Effect of quantitative feed restriction on broiler performance. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, n.3, p.379-384, 2009.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E. et al. Chicken meat quality as a function of fasting period and water spray. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, n.3, p.179-183, 2008.
- LEE, K.W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H.J. et al. Growth performance, intestinal viscosity, fat digestibility and plasma cholesterol in broiler chickens fed a rye-containing diet without or with essential oil components. **Journal of Poultry Science**, v.3, n.9, p.613-618, 2004.
- LICHOVNÍKOVÁ, M.; JANDÁSEK, J.; JUZL, M. et al. The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. **Czech Journal Animal**, v.54, n.11, p.490-97, 2009.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; NAKAGHI, L.O. Anatomia e histologia funcional do trato digestivo. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – APINCO. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas: APINCO, 1994. p.1-18.

- MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; ARAUJO, P.C. et al. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, n.1-4, p.95-117, 2003.
- MOREIRA, R.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S. et al. Effect of feed restriction with voluntary hay intake on the performance and quality of laying hen eggs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.2, p.149-154, 2012.
- MOURÃO, J.L.; PINHEIRO, V.M.; PRATES, J.A.M. et al. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, n.4, p.733-743, 2008.
- NAKAMURA, M.; KATOK, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, n.1, p.45-49, 1985.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1132-1140, 2000.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin e inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.
- PENZ JUNIOR, A.M.; BRUNO, D. Restrição alimentar em frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 12.; BRASIL SUL POULTRY FAIR, 3., 2011, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suíno e Aves, 2011. p.13-33.
- PONTE, P.I.P.; MENDES, I.; QUARESMA, M. et al. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. **Poultry Science**, v.83, n.5, p.810-814, 2004.
- PONTE, P.I.P.; ROSADO, C.M.C.; CRESPO, J.P. et al. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. **Poultry Science**, v.87, n.1, p.71-79, 2008a.
- PONTE, P.I.P.J.; PRATES, A.M.; CRESPO, J.P.D.G. et al. Restricting the intake of a cereal-based feed in free-range-pastured poultry: effects on performance and meat quality. **Poultry Science**, v.87, n.10, p.2032-2042, 2008b.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa MG: UFV, 2005. 186p.
- SACRANIE, A.; SVIHUS, B.; DENSTADLI, V. et al. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v.91, n.3, p.693-700, 2012.
- SANTOS, M.S.V.; VIEIRA, S.S.; TAVARES, F.B. et al, Desempenho, carcaça e cortes de frangos caipira francês Barré (*GRIS BARRÉ COU PLUMÉ*). **Archivos de Zootecnia**, v.6, n.234, p.287-295, 2012.
- SARIKHAN, M.; SHAHRYAR, H.A.; NAZER-ADL, K. et al. Effects of insoluble fiber on serum biochemical characteristics in broiler. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.11, n.1, p.73-76, 2009.
- SAVÓN, L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas - Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.36, n.2, p.91-102, 2002.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 235p.
- SOGUNLE, O.M.; OLANIYI, O.A.; SHITTU, T.A. et al. Performance and meat attributes of chickens reared on deep litter and free range. **Arquivo de Zootecnia**, v.61, n.236, p.569-576, 2012.
- SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.479-487, 2012.
- SPOSITO, A.C.; CARAMELLI, B.; FONSECA, F.H. et al. [2007]. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, suppl.1, p. 2-19, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0066-82X2007000700002>>. Acesso em: 13 jun. 2013.
- SVIHUS, B.; HETLAND, H.; CHOCT, M. et al. Passage rate through the anterior tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. **British Poultry Science**, v.43, suppl.5, p.662-668, 2002.
- 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.
- VAN LAAK, R.L.J.M.; LIU, C.H., SMITH, M.O. et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v.79, n.7, p.1057-1061, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

V – Níveis de inclusão do resíduo desidratado de fecularia de mandioca na alimentação de frangos de corte de crescimento lento sobre o desempenho e parâmetros de carcaça

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão do resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM) sobre o desempenho, atributos do trato gastrintestinal e parâmetros de carcaça de frangos de corte de crescimento lento, da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado). Foram utilizados 510 frangos de corte, dos 21 aos 79 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental ao acaso, composto de cinco tratamentos, constituídos de níveis de inclusão de RDFM (2%, 4%, 6%, 8% e 10% na ração) e um grupo controle, com cinco repetições e 17 aves por unidade experimental. A inclusão do RDFM no período de 21 a 49 dias influenciou negativamente ($P < 0,05$) no ganho de peso e consumo de ração, sem afetar ($P > 0,05$) a conversão alimentar das aves. Dos 21 aos 79 dias de idade a inclusão de RDFM comprometeu ($P < 0,05$) o ganho e peso, a conversão alimentar e a qualidade da cama. Os níveis de inclusão do RDFM interferiram ($P < 0,05$) nas características dos órgãos gastrintestinais, no pH cecal e na pigmentação da canela e da carne de peito e da coxa das aves, sem alterar ($P > 0,05$) os demais parâmetros de qualidade e rendimento de carcaça, cortes principais e porcentagem de gordura abdominal. As concentrações séricas de triglicerídeos e colesterol VLDL apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), aos 79 dias de idade, com maior concentração nos níveis de 5,45% e 5,44%, respectivamente, não influenciando ($P > 0,05$) nos demais parâmetros sanguíneos. Não é viável economicamente a inclusão do RDFM na dieta das aves. Níveis de inclusão do RDFM acima de 2% comprometeram o desempenho dos frangos, a partir de 4% diminuíram a pigmentação da canela e da carne das aves e acima de 5,5% reduziram os níveis séricos de triglicerídeos e colesterol VLDL.

Palavras-chave: alimento alternativo, fibra alimentar, pigmentos carotenoides, vísceras comestíveis

Levels of inclusion of dried cassava starch residue in the diets of slow growing broilers on performance and carcass parameters

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the different levels of inclusion of dried cassava starch residue (RDFM) on performance, weight of gastrointestinal organs, pH and viscosity of intestinal content, blood biochemical profile and carcass parameters of slow growing broilers. 510 broiler chickens of ISA Label JA57 (naked neck) lineage, from 21 to 79 days of age, were used and distributed in a randomized experimental design, with five treatments consisting of different levels of inclusion of dried cassava starch residue - RDFM (2%, 4%, 6%, 8% and 10%) and a control group, with five replicates of 17 birds per experimental unit. The RDFM inclusion negatively affected ($P < 0.05$) weight gain, feed intake, but did not alter ($P > 0.05$) feed conversion of the birds. From 21 to 79 days of age, the RDFM inclusion impaired ($P < 0.05$) weight gain, feed conversion and the litter quality, however did not alter ($P > 0.05$) feed intake. The inclusion levels of RDFM affected ($P < 0.05$) gastrointestinal organs characteristics, the cecal pH and the shin, breast meat and thigh pigmentation, without change ($P > 0.05$) the other quality parameters and carcass yield, noble cuts and abdominal fat percentage. Serum concentrations of triglycerides and VLDL cholesterol showed a quadratic behavior ($P < 0.05$) at 79 days of age, with higher concentration at the levels of 5.45% and 5.44%, respectively, and did not influence ($P < 0.05$) other blood parameters. The economic viability indicates to be not feasible to include the RDFM in animal diets. Levels of RDFM inclusion above 2% impair the performance of the chickens, from up 4% of RDFM inclusion shin and meat pigmentation decrease and levels above 5.5% of inclusion reduced serum levels of triglycerides and VLDL cholesterol.

Key Words: alternative feed, carotenoid pigments, dietary fiber, edible viscera

Introdução

Sustentada por um mercado crescente de consumidores que busca adquirir alimentos com características organolépticas específicas e exigentes quanto às qualidades extrínsecas do produto, relacionadas ao meio de produção, a avicultura alternativa vem crescendo ao longo dos últimos anos. Atentos a esta demanda, produtores e empresas buscam estabelecer um padrão produtivo que correspondam a estas exigências. Mas, se deparam com os altos custos que a criação de frangos de corte de crescimento lento pode gerar pela quantidade de ração consumida, em função da idade de abate das aves e oscilações na disponibilidade e preço dos principais alimentos utilizados na elaboração das rações, como o milho e a soja.

A utilização de alimentos alternativos que possam substituir o milho, que equivale a aproximadamente 60% a 65% do volume das rações comerciais, sendo considerado a principal fonte energética consumida pelas aves (Mendes et al., 2004), beneficiaria tanto o mercado produtor quanto o consumidor. Neste contexto, a mandioca (*Manihot esculenta* C.), cultura agrícola mundialmente difundida, se tornaria uma opção podendo ser aproveitada na alimentação animal na forma “in natura” ou através dos resíduos do seu processamento, como a massa residual resultante da fabricação da fécula de mandioca.

A massa ou resíduo sólido de fecularia é constituído pelo material fibroso e pelo amido que não foi extraído durante seu processamento e possui aproximadamente 11% de fibra bruta e 60 a 70% de amido, com baixo teor de proteína e lipídios (Raupp et al., 1999, Cardoso, 2004), dependendo da cultivar de mandioca, idade da planta, tipo de processamento, entre outros (Cereda, 1994; Pandey et al., 2000). Quando não utilizado na dieta animal ou produção de compostos orgânicos biodegradáveis o resíduo é jogado fora, tornando-se um poluidor ambiental (Souza et al., 2013; Huyen et al., 2007).

Por ser produzido em grande quantidade, torna-se interessante a inclusão do resíduo desidratado de fecularia na dieta de frangos de corte de crescimento lento. No entanto, deve ser considerado que é um alimento de alta fração fibrosa e baixa capacidade pigmentante, em função dos teores de fibra, amido resistente e carotenoides presentes na sua composição (Cereda, 2001; Raupp et al., 2002, Silva & Cabello, 2010).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar níveis de inclusão do resíduo desidratado de fecularia de mandioca na alimentação de frangos de corte de crescimento lento sobre o desempenho, atributos do trato gastrointestinal e parâmetros de carcaça das aves.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), situada na região Noroeste do Paraná, em uma altitude de 545 m, latitude 23° 25' Sul e longitude 51° 25' Oeste, e clima classificado como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes, geadas pouco frequentes e precipitação média anual entre 1.500 e 1.600 mm. As médias de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram de 31,5°C, 21,2°C, 70% e 90 mm, respectivamente, no decorrer do período experimental, entre os meses de outubro a dezembro. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UEM (Parecer número 001/2012).

Foram utilizados 510 frangos de corte machos, da linhagem ISA Label JA57 (pescoço pelado), com 21 dias de idade e peso inicial médio de 497 gramas, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, cinco repetições e 17 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de inclusão (2, 4, 6, 8 e 10%) do resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM) na dieta das aves e um grupo controle.

As aves foram alojadas em um aviário convencional dividido em boxes de 3,85 m², com 30 m de comprimento e 8 m de largura e ventilação positiva longitudinal. O material utilizado como cama foi cepilho de madeira de primeiro uso.

Para a determinação da composição química e energética do RDFM, utilizado na elaboração das rações, foram realizadas análises de MS, PB, EE, FDN, FDA e FDA de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2004) e um ensaio de metabolismo no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves da Unioeste – Campus Marechal Cândido Rondon. A composição química e energética do RDFM foi de 1,12% de PB, 0,31% de EE, 38,22% de FDN, 20,82% de FDA, 1,53% de MM, 1.703 kcal EMA/kg e 1.689 kcal EMAN/kg. O teor de amido, 60,73%, e fibra bruta, 13,57%, foram determinados pelo Grupo São Camilo – Laboratório de Alimentos e Água (Maringá, PR) através dos Métodos Analíticos nº 27 (Castro, 2009) e Ankom Technology Method 7 (AOCS, 2011), respectivamente.

As dietas foram formuladas de modo a atender as exigências nutricionais de frangos de corte de desempenho regular, de acordo com Rostagno et al. (2011) para as fases de 21 a 49 e 50 a 79 dias de idade (Tabela 1). O consumo de água não foi limitado.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de inclusão (%)											
	21 a 49 dias de idade						50 a 79 dias de idade					
	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
Milho	66,25	63,04	59,80	56,58	53,37	50,14	69,94	66,67	63,42	60,20	56,98	53,76
Farelo de soja (45%)	28,43	28,95	29,48	30,00	30,52	31,04	24,85	25,41	25,96	26,48	27,00	27,52
RDFM	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja	1,99	2,69	3,40	4,11	4,81	5,52	2,40	3,12	3,83	4,53	5,24	5,94
Fosfato bicálcico	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,16	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90
Calcário calcítico	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77
Supl. Min-Vitam. ¹⁻²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-Metionina (99%)	0,226	0,230	0,233	0,237	0,240	0,241	0,170	0,173	0,176	0,180	0,181	0,193
L-Lisina HCl (78%)	0,194	0,190	0,176	0,162	0,157	0,147	0,160	0,137	0,134	0,119	0,108	0,105
L-Treonina (98%)	0,030	0,030	0,031	0,031	0,033	0,032	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados												
PB (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
EMA (kcal/kg)	3075	3075	3075	3075	3075	3075	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Fósforo disp. (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Met + Cis dig. (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Lisina dig. (%)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Treonina dig. (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano dig. (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

¹(1-21 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.916.670 UI/kg; Vit. D3 583.330 UI/kg; Vit. E 8.750 UI/kg; Vit. K3 433.33 mg/kg; Vit. B1 408.33 mg/kg; Vit. B2 1.333,33 mg/kg; Vit. B12 4.166,67 mcg/kg; Niacina 8.983,33 mg/kg; Pantotenato de cálcio 3.166,67 mg/kg; Ácido Fólico 200 mg/kg; Biotina 25 mg/kg. Suplemento Mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.6 g/kg; Cobre 3.072 mg/kg; Iodo 248 mg/kg; Zinco 12.6 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 61.20 mg/kg; Cobalto 50.40 mg/kg. BHT – ButilHidroxiTolueno. ²(22-70 dias de idade) Suplemento vitamínico (conteúdo/kg de premix): Vit. A 2.250.000 UI/kg; Vit. D3 450.000 UI/kg; Vit. E 7.000 UI/kg; Vit. K3 418 mg/kg; Vit. B1 300 mg/kg; Vit. B2 1000 mg/kg; Vit. B12 3000 mcg/kg; Niacina 7000 mg/kg; Pantotenato de Cálcio 2500 mg/kg; Ácido Fólico 140 mg/kg; Biotina 14 mg/kg. Suplemento mineral (conteúdo/kg de premix): Ferro 12.5 g/kg; Cobre 3000 mg/kg; Iodo 250 mg/kg; Zinco 12.5 g/kg; Manganês 15 g/kg; Selênio 75 mg/kg; Cobalto 50 mg/kg. BHT – ButilHidroxiTolueno.

A mortalidade foi registrada diariamente e as possíveis causas de mortalidade foram determinadas através de necropsia. O programa de iluminação utilizado foi constante de 24h de luz (natural + artificial), nos dez primeiros dias e de 23h de luz (natural + artificial) até o abate. As temperaturas médias, mínima e máxima, monitoradas, diariamente, dentro do galpão, foram, respectivamente, de 19°C e 31°C e a umidade relativa média de 58%. O percentual de mortalidade por tratamento ficou abaixo dos 2%, sendo considerado, índice normal, não sendo atribuído aos tratamentos aplicados.

As aves e as sobras de rações foram pesadas semanalmente, para cálculo do consumo de ração, do peso médio, do ganho de peso e da conversão alimentar para cada repetição.

Ao término do período experimental, amostras da cama de cada unidade experimental foram coletadas em três pontos do box, mantendo-se uma distância mínima de 10 cm de bebedouros e comedouros, para análise de umidade de cama. O material coletado foi homogeneizado, acondicionado em recipientes individuais com pesos conhecidos e secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72h.

Aos 49 e 79 dias de idade, dez aves de cada tratamento, com peso representativo (média±5%) foram selecionadas e 5,0 mL de sangue foram colhidos, por punção da veia jugular, para obtenção do soro. A determinação dos níveis séricos de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e colesterol HDL (mg/dL), foi realizada utilizando kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda., Belo Horizonte - Minas Gerais) com leitura em espectrofotômetro, modelo Bioplus-2000 (Bioplus Ltda., São Paulo). Os valores para colesterol VLDL (mg/dL) e LDL (mg/dL) foram calculados por fracionamento, através da equação de Friedewald (Sposito et al., 2007).

Posteriormente, essas aves foram pesadas, insensibilizadas por eletricidade e abatidas por deslocamento cervical para determinação dos pesos relativos (% do peso vivo) dos órgãos do trato gastrointestinal, comprimento do intestino delgado e intestino grosso e demais análises.

Para aferição do pH da digesta do intestino delgado e do conteúdo cecal, os segmentos e duodeno, jejuno e íleo e os cecos coletados, foram seccionados e o conteúdo colhido homogeneizado. Dois gramas de material referentes ao intestino delgado e aos cecos foram diluídos em 20 mL de água destilada, agitados por 1 min e determinado o pH, com o auxílio do peagâmetro HI 99163 (Hanna Instruments, São Paulo, Brasil).

Na mensuração da viscosidade, o conteúdo retirado do intestino delgado foi homogeneizado, centrifugado a 9.000 rpm durante 10 min e o sobrenadante foi transferido para tubos e armazenados em freezer (-18°C). As amostras foram analisadas em triplicata utilizando-se reômetro Haake Mars (Thermo Electron, Newington, NH, USA) e *software* RheoWhin 3 Job Manager, com placa de geometria 40 mm, temperatura 37°C ($\pm 0,2$) a uma taxa de cisalhamento crescente de 0,1 a 19,0 mPa.s (milipascal por segundo), obtendo-se o valor médio da viscosidade na tensão de 19,0 mPa.s, conforme metodologia descrita por Lee et al. (2004).

Na avaliação da qualidade da carne, aos 79 dias de idade, foi coletado o músculo do peito (*Pectoralis major*) direito e esquerdo e a coxa direita. O pH foi determinado diretamente no filé do peito direito e coxa direita das aves, 15 min e 24h “post mortem” (Olivo et al., 2001), com o auxílio do peagômetro portátil TESTO® 250 (Testo Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina). A coloração da carne de peito e de coxa foi mensurada 15 min e 24h “post mortem”, utilizando o colorímetro portátil CR-400 (Konica Minolta Sensing, São Paulo, Brasil), configurações: luminosidade D65; 0° ângulo de visão e quatro auto-average, em três pontos da superfície da coxa e peito (Van Laack et al., 2000). Os componentes L* (luminosidade – nível de escuro a claro), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul) foram expressos no sistema de cor Cielab.

O músculo do peito do lado esquerdo das aves foi utilizado para análise da capacidade de retenção de água na carcaça (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A CRA foi realizada de acordo com o método por centrifugação, proposto por Nakamura & Katok (1985). As amostras de 1 g de músculo do peito (*Pectoralis major*) “in natura” foram embrulhadas em papel filtro, centrifugadas a 1.500 rpm durante 4 min, pesadas, secas em estufa a 70°C por 12h e pesadas novamente para o cálculo da CRA, em porcentagem (peso da amostra de carne após centrifugação - peso da amostra após secagem/pelo peso inicial da amostra crua multiplicada por 100).

Para determinação da PPC, os filés de peito foram pesados, embalados em papel laminado e cozidos em chapa elétrica de modelo comercial com aquecimento até 180°C, até atingirem a temperatura interna de 80°C. A seguir, as amostras foram mantidas em repouso até estabilizarem a temperatura ambiente. Novamente, as amostras foram pesadas, obtendo-se assim o peso após o cozimento (Honikel, 1998).

A análise de FC foi realizada com os mesmos filés utilizados para PPC. As amostras foram aparadas, cortadas em três retângulos na forma de paralelepípedos (1,0 x 1,0 x 1,3 cm) e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina para determinação da força de cisalhamento em quilograma força (kgf/cm^2) com o auxílio do equipamento Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Jarinu, Brasil), acoplado com a probe 29 Warner-Bratzler Shear Force – mecânico, calibrado com peso-padrão de 5 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min (Fronning & Uijttenboogaart, 1988).

Na mensuração da pigmentação da canela foram utilizadas 15 aves vivas por tratamento, com idade de 77 dias. A cor da canela foi obtida por comparação visual, com o auxílio do leque colorimétrico DSM/Roche® (DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda), sendo atribuído um valor de 1 a 15 (escala do bege ao vermelho), por três avaliadores. Foi atribuído o valor zero quando se observou a cor mais branca que a do leque de comparação.

O rendimento de carcaça e cortes e percentual de gordura abdominal foram realizados aos 79 dias de idade, com dez aves por tratamento. Após 6h de jejum, as aves foram insensibilizadas por eletrochoque, sacrificadas, escaldadas, depenadas e evisceradas. Para o cálculo de rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada (sem cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal) em relação ao peso vivo antes do abate. Para o rendimento de cortes e vísceras comestíveis foi considerado o rendimento de peito, pernas (coxa e sobre coxa) com pele e ossos, asas e dorso, coração, moela e fígado sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada. Considerou-se gordura abdominal aquela depositada próximo à bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes.

Para verificar a viabilidade econômica do uso de níveis de fornecimento de ração, foi utilizado o preço pago ao produtor pelo quilograma de frango caipira pescoço pelado vivo (R\$ 3,75/kg) e os preços dos ingredientes da ração foram os praticados no Estado do Paraná no mês de janeiro de 2013: milho R\$ 0,60/kg; farelo de soja R\$ 1,13/kg; óleo de soja R\$ 1,68/kg; calcário R\$ 0,18/kg; fosfato bicálcico R\$ 1,31/kg; sal comum R\$ 0,12/kg; premix R\$ 6,50/kg; DL-Metionina R\$ 10,25/kg; L-Lisina R\$ 6,61/kg; L-Treonina R\$ 12,44/kg, BHT R\$ 17,00/kg e R\$ 0,70/kg RDFM.

O custo médio de ração (CMR) foi calculado de acordo com a composição centesimal das rações experimentais para frangos de 21-79 dias de idade, o consumo médio de ração das aves para cada tratamento. A receita bruta (RBM) foi calculada a

partir do total de ganho de peso das aves e o preço pago ao produtor. A margem bruta (MB) é resultado entre a RBM e o CMR. O índice de rentabilidade (IR) é obtido do quociente MB e CMR. O IR indica a taxa de retorno do capital empregado. O ponto de equilíbrio (PE) mostra o volume exato de produção em que há retorno zero (RBM=CMR). A abordagem econômica, realizada no presente estudo, levou em consideração somente os custos com a alimentação devido à finalidade da pesquisa, não abrangendo os demais componentes de custo de produção. Portanto, trata-se do ganho de peso necessário para se cobrir os custos com a alimentação. No caso, infere-se apenas o ponto de equilíbrio parcial.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997). Após a análise de variância, quando houve diferença ($P < 0,05$), os graus de liberdade foram desdobrados em polinômios e analisados por regressão. Para comparação de resultados entre o tratamento controle com cada um dos níveis de inclusão do RDFM foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + b_0 + b_1i + b_2i^2 + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas relativo a cada unidade experimental j submetida ao nível i de inclusão do RDFM (i = 2%, 4%, 6%, 8% e 10%)

μ = média geral de todas as observações

b_0 = constante

b_1, b_2 = são, respectivamente, coeficiente linear e quadrático de regressão da variável dependente em função dos níveis de fornecimento de ração

e_{ij} = erro experimental

Resultados e Discussões

A inclusão do RDFM proporcionou um efeito linear negativo ($P < 0,05$) sobre peso vivo, ganho de peso e consumo médio de ração no período de 21 a 49 dias de idade, não alterando ($P > 0,05$) a conversão alimentar das aves (Tabela 2). Quando comparado cada nível de inclusão do RDFM com o tratamento controle observou-se menor ($P < 0,05$)

peso vivo, ganho de peso nos níveis de 8% e 10% e redução ($P < 0,05$) do consumo de ração nos níveis acima de 6%.

Tabela 2 - Desempenho (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 49 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

Níveis de inclusão	Peso vivo (g)	Ganho peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar (g/g)
Controle	1952,80 \pm 9,29	1459,00 \pm 9,85	3299,00 \pm 28,88	2,261 \pm 0,01
2%	1953,60 \pm 11,25	1453,80 \pm 10,96	3284,60 \pm 25,17	2,259 \pm 0,01
4%	1934,80 \pm 8,33	1440,80 \pm 8,83	3253,80 \pm 25,27	2,258 \pm 0,01
6%	1921,60 \pm 17,84	1422,20 \pm 17,62	3215,80 \pm 22,48*	2,263 \pm 0,04
8%	1906,20 \pm 9,42*	1409,40 \pm 9,07*	3194,80 \pm 16,28*	2,267 \pm 0,01
10%	1902,80 \pm 8,06*	1402,80 \pm 7,40*	3177,80 \pm 18,83*	2,265 \pm 0,01
CV (%)	1,30	1,74	1,60	1,73
Regressão	Linear ¹	Linear ²	Linear ³	ns

*Significativo pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$); ns = não significativo; CV = Coeficiente de variação.

¹ $Y = 1962,86 - 6,51000x$ ($R^2 = 0,96$).

² $Y = 1465,82 - 6,67000x$ ($R^2 = 0,98$).

³ $Y = 3307,14 - 13,6300x$ ($R^2 = 0,98$).

A redução do peso médio e ganho de peso das aves, nos níveis mais elevados de inclusão do RDFM, podem ter sido influenciados pelo crescente teor de fibras presente na dieta somada a menor capacidade de digestão das frações fibrosas que aves na fase de crescimento apresentam (Brumano et al., 2006; Generoso et al., 2008; Calderano et al., 2010).

O decréscimo do consumo de ração pode estar relacionado com a sensação de saciedade que o consumo de fibras causa nos animais (González-Alvarado et al., 2007) e pela limitação física do inglúvio e da moela uma vez que as rações com maiores níveis de RDFM apresentaram menor densidade restringindo o consumo de alimento pelo volume ocupado no trato gastrintestinal (Gonzales, 2002; Souza et al., 2011). O aumento da quantidade de óleo utilizado nas rações também pode ter contribuído para a redução do seu consumo, pois a presença de compostos lipídicos no duodeno aumenta a secreção do hormônio colescitoquinina no duodeno, diminuindo o peristaltismo gástrico com consequente redução da taxa de passagem e ingestão do alimento (Furlan & Macari, 2002).

No período de 21 a 79 dias de idade foi observado redução linear ($P < 0,05$) sobre peso vivo e ganho de peso e aumento linear ($P < 0,05$) na conversão alimentar e umidade de cama com a inclusão do RDFM na dieta das aves, sem interferir ($P > 0,05$) no consumo de ração (Tabela 3). Ao comparar os diferentes níveis de inclusão do RDFM

com o tratamento controle verifica-se um menor ganho de peso, piora da conversão alimentar nos níveis acima de 4% e maior umidade de cama a partir do nível de 6%.

Tabela 3 - Desempenho e umidade de cama (média \pm erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

Níveis de inclusão	Peso vivo (g)	Ganho peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar (g/g)	Umidade de cama (%)
Controle	3567,60 \pm 18,60	3073,80 \pm 18,10	7787,40 \pm 100,51	2,533 \pm 0,02	19,45 \pm 0,91
2%	3501,20 \pm 15,14	3001,40 \pm 18,90	7775,60 \pm 48,67	2,591 \pm 0,02	19,23 \pm 0,72
4%	3433,00 \pm 23,99*	2939,00 \pm 23,91*	7745,60 \pm 60,21	2,636 \pm 0,01*	21,28 \pm 1,24
6%	3410,80 \pm 52,94*	2911,40 \pm 53,11*	7735,80 \pm 38,34	2,660 \pm 0,04*	22,49 \pm 0,85*
8%	3389,20 \pm 40,05*	2892,40 \pm 39,37*	7703,00 \pm 66,70	2,664 \pm 0,02*	24,03 \pm 0,44*
10%	3377,80 \pm 24,16*	2877,80 \pm 24,28*	7769,20 \pm 54,32	2,701 \pm 0,03*	23,89 \pm 0,56*
CV (%)	2,01	2,42	1,86	2,10	8,53
Reg	Linear ¹	Linear ²	ns	Linear ³	Linear ⁴

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; CV = Coeficiente de variação; Reg=Regressão.

¹ Y = 3509,58 - 14,5300x (R²=0,88).

² Y = 3012,54 - 14,6900x (R²=0,91).

³ Y = 2,57580 + 0,0123978x (R²=0,94).

⁴ Y = 18,5657 + 0,603088x (R²=0,91).

O menor peso final, ganho de peso e piora da conversão alimentar pode ser por uma menor eficiência no processo de digestão do amido proveniente da mandioca (Yutste et al., 1991; Campello et al., 2009) e, conseqüentemente, do RDFM. Cabe salientar que o valor de EMA (1.703 kcal EMA/kg), demonstrado no ensaio de digestibilidade do RDFM, foi baixo quando comparado ao milho (3.381 kcal EMA/kg), conforme Rostagno et al. (2011).

Outro fator que pode ter comprometido o desempenho das aves foi à concentração de PNAs (polissacarídeos não amiláceos) e teor de amido resistente encontrados no resíduo da fécula proveniente das raízes da mandioca (Silva & Cabello, 2010; George & Sese, 2012), que não são digeridos pelas aves e podem provocar deficiência na absorção dos glicosídeos derivados da sacarose e amido e mudanças na motilidade intestinal diminuindo a disponibilidade e a eficiência na absorção dos nutrientes (Raupp et al., 2002, Huyen et al., 2007, Souza et al., 2012).

O baixo aproveitamento dos aminoácidos, decorrentes do incremento da produção de proteína de fonte microbiana, pode ter gerado adsorção de aminoácidos, peptídeos e enzimas digestivas para a matriz fibrosa com conseqüente acréscimo das perdas

endógenas (Choct & Annison, 1990; Schulze et al., 1994; Pozza et al., 2003) comprometendo também o desempenho dos frangos.

O aumento da umidade de cama observado pode ter sido ocasionado pelo alto teor de potássio encontrado na mandioca e resíduos do seu processamento (Garcia, 1999; Cereda, 1994; Buitagro et al., 2001), resultando em um possível desequilíbrio do balanço eletrolítico e, como resposta, maior consumo de água dos frangos com produção de excretas mais líquidas (Smith et al., 2000; Souza et al., 2004; Oviedo-Rondón, 2008).

A concentração de amido existente no RDFM pode ter contribuído para a evacuação de excretas menos consistentes, acentuando a umidade da cama das aves, uma vez que o amido possui maior ou menor capacidade de absorção de água, dependendo das proporções de amilose e amilopectina, (Silva & Cabello, 2006; Lustosa et al., 2009) embora possua polímeros de carboidratos solúveis ou parcialmente solúveis (Ciacco & Cruz, 1982).

O peso relativo do pâncreas, aos 49 dias de idade, apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com ponto de máxima ao nível 7,48% de inclusão do RDFM. Aos 79 dias de idade foi observado um aumento linear ($P < 0,05$) para os pesos relativos da moela, intestino delgado, intestino grosso e viscosidade da digesta, entretanto o pH do conteúdo dos cecos diminuiu ($P < 0,05$) linearmente com a inclusão do RDFM (Tabela 4). As demais variáveis não variaram ($P > 0,05$) independentemente dos níveis de RDFM incluídos na dieta das aves.

Quando comparado cada nível de inclusão do RDFM com o tratamento controle, observou-se maior ($P < 0,05$) peso relativo do pâncreas nos níveis acima de 6% e no comprimento do intestino delgado no nível de 8%, aos 49 dias de idade. Foram verificados maiores ($P < 0,05$) pesos relativos da moela e intestino grosso (8% e 10% de inclusão), intestino delgado (acima de 4% de inclusão) e, a partir de 6% de inclusão, a viscosidade da digesta e o pH do conteúdo cecal foram maior e menor ($P < 0,05$), respectivamente, aos 79 dias de idade.

As alterações dos pesos relativos da moela, pâncreas, intestino delgado, intestino grosso e viscosidade da digesta podem estar relacionados ao conteúdo de PNAs e amido resistente presentes do RDFM. Segundo Gonzáles-Alvarado et al. (2007), as características físico-químicas dos alimentos podem interferir no tamanho e peso dos órgãos do trato gastrointestinal.

Tabela 4 - Peso relativo e comprimento dos órgãos, pH e viscosidade do intestino (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 49 e 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

	Controle	2%	4%	6%	8%	10%	CV (%)	Regressão
49 dias de idade								
Proventrículo (%)	0,438±0,03	0,431±0,04	0,434±0,04	0,434±0,02	0,402±0,03	0,447±0,02	17,14	ns
Moela (%)	1,867±0,14	1,835±0,09	1,724±0,11	1,718±0,09	1,822±0,11	1,753±0,08	13,11	ns
Pâncreas (%)	0,211±0,01	0,212±0,02	0,220±0,01	0,262±0,01*	0,238±0,01*	0,242±0,01*	4,93	Quadrática ¹
Fígado (%)	2,304±0,13	2,313±0,07	2,308±0,08	2,313±0,06	2,310±0,05	2,318±0,10	8,33	ns
Intestino delgado (%)	2,738±0,28	2,700±0,06	2,740±0,09	2,823±0,19	2,848±0,10	2,888±0,19	13,66	ns
Intestino grosso (%)	0,524±0,03	0,511±0,02	0,566±0,04	0,564±0,02	0,590±0,03	0,593±0,03	11,90	ns
Intestino delgado (cm)	169,40±2,50	172,20±3,79	170,00±2,77	173,40±3,82	185,10±2,98*	174,40±32,06	3,93	ns
Intestino grosso (cm)	43,20±1,07	43,20±1,32	43,60±1,08	45,20±2,18	45,00±0,71	45,80±1,16	6,71	ns
pH Ceco	6,16±0,45	6,21±0,19	6,32±0,26	6,13±0,11	5,84±0,12	5,94±0,23	9,33	ns
pH Digesta	6,07±0,18	6,41±0,18	6,28±0,25	6,29±0,18	6,63±0,17	6,66±0,09	5,95	ns
Viscosidade digesta (mPa.s)	17,66±2,38	16,66±2,15	17,11±2,12	17,00±1,11	16,76±1,96	17,07±1,06	24,56	ns
79 dias de idade								
Proventrículo (%)	0,253±0,02	0,271±0,01	0,277±0,01	0,280±0,02	0,277±0,01	0,275±0,01	10,05	ns
Moela (%)	1,503±0,09	1,456±0,11	1,580±0,08	1,568±0,05	2,029±0,02*	2,047±0,03*	9,04	Linear ²
Pâncreas (%)	0,169±0,01	0,166±0,01	0,183±0,01	0,189±0,01	0,173±0,01	0,169±0,02	8,26	ns
Fígado (%)	1,692±0,08	1,654±0,10	1,691±0,07	1,651±0,10	1,654±0,06	1,678±0,08	11,24	ns
Intestino delgado (%)	1,632±0,06	1,978±0,11	2,075±0,22*	2,106±0,12*	2,208±0,09*	2,294±0,09*	13,66	Linear ³
Intestino grosso (%)	0,318±0,01	0,309±0,02	0,356±0,01	0,362±0,01	0,400±0,01*	0,415±0,01*	8,08	Linear ⁴
Intestino delgado (cm)	191,40±5,74	215,60±6,75	203,20±12,77	209,80±9,14	185,80±6,76	206,80±9,84	9,77	ns
Intestino grosso (cm)	49,00±0,89	51,20±0,80	54,20±2,89	50,80±2,63	48,00±1,58	52,80±1,77	8,46	ns
pH Ceco	6,66±0,10	6,79±0,11	6,62±0,09	6,24±0,13*	6,14±0,14*	6,16±0,14*	4,17	Linear ⁵
pH Digesta	6,07±0,18	6,41±0,18	6,28±0,25	6,28±0,14	6,63±0,07	6,66±0,09	5,95	ns
Viscosidade digesta (mPa.s)	16,35±0,92	16,49±0,99	16,16±1,25	19,55±0,63*	20,61±0,64*	20,50±1,01*	11,40	Linear ⁶

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); CV = Coeficiente de variação; ns = não significativo.

¹Y = 0,174589+0,0195963x-0,00131020x² (R2=0,65); Ponto de máxima=7,48%.

³Y = 1,90278+0,038291x (R2=0,98).

⁵Y = 0,0878000+6,91560x (R2=0,88).

²Y = 1,24721+0,0815443x (R2=0,85).

⁴Y = 0,292447+0,0127727x (R2= 0,95).

⁶Y = 14,9233+0,623370x (R2=0,82).

A maior intensidade na atividade de trituração da moela, ocasionada pelo tipo e teor de fibra ingerido pelas aves e a variabilidade do tamanho das partículas do RDFM (Raupp et al., 1999), pode justificar o aumento do peso do órgão, corroborando com os resultados apresentados por Freitas et al. (2008), Khempaka et al. (2009) e Furtado et al. (2011).

A capacidade de hidratação e o efeito abrasivo dos compostos fibrosos podem ter provocado aumento do volume e viscosidade do bolo alimentar, resistência ao peristaltismo intestinal e limitação na ação enzimática endógena sobre os substratos, desencadeando alterações morfológicas e fisiológicas no trato gastrointestinal (Fasina et al., 2004; Mateos et al., 2012), como o aumento adaptativo da massa tecidual da parede intestinal (Turk, 1982; Olkowski et al., 2005) e hipertrofia pancreática (Wang et al., 2005) em função do maior estímulo da secreção de enzimas pancreáticas ocasionado pelo aumento do refluxo gastroduodenal (Svihus et al., 2004).

Tendo como base o percentual de inclusão do RDFM, podemos considerar que a concentração de PNAs e amido resistente presentes na mandioca e nos demais ingredientes da dieta podem incrementar a viscosidade da digesta, uma vez que alteram a taxa de difusão dos substratos ao desencadear o aumento das descargas de muco protetor, pelas células caliciformes, a fim de evitar a aderência de micro-organismos patogênicos no epitélio intestinal, incrementando a viscosidade da digesta (Montagne et al., 2003; Maiorka, 2004; Forder et al., 2007).

O decréscimo do pH do conteúdo cecal pode ter sido ocasionado pelo percentual de compostos fibrosos e amido resistente encontrados no RDFM e não hidrolisados no intestino delgado mas fermentados no intestino grosso (Yue & Waring, 1998; Walter et al., 2005), mais especificamente pela microbiota cecal (Józefiak et al., 2004), estimulando a produção de ácidos graxos voláteis de cadeia curta, principalmente o ácido láctico, determinando a redução do pH cecal (Coon et al., 1990; Lan et al., 2007).

Os níveis de inclusão de RDFM não interferiram ($P>0,05$) no rendimento de carcaça, peito, perna, percentual de gordura abdominal e vísceras comestíveis (fígado e coração), no entanto, verificou-se efeito linear crescente ($P<0,05$) para rendimento da moela aos 79 dias de idade (Tabela 5). Quando comparado o tratamento controle com os níveis de inclusão de RDFM, observou-se maior rendimento de moela ($P<0,05$) nos níveis 8% e 10%.

Tabela 5 - Rendimento (%) de carcaça e cortes, vísceras comestíveis e porcentagem de gordura abdominal (média ± erro-padrão) de frangos de corte de crescimento lento, aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

Níveis de RDFM	Carcaça eviscerada	Peito	Perna	Asa	Dorso	Gordura abdominal	Fígado	Coração	Moela
Controle	68,95±0,38	31,50±0,62	35,78±0,78	11,65±0,36	21,65±0,71	4,31±0,19	1,68±0,09	0,53±0,04	1,49±0,10
2%	69,54±0,27	32,34±0,70	34,52±0,66	11,47±0,14	21,34±0,65	4,19±0,53	1,43±0,08	0,44±0,02	1,56±0,09
4%	68,85±0,67	31,13±0,55	34,93±0,41	11,70±0,23	21,59±0,29	4,10±0,16	1,55±0,10	0,48±0,04	1,54±0,06
6%	68,08±1,26	31,54±0,98	35,43±0,71	11,77±0,29	21,08±0,42	4,31±0,37	1,49±0,03	0,45±0,02	1,74±0,09
8%	69,17±0,41	32,47±0,81	35,68±0,99	11,62±0,14	20,12±0,48	4,37±0,33	1,41±0,6	0,48±0,02	1,99±0,13*
10%	68,43±0,60	32,16±0,71	34,61±0,56	11,73±0,08	21,21±0,41	4,21±0,13	1,50±0,05	0,53±0,03	1,97±0,09*
CV (%)	2,21	5,21	4,51	7,37	4,87	16,88	10,82	13,42	12,57
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Linear ¹

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; CV = Coeficiente de variação.

¹Y = 0,0637109 + 1,37878 (R² = 0,83).

Embora o desempenho tenha sido negativamente afetado, o rendimento de carcaça e cortes foi similar, possivelmente pela adequada deposição proteica dos níveis de lisina nas rações experimentais, uma vez que a lisina participa substancialmente na constituição da proteína muscular (Barboza et al., 2000).

O maior rendimento de moela pode ser efeito das características e níveis de inclusão do resíduo avaliado, que proporcionaram aumento da atividade muscular do órgão e, em consequência, aumento no peso, corroborando com os resultados encontrados por Borin et al. (2006), Costa et al. (2007) e Iheukwumere et al. (2008) ao avaliarem os efeitos da inclusão da mandioca (raiz e parte aérea) e resíduos de seu processamento na alimentação de frangos de corte.

A coloração da canela e os valores de a^* e b^* da carne de peito e da coxa decresceram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão do RDFM na dieta das aves, na avaliação 15 min “post mortem”. Já, na análise 24h “post mortem”, a intensidade de a^* da carne da coxa apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com o ponto de mínima ao nível de 8,14% de inclusão, e o índice de b^* da carne de peito diminuiu linearmente ($P < 0,05$) (Tabela 6). Os demais atributos de qualidade da carne foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os níveis inclusão de RDFM.

Ao comparar cada nível de inclusão do RDFM com o tratamento controle verificou-se que a coloração da canela reduziu a partir do nível de 4% de inclusão de RDFM. Os índices de a^* e b^* da carne de peito e b^* da carne da coxa, na avaliação 15 min “post mortem”, e b^* da carne do peito, 24h “post mortem”, diminuíram a partir dos níveis de 6%, entretanto a intensidade de a^* da carne da coxa foi menor nos níveis acima de 8%, na avaliação 15 min “post mortem”, e nos níveis 6% e 8%, na análise 24h “post mortem”.

O decréscimo na intensidade da coloração da canela e da carne dos frangos pode ser justificado pela deficiência de pigmentos como a xantofila e os carotenoides que a raiz de mandioca apresenta bem como os produtos e resíduos de seu processamento (Freitas et al., 2008; Chauynarong et al., 2009; Souza et al., 2011).

Embora exista uma grande variedade de cultivares de milho e mandioca, pesquisas demonstram que o grão de milho apresenta aproximadamente 22 $\mu\text{g/g}$ de carotenoides totais (Carvalho et al., 2006; Cardoso et al., 2009, Rios et al., 2010) enquanto que a polpa fresca da mandioca possui em torno de 5 a 8 $\mu\text{g/g}$ de pigmentantes totais (Chávez et al., 2005; Mezette et al., 2009, Oliveira et al., 2009), tornado o milho mais eficiente como fonte pigmentante (Garcia et al., 2009).

Tabela 6 - Qualidade da carne e coloração da canela (média ± erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

		0%	2%	4%	6%	8%	10%	CV(%)	Regressão	
	Capacidade de retenção de água (%)	52,00±2,08	52,49±1,83	52,92±0,67	52,36±0,73	52,50±1,05	52,87±2,45	6,90	ns	
	Perda de peso por cocção (%)	28,28±1,09	26,36±0,94	28,37±1,48	27,03±0,87	26,32±0,82	26,64±1,73	9,91	ns	
	Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	6,70±0,56	6,68±0,44	6,69±0,42	6,68±0,76	6,72±0,79	6,71±0,72	21,19	ns	
	Coloração da canela	4,33±0,28	3,47±0,27	2,27±0,29*	2,80±0,60*	2,20±0,34*	1,27±0,32*	30,33	Linear ¹	
		Peito								
15 minutos post-mortem	pH	6,64±0,06	6,57±0,03	6,64±0,08	6,60±0,05	6,73±0,06	6,56±0,03	1,85	ns	
	Luminosidade (L)	46,59±0,19	46,40±0,84	46,75±0,73	46,78±0,36	46,34±0,62	46,19±0,52	2,81	ns	
	Intensidade vermelho/verde (a*)	2,71±0,13	2,65±0,20	2,69±0,26	2,02±0,17*	1,88±0,19*	2,03±0,04*	17,13	Linear ²	
	Intensidade amarelo/azul (b*)	4,48±0,34	4,12±0,35	4,19±0,14	3,48±0,13*	3,28±0,21*	3,35±0,16*	14,00	Linear ³	
		Coxa								
15 minutos post-mortem	pH	6,57±0,07	6,46±0,10	6,45±0,09	6,46±0,07	6,49±0,07	6,46±0,09	2,88	ns	
	Luminosidade (L)	54,54±0,57	54,01±0,38	53,83±0,65	54,69±0,37	54,53±0,44	54,28±0,44	2,01	ns	
	Intensidade vermelho/verde (a*)	6,19±0,49	5,93±0,36	5,21±0,20	5,37±0,15	4,83±0,26*	4,77±0,29*	12,99	Linear ⁴	
	Intensidade amarelo/azul (b*)	5,09±0,43	4,74±0,20	3,95±0,29	3,50±0,42*	3,38±0,37*	3,50±0,46*	20,68	Linear ⁵	
		Peito								
24h "post-mortem"	pH	5,31±0,19	5,41±0,18	5,32±0,13	5,29±0,11	5,34±0,19	5,49±0,21	7,17	ns	
	Luminosidade (L)	53,01±0,22	52,68±0,27	52,56±0,74	52,86±0,50	53,12±1,52	53,05±0,68	3,31	ns	
	Intensidade vermelho/verde (a*)	2,61±0,31	2,48±0,23	2,51±0,12	2,13±0,32	1,86±0,17	2,15±0,36	25,95	ns	
	Intensidade amarelo/azul (b*)	4,61±0,29	4,70±0,39	4,51±0,27	3,66±0,15*	3,38±0,11*	3,44±0,16*	13,76	Linear ⁶	
		Coxa								
24h "post-mortem"	pH	5,37±0,21	5,39±0,18	5,21±0,02	5,44±0,18	5,34±0,09	5,52±0,19	6,70	ns	
	Luminosidade (L)	55,47±0,69	55,16±0,45	55,55±0,67	55,54±0,63	55,83±0,66	55,85±1,10	2,92	ns	
	Intensidade vermelho/verde (a*)	5,55±0,47	5,80±0,23	5,76±0,14	4,48±0,21*	3,79±0,21*	4,77±0,07	11,23	Quadrática ⁷	
	Intensidade amarelo/azul (b*)	4,92±0,37	4,66±0,21	4,42±0,33	4,38±0,20	4,40±0,49	4,10±0,33	16,87	ns	

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); CV = Coeficiente de variação; ns = não significativo.

¹Y=3,74000-0,223333x (R²=0,76).

⁴Y=6,02240-0,134600x (R²= 0,83).

⁷Y=7,44320-0,765600x+0,0470000x² (R²= 0,71); Ponto de mínima=8,14%.

²Y=2,87152-0,102550x (R²=0,71).

⁵Y=4,72880-0,1526x (R²= 0,74).

³Y=4,41780-0,122000x (R²=0,79).

⁶Y=5,03310-0,182250x (R²=0,86).

Os componentes da fibra alimentar do RDFM também podem ter contribuído para a despigmentação das canelas e carne das aves, pois as propriedades físico-químicas e capacidade de complexar-se com outros componentes da dieta fazem com que a fração fibrosa seja capaz de criar um mecanismo de arraste (Raupp & Sgarbieri, 1996; Leonel et al., 1998), diminuindo a biodisponibilidade e aumentando a excreção de substâncias como os carotenoides, reduzindo sua ação pigmentante e funcional no organismo animal (Furr & Clark, 1997, Mourão et al., 2005).

Observa-se que, embora os resultados da CRA e FC não tenham sido significativos, houve baixa capacidade de retenção de água do músculo com consequente redução da maciez da carne (Fanatico et al., 2005; Santos et al., 2005; Sanfelice et al., 2010; Souza et al., 2011), podendo comprometer os parâmetros de qualidade dos produtos cárneos esperado pelo consumidor de aves de crescimento lento, pois implicaria em perdas do valor nutricional e alterações das características sensoriais dos cortes através da maior quantidade de exsudato eliminado no processo de cozimento (Van Laak et al., 2000; Olivo & Barbut, 2004).

Aos 49 dias de idade, os níveis séricos de glicose, triglicerídeos, colesterol total, HDL, LDL e VLDL não diferiram ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão do RDFM. No entanto, aos 79 dias de idade, os valores de triglicerídeos e colesterol VLDL apresentaram um comportamento quadrático ($P<0,05$) com pontos de máxima de 5,45% e 5,44%, respectivamente. As demais variáveis sanguíneas analisadas foram similares ($P>0,05$). Quando comparado cada nível de inclusão do RDFM com o tratamento controle não foi observada diferença ($P>0,05$) para os níveis séricos (Tabela 7).

A redução dos níveis séricos de triglicerídeos e colesterol VLDL pode estar relacionada com a interferência da fibra alimentar e seus análogos sobre o metabolismo lipídico e a redução na capacidade absorptiva intestinal do colesterol e lipídios da dieta (Savón, 2002), uma vez que a produção de um bolo intestinal viscoso exerce efeito “sequestrante” sobre os sais biliares aumentando sua excreção e a eliminação de compostos lipídicos nas fezes (Mourão et al., 2005), acarretando na diminuição da circulação entero-hepática dos sais biliares, fazendo-se necessário a mobilização de colesterol para nova síntese de sais reduzindo o teor de colesterol sanguíneo (Márquez, 2001). Assim, a menor circulação de sais biliares reduzirá a formação de micelas e absorção lipídica e decréscimo dos níveis de triglicerídeos e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) no sangue (Jimenez-Vergara et al., 1999).

Tabela 7 - Variáveis sanguíneas (média ± erro-padrão) mensuradas em frangos de corte de crescimento lento, aos 49 e 79 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM)

Variáveis sanguíneas	0%	2%	4%	6%	8%	10%	CV (%)	Regressão
49 dias de idade								
Glicose (mg/dL)	206,50±4,61	218,67±5,66	201,99±16,41	212,03±8,19	210,78±6,30	202,80±13,07	10,71	ns
Triglicerídeo (mg/dL)	127,92±4,90	123,84±4,89	123,19±4,26	125,83±3,23	123,81±4,90	123,80±6,65	8,81	ns
Colesterol Total (mg/dL)	60,83±1,24	59,97±0,75	60,52±1,70	60,60±1,89	60,81±1,71	60,18±1,60	5,67	ns
Colesterol HDL (mg/dL)	22,12±1,02	21,30±1,15	21,87±1,21	21,40±1,35	22,33±0,80	21,38±0,82	11,09	ns
Colesterol VLDL (mg/dL)	25,58±0,98	24,77±0,98	24,64±0,85	25,17±0,65	24,76±0,98	24,76±1,33	8,81	ns
Colesterol LDL (mg/dL)	13,13±0,43	13,90±0,99	14,02±0,75	14,03±0,18	13,72±0,67	14,04±0,33	10,05	ns
79 dias de idade								
Glicose (mg/dL)	169,73±5,91	167,79±10,14	193,32±2,84	181,13±7,66	183,12±8,68	195,50±7,04	8,15	ns
Triglicerídeo (mg/dL)	103,65±9,87	99,88±2,97	111,91±13,64	110,21±3,76	109,73±2,30	87,46±8,43	15,39	Quadrática ¹
Colesterol Total (mg/dL)	56,29±1,94	50,70±2,05	51,92±1,80	52,91±2,89	52,90±0,76	51,26±0,64	7,02	ns
Colesterol HDL (mg/dL)	54,98±3,71	54,60±2,14	46,88±6,28	60,17±1,63	49,33±2,49	56,00±2,59	13,03	ns
Colesterol VLDL (mg/dL)	20,73±1,97	19,98±0,59	22,38±2,73	22,04±0,75	21,35±0,46	17,49±1,69	15,39	Quadrática ²
Colesterol LDL (mg/dL)	32,09±4,14	31,61±1,53	41,48±6,59	37,23±1,94	32,22±2,82	31,01±2,94	21,74	ns

*Significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05); ns = não significativo; CV=Coeficiente de variação.

¹Y= 78,2459+13,0914x-1,20351x² (R²=0,94); Ponto de máxima=5,45%.

²Y= 15,6492+2,61828x-0,240703x² (R²=0,94); Ponto de máxima=5,44%.

Com relação às fibras insolúveis e o amido resistente do RDFM, o meio de ação seria físico, através do aumento da hidratação, volume e taxa de passagem do substrato, impelindo e aumentando a excreção de lipídios (Raupp et al., 2002; Shamaï et al., 2003) com consequente redução das concentrações de triglicerídeos no sangue, conforme observado por Eufrásio et al. (2009). Avaliando os efeitos de uma dieta com alta fração de fibra insolúvel, produzida a partir do bagaço da carambola, sobre o perfil lipídico e glicêmico de hamsters. Chau et al. (2004) observaram que níveis acima de 5% de inclusão resultaram em efeitos hipocolesterolêmicos e hipolipidêmicos.

Os resultados obtidos na análise de viabilidade econômica, no período de 21 a 79 dias de idade, demonstram que a margem bruta foi positiva em todos os tratamentos (Tabela 8), embora tenha se reduzido gradativamente com o aumento dos níveis de inclusão de RDFM na dieta das aves, revertendo na maior margem bruta para o tratamento controle. O maior ganho de peso das aves ocorreu no tratamento controle, obtendo-se a maior receita bruta, entretanto, sem diferir do nível de inclusão 2% de RDFM. O menor custo de ração por kg de peso vivo do frango produzido foi obtido pelo tratamento controle, resultando no melhor ponto de equilíbrio e índice de rentabilidade, seguido do nível 2% de inclusão de RDFM.

Tabela 8 - Análise econômica (R\$) de níveis crescentes de resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM) na dieta de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 79 dias de idade

Viabilidade econômica	Níveis de inclusão do RDFM					
	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Custo médio da ração (R\$/kg)	6,39	6,48	6,55	6,64	6,70	6,85
Receita bruta média (R\$)	11,53	11,26	11,02	10,92	10,85	10,79
Margem bruta (R\$)	5,13	4,76	4,47	4,28	4,14	3,94
Ponto de equilíbrio (kg)	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,83
Índice de rentabilidade (%)	0,80	0,74	0,68	0,65	0,62	0,57

Analisando a viabilidade econômica dos diferentes níveis de inclusão do RDFM na dieta de frangos de corte de crescimento lento, dos 21 aos 79 dias de idade, verificase que, à medida que aumentou os níveis de inclusão do RDFM houve acréscimo no custo médio da ração, diminuindo consequentemente a receita e margem bruta dos tratamentos. Tal situação pode ser explicada pelo fato do RDFM ter um preço/kg 17% superior ao do milho, tornando-o economicamente inviável no mercado agrícola atual.

Embora o ponto de equilíbrio e índice de rentabilidade mais vantajoso tenha sido obtido pelas aves do tratamento controle, os resultados de peso médio e ganho de peso, demonstrados pelos frangos que tiveram o RDFM incluído na ração, foram superiores

aos citados no manual de manejo linha colonial Globoaves (2011), independente do nível de inclusão.

Conclusões

A inclusão do RDFM na dieta comprometeu o desempenho dos frangos no período de 21 a 79 dias de idade, levando ao aumento da viscosidade da digesta, no entanto, não alterou o rendimento de carcaça e cortes principais. O RDFM promoveu decréscimo na pigmentação das canelas e da carne das aves sem interferir nos demais parâmetros de qualidade. Houve redução dos níveis séricos de triglicerídeos e colesterol VLDL, aos 79 dias de idade. A utilização de até 2% do resíduo de mandioca manteve os indicadores produtivos das aves, entretanto, pelos resultados obtidos na análise de viabilidade econômica não é viável a inclusão do RDFM na dieta dos animais.

Referências

- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY – AOCS. **Official methods Ba 6a-05 Ankom Technology Method 7**. Urbana, 2011.
- BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de lisina para frangos de corte de 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1091-1097, 2000.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, n.2, p.145-155, 1995.
- BORIN, K.; LINDBERG, J.E.; OGLE, R.B. Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, n.5-6, p.230-237, 2006.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- BUITRAGO, J.A.; LLANOS, J.L.G.; PATIÑO, B.O. **La yuca en la alimentacion avícola**. Bogotá, DC: Fenavi/Fonav, 2001. 47p. (Cuadernos Avícolas, n.14).
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320-329, 2010.
- CAMPELLO, C.C.; SANTOS, M.S.V.; LEITE, A.G.A. et al. Características de carcaça de frangos tipo caipira alimentados com dietas contendo farinha de raízes de mandioca. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.4, p.1021-1028, 2009.
- CARDOSO, C.E.L. **Restrições à melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de fécula de mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2004. (Documentos 145).
- CARDOSO, W.S.; PAES, M.C.D.; GALVÃO, J.C.C. et al. Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenóides nos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.164-173, 2009.
- CARVALHO, P.R.; PITA, M.C.G.; PIBER-NETO, E. et al. Influência da adição de fontes marinhas de carotenóides à dieta de galinhas poedeiras na pigmentação da gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.654-663, 2006.
- CASTRO, F.F. (Coord.). **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo: Sindirações, 2009. 390 p.
- CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca do Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174p.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p.11-37.
- CHAU, C.-F.; CHEN, C.-H.; WANG, Y.-T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Journal of Nutrition Research**, v.24, n.5, p.337-345, 2004.
- CHAUYNARONG, N.; ELANGO VAN, A.V.; IJI, P.A. The potential of cassava products in diets for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.65, n.1, p.24-36, 2009.

- CHÁVEZ, A.L.; SÁNCHEZ, T.; JARAMILLO, G. et al. Variation of quality traits in cassava roots evaluated in landraces and improved clones. **Euphytica**, v.143, n.1-2, p.125-133, 2005.
- CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; WANG, J. et al. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, v.37, n.3, p.609-621, 1996.
- CHOCT, M.; ANNISON, G. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microbiota. **British Poultry Science**, v.33, n.4, p.821-834, 1990.
- CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J. et al. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: A review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. **Journal of Animal Sciences**, v.23, n.10, p.1386-1398, 2010.
- CIACCO, C.F.; CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 152p. (Série Tecnologia Agroindustrial).
- COON, C.N.; LESKE, K.L.; AKAVANICHAN, O. et al. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, v.69, n.5, p.787-793, 1990.
- COSTA, F.G.P.; SOUSA, W.G.; SILVA, J.H.V. et al. Avaliação do feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Paz & Hoffman) na alimentação de aves caipiras. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.42-48, 2007.
- EUFRÁSIO, M.R.; ARCELOS, M.F.P.; SOUSA, R.V. et al. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos Wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1608-1161, 2009.
- FANATICO, A.C.; CAVITT, L.C.; PILLAI, P.B. et al. Evaluation of slowing-growing broiler genotypes grown with and without access: meat quality. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1785-90, 2005.
- FASINA, Y.O.; GARLICH, J.D.; CLASSEN, H.L. et al. Response of turkey poults 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.
- FORDER, R.E.A.; HOWARTH, G.S.; TIVEY, D.R. et al. Bacterial modulation of small intestinal goblet cells and mucin composition during early posthatch development of poultry. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2396-2403, 2007.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V. et al. Inclusão de farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.2, p.155-163, 2008.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V. et al. Efeito da inclusão da farinha de varredura de mandioca em dietas de frangos de corte sobre as características de carcaça. **Acta Scientiarum Science Animal**, v.30, n.2, p. 155-163. 2008.
- FRONNING, G.W.; UIJTENBOOGAART, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v.67, n.11, p.1536-1544, 1988.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Motilidade gastrointestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. p.97-103.
- FURR, H.C.; CLARK, R.M. Intestinal absorption and tissue distribution of carotenoids. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.8, n.7, p.364-377, 1997.

- FURTADO, D.A.; CARVALHO JUNIOR, S.B.; LIMA, I.S.P. et al. Desempenho de frangos alimentados com feno de maniçoba paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.722-728, 2011.
- GARCIA, E.A.; MOLINO, A.B.; BERTO, D.A. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.4, p.689-697, 2009.
- GARCIA, M. Cassava root meal for poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, n.1, p.132-137, 1999.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.
- GEORGE, O.S.; SESE, B.T. The effects of whole cassava meal on broiler carcass weight and the optimal inclusion rate of whole cassava meal in broiler production. **Advances in Agriculture, Sciences and Engineering Research**, v.2, n.6, p.184-189, 2012.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 2002. p.187-200.
- GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMENEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G. et al. 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, n.8, p.1705-1715, 2007.
- GRAHAM, K.K.; KERLEY, M.S.; FIRMAN, J.D. et al. The effect of enzyme treatment of soybean meal on oligosaccharide disappearance and chick growth performance. **Poultry Science**, v.81, n.7, p.1014-1019, 2002.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Journal Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- HSIAO, H.Y.; ANDERSON, D.M.; DALE, N.M. Levels of β -mannan in soybean meal. **Poultry Science**, v.85, n.8, p.1430-1432, 2006.
- HUYEN, L.V.; LEN, N.T.; PHUNG, N.T. [2007]. Effect of supplementation of cassava residue meal in diets on the growth performance of Luong phuong broilerst. In: MEKARN REGIONAL CONFERENCE 2007: MATCHING LIVESTOCK SYSTEMS WITH AVAILABLE RESOURCES, 2007, Vietnam. **Proceedings...** Vietnam: [s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.mekarn.org/prohan/huyen.htm>>. Acesso em: 28 nov. 2013.
- IHEUKWUMERE, F.C.; NDUBUISI, E.C.; MAZI, E.A. et al. Performance, nutrient utilization and organ characteristics of broilers fed cassava leaf meal (*Manihot Esculenta Crantz*). **Pakistan Journal of Nutrition**, v.7, n.1, p.13-16, 2008.
- JIMENEZ-VERGARA, M.; FURR, H.; FERNANDEZ, M.L. Pectin and psyllium decrease the susceptibility of LDL to oxidation in guinea pigs. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.10, n.2, p.118-124, 1999.
- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.1, p.1-15, 2004.
- KHEMPAKA, S.; MOLEE, W.; GUILLAUME, M. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, n.3, p.487-493, 2009.

- LAN, Y.; WILLIAMS, B.A.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. 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.
- LEE, K.-W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H.J. et al. Growth performance, intestinal viscosity, fat digestibility and plasma cholesterol in broiler chickens fed a rye-containing diet without or with essential oil components. **Journal of Poultry Science**, v.3, n.9, p.613-618, 2004.
- LEONEL, M., CEREDA, M.P., ROAU, X. Cassava bagasse as dietary food product. **Tropical Science**, v.38, n. 4, p. 224-228, 1998.
- LUSTOSA, B.H.B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Influência de parâmetros de extrusão na absorção e solubilidade em água de farinhas pré-cozidas de mandioca e caseína. **Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.20, n.2, p.223-229, 2009.
- MAIORKA, A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 5., 2004, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. p.119-129.
- MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.302-305, 2001.
- MÁRQUEZ, L.R. **A fibra terapêutica**. 2.ed. São Paulo: Byk Química, 2001.
- MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA/APINCO, 2004. 356p.
- MEZETTE, T.F.; CARVALHO, C.R.L.; MORGANO, M.A. et al. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a caracterização agrônômica, tecnológicas e químicas. **Revista Bragantia**, v.68, n.3, p.601-609, 2009.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, n.1-4, p.95-117, 2003.
- MOURÃO, D.M.; SALES, N.S.; PINHEIRO-SANTANA, H.M. Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, v.18, n.4, p.529-539, 2005.
- NAKAMURA, M.; KATOK, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat, **Bulletin of Ishika Prefecture College of Agriculture**, v.11, n.1, p.45-49, 1985.
- OLIVEIRA, L.A.; KIMURA, M.; PEREIRA, M.E.C. et al. Avaliação do teor de carotenóides totais e compostos cianogênicos em híbridos de mandioca das famílias 2003 e 2004. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, [2009]. (CD-ROM).
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.
- OLIVO, R.; BARBUT, S. Exudative cooked gel in chicken breast meat products. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. v.1, p.89.
- OLKOWSKI, B.I.; CLASSEN, H.L.; WOJNAROWICZ, C. et al. 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.

- OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.239-252, 2008.
- POZZA, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L. et al. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.
- RAUPP, D.S.; MARQUES, S.H.P.; ROSA, D.A. et al. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisada. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.235-242, 2002.
- RAUPP, D.S.; MOREIRA, S.S.; BANZATTO, D.A. et al. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de feccularia de mandioca. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.1-9, 1999.
- RAUPP, D.S.; SGARBIERI, V.C. Efeito de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.100-107, 1996.
- RIOS, S.A.; BORÉM, A.; OLIVEIRA, P.E. et al. Divergência genética entre genótipos de milho quanto ao teor de carotenóides nos grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p.277-286, 2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 186p.
- SANFELICE, C.; MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. et al. Avaliação e caracterização da qualidade da carne de peito (*Pectoralis major*) de matrizes pesadas em final de ciclo produtivo. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, supl.1, p.166-170, 2010.
- SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.2, p.85-92, 2005.
- SAVÓN, L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.36, n.2, p.91-102, 2002.
- SCHULZE, H.; Van LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.
- SHAMAI, K.; BIANCO-PELED, H.; SHIMONI, E. Polymorphism of resistant starch type III. **Journal of Carbohydrate Polymers**, v.54, p.363-369, 2003.
- SILVA, F.I.; CABELLO, C. Caracterização das estruturas moleculares de amidos de mandioca utilizando metodologia de permeação em gel. **Energia na Agricultura**, v.21, n.1, p.50-68, 2006.
- SILVA, T.P.L.; CABELLO, C. Propriedades da pasta e concentração de amido resistente em duas variedades de raízes de mandioca em diferentes estágios de desenvolvimento. **Revista Energia da Agricultura**, v.25, n.1, p.138-151, 2010.
- SMITH, A.; ROSE, S.P.; WELLS, R.G. et al. Effect of excess dietary sodium, potassium, calcium and phosphorus on excreta moisture of laying hens. **British Poultry Science**, v.41, n.5, p.598-607, 2000.
- SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; SANTOS, C.D. et al. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte suplementados com KCl no verão. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.5, p.1160-1168, 2004.

- SOUZA, J.P.L.; RODRIGUES, K.F.; ALBINO, L.F. et al. Bagaço de Mandioca em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1044-1053, 2012.
- SOUZA, K.M.R.; CARRIJO, A.S.; KIEFER, C. et al. Farelo da raiz integral de mandioca em dietas de frangos de corte tipo caipira. **Arquivo de Zootecnia**, v.60, n.231, p.489-499, 2011.
- SPOSITO, A.C.; CARAMELLI, B.; FONSECA, F.H. et al. [2007]. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, suppl.1, p. 2-19, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0066-82X2007000700002>>. Acesso em: 13 jun. 2013.
- TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, v.61, n.7, p.1225-1244, 1982.
- UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, v.41, p.410-415, 2000.
- VAN LAAK, R.L.J.M.; LIU, C.H.; SMITH, M.O. et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v.79, n.7, p.1057-1061, 2000.
- VIEIRA, S.L.; LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.6, p.365-368, 2005.
- WALTER, M.; SILVA, L.P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.974-980, 2005.
- WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W.Q. et al. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheatbased diets. **Poultry Science**, v.84, n.6, p.875-881, 2005.
- YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Food World**, v.43, n.9, p.690-695, 1998.
- YUTSTE, P.; LONGSTAFF, M.A.; McNAB, J.M. et al. The digestibility of semipurified starches from wheat, cassava, pea, bean and potato by adult cockerels and young chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.35, n.3-4, p.289-300, 1991.

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restrição alimentar e a ingestão de alimentos com alto teor de fibra influenciaram de forma diferenciada o desempenho produtivo, biometria intestinal, rendimento de carcaça, qualidade da carne e viabilidade econômica de frangos de crescimento lento.

A redução da quantidade de ração fornecida aos frangos e o consumo de feno desidratado e pasto “in natura” provocaram alterações fisiológicas e digestivas, refletindo no aumento do peso dos órgãos do trato digestivo, redução do pH do conteúdo da moela e digesta do intestino delgado, com possível interferência no tempo de permanência do bolo alimentar no TGI resultando no decréscimo da digestão e absorção de nutrientes comprometendo o desempenho das aves.

O consumo de alimentos volumosos “in natura” ou desidratados apresenta baixa contribuição nutricional na dieta dos animais. Entretanto, a restrição alimentar promoveu decréscimo na deposição de gordura corporal indicando aumento de massa muscular, melhorando a qualidade da carcaça assim como a ingestão de pastagem que colaborou para a manutenção da coloração da carne.

Novos níveis de restrição alimentar podem ser testados na produção alternativa de frangos de corte de crescimento lento, criados em regimes confinado ou semiconfinado, uma vez que promoveria redução do volume de ração consumida e controle do peso de abate das aves, para que estas atingissem as características de carcaça de acordo com as exigências do mercado consumidor.

Cabe salientar que o acesso rotativo a áreas de pastagem oportunizaria aos frangos maior atividade física e disponibilidade constante de vegetação fresca em condição de consumo, podendo estimular a ingestão voluntária de pasto, conferindo a carne os

atributos esperados pelo consumidor e relacionados à produção de linhagens de crescimento lento ou do tipo colonial.

A inclusão do resíduo desidratado de fecularia de mandioca (RDFM) influenciou negativamente no desempenho dos frangos a partir do nível de 2% de inclusão, aumentando a viscosidade da digesta e a umidade da cama. Entretanto, o maior pH do conteúdo cecal indica atividade microbiana fermentativa, o que poderia ter contribuído para manutenção e integridade da mucosa epitelial.

O RDFM demonstrou ter pouca capacidade pigmentante sendo indicada a inclusão de um aditivo pigmentante para melhorar a coloração das pernas e da carne dos animais. No entanto, as características quantitativas e qualitativas de carcaça apresentadas pelos frangos de corte de pescoço pelado, como o rendimento das partes nobres (peito e pernas) e textura da carne expressaram os atributos exigidos pelo consumidor.

Constatou-se que, mesmo que a inclusão de até 2% do RDFM não tenha afetado o desempenho das aves, o alto custo do RDFM, no mercado agrícola atual inviabiliza sua utilização na dieta de frangos de corte de crescimento lento. Entretanto, em função do alto teor de amido encontrado na massa úmida de fecularia, sua secagem poderia ser realizada e/ou planejada pelo produtor, reduzindo os custos do resíduo desidratado, podendo assim, ser utilizado na alimentação dos animais.

Considerando os resultados negativos de desempenho, obtidos nos níveis mais elevados de restrição alimentar e da inclusão de alimentos não convencionais, na dieta de frangos de crescimento lento, propõe-se a elaboração de pesquisas direcionadas a elaboração de programas de alimentação específicos a estas aves. O uso de métodos qualitativos e quantitativos de restrição alimentar e a utilização de outros alimentos alternativos, a partir da observação da sua composição bromatológica poderiam ser uma ferramenta para reduzir os custos com rações sem afetar o desempenho dos animais, aumentando a eficiência da produção alternativa de frangos de corte.