

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**FARINHA DE BATATA DOCE NA DIETA DE
FRANGOS DE CORTE E SUA INFLUÊNCIA SOBRE
ASPECTOS ANATÔMICOS, FISIOLÓGICOS E
PRODUTIVOS**

Juliana Klug Nunes

Pelotas/RS, 2010

JULIANA KLUG NUNES

**FARINHA DE BATATA DOCE NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE E SUA
INFLUÊNCIA SOBRE ASPECTOS ANATÔMICOS, FISIOLÓGICOS E
PRODUTIVOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Nutrição de não ruminantes).

Orientador: Prof. Ph. D. Fernando Rutz

Co-Orientadores: Prof. D. Sc. João Carlos Maier

Prof. D.Sc.. Marcos Antonio Anciuti

Prof. Ph. D. João Gilberto Corrêa da Silva

Pelotas/RS, 2010

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

N972f Nunes, Juliana Klug

Farinha de batata doce na dieta de frangos de corte e sua influência sobre aspectos anatômicos, fisiológicos e produtivos / Juliana Klug Nunes ; orientador Fernando Rutz; co-orientadores João Carlos Maier, Marcos Antonio Anciuti e João Gilberto Corrêa da Silva - Pelotas, 2010.-138f. ; - Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

1.Alimentação alternativa 2.Alometria 3.Aves 4.Biometria
5.Enzimas 6.*Ipomoea batatas* 7.Produção 8.Rendimento
9.Umidade I.Rutz, Fernando(orientador) II .Título.

CDD 636.084 5

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

N972f Nunes, Juliana Klug

Farinha de batata doce na dieta de frangos de corte e sua influência sobre aspectos anatômicos, fisiológicos e produtivos / Juliana Klug Nunes ; orientador Fernando Rutz; co-orientadores João Carlos Maier, Marcos Antonio Anciuti e João Gilberto Corrêa da Silva - Pelotas, 2010.-138f. ; - Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

1.Alimentação alternativa 2.Alometria 3.Aves 4.Biometria
5.Enzimas 6.*Ipomoea batatas* 7.Produção 8.Rendimento
9.Umidade I.Rutz, Fernando(orientador) II .Título.

CDD 636.084 5

Banca examinadora:

Prof. Ph. D. Fernando Rutz - UFPEL, FAEM, DZ (Orientador)

Prof. D.Sc. João Carlos Maier - UFPEL, FAEM, DZ

Prof. D.Sc. Gilberto D'Avila Vargas - UFPEL, FV, Veterinária Preventiva

Prof^a. D.Sc. Fabiane Pereira Gentilini - IFSUL, CAVG

Prof. D.Sc. Paulo Roberto Dallmann - IFSUL, CAVG

Prof. D.Sc. Victor Fernando Büttow Roll - UFPEL, FAEM, DZ (Suplente)

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, coragem de enfrentar as dificuldades e oportunidade de realizar minhas conquistas.

In memorium, a minha mãe Eloni e a minha tia Eny pela ajuda, incentivo, por me iluminarem. Agradeço muito a esses dois *anjos da guarda* que vivem no meu coração.

Ao meu pai Mario Fernando e a minha irmã Veridiana pelo apoio e confiança. Amo vocês!

Ao meu eterno *namorado* Paulo César pelo amor, carinho, amizade, paciência, compreensão e apoio nestes dezesséis anos de convivência. As tuas palavras de incentivo foram fundamentais nos momentos mais difíceis. Te amo muito e sempre!

Ao meu bebezinho Arthur que chegou para a felicidade e união. Obrigada pela paciência, pelas chamadas de atenção com a sílaba *mã*, pelos sorrisos, enfim por ter me ajudado a concluir mais essa etapa.

À Universidade Federal de Pelotas, à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, ao Departamento de Zootecnia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos Professores que foram responsáveis pela minha formação.

Ao Professor D.Sc. João Carlos Maier que me possibilitou a realização de estágios na área de avicultura, tendo sido estes fundamentais para a escolha pelas aves e formação profissional. Obrigada pelo aprendizado, orientação permanente, confiança e amizade.

Ao Professor D.Sc. Marcos Antonio Anciuti que sempre esteve pronto para ajudar e incentivar. Obrigada pela confiança, amizade, ensino e exemplo profissional e humano.

Ao Professor Ph. D. Fernando Rutz agradeço pelo aprendizado adquirido, pela sua disponibilidade e por acreditar em mim. Admiro-lhe como pessoa e como profissional.

Ao Professor Ph. D. João Gilberto Corrêa da Silva pela atenção e auxílio nas análises estatísticas.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Alltech Biotechnology pela aplicação de novas tecnologias à experimentação animal.

Às aves que sem entendimento e razão me proporcionaram o aprendizado.

Aos estagiários colaboradores e as demais pessoas que me ajudaram direta e indiretamente nas atividades para conclusão deste e dos demais trabalhos realizados. Considero-os amigos.

Aos colegas e amigos Fabiane, Fernanda, Henrique e Débora pela presença, pelo auxílio e incentivo.

Ao seu Juca e funcionários do setor de Avicultura do Congunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG) pela convivência amigável, ensinamentos e apoio nos projetos de pesquisa.

A Ana e ao André pela amizade e ajuda no Laboratório de Nutrição Animal.

OBRIGADA!

RESUMO

NUNES, Juliana Klug. **Farinha de batata doce na dieta de frangos de corte e sua influência sobre aspectos anatômicos, fisiológicos e produtivos**. 2010. 138f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

Um estudo foi conduzido para avaliar a substituição parcial do milho pela farinha de batata doce, com ou sem suplementação enzimática, nas dietas de frangos de corte de 1 a 47 dias de idade. Cento e cinquenta pintos de corte machos, com um dia de idade foram distribuídos em 30 boxes de duas baterias metálicas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 (0, 20 e 40% de farinha de batata doce e 0 e 200 g/ton de complexo enzimático) com cinco unidades experimentais (boxe com cinco aves). Aos 14, 21 e 28 dias de idade dos frangos de corte foram avaliados consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva. Nestes mesmos dias, foram pesadas e sacrificadas por deslocamento da articulação crânio-cervical, cinco aves por tratamento, para coleta e determinação alométrica do coração, fígado, proventrículo e moela, e biométrica do duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos. Entre 15 e 17 dias de idade das aves também foram analisados consumo de ração, ganho de peso, peso das excretas úmidas, quantidade de umidade nas excretas, matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo nas excretas. Após os 28 dias de idade, as aves remanescentes, segundo o tratamento, foram realojadas em seis boxes com cama de maravalha e aos 39 e 47 dias de idade foram avaliados características de carcaça, alometria de órgãos e biometria intestinal de três aves por tratamento. As variáveis foram submetidas à análise da variação para os testes de significância dos efeitos principais e da interação de farinha de batata doce e complexo enzimático, seguido da decomposição da variação entre os níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais. Os resultados indicaram que a substituição do milho pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação do complexo enzimático, não foi efetiva sobre o desempenho produtivo das aves, afetou adversamente características de carcaça, alometria de órgãos, biometria intestinal e digestibilidade; e interferiu negativamente sobre o peso corporal, aos 14, 21 e 28 dias de idade das aves. A suplementação do complexo enzimático não demonstrou benefícios sobre as variáveis analisadas.

Palavras-chave: alimentação alternativa, alometria, aves, biometria, enzimas, *Ipomoea batatas*, produção, rendimento, umidade.

ABSTRACT

NUNES, Juliana Klug. **Sweet potato meal in broiler diet and its influence on anatomic, physiologic and productive traits.** 2010. 138f. Doctorate Thesis – Graduation Program in Animal Sciences. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

A study was run to evaluate the partial replacement of corn by sweet potato meal, with or without supplementation of enzymes, in broiler diets from 1 to 47 days of age. A total of 150 day-old male broiler chicks were distributed in 30 pens of metallic batteries. A complete experimental block design in 3 x 2 experimental factorial arrangement was used (0, 20 and 40% of sweet potato meal and 0 and 200 g/ton of enzyme complex) with a total of 5 experimental units per treatment (pen with 5 birds). Feed intake, body weight, feed conversion, and factor of efficiency rate and uniformity were evaluated at 14, 21 and 28 days of age. At that same age, 5 birds per treatment were sacrificed by cervical dislocation to evaluate allometric development of heart, liver, proventriculus and gizzard and the biometry of duodenum jejunum, ileum, ceca and rectum-colon. From 15 to 17 days of age, feed intake, weight gain, wet excreta weight, fecal moisture content, dry matter, crude protein, crude fiber, éter extract, ash, calcium and phosphorus of the excreta were recorded. After 28 days, the remaining birds were reallocated on in 6 floor pens. At 39 and at 47 days of age, carcass traits, organ allometry and intestinal biometry were evaluated the 3 birds per treatment. The variables were subjected to analysis of variance for main effects the sweet potato meal and enzyme, followed by splitting into levels of o the factor sweet potato meal into polinomial components. Results indicated that the replacement of corn by sweet potato meal, with or without enzyme complex addition, have not improved the productive performance of the broilers, adversely affected carcass traits, allometry of organs, intestinal biometry and digestibility; and had a negative effect on body weight at 14, 21 and 28 days of age of the birds. The enzyme complex used has not altered the variables examined.

Keywords: alternative feeding, allometry, birds, biometry, enzymes, *Ipomoea batatas*, production, yield, moisture

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Cronograma de atividades do projeto de pesquisa	27
Tabela 2.	Continuação do cronograma de atividades do projeto de pesquisa	27
Tabela 3.	Valores estimados com as despesas para a execução do projeto de pesquisa	29
Tabela 4.	Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, nas fases pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática	53
Tabela 5.	Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase de crescimento (15 a 34 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática.	54
Tabela 6.	Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase final (35 a 47 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática	55

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Tabela 1.	Composição percentual e calculada das dietas pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	75
Tabela 2.	Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 28 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	76
Tabela 3.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao consumo de ração (CR) (g) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	77
Tabela 4.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao peso corporal (PC) (g) dos dias 14, 21 e 28, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	78
Tabela 5.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes à conversão alimentar (CA) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	79
Tabela 6.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao índice de eficiência produtiva (IEP) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	80

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2. Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas

Tabela 1.	Composição percentual e calculada das dietas pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	94
Tabela 2.	Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 34 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	95
Tabela 3.	Composição percentual e calculada das dietas da fase final (35 a 47 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	96
Tabela 4.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao peso da carcaça e aos rendimentos de carcaça e cortes dos frangos, aos 39 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	97
Tabela 5.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal dos frangos de corte, aos 39 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	98
Tabela 6.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao peso da carcaça e aos rendimentos de carcaça e cortes dos frangos, aos 47 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	99
Tabela 7.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal dos frangos de corte, aos 47 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	100

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 3. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Tabela I.	Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, nas fases pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade), alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.	109
Tabela II.	Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase de crescimento (15 a 28 dias de idade), alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.	110
Tabela III.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na segunda semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	111
Tabela IV.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na terceira semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	112
Tabela V.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na quarta semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.	113

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 4. Digestibilidade de farinha de batata doce com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Tabela 1.	Composição percentual e calculada das dietas pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	121
Tabela 2.	Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 28 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.	122
Tabela 3.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao desempenho e umidade das excretas dos frangos de corte, dos 15 aos 17 dias de idade, e equações polinomiais para expressar as respostas aos níveis de FBD.	123
Tabela 4.	Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à digestibilidade dos nutrientes da ração pelos frangos de corte, dos 15 aos 17 dias de idade, e equações polinomiais para expressar as respostas aos níveis de FBD.	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ácido cianídrico	HCN
Análise da variância	ANOVA
Cálcio	Ca
Cinzas	CZ
Coeficiente de variação	CV
Complexo enzimático	CE
Componente polinomial de maior grau significativo	CP
Comprimento do cólon-retos	Colret
Comprimento do duodeno	Duo
Comprimento do íleo	Íleo
Comprimento do jejuno	Jej
Consumo de ração	CR
Conversão alimentar	CA
Departamento de Zootecnia	DZ
Energia metabolizável	EM
Equação polinomial constante	Cte
Equação polinomial linear	Lin.
Equação polinomial quadrática	Quad.
Extrativos não nitrogenados	ENN
Extrato etéreo	EE
Farinha de batata doce	FBD
Fibra bruta	FB
Fibra detergente ácida	FDA
Fibra detergente neutra	FDN
Fósforo	P
Fósforo disponível	Pd
Índice de eficiência produtiva	IEP
Matéria mineral	MM
Média do comprimento dos cecos	Cec
Nutrientes digestíveis totais	NDT
Peso corporal	PC
Peso corporal após o jejum	PCj
Peso da carcaça com pés, sem cabeça, vísceras e gordura abdominal .	PCar
Peso da moela	Moe
Peso do coração	Cor
Peso do fígado	Fig
Peso do proventrículo	Pro
Polissacarídeos não amiláceos	PNAs
Proteína bruta	PB
Rendimento de asas	Asa
Rendimento de carcaça	RCar
Rendimento de coxas das asas	Coxasa

Rendimento de coxas e sobrecoxas	Cox Sobr
Rendimento de dorso com pescoço	Dorso
Rendimento de patas	Pata
Rendimento de peito sem pele	Peito
Rendimento dos cortes	RC
Uniformidade	UNIF
Universidade Federal de Pelotas	UFPEL

SUMÁRIO

	RESUMO	5
	ABSTRACT	6
	LISTA DE TABELAS	7
	LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática	8
	LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2. Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas	9
	LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 3. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática	10
	LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 4. Digestibilidade de farinha de batata doce com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte	11
	LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
1	INTRODUÇÃO GERAL	16
2	PROJETO DE PESQUISA	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	34
3.1	Alimentos alternativos	34
3.1.1	Sorgo	34
3.1.2	Milheto	36
3.1.3	Triticale	37
3.1.4	Quirera de arroz	38
3.1.5	Farinha de batata doce	39
3.1.6	Raspa de mandioca	40
3.2	Enzimas exógenas na dieta de aves	41
3.2.1	Enzimas	42
3.2.1.1	Carboidrases	43
3.2.1.2	β -glucanase e Xilanase	44
3.2.1.3	Fitase	45
3.2.1.4	Celulase	46
3.2.1.5	Pectinase	46
3.2.1.6	Protease	47
3.2.1.7	Aamilase	48
4	RELATÓRIO DE CAMPO	50
4.1	Local	50
4.2	Período experimental	50
4.3	Animais	50

4.4	Delineamento experimental	51
4.5	Dietas experimentais	52
4.6	Preparo e fornecimento das rações	55
4.7	Fornecimento de água	56
4.8	Programa de luz	56
4.9	Outras práticas de manejo	56
4.10	Coleta de dados	57
4.10.1	Análise bromatológica	57
4.10.2	Desempenho produtivo	57
4.10.3	Peso corporal	58
4.10.4	Conversão alimentar	58
4.10.5	Índice de eficiência produtiva	58
4.10.6	Pesos e rendimentos da carcaça e dos cortes	59
4.10.7	Alometria de órgãos e biometria intestinal	59
4.10.8	Digestibilidade	60
4.11	Análise estatística	61
4.12	Resultados	61
5	ARTIGO 1. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática	62
6	ARTIGO 2. Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas	81
7	ARTIGO 3. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática	101
8	ARTIGO 4. Digestibilidade de farinha de batata doce com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte	114
9	CONCLUSÕES	127
10	REFERÊNCIAS	128

1 INTRODUÇÃO GERAL

As formulações das dietas para os animais não ruminantes podem ser compostas por diversos alimentos, no entanto, fatores como disponibilidade irregular, problemas de logística e armazenagem, além da carência de informações técnicas a respeito desses ingredientes limitam a sua utilização. Logo, os nutricionistas empregam o milho como alimento energético devido a abundância de dados disponíveis sobre a composição química desse grão (LIMA et al., 2005).

Entretanto, em razão do milho ser utilizado para a alimentação humana e para a produção do etanol e fazer parte da ração animal representando 70% dos custos totais da produção avícola (SAGRILO et al., 2003), atualmente se faz necessário o desenvolvimento de pesquisas com alimentos alternativo que possam vir a substituir total ou parcialmente o milho na nutrição das aves.

Entre os alimentos ricos em amido estudados, em substituição ao milho, estão o trigo (BORGES et al., 2003), o milheto (DAVIS et al., 2003; GOMES et al., 2008), o farelo de arroz integral (BONATO et al., 2004), o sorgo (STRADA et al., 2005; PIMENTEL et al., 2007), os subprodutos da mandioca (NASCIMENTO et al., 2005; CAMPELLO et al., 2009), a quirera de arroz (BRUM JR., et al., 2007) e a farinha de batata doce (ROSTAGNO et al., 2005).

No Brasil, a produção anual de batata doce (*Ipomoea batatas*) é de aproximadamente 500.000 toneladas em uma área plantada estimada de 48.000 hectares, o que o caracteriza como principal produtor da raiz no continente latino-americano (FAO, 2007).

Além disso, a batata doce é alimento energético com 3.050 kcal/kg de energia metabolizável para aves e 70,90% de amido (ROSTAGNO et al., 2005), disponível o ano todo (FAO, 2007) que pode vir a ser um dos substitutos do milho, mas precisa ser mais estudado para comprovar sua eficiência como alimento alternativo.

Ao comparar a farinha de batata doce com o milho, Rostagno et al. (2005) relataram que a raiz apresenta maior teor de fibra e de cinzas e, equivalente conteúdo de amido.

As fibras, que envolvem os nutrientes de alguns alimentos, precisam de enzimas para serem digeridas e como as aves não são capazes de sintetizá-las há dificuldade no processo digestivo além do impedimento da atuação de enzimas endógenas, como amilase e protease (CAMPESTRINI et al., 2005).

Com isso, ao estudar alimentos alternativos, os nutricionistas também estão estudando a suplementação de enzimas exógenas nas dietas para aves, pois estas podem atuar na melhoria da digestibilidade, no aproveitamento de nutrientes e consequentemente no desempenho produtivo dos animais (CHOCT, 2001). Elas também podem auxiliar na redução da poluição ambiental causada pelos minerais fósforo, nitrogênio, cobre e zinco excretados nas fezes (GUENTER, 2002 citado por CAMPESTRINI et al., 2005).

Com o presente estudo objetivou-se avaliar a inclusão da farinha de batata doce, com e sem a suplementação de um complexo enzimático, na dieta de frangos de corte sobre desempenho produtivo, alometria de órgãos, biometria intestinal, digestibilidade e características de carcaça.

2 PROJETO DE PESQUISA

Inclusão da farinha de batata doce na dieta de frangos de corte e sua influência sobre aspectos anatômicos, fisiológicos, histológicos e produtivos

Caracterização do problema

A genética das atuais linhagens de aves deve ser acompanhada pelo equilíbrio ideal da dieta, quanto à qualidade das matérias-primas, aspecto físico da ração e atendimento às exigências nutricionais mínimas para que o máximo desempenho das aves possa ser atingido (TEIXEIRA, 1998).

A alimentação representa aproximadamente 70% do custo de produção avícola, sendo os principais ingredientes o milho e o farelo de soja, mas a demanda crescente de milho pela indústria do etanol e da soja para a produção do biodiesel, assim como as variações constantes do preço destes grãos no mercado estão determinando o desenvolvimento de pesquisas com alimentos alternativos, os quais devem propiciar um bom desempenho das aves, redução dos custos com alimentação e conseqüentemente maior lucratividade ao produtor (SAGRILO et al., 2003).

Dentre os alimentos alternativos está a batata doce que ao ser colhida apresenta cerca de 30% de matéria seca que contém em média 85% de carboidratos, cujo principal componente é o amido (WOOLFE, 1992), no entanto, em base natural, a farinha de batata doce apresenta 3,87% de proteína bruta, 62,90% de amido, 3% de matéria mineral, 3.875 kcal/kg de energia bruta, 2.706 kcal/kg de energia metabolizável para aves, 8,80% de fibra detergente neutra e 3,60% de fibra detergente ácida (ROSTAGNO, 2005).

A base da alimentação das aves e dos suínos, são os cereais que apresentam em suas paredes celulares polissacarídeos não amídicos (PNAs), entre eles a celulose, os arabinoxilanos, os β -glucanos e as pectinas (BEDFORD, 1996).

Os PNAs são carboidratos complexos, ou seja, macromoléculas de monossacarídeos unidas por ligação glicosídica formada pelo grupo hemiacetal de um açúcar e pelo grupo oxidrila de outro, o que lhes confere baixa digestibilidade (TORRES et al., 2003a). Portanto, em dietas formuladas para não ruminantes com cereais de alta viscosidade, como trigo, cevada, centeio, triticale e aveia, e também com cereais de baixa viscosidade, como milho, farelo de soja e sorgo, a suplementação com enzimas exógenas atuará, de acordo com Silva et al. (2000),

aumentando a digestibilidade e a eficiência dos alimentos, reduzindo a ação de inibidores de crescimento, sobretudo os PNAs, e auxiliando as enzimas endógenas nos processos digestivos.

Segundo Fialho (2009), os pesquisadores têm demonstrado que os complexos enzimáticos quando utilizados em dietas à base de cereais com baixa viscosidade aumentam a utilização do amido e da proteína. Logo, a suplementação com enzimas exógenas nas dietas proporciona melhoria no desempenho produtivo das aves pelo aumento da digestão de alimentos de baixa qualidade e pela redução na perda de nutrientes pelas excretas, o que possibilita redução nos níveis nutricionais da dieta com possíveis vantagens econômicas (BEDFORD et al., 1991; BRENER, 1993; FLORES et al., 1994; ELWINGER & SATURBY, 1998).

Objetivos e metas

Os objetivos deste projeto são avaliar o efeito de níveis crescentes de farinha de batata doce em dietas de frangos de corte suplementadas ou não com 200 g/ton de um complexo enzimático com atividades de fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase sobre a (o):

- Digestibilidade e absorção dos nutrientes presentes na ração;
- Desempenho produtivo dos frangos de corte;
- Biometria intestinal (duodeno, jejuno, íleo, cecos e cólon-retos);
- Histologia dos segmentos que compõem os intestinos;
- Alometria de órgãos (coração, proventrículo, moela e fígado) e;
- Rendimento de carcaça e cortes.

Como produto final espera-se que a farinha de batata doce apresente boa digestibilidade e absorção podendo ser utilizada como alimento alternativo ao milho e com benefícios ao desempenho produtivo e ao rendimento de carcaça e dos cortes de frangos de corte.

Também, se almeja a integração entre os alunos de graduação, pós-graduação, funcionários e professores; o treinamento e aprendizado dos alunos de

graduação; a publicação de trabalhos científicos em congressos e periódicos e a geração de conhecimentos técnico-científicos.

Metodologia e estratégia de ação

O experimento será conduzido no aviário pertencente ao Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto/Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Pelotas, RS, no período de junho a agosto de 2008, tendo o período experimental 47 dias.

Para o experimento serão utilizados 200 pintinhos, de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb, vacinados contra as doenças de Marek e Gumboro e que serão alojados em 40 boxes de duas baterias metálicas que estarão dispostas no referido aviário. Cada unidade experimental será composta por um boxe com cinco aves o que totalizará cinco repetições por tratamento.

Os boxes das baterias estão distribuídos em quatro colunas, duas na frente e duas atrás, e em cinco andares (20 boxes/bateria) e contam com comedouro individual do tipo calha aberta, colocado externa e longitudinalmente na frente do boxe. Cada boxe das baterias apresenta 1,00 m x 0,70 m e cada ave irá dispor de 20 cm de espaço de comedouro. O fornecimento de água será feito por bebedouros do tipo copo.

As aves serão criadas nestes boxes até 28 dias de idade, após as remanescentes serão transferidas, de acordo com o tratamento, para oito boxes com 10 cm de cama de maravalha e equipados com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. Os boxes são de tela de arame com altura de 1,60 m e cada um apresenta as seguintes dimensões: 2,00 m x 1,00 m.

O sistema de aquecimento do aviário será realizado por campânulas a gás e a ventilação através de ventiladores e aberturas laterais.

A temperatura e a umidade internas, máximas e mínimas, serão obtidas através de um termohigrômetro localizado no centro das baterias e a partir dos 28 dias de idade dos frangos de corte este ficará entre os boxes quatro e cinco e na altura das aves.

A iluminação do aviário será por lâmpadas incandescentes de 60 W e o controle desta será por relógio *timer*. O fornecimento e a intensidade de luz diária a

ser fornecida para os frangos de corte seguirão as orientações do guia de manejo da linhagem (COBB, 2001).

As excretas ficarão acumuladas em uma bandeja localizada abaixo de cada boxe, sendo removidas diariamente, durante os 28 primeiros dias experimentais. Após este período as aves serão alojadas em piso e a cama será revolvida frequentemente para a manutenção da qualidade e bem-estar das aves.

Para a adoção do programa alimentar será considerado a idade das aves, dividindo-o em fase pré-inicial: 1 a 7 dias, inicial: 8 a 14 dias, de crescimento: 15 a 34 dias, e final: 35 a 47 dias.

Durante a fase pré-inicial, as aves receberão quatro tipos de dietas, T₁: dieta basal; T₂, T₃ e T₄: dieta contendo 20% de farinha de batata doce (FBD) obtida do tubérculo; T₅: dieta basal suplementada com 200 g/ton do complexo enzimático (CE) (Allzyme[®] SSF) e T₆, T₇ e T₈: dieta contendo 20% de FBD obtida do tubérculo e suplementada com 200 g/ton do CE (Allzyme[®] SSF). Esta fase será considerada como adaptativa, deste modo, as avaliações que posteriormente serão citadas irão ocorrer a partir da segunda semana experimental.

Nas demais fases de criação, os frangos de corte receberão oito dietas experimentais constituídas por milho, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de batata doce, farinha de ostra fina, sal iodado, óleo vegetal, suplemento mineral-vitamínico com adição de aminoácidos e complexo enzimático. Assim, as dietas experimentais serão:

T₁: Dieta basal;

T₂: Dieta com 20% de FBD;

T₃: Dieta com 40% de FBD;

T₄: Dieta com 60% de FBD;

T₅: Dieta basal com 200 g/ton do CE (Allzyme[®] SSF);

T₆: Dieta com 20% de FBD e 200 g/ton do CE (Allzyme[®] SSF);

T₇: Dieta com 40% de FBD e 200 g/ton do CE (Allzyme[®] SSF);

T₈: Dieta com 60% de FBD e 200 g/ton do CE (Allzyme[®] SSF).

O CE, na forma de pó, a ser utilizado é produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center, a partir do fungo *Aspergillus niger*, não geneticamente modificado, e é composto pelas enzimas fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Os ingredientes das dietas experimentais serão pesados em balança digital com precisão em gramas. Três quilos do milho serão separados, colocados em um misturador em “Y”, com capacidade para cinco quilos, e misturados com o CE, durante cinco minutos, o que resultará a pré-mistura. Posteriormente a pré-mistura, os outros ingredientes e as demais quantidades serão misturadas em misturador vertical com capacidade de 200 kg. Serão produzidas quantidades de ração farelada suficientes para alimentar as aves durante sete dias.

O arraçoamento dos frangos de corte será feito, diariamente pela manhã, logo a quantidade de ração a ser fornecida por boxe será pesada e registrada em fichas de controle. Vale ressaltar que as quantidades de ração farelada e de água fornecidas garantirão o consumo *ad libitum* das aves. As sobras de ração serão registradas, ao final de cada semana, por boxe.

Antes de ser iniciado o experimento, as aves, com um dia de idade, serão pesadas e selecionadas pelo peso corporal, de modo que haja homogeneidade de pesos. Após esta seleção, os pintinhos serão identificados com anilhas plásticas numeradas e alojados nos boxes das baterias metálicas. Como as aves estarão identificadas isso possibilitará o acompanhamento do seu desenvolvimento.

Aos sete, 14, 21 e 28 dias de idade, as aves serão pesadas individualmente, e, exceto na primeira semana, cinco aves por tratamento serão selecionadas aleatoriamente dos boxes, uma de cada boxe, e sacrificadas através de deslocamento cervical. Os procedimentos realizados possibilitarão a coleta de dados alométricos de órgãos e biométricos dos intestinos e de amostras para análise da histologia intestinal.

Aos 28 dias de idade, após a realização das avaliações semanais, os frangos de corte remanescentes serão transferidos para os boxes com cama de maravalha e aos 35 e 42 dias de idade, serão apenas pesados.

Aos 39 e aos 47 dias de idade, três frangos de corte ainda identificados por tratamento, serão pesados e após jejum de 6 h serão pesados novamente (peso pré-abate) e abatidos no abatedouro do CAVG. Após o abate será procedida a pesagem da carcaça limpa com patas, com pescoço e sem cabeça, das patas, das coxas e das sobrecoxas, do dorso com pescoço, do peito sem pele, das asas, das coxas das asas, do coração, do proventrículo, da moela e do fígado e as medições

do comprimento do duodeno, do jejuno, do íleo, dos cecos e do cólon-reto, assim como a coleta de porções anelares do intestino delgado para análises histológicas.

Nas baterias o delineamento experimental adotado será em blocos ao acaso, com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 unidades experimentais (boxe com cinco aves).

Os dados coletados serão submetidos à análise de variância para avaliar as significâncias dos efeitos principais e da interação de FBD e CE, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator FBD em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado, não superior a dois. As decomposições e os ajustes das funções serão procedidos globalmente para os dois níveis do CE ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação FBD e CE. O nível de significância de 5% será utilizado para os testes realizados.

As análises das avaliações semanais serão fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator FBD com o nível j do fator CE no bloco k será expresso pela equação:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}, \quad i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4, 5,$$

onde: m : média geral, a_i : efeito do nível i da FBD, b_j : efeito do nível j do CE, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Serão admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Para as análises conjuntas das avaliações semanais, a equação do modelo estatístico, para a observação em cada unidade experimental, será extensiva da postulada para as análises semanais:

$$Y_{ijkl} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk} + s_l + as_{il} + bs_{jl} + abs_{ijl} + e_{ijkl},$$

onde: e_{ijk} : efeito da unidade experimental global para as quatro semanas, s_l : efeito da semana l ($l = 1, 2, 3, 4$) e os demais termos adicionados são os efeitos das interações do fator semana com os efeitos e interação dos fatores FBD e CE, e o efeito do erro experimental. Os efeitos s_l , as_{il} , bs_{jl} e abs_{ijl} são supostos fixos e o efeito e_{ijkl} aleatório com propriedades semelhantes aos dos demais efeitos aleatórios definidos para o modelo estatístico semanal.

Características avaliadas

- **Análises bromatológicas** - matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e cinzas.

- **Desempenho produtivo** - consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e mortalidade.

- **Alometria de órgãos** - coração, proventrículo, moela e fígado.

- **Biometria intestinal** - duodeno, jejuno, íleo, cecos e cólon-retos.

- **Histologia intestinal** - serão coletados anéis de 3 cm de comprimento do duodeno (alça ascendente logo após o piloro), do jejuno (2 cm a partir do divertículo de Meckel) e do íleo (1 cm a partir da junção com o intestino grosso), e em seguida, serão fixados em formol à 10%.

- **Peso e rendimento da carcaça e dos cortes** - peso pré-abate, peso da carcaça, pesos das patas, das coxas e sobrecoxas, do dorso com pescoço, do peito sem pele, das asas, das coxas das asas. O rendimento de carcaça será calculado em relação ao peso vivo após o jejum pela equação: $\text{Rendimento de carcaça (\%)} = (\text{Peso Carcaça} \times 100) / \text{Peso Vivo}$, e o rendimento dos cortes será calculado em relação ao peso da carcaça pela equação: $\text{Rendimento dos cortes (\%)} = (\text{Peso Cortes} \times 100) / \text{Peso Carcaça}$.

- **Digestibilidade** - para a realização das análises de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo serão coletadas as excretas de cinco unidades experimentais por tratamento, durante dois dias consecutivos e duas vezes ao dia (8 h e 16 h). Ao final das coletas, as excretas serão homogeneizadas e os procedimentos para análises (secagem, trituração e amostragem) serão realizados. Após, as amostras serão encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal e para o Laboratório de Solos, ambos pertencentes à UFPEL, para a realização das análises de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Resultados e impactos esperados

Indicadores de resultados ao final do projeto

Como indicadores de resultados espera-se poder recomendar o nível adequado da farinha de batata doce e a suplementação enzimática na dieta dos frangos de corte, comprovando assim a melhor digestão e absorção dos nutrientes da ração, redução da poluição ambiental, melhorias no desempenho produtivo e no rendimento de carcaça e cortes.

Repercussão e/ou impactos dos resultados

Como repercussão e/ou impactos dos resultados almeja-se a geração de conhecimentos técnicos-científicos, a integração entre os alunos de graduação, pós-graduação e professores, o treinamento e o aprendizado dos alunos de graduação, a publicação de trabalhos científicos em congressos e periódicos para que assim ocorra a divulgação dos resultados obtidos.

Cronograma

Para que o projeto possa ser desenvolvido, pretende-se seguir o cronograma de atividades mostrado nas tab. 1 e 2.

Outros projetos e financiamentos

Os valores estimados com as despesas (tab. 3) para a realização desse projeto serão fornecidos pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFPEL, PROAP/CAPES, CAPES, Alltech Inc. Biotechnology Center, empresa da área de Nutrição Animal. Os produtos a serem testados serão fornecidos pela Secretária da Agricultura e Abastecimento de Mariana Pimentel e pela Alltech Inc. Biotechnology Center.

Os membros da equipe deste projeto também participam de pesquisas desenvolvidas com alimentos alternativos em substituição ao milho e/ou complexo enzimático na dieta de poedeiras e frangos de corte e selênio orgânico na dieta de frangos de corte.

Tabela 3. Valores estimados com as despesas para a execução do projeto de pesquisa

Despesas com dietas e animais	R\$
Frangos de corte	240,00
Milho	530,00
Farelo de soja	1.600,00
Farelo de trigo	25,00
Farinha de batata doce	400,00
Farinha de ostra	80,00
Sal iodado	20,00
Óleo vegetal	400,00
Suplemento mineral, vitamínico com a adição de aminoácidos	360,00
SUBTOTAL A	3.655,00
Despesas com análises laboratoriais	R\$
Esquema de Weende	1.100,00
Cálcio	100,00
Fósforo	100,00
Histologia intestinal	500,00
SUBTOTAL B	1.800,00
SUBTOTAL (A + B)	5.455,00
Despesas com equipamentos	R\$
Termohigrômetro	120,00
Tinta para impressora	150,00
Papel	100,00
Identificações para os boxes	50,00
SUBTOTAL C	420,00
SUBTOTAL (A + B + C)	5.875,00
Outras despesas	R\$
Administrativo (FDMS + IOF)	600,00
Extras	300,00
Biblioteca	500,00
SUBTOTAL D	1.400,00
TOTAL (A + B + C + D)	7.275,00

Aspectos éticos

Como o projeto envolve a utilização de animais os aspectos éticos serão contemplados através do (a):

- manutenção da saúde e bem-estar das aves evitando-se situações de estresse;
- treinamento dos funcionários que manejam as aves para que tenham conhecimentos básicos do comportamento animal e também para que estejam

cientes dos procedimentos relevantes em situações de emergência que representem perigo à saúde humana, segurança dos alimentos ou saúde e bem-estar das aves;

- higienização de todos os equipamentos e das instalações a serem utilizadas;

- registro de todas as ocorrências da produção;

- isolamento do aviário de forma que não haja o acesso de outros animais e visitantes;

- controle de insetos e roedores que representam riscos eminentes de infecções além de ecto e endoparasitas;

- aquisição de pintos de incubatório registrado no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) e vacinados contra a doença de Marek;

- registro dos dados de especificação do lote: origem, data de eclosão, número do Guia de Transporte Animal de chegada, data do alojamento, sexo, linhagem, quantidade de aves alojadas, manejo alimentar e sanitário, tipo e procedência do material usado para cama, índices zootécnicos;

- acendimento dos aquecedores antes da chegada dos pintinhos para estabilizar a temperatura do ambiente e para aquecer a cama onde as aves serão criadas;

- limpeza e desinfecção adequada dos boxes de alojamento, que será provido de cama com altura mínima de 5 cm (PROTOCOLO DE BOAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS, 2008), sendo esta nova, seca, de boa qualidade, absorviva e de fonte conhecida;

- disponibilização de água e de ração antes da chegada das aves, utilizando quantidades adequadas de bebedouros e comedouros em relação ao número de pintinhos a serem alojados e efetuando a regulagem da altura dos mesmos conforme o crescimento das aves;

- manuseio cuidadoso dos pintinhos, de forma que durante a sua chegada no aviário sejam distribuídos junto às fontes de aquecimento, bebedouros e comedouros;

- observação e apontamento do peso das aves, da quantidade alojada e da de refugos, e da avaliação do estado sanitário (olhos brilhantes, umbigo bem cicatrizado, tamanho e cor uniformes, canelas lustrosas e sem deformidades, plumagem seca, macia e sem sujidades aderidas à cloaca);

- disponibilização de espaço suficiente no aviário para que as aves expressem o seu comportamento natural (PROTOCOLO DE BOAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS, 2008);

- aferição e registro da temperatura e umidade máximas e mínimas dentro do aviário;

- manejo da temperatura e da ventilação do aviário de forma apropriada ao sistema de criação, idade, peso e estado fisiológico das aves, evitando assim a elevação da temperatura acima da zona de conforto térmico;

- uniformização da iluminação do aviário e manejo do sistema de iluminação de forma a prover 10 lux para aves de abate ou pelo menos 8 h de escuro a cada 24 h (PROTOCOLO DE BOAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS, 2008);

- manejo da cama para assim permitir a diluição das excretas e a manutenção das condições adequadas para o conforto das aves;

- cuidado com o manuseio das aves que serão pesadas semanalmente;

- fornecimento de água limpa, potável, que não ofereça riscos à saúde e de forma que o consumo seja *ad libitum*;

- permissão do livre acesso das aves aos bebedouros que serão limpos diariamente, sendo que a cada novo lote será realizada a limpeza das caixas d'água e das tubulações;

- análises bromatológicas dos ingredientes utilizados para a preparação da ração;

- armazenamento das rações embaladas em sacarias em local adequado e sobre estrados de madeira;

- fornecimento de alimentação e nutrição adequadas a cada fase de criação;

- cumprimento do protocolo de vacinações realizado de acordo com o plano contra os desafios de enfermidades aviárias da região, respeitando-se as recomendações do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) (1994);

- registro da administração de vacinas e/ou medicamentos contendo o nome do produto, número do lote/partida, número de aves tratadas, quantidade utilizada, período de carência;

- retirada diária de aves mortas e/ou eliminadas do interior do aviário, sendo destinadas à compostagem;

- criação de aves de mesma origem e idade no galpão, operando no sistema *todos dentro, todos fora*;

- utilização de pedilúvio na entrada do aviário;
- apanha e transporte dos frangos de corte realizados pelo dorso, em condições de calma e com a utilização de iluminação ajustada para minimizar reações de medo nas aves;
- restrição de ração por menos de 12 h do carregamento ao abate;
- realização do abate humanitário;
- eutanásia pelo deslocamento cervical de aves com problemas no crescimento ou que apresentem alguma patologia individual que cause sofrimento;
- manutenção da unidade de produção livre de lixo e resíduos, armazenando-os em local adequado até o seu descarte;
- respeito à legislação ambiental vigente.

Referências bibliográficas

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.

BEDFORD, M.R. Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentaci3n de aves. **Avicultura Profesional**, v.14, n.4, p.24-29, 1996.

BRENER, A. Effect of enzymes supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chicks fed wheat and barley-based diets. **Poultry Science**, v.72, n.9, p.1731-1739, 1993.

ELWINGER, R.; SATERBY, B. The use of β -glucanase in practical broiler diets containing barley or oats. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.17, n.3, p.133-140, 1998.

FIALHO, E.T. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009, 232p.

FLORES, M.P.; CAST, A.J.; MCNAB, J.M. Effect of enzyme supplementation to improve the nutritive and value of triticales in Poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.3, p.237-243, 1994.

COBB. **Manual de Manejo de Frangos Cobb 500**: guia de manejo. São Paulo: Cobb-Vantress Brasil, 2001. 47p.

PROGRAMA Nacional de Sanidade Avícola. Portaria Ministerial nº 193 de 19 de setembro de 1994. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.al.gov.br>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2008.

PROTOCOLO de Boas Práticas de Produção de Frangos – Junho de 2008. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2008.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2005. 186p.

SAGRILO, E.; GIRÃO, E.S.; BARBOSA, F.J.V.; RAMOS, G.M.; AZEVEDO, J.N. de; MEDEIROS, L.P.; ARAÚJO NETO, R.B. de; LEAL, T.M. Manejo alimentar. **Instrução técnica para o avicultor** – CT/205/EMBRAPA/CNPISA, julho/2003, 2p.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, 3. ed., Imprensa Universitária/UFV, 2002. 235p.

SILVA, H.O.; FONSECA, R.A.; FILHO, R.S.G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.823-829, 2000.

TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e Alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 402p.

TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S.; MUNIZ, J.A.; FONSECA, R.A.; SANTOS E.C.; ALVES, E.L. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.1, p.199-205, 2003a.

WOOLFE, J.A. **Sweet potato**: an untapped food resource. Cambridge: Cambridge University, 1992. 188 p.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Alimentos alternativos

O milho tem sido o alimento energético mais utilizado na composição de dietas para aves. Porém, a procura por este ingrediente para a alimentação humana, para indústria de biocombustíveis que o destina à produção do etanol, além das safras limitadas desse cereal aliadas ao preço elevado no mercado internacional, oneram os custos de produção das aves, o que tem levado os pesquisadores a testarem ingredientes alternativos ao milho na formulação das dietas (CASARTELLI et al., 2005).

Alimentos alternativos com composição energética semelhante a do milho como sorgo, milheto, triticale, quirera de arroz, raspa de mandioca e farinha de batata doce tem sido considerados com vistas a substituí-lo parcial ou totalmente, porém respeitando as exigências nutricionais das aves de acordo com a idade.

3.1.1 Sorgo

Os grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*) apresentam mais de 65% de amido, em torno de 80% de extrativos não nitrogenados (ENN), 2,5% de fibra bruta (FB) e 10% de proteína bruta (PB), e são ricos em nutrientes digestíveis totais (NDT). O milho possui maior valor de energia metabolizável (EM) para aves com 3.881 kcal/kg, comparado à 3.628 kcal/kg no sorgo baixo tanino e 3.444 kcal/kg no sorgo alto tanino mas, no entanto, menores valores de PB, sendo, 9,48% para o milho, 10,49% para o sorgo baixo tanino e 10,41% para o sorgo alto tanino, assim como nos valores de FB e cinzas, respectivamente, com 1,99% para o milho, 3,24% para o sorgo baixo tanino e 2,61% para o sorgo alto tanino e, 1,46% para o milho, 2,17% para o sorgo baixo tanino e 1,58% para o sorgo alto tanino (ROSTAGNO et al., 2005).

Comparado ao milho, o sorgo possui menor teor de óleo e menor quantidade de lisina e metionina, porém a quantidade de triptofano é semelhante entre ambos (BUTOLO, 2002).

Como em muitos grãos de cereais, o amido é o principal constituinte do sorgo, porém sua digestibilidade pode ser influenciada pela composição, forma física, interações proteína-amido, integridade celular das unidades contendo amido, fatores antinutricionais e forma física do alimento (CLASSEN, 1996).

As proteínas no sorgo representam entre 9 e 11% e estão ligadas às prolaminas (kafirinas), explicando a menor digestibilidade dos nutrientes desse grão, que é composto por 5,6% de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), dos quais 4,6% são de arabinosilanos e 1% de β -glucanos (RODRIGUES et al., 2002). Por outro lado, o sorgo apresenta baixos teores de xantofila e caroteno que são responsáveis pela pigmentação amarela-alaranjada da pele dos frangos de corte (FERNANDES, 2003).

O sorgo contém compostos fenólicos, com destaque para o tanino, que é adstringente, entretanto, protege o grão do ataque de pássaros e patógenos. O tanino é considerado um fator antinutricional, principalmente para os não ruminantes, por ser capaz de se complexar com as proteínas e carboidratos, afetando a digestibilidade e modificando a palatabilidade, devido a adstringência (FIALHO, 2009). Esse composto fenólico também inibe enzimas do metabolismo presentes no sistema digestório e com isso diminui a absorção de nutrientes através da parede intestinal (FIALHO, 2009).

De acordo com Kemm e Brand (1996) o sorgo é considerado com ou sem tanino, sendo que os genótipos que apresentam os genes dominantes B1 e B2 são considerados sorgos com tanino. Entretanto, os níveis de tanino abaixo de 0,70% não são considerados prejudiciais, pois sua presença é atribuída a outros fenóis - ácido fenólico ou flavonoides (MAGALHÃES et al., 1997).

Devido as suas características nutricionais, o sorgo está sendo estudado como substituto do milho. Garcia et al. (2005) ao utilizarem os níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de sorgo em substituição ao milho na dieta de frangos de corte não encontraram diferenças estatísticas para peso vivo, rendimento de carcaça e rendimento dos cortes.

Porém, Pimentel et al. (2007) utilizaram sorgo em substituição ao milho e concluíram que houve melhora na conversão alimentar dos frangos de corte até o nível de 13,31%.

3.1.2 Milheto

O milheto (*Pennisetum americanum*) é uma forrageira originária de zonas quentes, é anual de verão com ciclo vegetativo curto, que varia de 60 a 90 dias para as cultivares precoces e de 100 a 150 dias para as cultivares tardias (ADEOLA et al., 1994).

Na sua constituição, o milheto possui 4,70% de gordura sendo superior à outros alimentos como o milho (4,14%), o trigo (1,91%), o sorgo alto tanino (2,74%), o sorgo baixo tanino (3,41%), o triticale (1,71%), a quirera de arroz (1,39%), a farinha de batata doce (1,03%) e a raspa de mandioca (0,67%) (ROSTAGNO et al., 2005). Filardi et al. (2005) relataram que o milheto contém 85% do valor energético do milho. Já, Sá (2006) expressa que o nível do extrato etéreo do milheto é de 4 a 7% mais alto do que o do milho, e que o óleo presente na sua constituição contém maior quantidade de ácidos graxos palmítico, esteárico e linolênico e menor quantidade de ácidos graxos oleico e linoleico do que o óleo de milho.

A composição média do milheto, segundo Rostagno et al. (2005) é de 14,61% de proteína bruta, 74,24% de carboidratos, 66,14% de amido, 4,70% de lipídeos, 4,67% de fibra bruta e 1,76% de matéria mineral. Devido a quantidade de proteína bruta em sua constituição, Davis et al. (2003) concluíram que o milheto pode substituir o milho em até 100% na dieta de frangos de corte de 1 a 16 dias de idade, o que permite a redução do farelo de soja em mais de 25%.

O milheto em comparação com o milho também apresenta quantidade de aminoácidos digestíveis superior, em especial lisina, treonina e metionina (ROSTAGNO et al., 2005) e menor susceptibilidade à colonização por fungos e, em consequência, menor produção de micotoxinas (BANDYOPADHYAY et al., 2007).

Reddy e Narahari (1997) trabalharam com frangos de corte até oito semanas de idade e verificaram maior ganho de peso das aves alimentadas com dietas contendo 40% de milheto, porém não observaram efeito significativo sobre o consumo de ração e conversão alimentar. Da mesma forma, Davis et al. (2003) estudaram a substituição do milho pelo milheto na dieta de frangos de corte de 1 a

42 dias de idade e observaram que a inclusão deste ingrediente em níveis de até 50% na dieta melhorou o peso das aves e manteve os valores da conversão alimentar.

Gomes et al. (2008) avaliaram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos no período de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo 0, 10, 20, 30 ou 40% de milho e recomendaram a inclusão de até 40% de milho nas rações sem comprometer o desempenho das aves. Corroborando com os dados desses autores, Mukarami et al. (2009) substituíram o milho nos níveis de 0, 20, 40, 60, 80 ou 100% e verificaram efeito linear dos níveis crescentes do milho sobre o ganho de peso e consumo de ração, no período de 1 a 21 dias, e no ganho de peso, no período de 1 a 41 dias de idade dos frangos de corte e concluíram que o milho pode ser substituído pelo milho em nível de 100% sem prejudicar o desempenho das aves.

3.1.3 Triticale

O triticale (*Triticosecale wittmack*) é um cereal de inverno, resultante do cruzamento entre o trigo (*Triticum aestivum*) e o centeio (*Secale cereale*). Tal cruzamento foi procedido com a finalidade de combinar a produtividade e o valor energético do trigo, a qualidade protéica e rusticidade do centeio (ARAÚJO, 2007). O conteúdo de energia metabolizável para aves do triticale é de 4.366 kcal/kg sendo similar ao do trigo com 4.351 kcal/kg e inferior ao do milho 4.506 kcal/kg, do milho 4.344 kcal/kg e do sorgo 4.465 kcal/kg (ROSTAGNO et al., 2005).

No triticale há a presença de inibidores da tripsina e de PNAs, que prejudicam a digestibilidade de nutrientes (FURLAN et al., 2004). O cereal contém pouca ou nenhuma xantofila e, como o trigo, apresenta teor significativo de fitase e 62,62% de amido (ARAÚJO, 2007). O mesmo autor considera que o valor nutricional do triticale pode ser aumentado pela suplementação de enzimas na dieta.

Albino et al. (1993) realizaram estudos com frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, submetidos a dietas com 0, 20, 40 ou 60% de inclusão de triticale moído e demonstraram que não há interferência negativa do triticale sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Com relação à pigmentação da canela das aves, os autores concluíram que o triticale pode ser usado em níveis de até 60%. Já, Brum et al. (2000) observaram que o milho pode ser substituído pelo

triticale, na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, em até 75% sem afetar os índices de desempenho.

3.1.4 Quirera de arroz

A quirera de arroz, subproduto da industrialização do arroz (*Oryza sativa*), de acordo com Conci et al. (1996), pode substituir o milho em 10%, isso porque sua disponibilidade é pequena e sazonal. A composição deste subproduto é de grãos defeituosos e quebrados resultantes do polimento do arroz (TEIXEIRA, 1997). Esse alimento alternativo, segundo Butolo (2002) apresenta níveis elevados de inibidores da tripsina, mas tem como vantagem a reduzida contaminação por fungos causadores de micotoxinas.

De acordo com Rostagno et al. (2005), a quirera de arroz é um produto de alta qualidade que possui níveis de PB (9,62%) e de EM para aves (3.765 kcal/kg) semelhantes aos do milho (9,48% PB e 3.881 kcal/kg EM). Porém possui 1,39% de gordura que em comparação ao milho (4,14%) é inferior, entretanto, seu teor de amido é superior (84,56% versus 71,73%). Com relação ao conteúdo de FB, lisina e metionina a quirera de arroz apresenta 0,62, 0,28 e 0,21%, enquanto o milho 1,99, 0,24 e 0,17%, respectivamente. O trabalho realizado por Junqueira et al. (2009) objetivou determinar a composição química, os valores de energia e os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da quirera de arroz tendo obtido valores de 93,5% para MS, 9,11% para PB, 0,73% para EE, 0,45% para FB, 2.338 kcal/kg de EM aparente, 3.239 kcal/kg de EM aparente corrigida e para os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos essenciais 77,9% e não essenciais 76,5%. Os autores concluíram que a quirera de arroz pode ser utilizada na dieta de aves.

Brum Jr. et al. (2007) usaram quirera de arroz na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade nos níveis de 0, 20 e 40% e observaram que o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, a umidade da cama, o índice de eficiência produtiva, os rendimentos de carcaça quente, de fígado, coração, coxa, sobrecoxa e peito não foram afetados. Porém, o rendimento da moela, e a pigmentação da canela e do bico, diminuíram linearmente com o aumento do alimento na dieta.

3.1.5 Farinha de batata doce

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça adaptada às condições de solo e clima diversificado do Brasil; é a sexta hortaliça mais cultivada nos campos brasileiros, o que corresponde a uma produção anual de 500.000 toneladas em uma área de 48.000 hectares (FAO, 2007).

De acordo com Silva et al. (2002) a batata doce é um alimento rico em carboidratos crescendo em grande quantidade e o ano todo (planta de ciclo perene), em solos pobres e degradados. Contudo, a classificação da batata doce, no Brasil, não é oficial, porém, os mercados de São Paulo e Rio de Janeiro adotam padrões de acordo com o tamanho da hortaliça, que são: Extra A – 301 g a 400 g; Extra B – 201 g a 300 g; Especial – 151 g a 200 g; Diversos – 80 g a 150g ou maiores que 400 g, considerando também que devem ser lisas, bem conformadas, de formato alongado e uniforme, com diâmetro entre 5 e 8 cm e comprimento variando entre 12 e 16 cm para a classificação Extra A. Os mesmos autores afirmam que é fonte de energia empregada na indústria para a produção de farinha, amido e álcool e para alimentar bovinos, suínos e aves, sendo que, para esses animais as raízes são incluídas na dieta na forma de raspas cruas, cozidas ou mesmo desidratadas.

Estudando a batata doce, Wyatt & Bedford (1998) afirmam que ela apresenta um inibidor da digestão que reduz a ação da tripsina prolongando o processo digestivo e favorecendo a fermentação dos alimentos no trato intestinal o que causa flatulência.

Na composição química de 100 g de raiz de batata doce crua estão presentes 72,8 g de água, 1,1 g de fibras digestíveis, 295 mg de potássio, 43 mg de sódio, 10 mg de magnésio, 0,35 mg de manganês, 0,28 mg de zinco, 0,2 mg de cobre, 300 mg de vitamina A na forma de retinol, 96 mg de tiamina, 55 mg de riboflavina, 30 mg de vitamina C e 0,5 mg de niacina (LUENGO et al, 2000). Enquanto que, Rostagno et al. (2005) consideram que, para as aves, a farinha de batata doce possui na sua constituição 11,08% de umidade, 4,36% de PB, 1,03% de gordura, 70,90% de amido, 3,03% de FB, 9,92% de fibra detergente neutra (FDN), 4,06% de fibra detergente ácida (FDA), 88,21% de extrativos não nitrogenados (ENN), 3,38% de matéria mineral (MM), 0,11% de cálcio (Ca), 0,06% de fósforo disponível (Pd), 4.367 kcal/kg de energia bruta (EB) e 3.050 kcal/kg de EM para aves.

3.1.6 Raspa de mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*) é cultivada praticamente em todo o território brasileiro, com exigência de insumos e tempo de cultivo menor do que a maioria das culturas, além de alta produtividade em calorias por unidade de área plantada (NASCIMENTO et al., 2005).

O fornecimento da mandioca para os animais pode ser na forma de farinha integral, raspas, farinha da parte aérea, silagem e mandioca fresca. Pela existência de grânulos de amido e PNAs na farinha da raiz da mandioca, que não são digeridos pelas aves, há a ocorrência de transtornos digestivos e flatulência (ANDERSON et al., 1981). Portanto, a existência de certos fatores antinutricionais pode resultar em menor ganho de peso pelos animais (BRUFAU et al., 1994).

Carrijo et al. (2002) substituíram o milho nas rações para frangos de corte por farelo de raiz integral de mandioca nos níveis de 0, 45, 50 e 55% e verificaram que as aves que receberam rações com esse farelo apresentaram maior ganho de peso.

Conforme descrito no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (1998) a farinha integral de mandioca é constituída de 12% de umidade, 2% de PB, 0,30% de EE, 5% de FB, 3% de matéria mineral (MM), 0,20% de Ca, 0,03% de P, 65% de amido e 20 ppb de aflatoxina, enquanto que na raspa de mandioca há 12% de umidade, 1,5% de PB, 0,30% de EE, 14% de FB, 2% de MM, 0,30% de Ca, 0,02% de P, 40% de amido e os mesmos 20 ppb de aflatoxina.

A classificação das cultivares de mandioca em mansa, intermediária e brava deve-se a presença de glicosídeos cianogênicos denominados linamarina e lotaustralina, que por hidrólise originam acetona, açúcar e ácido cianídrico (HCN), substância esta que inibe a cadeia respiratória (BOLHUIS, 1954 citado por MENDONÇA et al., 2003). Os mesmos autores relatam que a mandioca mansa apresenta por quilo de raiz, sem casca, até 50 mg de HCN, a brava, de uso industrial, sem casca, possui teor superior a 100 mg de HCN/kg de raiz e o semi brava, grupo intermediário possui teores de HCN que estão entre 51 e 100 mg/kg de raiz, sem casca.

O HCN quando liberado pode intoxicar, reduzir o crescimento e até levar a morte do animal, sendo que a tolerância máxima é de 60 ppm (ALMEIDA e FERREIRA FILHO, 2005). Portanto, antes de fornecer aos animais é recomendado a

trituração da mandioca assim como a sua exposição ao sol por 8 a 12 horas, sendo que dependendo da região este período pode variar até 72 horas (THACHER e KIRKWOOD, 2009).

De acordo com Ferreira Filho (1997) a raspa de mandioca apresenta cerca de 65% de amido, 14% de umidade, 3% de sílica, 5% de FB, 3.621 kcal de EM/kg e 2,47% de PB. Para Rostagno et al. (2005) a raspa integral de mandioca apresenta 6,18% de FB, sendo um dos alimentos alternativos energéticos, ricos em amido ou fécula (77,39%) e, de acordo com Nascimento et al. (2005) pode ser empregada nas formulações das dietas para as aves como substituto do milho. Também, possui quantidades mínimas de proteínas, vitaminas, minerais, sendo pobre nos aminoácidos essenciais metionina e triptofano (ALMEIDA e FERREIRA FILHO, 2005).

Trabalhos de pesquisa estão sendo desenvolvidos com a utilização de subprodutos da mandioca em substituição ao milho. Nascimento et al. (2005) utilizaram raspa de mandioca (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) em substituição ao milho na ração de frangos de corte em fase de crescimento e final e observaram efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar, recomendando 10,24% de raspa de mandioca na ração de crescimento.

Gomes et al. (2008) empregaram cinco níveis de inclusão (0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0%) de farinha de varredura de mandioca nas rações de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade e concluíram que este ingrediente pode ser incluído nas rações em até 30% sem afetar o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça.

3.2 Enzimas exógenas na dieta de aves

Devido à capacidade digestiva das aves e/ou indisponibilidade de nutrientes que formam complexos naturais, algumas substâncias dos alimentos que compõem a dieta desses animais não são digeridas e absorvidas (RAVIDRAN et al., 1999). Por exemplo, as aves não apresentam em seu código genético a indicação para a síntese de celulase, hemicelulase, xilanase e fitase (CAMPESTRINI et al., 2005).

Logo para melhorar a eficiência da utilização de alimentos alternativos, as enzimas são empregadas na alimentação animal para complementar as endógenas, como amilases, lipases e proteases e/ou para suprir a deficiência daquelas enzimas

não sintetizadas e/ou sintetizadas em pequenas quantidades, como algumas carboidrases (CAMPESTRINI et al., 2005).

3.2.1 Enzimas

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária com especificidade para determinado substrato e reação, e que apresentam um sítio ativo que as permite atuar na catálise de reações químicas do metabolismo animal com disponibilização de nutrientes (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

Porém a ocorrência da ação catalítica depende da concentração do substrato e da enzima, do ambiente que envolve temperatura, pH, umidade, presença de cofatores e inibidores (CAMPESTRINI et al., 2005), da espécie, idade e sanidade do animal, do fator antinutricional a ser degradado, do antagonismo das enzimas quando em combinações para que não haja prejuízo na digestibilidade de nutrientes (FERKET, 1996; FIREMAN e FIREMAN, 1998).

As enzimas podem ser obtidas de vegetais, animais e de microorganismos, como bactérias e fungos. Para a produção comercial elas são provenientes da fermentação de bactérias do gênero *Bacillus* sp. ou de fungos do gênero *Aspergillus* sp. (FERKET, 1996).

A suplementação das enzimas na dieta dos animais pode ser na forma de complexos ou individualmente. Os complexos enzimáticos são preparações comerciais que envolvem as enzimas amilase, xilanase, protease, α -galactosidase, fitase, β -glucanase, pectinase, celulase e lipase, cuja suplementação na dieta das aves tem proporcionado melhorias no desempenho (GARCIA et al., 2000).

Em dietas que apresentam na sua formulação cereais de alta viscosidade como trigo, centeio, cevada, aveia, triticale e farelo de arroz são utilizados os complexos enzimáticos compostos por carboidrases, entre elas glucanase, amilase, xilanase, arabinoxilanase, celulase e hemicelulase. Porém se as dietas forem à base de cereais de baixa viscosidade, como milho, sorgo e soja, as enzimas suplementadas são amilase, protease, lipase e xilanase e para os alimentos ricos em fósforo orgânico é a fitase a enzima utilizada (ZANELLA, 2001).

Com a prática da utilização de enzimas exógenas na dieta dos animais pode ocorrer redução dos efeitos negativos causados por fatores antinutricionais, maior

digestibilidade e melhor disponibilidade dos nutrientes que compõem as dietas, redução de impactos ambientais e maior desempenho produtivo (LIMA et al., 2007).

3.2.1.1 Carboidrases

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são polímeros de açúcares simples, entre eles, celulose, hemicelulose, quitinas e pectinas que fazem parte da parede celular de alimentos de origem vegetal (BRITO et al., 2008).

Eles apresentam capacidade de se ligarem à água, e quando presentes na dieta dos animais em grandes quantidades aumentam a viscosidade da digesta pela formação de géis o que pode influenciar as propriedades morfológicas e estruturais do trato intestinal (CHOCT et al., 2004). Além disso, os PNAs atuam reduzindo a acessibilidade das enzimas ao amido, as proteínas, aos lipídeos e as vitaminas lipossolúveis, portanto, reduzem a digestão e a absorção desses nutrientes, favorecendo o surgimento de fezes úmidas e pegajosas (FRANCESCH e BRUFAU, 2004).

Como as aves e os suínos não apresentam enzimas endógenas para a degradação dos PNAs, a quantidade elevada desses reduz a digestibilidade e a absorção de carboidratos, proteínas e lipídios o que afeta o conteúdo de energia da dieta (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

As enzimas carboidrases, como β -glucanase, xilanase, celulase e pectinase são as mais suplementadas na nutrição animal (COUSINS, 1999) e a ação dessas consiste na hidrólise dos carboidratos dos cereais cujo valor nutricional pode estar limitado pelo teor de PNAs insolúveis como celulose e de solúveis como β -glucanos e arabinoxilanos (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

Nas sementes de oleaginosas os PNAs presentes são as pentoses rafinose, estaquiose e sacarose, já na cevada e na aveia se encontram os β -glucanos, e o trigo, o tritcale e o centeio apresentam na sua constituição as pentosanas como as arabinoxilanas (LIMA et al., 2007).

Assim sendo, nas dietas que contenham trigo, tritcale, cevada, centeio ou aveia, as enzimas carboidrases suplementadas atuam hidrolisando os PNAs com liberação de açúcares e também agem alterando a estrutura física desses polissacarídeos, o que reduz a viscosidade da digesta, aumenta a ação enzimática a nível intestinal, melhora a digestão de nutrientes, promove aumento no trânsito

intestinal com redução da quantidade de água nas fezes e melhora a utilização da energia da dieta (SLOMINSKI et al., 2006).

Torres et al. (2003) observaram que a suplementação de enzimas na dieta de aves possibilita a inclusão de níveis mais baixos de proteína e de energia sem afetar o desempenho de frangos de corte.

3.2.1.2 β -glucanase e Xilanase

A β -glucanase é formada por resíduos de glucose em ligações β -1,3 e β -1,4 e atua degradando os β -glucanos que são fibras solúveis presentes principalmente na cevada e na aveia (HATFIELD, 1989 citado por FIREMAN e FIREMAN, 1998).

Já a xilana é o principal polissacarídeo estrutural das plantas, sendo encontrada na interface entre a celulose e a lignina onde atua ligando as fibras e mantendo a integridade da parede celular (BEG et al., 2001).

Segundo Hatfield (1989) citado por Fireman e Fireman (1998) com a xilose podem ser formados três complexos que são arabinoxilana quando a arabinose é predominante, glicuronoxilana quando o ácido glicurônico está presente em maior quantidade e glicuronoarabinoxilana que é formado por xilose, arabinose e ácido glicurônico.

De acordo com Ferket (1996) os arabinoxilanos são polissacarídeos presente em maior quantidade no endosperma dos grãos de trigo, arroz, centeio e tritcale e possuem alta capacidade de absorção de água.

A enzima endo- β -1,4-xilanase ou simplesmente xilanase é classificada como glicosidase e catalisa a hidrólise das ligações do tipo β -1,4 entre os resíduos de xilose na xilana (PRADE, 1995).

Da ação das enzimas β -glucanase e xilanase são liberados açúcares disponíveis aos animais, além disso, a suplementação delas em dietas que contenham cevada e arroz, por exemplo, pode atuar reduzindo a viscosidade da digesta e com isso melhorar a ação da amilase, tripsina e lipase e a digestão dos nutrientes na porção inicial do trato digestório com melhor utilização da energia proveniente da dieta (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

Com a suplementação de xilanase nas doses de 0 ou 100UI/kg em dietas para frangos de corte com farelo de trigo ou trigo inteiro na sua composição, Wu et al. (2004) observaram maior desempenho das aves e maior valor para EM da dieta.

Choct et al. (2004) observaram que para aves alimentadas com cereais viscosos as glucanases e as xilanases atuam reduzindo a quantidade de excretas eliminadas para o meio e diminuem os problemas associados às fezes úmidas, como ovos sujos, cama úmida e produção elevada de amônia.

De acordo com Lima et al. (2007), a xilanase hidrolisa as hemiceluloses do milho e do trigo o que facilita a digestão dos nutrientes presentes nesses cereais e reduz a excreção de nitrogênio e fósforo.

Hinton et al. (1993) observaram que com o uso de xilanase, em dieta à base de trigo, ocorreu aumento do ácido láctico produzido no íleo e do propionato nos cecos das aves, e isso favoreceu a saúde intestinal, pois o ácido láctico exclui por competição bactérias patogênicas e o propionato impede a ação de *Salmonella*.

3.2.1.3 Fitase

Cerca de 2/3 do fósforo (P) dos vegetais está ligado ao ácido fítico, o que leva a formação de um complexo orgânico que reduz a disponibilidade do P. Por este motivo, se faz necessário à suplementação de P inorgânico que se em quantidades acima das exigências dos animais passa a ser eliminado ao ambiente através das fezes o que agrava a contaminação ambiental (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

O ácido fítico ou ácido mio-inositol hexafosfórico, em condições ácidas forma complexos insolúveis com a arginina, lisina e histidina e em pH acima de 7,0 forma o complexo fitato-proteína (RUTHERFURD et al., 2002) e por ser um ânion reativo quelata os minerais cálcio, ferro, magnésio, zinco, manganês e cobre, que são cátions bivalentes, e esta capacidade de quelação compromete a disponibilidade de energia, proteína, aminoácidos e minerais e inibe a atividade da tripsina, pepsina e amilase (SELLE e RAVIDRAN, 2007).

Durante a digestão de lipídeos, o complexo cálcio-fitato formado pode reagir com os ácidos graxos e formar sabões insolúveis no lúmen do intestino, assim como durante o processo digestivo de carboidratos o fitato pode ligar-se ao amido ou inibir a ação da amilase o que prejudica a digestão (LIMA et al., 2007).

A fitase é a enzima que catalisa a defosforilação do mio-inositol hexafosfato, ou seja, rompe a ligação do P orgânico aos sais de fitato disponibilizando-o nas formas de inositol e ortofosfato (LIMA et al., 2007). Portanto, também disponibiliza

minerais, proteínas, aminoácidos e energia e possibilita que os níveis de fósforo dietético possam ser reduzidos (SELLE e RAVINDRAN, 2007).

De acordo com Choct et al. (2004), a fitase aumenta a digestibilidade do fitato de 25% para 50 a 70% em aves.

A suplementação da fitase também pode auxiliar as enzimas endógenas favorecendo a disponibilidade e absorção de minerais e a digestibilidade de aminoácidos o que reduz custos e impactos ambientais causados pela excreção de fósforo e nitrogênio (RUTHERFURD et al., 2002).

Porém a resposta da fitase depende da quantidade fornecida, da quantidade de cálcio na ração, da presença de carboidratos, da quantidade e origem do fitato e da idade e categoria dos animais (CROMWEEL et al., 1995).

3.2.1.4 Celulase

A celulose é um polímero linear de glucose com ligações β -1,4, que pode ser convertido a açúcares simples por ação da celulase (TASKER et al., 1994).

Em estudo conduzido por Esonu et al. (2004) com a inclusão de celulase em dietas para frangos de 28 a 35 dias de idade, os autores constataram que o ganho de peso diminuiu e o consumo de ração aumentou com a inclusão da enzima, não havendo diferença no peso corporal final e na conversão alimentar.

Entretanto, Pinheiro et al. (2004) estudaram o uso de protease, α -amilase e celulase em dieta à base de milho e de farelo de soja para frangos de corte e observaram maior peso corporal para as aves que receberam a suplementação enzimática.

3.2.1.5 Pectinase

As pectinas são polímeros do ácido β -1,4 D-galacturônico presentes na parede primária e em regiões intercelulares dos vegetais. Sua cadeia lateral é constituída de L-ramnose, arabinose, galactose e xilose (BE MILLER, 1986).

A capacidade higroscópica das pectinas promove aumento do peso e do volume das excretas, o seu grau de viscosidade interfere no trânsito da digesta e por apresentarem relação com a capacidade de troca catiônica da fibra vegetal são capazes de estabelecer ligação com íons bivalentes, como o zinco, ferro, cálcio e

magnésio, na superfície da fibra vegetal, com intervenção na absorção desses minerais (VORAGEN et al., 1995).

Também estão relacionadas com o metabolismo dos lipídios que se dá a nível duodenal pelo processo de absorção de ácidos biliares na matriz da digesta pectinizada. Com isso os lipídios são indisponibilizados para a reabsorção ileal com redução da sua recirculação entero-hepática, o que induz a liberação do colesterol endógeno para a síntese de ácidos biliares (EASTWOOD, 1992).

A pectinase é a enzima que age sobre a pectina e libera sacarídios e sua utilização na nutrição animal é atribuída a redução dos efeitos antinutricionais observados pelo uso de fabáceas, que apresentam grande quantidade de substâncias pécticas (LIMA et al., 2007).

3.2.1.6 Protease

A proteína é o ingrediente de preço mais elevado na dieta para as aves e com a suplementação de proteases ocorre o melhor aproveitamento das proteínas com a liberação de peptídios e aminoácidos o que possibilita redução nos níveis de inclusão desses nutrientes e diminuição da excreção de nitrogênio (WANG et al., 2006).

Segundo Wyatt e Bedford (1998), o benefício do aumento da digestibilidade da proteína, promovida pela suplementação enzimática, está mais relacionado à redução da produção de aminoácidos endógenos do que à melhor digestão dos aminoácidos da dieta. Portanto, tal benefício resulta em mais energia disponível para os processos produtivos (LIMA et al., 2007).

ODETALLAH et al. (2002) suplementaram protease em dietas para frangos de corte e observaram melhorias significativas no crescimento e explicaram que isso ocorre porque no organismo da ave existe maior quantidade de aminoácidos disponíveis para a síntese proteica.

De acordo com Wang et al. (2006), a adição de proteases na dieta de aves melhora o desempenho produtivo e o rendimento de carcaça, sendo as observações mais evidentes em aves alimentadas com rações que contenham baixos níveis de aminoácidos essenciais ou proteína total.

Barbosa et al. (2008) testaram o efeito da combinação de fitase e do complexo amilase, protease e xilanase, em dietas de milho e soja sobre a

digestibilidade ileal de nutrientes, em frangos de corte e verificaram melhoria na digestibilidade da proteína e retenção de fósforo

Em dietas que tenham a soja como ingrediente a suplementação de proteases pode melhorar o valor nutricional desse alimento, pois essas enzimas degradam inibidores da tripsina e da lecitina presentes na soja mal processada (FIREMAN e FIREMAN, 1998).

3.2.1.7 Amilase

As amilases atuam na hidrólise do amido e são divididas em α -amilases ou endoamilases, β -amilases ou exoamilases e glucoamilases ou amiloglucosidases. A α -amilase hidrolisa a cadeia linear da amilose, ou seja, rompe ao acaso as ligações glicosídicas α -1,4 com a produção de maltose e glucose. Já a β -amilase hidrolisa as ligações glicosídicas α -1,4 de polissacarídeos a partir da extremidade não-redutora separando duas unidades de glucose na forma de β -maltose (HARGER et al., 1982).

Conforme cita o mesmo autor, as β -amilases são obtidas a partir de grãos de poáceas não germinados, pois com a germinação surge a α -amilase que obriga a separação em meio ácido. O pesquisador também relata que a β -amilase cristalina é obtida a partir de grãos de trigo, cevada, batata e das sementes da soja e que a raiz da batata doce (*Ipomoea batatas*) contém somente β -amilase

A amiloglucosidase é uma enzima extracelular que rompe as ligações α -1,4 e α -1,6 do amido, a partir da extremidade não redutora, até glucose (PANDEY et al., 2005).

A amilopectina também pode ser hidrolisada por α -amilase e β -amilase, porém as ligações α -1,4 próximas das ramificações e as ligações α -1,6 não são hidrolisadas, sendo o produto resultante da ação dessas enzimas um núcleo condensado e ramificado denominado dextrina limite. Desse modo, a atuação da α -1,6 glucosidase é importante para completar a hidrólise da amilopectina até uma mistura de glucose e maltose (PANDEY et al., 2005).

Segundo Pandey et al. (2005) teoricamente a ação da α -amilase sobre a amilose conduz a 87% de maltose e 13% de glucose; e sobre a amilopectina 73% de maltose, 8% de isomaltose e 19% de glucose.

Para a atividade da α -amilase é necessária a presença de Ca^{+2} , mas os íons Cl^- também são necessários para a ação das α -amilases de origem animal (saliva e pâncreas) e de origem bacteriana (*Bacillus subtilis*) (MORAN JR., 1982).

4 RELATÓRIO DE CAMPO

4.1 Local

O estudo foi conduzido no aviário de frangos de corte do Departamento de Zootecnia pertencente a Universidade Federal de Pelotas, localizado no Campus Universitário, município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul.

4.2 Período experimental

O estudo teve início em junho de 2008 e se estendeu até agosto do mesmo ano, totalizando 47 dias experimentais.

4.3 Animais

Foram utilizados 150 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com um dia de idade, provenientes do incubatório da Cooperativa Sul Rio Grandense de Laticínios (COSULATI), localizado no município de Morro Redondo, RS, Brasil.

No incubatório, os animais foram previamente vacinados para as doenças de Marek e Gumboro e transportados em caixas de papelão próprias para a finalidade.

Ao chegarem no aviário, as aves foram pesadas e alojadas em 30 boxes de duas baterias metálicas onde permaneceram até 28 dias de idade. Cada boxe apresentava 1,00 m de comprimento e 0,70 m de largura, logo cada ave dispôs de 0,14 m².

Os cinco frangos de corte remanescentes, de acordo com o tratamento, após os 28 dias de idade, foram transferidos para seis boxes com 10 cm de altura de cama de maravalha e equipados com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. Cada boxe apresentava 2,00 m de comprimento e 1,00 m de largura, portanto e cada ave dispôs de 0,40 m².

Por ser um projeto de pesquisa que envolveu animais, este foi submetido a Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA) da UFPEL e ao ser aprovado foi registrado sob número 85.

4.4 Delineamento experimental

No momento do alojamento, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas em delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 (três níveis de farinha de batata doce (FBD), sendo 0, 20 e 40%, e dois níveis do complexo enzimático (CE), sendo 0 e 200 g/ton), com cinco repetições por tratamento e cinco unidades experimentais (boxe com cinco aves). Para a formação dos blocos, as aves foram classificadas em cinco grupos de 30 aves com pesos corporais médios de 39,6; 41,0; 45,2; 47,8 e 49,2 g e estas foram alojadas em boxes de modo a formar cinco blocos homogêneos de seis unidades experimentais. Após os seis tratamentos foram distribuídos aleatoriamente aos seis boxes de cada um desses cinco blocos.

As análises das avaliações semanais foram fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator FBD com o nível j do fator CE no bloco k foi expresso pela equação:

$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}$, $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$, onde: m : média geral, a_i : efeito do nível i da FBD, b_j : efeito do nível j do CE, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Para as análises conjuntas das avaliações semanais, a equação do modelo estatístico, para a observação em cada unidade experimental, é extensiva da postulada para as análises semanais:

$Y_{ijkl} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk} + s_l + as_{il} + bs_{jl} + abs_{ijl} + e_{ijkl}$, onde: e_{ijk} : efeito da unidade experimental global para as quatro semanas, s_l : efeito da semana l ($l = 1, 2, 3, 4$) e os demais termos adicionados são os efeitos das interações do fator semana com os efeitos e interação dos fatores FBD e CE, e o efeito do erro experimental. Os efeitos s_l , as_{il} , bs_{jl} e abs_{ijl} são supostos fixos e o efeito e_{ijkl} aleatório

com propriedades semelhantes aos dos demais efeitos aleatórios definidos para o modelo estatístico semanal.

4.5 Dietas experimentais

O programa alimentar adotado foi por fases de criação, ou seja, de acordo com a idade das aves, sendo considerada fase pré-inicial o período de 1 a 7 dias de idade, inicial de 8 a 14 dias de idade, de crescimento de 15 a 34 dias de idade e final de 35 a 47 dias de idade.

As dietas experimentais à base de milho, farelo de soja e farinha de batata doce são apresentadas nas tab. 4, 5 e 6. Os tratamentos corresponderam a três níveis (0, 20 e 40%) de inclusão de farinha de batata doce em substituição ao milho com ou sem adição de um complexo enzimático (CE): 0 e 200 g/ton, o qual foi adicionado às dietas na forma *on top*.

A FBD foi obtida de lavouras de agricultura familiar do município de Mariana Pimentel, região Centro Sul do estado do Rio Grande do Sul. O CE utilizado foi o produto comercial Allzyme® SSF da empresa Alltech Inc. Biotechnology Center, obtido a partir do fungo *Aspergillus niger*, não modificado geneticamente, e composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

As raízes da batata doce, sem qualidade comercial, foram trituradas em triturador de grãos e, então, colocadas para secar em sombrite plástico disposto sobre ripados usados para a secagem de fumo. As raízes secaram em aproximadamente 48 horas, a temperatura de 45°C, e, após, os resíduos foram novamente triturados.

A fase pré-inicial foi considerada como adaptativa, logo nesta os frangos de corte receberam quatro tipos de dietas: uma basal (T_1), uma com 20% de FBD em substituição ao milho (T_2 , T_3), uma basal com CE (T_4) e uma com 20% de FBD em substituição ao milho e com CE (T_5 , T_6).

Tabela 4. Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, nas fases pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Ingrediente (%)	Pré-inicial						Inicial					
	T ₁	T ₂ , T ₃	T ₄	T ₅ , T ₆	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		
Milho	55,53	32,70	55,53	32,70	59,53	35,82	10,90	59,53	35,82	10,90		
Farelo de soja	38,10	38,52	38,10	38,52	33,90	35,60	37,75	33,90	35,60	37,75		
Farinha de batata doce	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00		
Farinha de ostra fina	0,52	0,49	0,52	0,49	0,47	0,42	0,38	0,47	0,42	0,38		
Sal iodado	0,68	0,62	0,68	0,62	0,43	0,36	0,30	0,43	0,36	0,30		
Óleo de soja	2,17	4,67	2,17	4,67	2,67	4,80	7,67	2,67	4,80	7,67		
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02		
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000		
Proteína bruta (%)	21,735	21,065	21,735	21,065	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000		
Fibra bruta (%)	3,798	4,009	3,798	4,009	3,679	3,873	4,167	3,679	3,873	4,167		
Extrato etéreo (%)	4,776	6,590	4,776	6,590	4,671	6,797	8,925	4,671	6,797	8,925		
Metionina total +	0,577	0,820	0,577	0,820	0,833	0,793	0,753	0,833	0,793	0,753		
Cistina total (%)												
Metionina total (%)	0,519	0,485	0,519	0,485	0,497	0,472	0,447	0,497	0,472	0,447		
Lisina total (%)	1,260	1,225	1,260	1,225	1,135	1,148	1,162	1,135	1,148	1,162		
Cálcio (%)	0,357	0,334	0,357	0,334	0,335	0,320	0,305	0,335	0,320	0,305		
Fósforo disponível (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970		
Sódio total (%)	0,460	0,455	0,460	0,455	0,452	0,451	0,450	0,452	0,451	0,450		

Níveis de garantia por kg do produto:

¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme® SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 5. Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase de crescimento (15 a 34 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Extrato etéreo (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total + Cistina total (%)	0,780	0,722	0,682	0,780	0,722	0,682
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

Níveis de garantia por kg do produto:

¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 6. Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase final (35 a 47 dias de idade), contendo diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	65,86	40,72	15,70	65,86	40,72	15,70
Farelo de soja	28,20	30,50	32,70	28,20	30,50	32,70
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,56	5,46	8,35	2,56	5,46	8,35
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Fibra bruta (%)	3,330	3,624	3,917	3,330	3,624	3,917
Extrato etéreo (%)	5,396	7,552	9,704	5,396	7,552	9,704
Metionina total + Cistina total (%)	0,664	0,624	0,583	0,664	0,624	0,583
Metionina total (%)	0,368	0,328	0,303	0,368	0,328	0,303
Lisina total (%)	0,980	0,994	1,008	0,980	0,994	1,008
Cálcio (%)	0,916	0,931	0,947	0,916	0,931	0,947
Fósforo disponível (%)	0,384	0,383	0,382	0,384	0,383	0,382
Sódio total (%)	0,180	0,181	0,180	0,180	0,181	0,180

Níveis de garantia por kg do produto:

¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme® SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

4.6 Preparo e fornecimento das rações

Semanalmente os ingredientes das dietas foram pesados e as rações foram preparadas na fábrica de rações da Unidade de Avicultura do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG/UFPEL).

Quando houve troca da formulação das dietas entre as fases de vida das aves, procedeu-se a pesagem das sobras de ração da fase anterior presentes nos comedouros, retirando-as por completo e adicionando-se a outra ração previamente pesada.

As rações foram fornecidas na forma farelada e *ad libitum* em comedouros do tipo calha (1 a 28 dias de idade das aves) ou em comedouros tubulares (29 a 47 dias de idade das aves).

Assim sendo, o arraçoamento dos frangos de corte de 1 a 28 dias de idade foi realizado diariamente pela manhã e a quantidade de ração fornecida por boxe foi pesada e registrada em fichas de controle. No período de 29 a 47 dias de idade das aves, a ração foi fornecida nos comedouros tubulares, semanalmente e de acordo com a necessidade, com realização da anotação das quantidades fornecidas. As sobras de ração foram registradas, ao final de cada semana, por boxe.

4.7 Fornecimento de água

A água clorada armazenada em caixas d'água foi distribuída por bebedouros do tipo copo (1 a 28 dias de idade dos frangos de corte) ou bebedouros pendulares (29 a 47 dias de idade dos frangos de corte).

4.8 Programa de luz

A iluminação controlada por relógio *timer* foi feita por lâmpadas incandescentes de 60 W e o fornecimento e a intensidade de luz diários seguiram as orientações do guia de manejo da linhagem Cobb.

4.9 Outras práticas de manejo

A aferição e o registro da temperatura no aviário foram realizados nos turnos da manhã e da tarde.

O sistema de aquecimento foi realizado por campânulas à gás, acionadas manualmente no final da tarde ou conforme a necessidade e comportamento dos frangos de corte.

O acionamento dos ventiladores e a abertura das janelas presentes no aviário foi feito de acordo com a necessidade e comportamento das aves.

Os bebedouros foram higienizados uma vez ao dia e o estímulo ao consumo de ração foi procedido diariamente através da movimentação da ração nos comedouros tipo calha, nas baterias, ou dos comedouros tubulares, nos boxes.

No período de 1 a 28 dias de idade, ou seja, quando os frangos de corte estavam alojados nos boxes das baterias, as excretas acumuladas em uma bandeja disposta abaixo do boxe foram recolhidas diariamente. Quando as aves passaram

para os boxes com cama de maravalha o revolvimento desta foi realizado semanalmente.

Durante três dias consecutivos, ou seja, no período de 22 a 24 dias de idade, os frangos de corte foram tratados preventivamente para coccidiose, com hidrocloro de amprolium, via água.

4.10 Coleta de dados

4.10.1 Análise bromatológica

Uma amostra da farinha de batata doce e das rações preparadas para cada uma das fases de criação foram coletadas e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia/UFPEL. As análises realizadas foram matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e cinzas. Para as análises foram consideradas as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

4.10.2 Desempenho produtivo

As variáveis de desempenho produtivo: consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e mortalidade foram obtidas a cada semana de realização do experimento.

O consumo de ração na semana foi calculado pela equação:

$CR = (TRF - S) / NA$, onde: CR: consumo de ração (g) na semana; TRF: total de ração (g) fornecida no comedouro do boxe na semana; S: sobras de ração (g) no comedouro do boxe no final da semana e NA: número de aves presentes no boxe na semana. Já o consumo de ração acumulado foi calculado pela equação:

$CRA = CRAS + CR$, onde: CRA: consumo de ração (g) acumulado; CRAS: consumo de ração (g) acumulado da semana anterior e CR: consumo de ração (g) na semana.

As sobras de ração foram recolhidas e pesadas ao final de cada semana experimental e quando ocorreu mortalidade em um boxe também foram coletadas e pesadas. Portanto, quando ocorreu mortalidade foi considerado o consumo da ave até o dia anterior a sua morte e o volume de ração fornecido foi corrigido para o número de aves remanescentes no boxe.

A ave morta foi recolhida, pesada, necropsiada para a determinação da *causa mortis* e destinada a compostagem. A ocorrência da morte e os dados coletados foram registrados em fichas de controle.

4.10.3 Peso corporal

Os frangos de corte foram pesados individualmente, no primeiro dia de vida, ao chegarem no aviário. Após as avaliações do peso corporal (g) foram realizadas semanalmente (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade), aos 39 e aos 47 dias de idade dos frangos de corte. Para a tomada dos pesos foi utilizado balança digital com precisão em gramas.

O cálculo do peso corporal médio semanal das aves foi obtido com a utilização da equação:

$PC = PCT / NAP$, onde: PC = peso corporal (g) médio na semana; PCT: peso corporal (g) total das aves do boxe na semana e NPA: número de aves pesadas do boxe na semana.

4.10.4 Conversão alimentar

As conversões alimentares na semana e acumulada foram calculadas com a utilização das equações:

$CAS = CR / GP$, onde: CAS: conversão alimentar na semana; CR: consumo de ração (g) na semana e GP: ganho de peso (g) na semana e

$CAA = CRA / GPA$, onde: CAA: conversão alimentar acumulada na semana; CRA: consumo de ração (g) acumulado e GPA: ganho de peso (g) acumulado.

4.10.5 Índice de eficiência produtiva

Para o cálculo dos índices de eficiência produtiva na semana e acumulado foram utilizadas as seguintes equações:

$IEPS = ((PC (g) \times VS (\%)) / (ID (dias) \times CAS)) \times 100$, onde: IEPS: índice de eficiência produtiva na semana; PC: peso corporal (g) médio na semana; VS: viabilidade (%) na semana; ID: idade das aves (dias) e CAS: conversão alimentar na semana, e

$IEPA = ((PCA \text{ (g)} \times VA \text{ (\%)}) / (ID \text{ (dias)} \times CAA)) \times 100$, onde: IEPA: índice de eficiência produtiva acumulado na semana; PCA: peso corporal (g) médio acumulado; VA: viabilidade (%) acumulada; ID: idade das aves (dias) e CAA: conversão alimentar acumulada.

4.10.6 Pesos e rendimentos da carcaça e dos cortes

Nos dias 39 e 47 do experimento foram escolhidas aleatoriamente três aves por tratamento, identificadas por anilhas numeradas, pesadas individualmente, mantidas em jejum de seis horas, pesadas na plataforma de abate e sacrificadas no abatedouro do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG/UFPEL), conforme as normas técnicas estabelecidas no Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves.

Após o abate, as carcaças com patas e pescoço, sem cabeça, vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas (g) após o resfriamento no chiller e gotejamento. Em seguida, procedeu-se à extração dos cortes, sendo peito sem pele, coxas e sobrecoxas, asas, coxas das asas, dorso com pescoço e patas. Estes cortes foram pesados (g) e o rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo após o jejum com a utilização da equação:

$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = (\text{Peso da carcaça} \times 100) / \text{Peso vivo}$, e o rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da carcaça pela equação:

$\text{Rendimento dos cortes (\%)} = (\text{Peso dos cortes} \times 100) / \text{Peso da carcaça}$.

4.10.7 Alometria de órgãos e biometria intestinal

Nos dias 14, 21 e 28 do experimento, cinco aves por tratamento foram escolhidas aleatoriamente, pesadas individualmente e sacrificadas por deslocamento da articulação crânio-cervical para a realização da necropsia e coleta das vísceras.

As avaliações alométricas foram procedidas através da pesagem (g), em balança digital, do coração, do fígado, do proventrículo e da moela após ser aberta por incisão longitudinal para a retirada do conteúdo. Os segmentos intestinais,

duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos, foram medidos (cm) separadamente com o auxílio de uma fita métrica.

As avaliações de alometria de órgãos e biometria intestinal também foram procedidas aos 39 e aos 47 dias de idade dos frangos de corte.

4.10.8 Digestibilidade

Os primeiros 14 dias de vida das aves foram de adaptação às gaiolas e às rações experimentais e do 15º ao 17º dia experimental procedeu-se o ensaio metabólico através da coleta total das excretas que foi realizada duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, totalizando quatro coletas.

Antes de iniciar o ensaio metabólico realizou-se a limpeza e o revestimento com plástico das bandejas de alumínio usadas para o recolhimento das excretas, assim como a pesagem individual das aves e da ração fornecida por boxe.

A cada coleta das excretas por unidade experimental, tomou-se o cuidado de eliminar penas, resíduos de ração e outras possíveis fontes de contaminação. As excretas coletadas foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em congelador até o final do ensaio quando foram descongeladas a temperatura ambiente, reunidas por unidade experimental (boxe com quatro aves) e homogeneizadas.

Ao término do ensaio de digestibilidade procedeu-se a pesagem dos frangos de corte e das sobras de ração o que possibilitou a avaliação do consumo e do ganho de peso das aves nesse período.

Para a determinação da amostra seca ao ar, as excretas foram colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram pesadas e moídas em moinho Willey com peneira de 0,5 mm de abertura de malha.

As análises de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e no Laboratório de Solos, ambos pertencentes à UFPEL, de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

4.11 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de farinha de batata doce e complexo enzimático, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado. As decomposições e os ajustes das funções foram procedidos globalmente para os dois níveis do complexo enzimático ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação farinha de batata doce e complexo enzimático. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

4.12 Resultados

Os resultados obtidos no estudo serão encaminhados para publicação em periódicos científicos das áreas de Zootecnia e Medicina Veterinária.

**5 ARTIGO 1. Desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com
farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem
suplementação enzimática¹**

¹Artigo formatado segundo normas da ARS Veterinaria

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS
COM FARINHA DE BATATA DOCE EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO MILHO,
COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA**

*(PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS FED DIETS WITH
SWEET POTATO PARTIALLY REPLACING CORN, WITH OR WITHOUT ENZYMATIC
SUPPLEMENTATION)*

RESUMO

Um estudo foi conduzido para avaliar a substituição parcial do milho por farinha de batata doce, com ou sem suplementação enzimática, nas dietas de frangos de corte de 1 a 28 dias de idade. Um total de 150 pintos machos, com um dia de idade foram distribuídos em 30 boxes de duas baterias metálicas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 (0, 20 e 40% de farinha de batata doce e 0 e 200 g/ton de complexo enzimático) com um total de cinco unidades experimentais (boxe com cinco aves) por tratamento. O complexo enzimático consistia de fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. Semanalmente foram avaliados consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva. Estas variáveis foram submetidas à análise da variação para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de farinha de batata doce e complexo enzimático, seguido da decomposição da variação entre os níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais. Os resultados indicaram que a substituição do milho pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação do complexo enzimático, não demonstrou ser efetiva sobre o desempenho produtivo dos frangos de corte.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação alternativa. Aves. *Ipomoea batatas*. Produção.

SUMMARY

A study was run to evaluate the partial replacement of corn by sweet potato meal, with or without the addition of enzyme, for broilers from 1 to 28 days of age. A total of 150 day-old male broiler chicks were distributed in 30 pens of metallic batteries. A complete experimental block design in 3 x 2 experimental factorial arrangement was used (0, 20 and 40% of sweet potato meal and 0 and 200 g/ton of enzyme complex) with a total of 5 experimental units (pen with 5 birds) per treatment. The enzyme complex consisted of phytase, protease, xylanase, β -glucanase, cellulase, amylase and pectinase. Feed intake, weight gain, feed conversion and factor of production index were evaluated at the end of each week. These variables were subjected to analysis of variance test for main effects (sweet potato meal and enzyme), followed by splitting into levels of the factor sweet potato meal into polynomial components. The results indicated that the replacement of corn by sweet potato meal, with or without enzyme, has shown no effect on broiler performance.

KEY WORDS: Alternative feeding. Birds. *Ipomoea batatas*. Production.

INTRODUÇÃO

O milho é utilizado na nutrição humana, em dietas de aves para atender suas necessidades de energia e na indústria de biocombustíveis para produzir o etanol. Essa ampla utilização do milho tem demandado pesquisas de alimentos alternativos para que sejam supridas as exigências dos animais, principalmente, frangos de corte (SAGRILO et al., 2003).

A rapa de mandioca (NASCIMENTO et al., 2005), o trigo (BORGES et al., 2003), o sorgo (PIMENTEL et al., 2007), a quirera de arroz (BRUM JR. et al., 2007) e o milheto (GOMES et al., 2008) são alimentos ricos em amido que vêm sendo pesquisados e alguns já são utilizados na formulação das dietas para aves.

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é a sexta hortaliça mais cultivada nas lavouras brasileiras (FAO, 2007) e sua farinha, em base seca, apresenta 4,36% de proteína bruta, 3,03% de fibra bruta, 1,03% de extrato etéreo, 3,38% de cinzas, 3.050 kcal/kg de energia

metabolizável para aves e 70,90% de amido (ROSTAGNO et al., 2005), com conteúdo de amilose que varia de 19,19 a 22,20% (GONÇALVES et al., 2009). Logo é um alimento com potencial para ser empregado na nutrição de aves como substituto do milho, porém não há dados literários que justifiquem seu emprego.

O amido do milho como o da farinha de batata doce possui maior percentual de amilopectina o que poderia torná-lo mais digestível (GONÇALVES et al., 2009). Porém, na constituição da batata doce está presente um inibidor da digestão que reduz a ação de enzimas, como a tripsina, o que prolonga a digestão e favorece a fermentação do alimento no trato intestinal (WYATT & BEDFORD, 1998).

Segundo CAMPESTRINI et al. (2005), as enzimas exógenas aumentam a disponibilidade de polissacarídeos de reserva, gorduras e proteínas e minimizam os efeitos negativos dos fatores antinutricionais presentes em ingredientes da dieta. Portanto, a suplementação de tais enzimas visa auxiliar o processo digestivo.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no aviário de frangos de corte do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL.

O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA) da UFPEL e está registrado sob número 85.

Cento e cinquenta frangos de corte machos, de um dia de idade e da linhagem Cobb foram mantidos durante 28 dias em 30 boxes de duas baterias metálicas. Cada box possuía

1,00 m x 0,70 m e cada ave dispôs de 20 cm de espaço de comedouro do tipo calha. O fornecimento de água, à vontade, foi feito por bebedouro tipo copo localizado na lateral de cada boxe.

Durante três dias consecutivos (22, 23 e 24 dias de idade), os frangos de cortes foram tratados preventivamente para coccidiose, com hidrocloro de amprolium, via água.

As aves foram pesadas individualmente e distribuídas em delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 com cinco unidades experimentais (boxe com cinco aves) por tratamento. Para a formação dos blocos, as aves foram classificadas em cinco grupos de 30 com pesos corporais médios de 39,6; 41,0; 45,2; 47,8 e 49,2 g e os 30 boxes foram classificados em cinco grupos de seis boxes homogêneos quanto às características do ambiente. Após, cada grupo de aves foi alojado a um grupo de boxes formando cinco blocos homogêneos com seis unidades experimentais. Por fim, as seis combinações dos três níveis (0, 20 e 40%) de farinha de batata doce (FBD) (*Ipomoea batatas*) e dos dois níveis (0 e 200 g/ton) de um complexo enzimático (CE) foram distribuídas aleatoriamente aos seis boxes de cada bloco. O CE foi adicionado às dietas na forma *on top* (Tabelas 1 e 2).

A FBD foi obtida de lavouras de agricultura familiar do município de Mariana Pimentel, região Centro Sul do estado do Rio Grande do Sul, maior produtor gaúcho da raiz. O CE utilizado foi o produto comercial Allzyme[®] SSF da empresa Alltech Inc. Biotechnology Center, obtido a partir do fungo *Aspergillus niger*, não modificado geneticamente, e composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

As raízes da batata doce, sem qualidade comercial, foram trituradas em triturador de grãos e, então, colocadas para secar em sombrite plástico disposto sobre ripados usados para a secagem de fumo. As raízes secaram em aproximadamente 48 horas, a temperatura de 45°C, e, após, os resíduos foram novamente triturados.

Foi adotado um programa alimentar específico por fases de criação de acordo com a idade das aves, sendo considerada fase pré-inicial o período de 1 a 7 dias de idade, inicial de 8 a 14 dias de idade e de crescimento de 15 a 28 dias de idade.

Durante a fase pré-inicial, considerada como adaptativa, as aves receberam quatro tipos de dietas: uma basal (T_1), uma com 20% de FBD em substituição ao milho (T_2 , T_3), uma basal com CE (T_4) e uma com 20% de FBD em substituição ao milho e com CE (T_5 , T_6), (Tabela 1). As rações foram fornecidas na forma farelada e *ad libitum*.

Ao longo do período experimental, a temperatura média do aviário foi de 26,8°C e a umidade média relativa do ar de 66,34%, sendo registradas por um termohigrômetro. A iluminação foi feita por lâmpadas incandescentes de 60 W e o fornecimento e a intensidade de luz diários seguiram as orientações do guia de manejo da linhagem Cobb.

O consumo de ração (g), peso corporal (g), conversão alimentar (g/g) e índice de eficiência produtiva foram avaliados semanalmente. Este índice leva em consideração o peso vivo, a viabilidade, a idade e a conversão alimentar, e é calculado com a seguinte fórmula:

$$IEP = ((\text{Peso vivo (g)} \times \text{Viabilidade (\%)} / (\text{Idade (dias)} \times \text{Conversão alimentar})) \times 100.$$

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de FBD e CE, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator FBD em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado. As decomposições e os ajustes das funções foram procedidos globalmente para os dois níveis do CE ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação FBD e CE. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

As análises das avaliações semanais foram fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator FBD com o nível j do fator CE no bloco k foi expresso pela equação:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}, i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4, 5,$$

onde: m : média geral, a_i : efeito do nível i da FBD, b_j : efeito do nível j do CE, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Para as análises conjuntas das avaliações semanais, a equação do modelo estatístico, para a observação em cada unidade experimental, é uma equação extensiva da postulada para as análises semanais:

$$Y_{ijkl} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk} + s_l + as_{il} + bs_{jl} + abs_{ijl} + e_{ijkl},$$

onde: e_{ijk} : efeito da unidade experimental global para as quatro semanas, s_l : efeito da semana l ($l = 1, 2, 3, 4$) e os demais termos adicionados são os efeitos das interações do fator semana com os efeitos e interação dos fatores FBD e CE, e o efeito do erro experimental. Os efeitos s_l , as_{il} , bs_{jl} e abs_{ijl} são supostos fixos e o efeito e_{ijkl} aleatório com propriedades semelhantes aos dos demais efeitos aleatórios definidos para o modelo estatístico semanal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação FBD e CE influenciou significativamente o consumo de ração das aves apenas na quarta semana experimental com resposta polinomial constante para o efeito principal da FBD e linear para o efeito simples da FBD em cada nível de enzima. Os efeitos principais da FBD ou do CE não influenciaram significativamente o consumo de ração semanal das aves, assim como quando considerado o período experimental total (Tabela 3).

Com o aumento do percentual de FBD em substituição ao milho, ou seja, de 20 para 40%, observou-se redução do consumo de ração pelas aves o que pode estar relacionado ao aumento da pulverulência e do teor de fibra e a redução de metionina nas rações. Conforme

SUMMERS & LEESON (1985), dietas levemente deficientes em metionina aumentam o consumo de ração, enquanto deficiências mais severas inibem o mesmo. Isso ocorre para evitar os efeitos deletérios causados no organismo pelo desbalanceamento de aminoácidos da dieta. Além disso, o consumo de ração pelas aves é influenciado pelo tamanho das partículas da ração, sendo que os pintos possuem preferência por rações com partículas de 0,70 a 0,90 mm (NIR et al., 1995).

Também se verificou que o consumo de ração pelas aves na quarta semana de vida foi menor do que o da semana anterior e atribui-se essa ocorrência a coccidiose que acometeu os frangos de corte.

Resultado contrário ao observado foi realizado por STRADA et al. (2005) que ao fornecerem rações à base de sorgo e farelo de soja ou milho e farelo de soja, suplementadas ou não com complexo multienzimático, a frangos de corte, de oito a 21 dias de idade, não verificaram significância para o consumo de ração.

De acordo com BERTECHINI (2006) as aves ajustam o consumo de alimento para satisfazer suas necessidades em energia, logo se tivesse havido grande disponibilização de energia pelo CE utilizado o consumo de ração das aves que o receberam teria sido menor quando comparado ao das aves que não o receberam.

A substituição parcial do milho pela FBD influenciou significativamente o peso corporal dos frangos de corte, com resposta polinomial linear decrescente (Tabela 4). Ao passo que o CE, na forma como foi adicionado, não beneficiou o desempenho das aves, pois a quantidade de substrato pode ter sido abaixo ou acima da quantidade de determinadas enzimas presentes no CE. Além disso, a presença de um inibidor da digestão, presente na batata doce, pode ter atuado reduzindo a ação das enzimas (WYATT & BEDFORD, 1998).

De maneira semelhante, SANTOS et al. (2004) observaram que quanto maior o nível de inclusão de farelo de arroz integral na dieta de frangos de corte menores foram o consumo

de ração e o peso corporal. Ao contrário da verificação realizada, COSTA et al. (2007) ao suplementar fitase em dieta, à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, obtiveram maior ganho de peso, o qual foi relacionado a diminuição da viscosidade intestinal que proporcionou maior digestão e absorção de nutrientes da ração.

À medida que a FBD substituiu o milho em maiores percentuais, tanto o consumo de ração como o peso corporal das aves diminuíram. Pode-se atribuir esse efeito ao aumento da pulverulência da ração, a resistência do amido da batata crua à hidrólise pela amilase, a dificuldade, pelas aves, da digestão do amido de raízes e tubérculos quando comparada ao de cereais (BENEZ, 2001), a presença de um inibidor da digestão, presente na batata doce, que atua reduzindo a ação de enzimas e consequentemente prolonga o tempo de digestão (WYATT & BEDFORD, 1998) e ao percentual de fibra na ração que atua reduzindo a digestibilidade e a absorção de nutrientes (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

Outros fatores que poderiam ter influenciado o consumo de ração e o peso corporal das aves são a síntese e a liberação de enzimas endógenas, a relação substrato e CE e a quantidade de aminoácidos nas dietas, pois as exigências de proteína diminuem com o avanço da idade, mas a de aminoácidos essenciais aumenta (AMARANTE JR. et al., 2005).

Com relação à conversão alimentar, para a segunda e quarta semana de idade dos frangos de corte, assim como para todo o período experimental, observou-se efeito significativo da substituição do milho pela FBD com resposta polinomial linear crescente (Tabela 5). À medida que foi aumentado o percentual da FBD na dieta, ocorreu piora da conversão alimentar das aves.

O resultado obtido é semelhante ao dos autores SÁNCHEZ et al. (2000) que utilizaram 49,34% de sorgo com alto tanino e 53,51% de sorgo com baixo tanino em rações para frangos de corte, mas contrário ao de GOMES et al. (2008) que recomendaram 20% de milheto nas

rações de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade por terem observado melhor conversão alimentar.

Quanto ao índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte, observou-se influência significativa da FBD com resposta polinomial linear decrescente na segunda e na quarta semana de avaliação e no período experimental de 28 dias (Tabela 6).

Os resultados observados para peso corporal (Tabela 4) e conversão alimentar (Tabela 5) justificam a verificação realizada para o IEP. Portanto, a presença de fatores anti-nutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos (PNAs), e a quantidade de substrato nas dietas que pode ter sido abaixo ou acima da capacidade de atuação das enzimas presentes no CE podem justificar a diminuição do desempenho das aves com o aumento dos níveis de farinha de batata doce na dieta. De acordo com BRUFAU et al. (1994), os PNAs reduzem a digestibilidade de diversos nutrientes causando menor ganho de peso pelos animais.

Para o IEP, igual resultado foi observado por BRUM JR. et al. (2007) ao substituírem milho por quirera de arroz, em dietas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, nos níveis entre 0 e 40%.

A suplementação enzimática não influenciou significativamente nenhum dos parâmetros avaliados. Observações similares foram obtidas por BONATO et al. (2004).

CONCLUSÃO

A substituição do milho pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação do complexo enzimático, não demonstrou ser efetiva nas dietas de frangos de corte de 1 a 28 dias de idade.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. do; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V. da; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. da. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.195-201, 2005.

BENEZ, S. M. **Aves: criação, clínica, teoria, prática. silvestres, ornamentais, avinhados**. 3. ed. São Paulo: Robe, 2001, 522 p.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA. 301p. 2006.

BONATO, E.L.; ZANELLA, I.; SANTOS, R.; GASPARINI, S.P.; MAGON, L.; ROSA, A.P.; BRITTES, L.P. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.511-516, 2004.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P.; RODRIGUES, N.M.; TEIXEIRA, E.A.; LARA, L.B.; MENDES, W.S.; ARAÚJO, V.L. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BRUFAU, J.; PÉREZ-VENDRELL, A.M.; FRANCESCH, M. Papel de la fibra en la alimentacion avícola. In: SIMPÓSIO DE AVICULTURA, 31., 1994, Pamplona. **Anais ...** Pamplona: Seccion Española de la Asociacion Mundial de Avicultura Científica, 1994. p.125-130.

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

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. da. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.865-870, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. [2007]. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.

FIREMAN, F.A.T.; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, M.F.M.; MELLO, H.H.C.; BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.

GONÇALVES, M.F.V.; SARMENTO, S.B.S.; DIAS, C.T.S.; MARQUEZINI, N.M. Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em micro-ondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.270-276, 2009.

NASCIMENTO, G.A.J. do; COSTA, F.G.P.; JÚNIOR, V. S.A.; BARROS, L.R. 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.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.771-783, 1995.

PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JR., W.M.; LUDKE, M.C.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.; FREITAS, C.R.G. de. Substituição parcial do milho pelo sorgo e da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de caroço extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES P.C.; OLIVEIRA R.F. de; LOPES D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2005, 186p.

SAGRILO, E.; GIRÃO, E.S.; BARBOSA, F.J.V.; RAMOS, G.M.; AZEVEDO, J.N. de; MEDEIROS, L.P.; ARAÚJO NETO, R.B. de; LEAL, T.M. Manejo alimentar. **Instrução técnica para o avicultor** – CT/205/EMBRAPA/CNPISA, julho/2003, 2p.

SÁNCHEZ, E.R.; CUEVAS, A.C.; BARRERA, E.M.; GÓNZALES, E.A. Adición de DL-metionina en dietas con sorgo alto en taninos para pollos de engorda. **Técnica Pecuaria en México**, v.38, n.1, p.1-6, 2000.

SANTOS, R.S.; ZANELLA, I; BONATO, E.L.; ROSA, A.P. MAGON, L.; GASPARINI, S.P.; BRITTES, L.B.P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.517-521, 2004.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLAITON, L. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, n.3, p.717-723, 1985.

WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. Uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicação prática. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998, p.2-12.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 28 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Extrato etéreo (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total + Cistina total (%)	0,780	0,722	0,682	0,780	0,722	0,682
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 3. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao consumo de ração (CR) (g) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Dias experimentais			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	525	1.121	1.037	2.816
20	552	1.158	1.083	2.924
40	529	1.126	1.073	2.855
P ¹	0,3772	0,7600	0,5341	0,2706
CE				
0	532	1.148	1.061	2.870
200	539	1.123	1.068	2.860
P ¹	0,7183	0,5828	0,8336	0,8500
FBD × CE				
0 - 0	537	1.074	1.104	2.852
20 - 0	554	1.203	1.083	2.966
40 - 0	507	1.164	995	2.794
0 - 200	514	1.167	971	2.781
20 - 200	551	1.113	1.082	2.883
40 - 200	551	1.088	1.152	2.917
P ¹	0,2743	0,1984	0,0102	0,2323
CV (%) ²	8,62	10,69	8,91	11,75
Função polinomial ajustada	Constante CR = 536	Constante CR = 1.135	Constante/ Linear ³ CR = 1.061	Constante CR = 2.865
R ² ⁴	0	0	0/0,98	0

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

² Coeficiente de variação.

³ Equação polinomial ajustada: sem CE: CR = 1.061, com CE: CR = 978,1 + 4,525 FBD.

⁴ Coeficiente de determinação.

Tabela 4. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao peso corporal (PC) (g) dos dias 14, 21 e 28, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Dias experimentais		
	14	21	28
0	412	828	1.471
20	389	803	1.341
40	346	718	1.196
P ¹	0,0008	0,0027	< 0,0001
CE			
0	385	783	1.340
200	379	783	1.333
P ¹	0,6316	0,9972	0,8514
FBD × CE			
0 - 0	426	841	1.511
20 - 0	395	794	1.319
40 - 0	334	714	1.189
0 - 200	398	815	1.431
20 - 200	383	812	1.364
40 - 200	357	722	1.203
P ¹	0,2488	0,7314	0,3752
CV (%) ²	8,68	8,19	7,61
Função polinomial ajustada	Linear ³	Linear ⁴	Linear ⁵
R ² ⁶	0,96	0,90	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

² Coeficiente de variação.

³ Equação polinomial ajustada: PC = 415,890 - 1,661 FBD.

⁴ Equação polinomial ajustada: PC = 838,329 - 2,744 FBD.

⁵ Equação polinomial ajustada: PC = 1.501, 289 - 8,053 FBD.

⁶ Coeficiente de determinação.

Tabela 5. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes à conversão alimentar (CA) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Dias experimentais			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	2,04	2,73	1,61	1,90
20	2,21	2,81	2,04	2,12
40	2,49	3,07	2,28	2,32
P ¹	0,0007	0,2824	0,0005	0,0001
CE				
0	2,23	2,93	1,95	2,11
200	2,26	2,82	2,00	2,12
P ¹	0,7738	0,5431	0,6549	0,9186
FBD × CE				
0 - 0	2,00	2,63	1,65	1,87
20 - 0	2,20	3,02	2,10	1,93
40 - 0	2,50	3,14	2,11	2,15
0 - 200	2,09	2,84	1,58	2,08
20 - 200	2,21	2,60	1,99	2,31
40 - 200	2,47	3,01	2,44	2,34
P ¹	0,8307	0,3663	0,2569	0,6964
CV (%) ²	9,63	16,81	16,02	14,15
Função polinomial	Constante			
ajustada	Linear ³	CA = 2,87	Linear ⁴	Linear ⁵
R ² ⁶	0,98	0	0,97	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

² Coeficiente de variação.

³ Equação polinomial ajustada: CA = 1,983 + 0,125 FBD.

⁴ Equação polinomial ajustada: CA = 1,719 + 0,012 FBD.

⁵ Equação polinomial ajustada: CA = 1,905 + 0,010 FBD.

⁶ Coeficiente de determinação.

Tabela 6. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao índice de eficiência produtiva (IEP) nas semanas e no período experimental, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Dias experimentais			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	145	121	257	176
20	127	110	193	143
40	101	92	154	120
P ¹	0,0003	0,0686	0,0001	< 0,0001
CE				
0	127	106	201	147
200	122	109	202	145
P ¹	0,4826	0,6877	0,9075	0,7749
FBD × CE				
0 - 0	153	126	254	179
20 - 0	131	100	184	172
40 - 0	97	90	163	143
0 - 200	137	115	260	143
20 - 200	124	120	202	120
40 - 200	104	93	145	119
P ¹	0,4252	0,4294	0,6355	0,9172
CV (%) ²	15,89	24,45	21,16	16,02
Função polinomial				
ajustada	Linear ³	Linear ⁴	Linear ⁵	Linear ⁶
R ² ⁷	0,98	0,97	0,97	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

² Coeficiente de variação.

³ Equação polinomial ajustada: IEP = 146,854 - 1,107 FBD.

⁴ Equação polinomial ajustada: IEP = 122,469 - 0,724 FBD.

⁵ Equação polinomial ajustada: IEP = 246,642 - 2,278 FBD.

⁶ Equação polinomial ajustada: IEP = 174,762 - 1,409 FBD.

⁷ Coeficiente de determinação.

6 ARTIGO 2. Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas²

²Artigo formatado segundo normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Características de carcaça e do trato digestório de frangos alimentados com batata doce e enzimas

Resumo - O estudo objetivou avaliar características de carcaça, alometria de órgãos e biometria intestinal de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce, com ou sem suplementação de um complexo enzimático. Cento e cinquenta pintos machos, com um dia de idade foram distribuídos em 30 boxes de duas baterias metálicas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 , com três níveis de farinha de batata doce (0, 20 e 40%) e dois níveis do complexo enzimático (0 e 200 g/ton). O complexo enzimático consistia de fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. Foram utilizados cinco unidades experimentais (boxe com cinco aves) por tratamento. Após os 28 dias de idade, as aves segundo o tratamento foram realojadas em seis boxes com cama de maravalha. As variáveis foram submetidas à análise da variância e regressão polinomial (5%). Os resultados indicaram que a substituição do milho pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação do complexo enzimático, afetou adversamente as características de carcaça e do trato digestório dos frangos de corte.

Termos para indexação: alimento, alometria, aves, biometria, *Ipomoea batatas*, rendimento.

Carcass and digestive tract traits of broilers fed sweet potato meal and enzymes

Abstract - This study aimed to evaluate carcass traits, organ allometry and intestinal biometry of broilers fed diets containing sweet potato meal, with or without supplementation of an enzyme complex. A total of 150 day-old male broiler chicks were distributed in 30 pens of two metallic batteries. A complete experimental block design in 3×2 experimental factorial arrangement was used, with 3 levels of sweet potato meal (0, 20 and 40%) and 2 levels of enzyme complex (0 and 200 g/ton). The enzyme complex consisted of phytase, protease, xylanase, β -glucanase, cellulase, amilase and pectinase. A total of 5 experimental units (pen with 5 birds) per treatment were used. After 28 days of age, birds were reallocated on 6 floor pens. Variables were subjected to analysis of variance and polynomial regression analysis

(5%). The results indicated that the replacement of corn by sweet potato meal, with or without enzyme, adversely affected the carcass and digestive tract traits of broilers.

Index terms - ingredients, allometry, birds, biometry, *Ipomoea batatas*, yield

Introdução

A criação avícola se destaca, na economia brasileira, pelo fornecimento de proteína animal de alta qualidade e a baixos custos. Em 2008, a produção de carne de frango foi de 10.940 mil toneladas com uma exportação de 3.645 mil toneladas (ABEF, 2009), estes dados mantiveram o Brasil com o terceiro lugar em produção e o primeiro em exportação. Portanto, o desenvolvimento da avicultura intensifica a demanda de insumos agropecuários, entre eles o milho que, no Brasil, é a principal fonte de energia utilizada na dieta das aves.

Considerando que a alimentação representa a maior parcela dos custos de criação e que a produção avícola é vulnerável às oscilações do mercado das matérias-primas, os pesquisadores buscam alimentos alternativos que possam vir a substituir parcial ou totalmente o milho na formulação das dietas dos não ruminantes. Entre os alimentos estudados estão o farelo de arroz integral (Bonato et al., 2004), o sorgo (Garcia et al., 2005), a quirera de arroz (Brum Jr., et al., 2007) e os subprodutos da mandioca (Campello et al., 2009).

Outro alimento com potencial e disponibilidade para ser utilizado na alimentação das aves é a batata doce, porém há necessidade de pesquisas e publicações que comprovem a sua eficiência na nutrição animal.

Segundo dados da FAO (2007), o Brasil, principal produtor de batata doce no continente latino-americano, apresenta uma produção anual de aproximadamente 530.000 toneladas da raiz em uma área plantada estimada de 44.000 hectares.

De acordo com Rostagno et al. (2005), a farinha da batata doce ao ser comparada com o milho apresenta maior teor de fibra e de cinzas e equivalente conteúdo de amido.

Devido ao custo, cada vez maior, das matérias-primas tradicionais e pela busca por ingredientes alternativos, Costa et al. (2004), comentam que o estudo de enzimas exógenas na nutrição de aves tem aumentado, pois os pesquisadores buscam o aumento da digestibilidade e o aproveitamento de ingredientes, a potencialização da ação das enzimas endógenas e a diminuição da poluição ambiental causada por alguns nutrientes (fósforo, nitrogênio, cobre, zinco) excretados nas fezes dos animais, ou seja, buscam atuações efetivas das enzimas

suplementadas nas dietas dos não ruminantes (Guenter, 2002 citado por Campestrini et al., 2005).

Com o propósito de avaliar características de carcaça, alometria de órgãos e biometria intestinal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farinha de batata doce em substituição ao milho, com ou sem suplementação de um complexo enzimático, realizou-se a presente pesquisa.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no aviário de frangos de corte do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas, de 27 de junho a 13 de agosto de 2008.

Durante 28 dias, 150 pintos Cobb, machos, de um dia de idade, foram criados em 30 boxes de duas baterias metálicas. Cada boxe possuía 1,00 m de comprimento e 0,70 m de largura. As aves dispuseram de 20 cm de espaço de comedouro do tipo calha e tinham acesso a um bebedouro do tipo copo.

A temperatura média do aviário foi de 26,8°C e a umidade média relativa do ar de 66,34%, sendo registradas por um termohigrômetro. A iluminação foi feita por lâmpadas incandescentes de 60 W e o programa de luz foi controlado por relógio *timer*. O fornecimento e a intensidade de luz diários seguiram as orientações do guia de manejo da linhagem Cobb.

Por envolver animais, o projeto de pesquisa foi submetido à Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEa) da instituição de ensino (UFPEL) e está protocolado sob número 85.

Antes de iniciar o experimento, as aves foram pesadas individualmente e divididas em cinco grupos de 30 com pesos corporais médios de 39,6; 41,0; 45,2; 47,8 e 49,2 g e os 30 boxes foram classificados em cinco grupos de seis boxes homogêneos quanto às características do ambiente. Após, cada grupo de aves foi alocado a um grupo de boxes, formando cinco blocos cada um com seis unidades experimentais (boxe com cinco aves). Por fim, os seis tratamentos foram distribuídos aleatoriamente aos seis boxes de cada bloco, o que originou cinco repetições por tratamento.

Portanto, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2, ou seja, os tratamentos utilizados foram às combinações dos três níveis (0, 20 e 40%) de farinha de batata doce (*Ipomoea batatas*) em substituição ao milho e dos dois níveis (0 e 200 g/ton) do complexo enzimático (Tabelas 1, 2 e 3).

O complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase e obtido a partir do fungo *Aspergillus niger* foi adicionado às dietas de forma *on top*. Já a farinha de batata doce empregada era proveniente de lavouras de agricultura familiar do município de Mariana Pimentel/RS. A farinha de batata doce utilizada apresentava na sua composição 88,72% de matéria seca, 4,56% de proteína bruta, 4,96% de fibra bruta, 1,58% de cinzas e 3.450 kcal/kg de energia bruta.

Para a adoção do programa alimentar considerou-se a idade das aves, dividindo-o em fase pré-inicial: 1 a 7 dias, inicial: 8 a 14 dias, de crescimento: 15 a 34 dias, e final: 35 a 47 dias. Na fase pré-inicial ou adaptativa, os frangos de corte receberam quatro tipos de dietas que continham 0 ou 20% de farinha de batata doce com ou sem suplementação do complexo enzimático (Tabela 1). Tanto as rações, na forma farelada, como a água foram fornecidas à vontade.

Durante três dias consecutivos (22, 23 e 24 dias de idade), os frangos de cortes foram tratados preventivamente para coccidiose, com hidrocloro de amprolium, via água.

Ao término dos 28 dias de idade, os frangos de corte foram transferidos, de acordo com o tratamento, para seis boxes com cama de maravalha.

As avaliações experimentais foram procedidas aos 39 e aos 47 dias de idade dos frangos de corte. Assim sendo, em cada um desses dias, três aves por tratamento foram separadas aleatoriamente, identificadas e pesadas (g). Após um jejum de seis horas, os frangos de corte foram pesados (g) novamente e, em seguida processados, segundo os procedimentos normais de abate: atordoamento, sangria, depenagem e evisceração.

As carcaças com patas, sem cabeça, vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas (g) após o resfriamento no chiller e gotejamento. Em seguida, procedeu-se a extração do peito sem pele, coxas e sobrecoxas, asas, coxas das asas, dorso com pescoço e patas. Estes cortes foram pesados (g) e o rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo após o jejum pela equação: $[\text{Rendimento de carcaça (\%)} = (\text{Peso da carcaça} \times 100) / \text{Peso vivo}]$, e o rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da carcaça pela equação: $[\text{Rendimento dos cortes (\%)} = (\text{Peso dos cortes} \times 100) / \text{Peso da carcaça}]$.

Para a análise alométrica das vísceras, o coração e o fígado foram pesados (g) após serem extraídos da carcaça, enquanto que o proventrículo e a moela foram pesados (g) em balança digital após a remoção dos seus conteúdos. Já para a análise biométrica, o comprimento (cm) dos intestinos (duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos) foi obtido em local apropriado e com a utilização de uma fita métrica.

Para a realização das análises estatísticas, os dados coletados foram submetidos à análise de variância para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de farinha de batata doce e complexo enzimático, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado. As decomposições e os ajustes das funções foram procedidos globalmente para os dois níveis do complexo enzimático ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação farinha de batata doce e complexo enzimático. Foi adotada a probabilidade de 5% para aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade.

As análises das avaliações foram fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator farinha de batata doce com o nível j do fator complexo enzimático no bloco k foi expresso pela equação:

$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}$, $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2, 3, 4, 5$, onde: m : média geral, a_i : efeito do nível i da farinha de batata doce, b_j : efeito do nível j do complexo enzimático, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Resultados e Discussão

Para os frangos de corte abatidos aos 39 dias de idade, verificou-se que a interação farinha de batata doce e complexo enzimático foi significativa apenas para o rendimento de carcaça com resposta polinomial constante para os tratamentos que não apresentavam a suplementação do complexo enzimático e quadrática para os tratamentos com o complexo enzimático. Derivando-se a equação de regressão polinomial obteve-se 6% como sendo o nível máximo de farinha de batata doce com suplementação enzimática a ser utilizado para que um maior rendimento de carcaça seja obtido (Tabela 4).

O efeito principal da farinha de batata doce influenciou significativamente o peso corporal após o jejum e o peso da carcaça com resposta polinomial linear decrescente, e o rendimento de carcaça com as respostas já descritas anteriormente. Já para as aves que receberam o complexo enzimático na dieta não se constatou efeito significativo deste sobre nenhuma das variáveis de carcaça avaliadas.

A composição das dietas experimentais da fase pré-inicial de vida dos frangos de corte (Tabela 1) e o aumento da pulverulência da ração com o aumento do percentual de farinha de batata doce podem ter influenciado os resultados obtidos, pois é nesta fase que ocorrem alterações morfológicas e fisiológicas de preparo para o aproveitamento de nutrientes da ração. Assim sendo, no início da vida da ave, a utilização de ingredientes de alta qualidade assegura o desenvolvimento da imunidade e do trato gastrointestinal (Garcia & Bolis, 2005).

Ressaltando a afirmativa de Garcia & Bolis (2005) e contrariando os resultados obtidos Rocha et al. (2008) constataram que a utilização do sorgo em substituição total ao milho pode ser realizada a partir de oito dias de idade dos frangos de corte sem haver interferência negativa nos dados de desempenho e rendimento de carcaça aos 42 dias de idade.

As aves apresentam dificuldade na digestão do amido proveniente de raízes quando comparada a de cereais (Benez, 2001), na farinha de batata doce há a presença de um inibidor da digestão que atua reduzindo a ação de enzimas (Wyatt & Bedford, 1998) e os não ruminantes não possuem capacidade enzimática para a digestão de polissacarídeos não amiláceos (Brito et al. 2008), que ao estarem presentes na ração acarretam aumento da viscosidade do quimo intestinal, diminuição da velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestório e dificuldade da ação das enzimas (Penz Jr., 1998). Provavelmente, estes fatores foram os que influenciaram a atuação do complexo enzimático.

Com a obtenção de resultado semelhante a ausência de significância para o complexo enzimático (Tabela 4), Bonato et al. (2004) ao realizarem estudo com frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, que haviam recebido rações com 0, 10, 20 ou 30% de farelo de arroz integral sem ou com a suplementação das enzimas protease, pentosanase e fitase, observaram menor rendimento de peito, menores pesos da carcaça, do peito e da coxa e concluíram que a utilização do complexo enzimático não proporcionou melhoria nas variáveis estudadas.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Campello et al. (2009) ao substituírem milho por farinha de raízes de mandioca (0, 13, 36 e 53%) na dieta de frangos de corte tipo caipira, verificaram que com o aumento do nível de substituição houve redução do peso das aves ao abate (84 dias), sem haver efeito significativo sobre o rendimento de cortes (coxas, sobrecoxas, peito, asas, dorso, pés, cabeça e pescoço), porém estes autores não observaram efeito significativo dos níveis de farinha de raízes de mandioca sobre o rendimento de carcaça.

Aos 39 dias de idade dos frangos de corte, para os resultados de alometria das vísceras e de biometria dos segmentos intestinais apenas o peso do proventrículo foi influenciado significativamente pela interação farinha de batata doce e complexo enzimático. Quando se utilizou na alimentação das aves a farinha de batata doce sem a suplementação enzimática obteve-se resposta polinomial constante e com a suplementação do complexo enzimático verificou-se resposta polinomial quadrática com ponto de máximo de 18,63%, ou seja, neste percentual de farinha de batata doce em substituição ao milho com suplementação do complexo enzimático os frangos de corte apresentarão maior peso do proventrículo (Tabela 5).

O efeito principal da farinha de batata doce não influenciou significativamente nenhuma das variáveis de alometria e biometria avaliadas. Já para as aves que receberam o complexo enzimático na dieta, constatou-se efeito significativo para o comprimento do íleo com resposta polinomial constante e para o comprimento dos cecos com resposta polinomial linear crescente.

Também verificou-se resposta polinomial linear decrescente para o peso do coração e quadrática com ponto de mínimo de 9,22% para o comprimento do duodeno, o que indicou que as aves que receberem 9,22% de FBD na dieta apresentarão menor comprimento de duodeno. Takahashi et al. (2006) afirmam que o maior comprimento dos intestinos permite melhor absorção e aproveitamento de nutrientes da ração, este relato não condiz com o que foi observado no trabalho, pois com o aumento dos níveis de farinha de batata doce na dieta o comprimento dos segmentos intestinais tendeu a aumentar e os valores observados para as características de carcaça tenderam a diminuir (Tabelas 4 e 5).

Com relação ao peso da moela observou-se resposta polinomial linear decrescente, ou seja, com o aumento do percentual de farinha de batata doce na dieta o peso da moela diminuiu. Com o aumento do nível de farinha de batata doce a ração tornou-se mais pulverulenta e isto pode ter reduzido a atividade muscular da moela e, em consequência, proporcionado a redução do peso do órgão. Este resultado é coerente com o de Freitas et al. (2002) que determinaram que frangos de corte ao consumirem ração com milho inteiro apresentaram maior peso da moela.

Os autores Santos et al. (2006) observaram que, no período de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte, o acréscimo do nível de sorgo (0, 50 e 100%) em substituição ao milho ocasionou redução no peso relativo da moela, o que corrobora com o observado. Porém os pesquisadores também verificaram que os tratamentos não interferiram nos pesos de proventrículo, fígado e pâncreas e que para o período de 22 a 42 dias, a suplementação (0 e

0,1%) de um complexo enzimático contendo xilanase, amilase e protease promoveu aumento dos pesos da moela, do proventrículo e do pâncreas. Brum Jr. et al. (2007), aos 42 dias de idade de frangos de corte, também observaram diminuição linear do rendimento da moela com o aumento da quirera de arroz (0, 20 e 40%) na dieta.

De acordo com Oliveira Neto et al. (2000) as alterações no metabolismo do animal provenientes de variações nutricionais influenciam na quantidade de nutrientes utilizados no processo de síntese protéica dos tecidos corporais, resultando em diferenciações no peso dos órgãos. Esta pode ser a explicação para as observações realizadas no experimento.

Aos 47 dias de idade dos frangos de corte, houve efeito da interação farinha de batata doce e complexo enzimático sobre o rendimento de coxas e sobrecoxas com resposta polinomial linear. Assim sendo, na ausência da suplementação do complexo enzimático, com o aumento do nível de farinha de batata doce na dieta das aves o rendimento de coxas e sobrecoxas diminuiu, porém quando o complexo enzimático foi suplementado o rendimento de coxas e sobrecoxas aumentou com a elevação do percentual de farinha de batata doce na dieta dos frangos de corte. O efeito principal da farinha de batata doce influenciou significativamente o peso corporal após o jejum, o peso da carcaça e o rendimento de patas. Pela análise de regressão observou-se resposta polinomial linear decrescente para o peso corporal após o jejum e para o peso da carcaça e polinomial crescente para o rendimento de patas. Já o complexo enzimático não influenciou significativamente nenhuma das variáveis de carcaça avaliadas (Tabela 6).

Os resultados foram semelhantes aos de Freitas et al. (2008) que ao incluírem níveis (0; 7,5; 15; 22,5; 30%) de farinha de varredura de mandioca na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade não observaram interferência nos rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, asa e dorso com pescoço.

Garcia et al. (2005) utilizaram os níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de sorgo em substituição ao milho e verificaram que não ocorreram diferenças significativas para peso vivo, rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, asa e dorso de frangos de corte, aos 42 dias de idade. Logo, a redução do peso corporal das aves após o jejum com o aumento do percentual de farinha de batata doce também em substituição ao milho na dieta diferiu do resultado do autor supracitado.

Os resultados de alometria do coração, fígado, proventrículo e moela e de biometria do duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos das aves abatidas aos 47 dias de idade revelaram ausência de significância para a interação farinha de batata doce e complexo enzimático e para os efeitos principais da farinha de batata doce ou do complexo enzimático. Para os dados

alométricos da moela e do coração observou-se, respectivamente, resposta polinomial linear decrescente e quadrática com ponto de máximo de 17,05% (Tabela 7).

Contrariando o que foi observado, Campello et al. (2009) ao substituírem milho nos níveis de 0, 13, 36 e 53% por farinha de raízes de mandioca, na dieta de frangos de corte tipo caipira, não observaram efeito significativo destes percentuais sobre os pesos de coração e moela das aves com 84 dias de idade.

Conclusão

1. A substituição do milho por farinha de batata doce, com ou sem suplementação do complexo enzimático, afetou adversamente as características de carcaça, alometria de órgãos e biometria intestinal.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas, ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade de estudo e pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Alltech Inc. Biotechnology Center pelo complexo enzimático.

À Prefeitura e à Secretária da Agricultura de Mariana Pimentel pela farinha de batata doce.

Referências

ABEF – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. Relatório Anual ABEF 2008/2009. Disponível em: <http://www.abef.com.br/portal/_clientes/abef/cat/Abef%20RA_4021.pdf>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2010.

BENEZ, S. M. **Aves: criação, clínica, teoria, prática. silvestres, ornamentais, avinhados.** 3. ed. São Paulo: Robe, 2001, 522 p.

BONATO, E.L.; ZANELA, I.; SANTOS, R. dos; GASPARINI, S.P.; MAGON, L.; ROSA, A.P.; BRITTES, L.P. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.511-516, 2004.

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

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

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

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M. da; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.259-272, 2005.

COSTA, F.G.P.; CLEMENTINO, R.H.; JÁCOME, I.M.T.D.; NASCIMENTO, G.A.J. do; PEREIRA, W.E. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.2, p.63-71, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. 2007. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2010.

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

FREITAS, H.J. de; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G. de. Grãos de milho inteiros e moídos na alimentação de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.6, p.1322-1329, 2002.

GARCIA, C.C.; BOLIS, D. Nutrition is key building block of successful drug-free broiler production. **World Poultry**, v.21, n.12, p.6-7, 2005.

GARCIA, R.G.; MENDES A.A.; COSTA, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S.E.; PELÍCIA, K.P.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Desempenho e qualidade de carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.183-190, 2000.

PENZ JR., A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu – SP, **Anais ...** Botucatu, 1998, p.165-178.

ROCHA, V.R.R.A.; DUTRA JR., W.M.; RABELLO, R.C.; RAMALHO, R.P.; LUDKE, M.C.M.M.; SILVA, E.C. da. Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.95-102, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES P.C.; OLIVEIRA R.F. de; LOPES D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2005. 186p.

SANTOS, M.S.V. dos; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. de. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817, 2006.

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

WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. Uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicação prática. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998, p.2-12.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 34 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Extrato etéreo (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total + Cistina total (%)	0,780	0,722	0,682	0,780	0,722	0,682
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 3. Composição percentual e calculada das dietas da fase final (35 a 47 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	65,86	40,72	15,70	65,86	40,72	15,70
Farelo de soja	28,20	30,50	32,70	28,20	30,50	32,70
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,56	5,46	8,35	2,56	5,46	8,35
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Fibra bruta (%)	3,330	3,624	3,917	3,330	3,624	3,917
Extrato etéreo (%)	5,396	7,552	9,704	5,396	7,552	9,704
Metionina total + Cistina total (%)	0,664	0,624	0,583	0,664	0,624	0,583
Metionina total (%)	0,368	0,328	0,303	0,368	0,328	0,303
Lisina total (%)	0,980	0,994	1,008	0,980	0,994	1,008
Cálcio (%)	0,916	0,931	0,947	0,916	0,931	0,947
Fósforo disponível (%)	0,384	0,383	0,382	0,384	0,383	0,382
Sódio total (%)	0,180	0,181	0,180	0,180	0,181	0,180

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 4. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao peso da carcaça e aos rendimentos de carcaça e cortes dos frangos, aos 39 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹								
	PCj	PCar	RCar	Cox Sobr	Peito	Coxasa	Asa	Dorso	Pata
0	2.475	1.978	79,95	27,99	32,49	4,60	4,65	22,41	4,54
20	2.225	1.756	78,88	27,78	30,19	4,49	4,66	23,14	4,73
40	2.158	1.590	74,50	29,59	30,75	3,82	4,81	22,87	4,69
P ²	0,0182	0,0431	0,0147	0,5608	0,2473	0,2415	0,7189	0,6767	0,8406
CE									
0	2.326	1.853	79,18	28,26	31,61	4,38	4,70	22,89	4,67
200	2.245	1.696	76,37	28,65	30,69	4,23	4,71	22,72	4,64
P ²	0,3205	0,4386	0,1866	0,7494	0,7561	0,9336	0,9983	0,7884	0,8538
FBD × CE									
0 - 0	2.525	2.012	79,70	28,60	31,59	4,77	4,57	22,56	4,64
20 - 0	2.195	1.736	79,05	27,86	30,87	4,24	4,71	23,21	4,73
40 - 0	2.260	1.812	78,78	28,33	32,36	4,13	4,81	22,89	4,63
0 - 200	2.424	1.944	80,19	27,38	33,40	4,42	4,73	22,26	4,45
20 - 200	2.256	1.776	78,71	27,70	29,51	4,74	4,60	23,06	4,74
40 - 200	2.056	1.368	70,23	30,86	29,15	3,51	4,82	22,85	4,74
P ²	0,4088	0,1792	0,0075	0,3490	0,2931	0,2495	0,7136	0,9912	0,9248
CV (%) ³	7,22	8,43	1,72	5,64	6,89	10,91	5,92	6,08	11,78
Função polinomial ajustada				Cte ⁷	Cte	Cte	Cte	Dorso =	Pata =
				Cox	Peito =	Coxasa =	Asa =	22,84	4,66
				Cte./Sobr =					
				28,20	31,17	4,43	4,67		
R ² ⁸	0,90	0,95	0/1,00	0	0	0	0	0	0

¹PCj: peso corporal após o jejum (g), PCar: peso da carcaça com patas, sem cabeça, vísceras comestíveis e gordura abdominal (g), RCar: rendimento de carcaça (%), Cox Sobr: rendimento de coxas e sobrecoxas (%), Peito: rendimento de peito sem pele (%), Coxasa: rendimento de coxas das asas (%), Asa: rendimento de asas (%), Dorso: rendimento de dorso com pescoço (%), Pata: rendimento de patas (%). ²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ³Coefficiente de variação. ⁴Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, PCj = 2.444,722 – 7,925 FBD. ⁵Equação polinomial ajustada: PCar = 1.964,095 – 9,014 FBD. ⁶Equação polinomial ajustada: sem CE: RCar = 79,18, com CE: Quad.: Quadrática, RCar = 80,194 + 0,120 FBD – 0,010 FBD². ⁷Equação polinomial ajustada: Cte: Constante. ⁸Coefficiente de determinação.

Tabela 5. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal dos frangos de corte, aos 39 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹								
	Fig	Cor	Pro	Moe	Duo	Jej	Íleo	Colret	Cec
0	49	15	9	41	24	98	17	7	16
20	45	16	10	40	21	96	18	7	16
40	44	14	8	34	26	114	19	6	18
P ²	0,5094	0,4589	0,0810	0,4836	0,0773	0,2083	0,1901	0,4989	0,0648
CE									
0	46	15	9	39	25	99	19	7	18
200	46	15	8	38	23	106	17	7	15
P ²	0,9187	0,8686	0,1373	0,5886	0,2157	0,3956	0,0133	0,8371	0,0019
FBD × CE									
0 - 0	50	14	9	43	25	93	18	7	17
20 - 0	45	17	9	37	24	86	19	7	17
40 - 0	44	14	10	38	25	117	21	7	20
0 - 200	48	16	8	39	23	102	16	7	14
20 - 200	46	14	11	44	19	106	18	7	16
40 - 200	44	14	7	30	26	111	17	6	16
P ²	0,9645	0,2983	0,0176	0,0746	0,2359	0,4684	0,5280	0,4708	0,1856
CV (%) ³	16,68	16,82	12,69	13,11	12,77	17,46	8,87	16,47	7,63
Função polinomial ajustada	Cte ⁴								
	Fig = 46	Lin. ⁵	Cte/Quad. ⁶	Lin. ⁷	Quad. ⁸	Cte/Jej = 103	Cte/Cte ⁹	Cte/Colret = 7	Lin./Lin. ¹⁰
R ² ¹¹	0	0,95	0/1,00	0,84	0,84	0	0/0	0	0,94/0,94

¹Fig: peso do fígado (g), Cor: peso do coração (g), Pro: peso do proventrículo (g), Moe: peso da moela (g), Duo: comprimento do duodeno (cm), Jej: comprimento do jejuno (cm), Íleo: comprimento do íleo (cm), Colret: comprimento do cólon-retro (cm), Cec: média do comprimento dos cecos (cm).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ³Coefficiente de variação. ⁴Equação polinomial ajustada: Cte: Constante. ⁵Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, Cor = 15,597 – 0,037 FBD. ⁶Equação polinomial ajustada: sem CE: Pro = 9,28, Quad.: Quadrática, com CE: Pro = 7,900 + 0,298 FBD - 0,008 FBD²; ⁷Equação polinomial ajustada: Moe = 42,306 – 0,186 FBD. ⁸Equação polinomial ajustada: Duo = 24,667 – 0,083 FBD + 0,003 FBD². ⁹Equação polinomial ajustada: sem CE: Íleo = 19,28; com CE: Íleo = 17,00. ¹⁰Equação polinomial ajustada: sem CE: Cec = 16,903 + 0,048 FBD, com CE: Cec = 14,403 + 0,048 FBD. ¹¹Coefficiente de determinação.

Tabela 6. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao peso da carcaça e aos rendimentos de carcaça e cortes dos frangos, aos 47 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹								
	PCj	PCar	RCar	Cox Sobr	Peito	Coxasa	Asa	Dorso	Pata
0	3.378	2.804	82,97	27,89	32,93	4,62	4,36	22,58	4,10
20	3.056	2.454	80,44	28,64	31,52	4,53	4,52	23,05	4,41
40	2.774	2.244	80,84	27,75	31,93	4,63	4,55	22,56	4,60
P ²	0,0003	0,0003	0,1483	0,5711	0,3697	0,8163	0,1562	0,3650	0,0392
CE									
0	3.084	2.509	81,27	27,62	32,01	4,64	4,45	23,12	4,32
200	3.055	2.494	81,57	28,56	32,25	4,54	4,48	22,33	4,40
P ²	0,4165	0,5506	0,8214	0,2784	0,6530	0,5114	0,6187	0,0639	0,3857
FBD × CE									
0 - 0	3.385	2.804	82,77	28,01	32,17	4,54	4,35	23,00	4,08
20 - 0	3.009	2.412	80,16	28,95	30,71	4,70	4,51	22,96	4,28
40 - 0	2.858	2.312	80,88	25,91	33,13	4,71	4,52	23,39	4,61
0 - 200	3.371	2.804	83,18	27,76	33,67	4,71	4,37	22,14	4,09
20 - 200	3.102	2.503	80,73	28,34	32,36	4,37	4,53	23,14	4,52
40 - 200	2.693	2.176	80,81	29,60	30,72	4,56	4,56	21,72	4,60
P ²	0,4046	0,4712	0,9698	0,0419	0,1834	0,3546	0,9969	0,1643	0,7090
CV (%) ³	4,79	5,69	2,64	4,39	5,59	6,07	3,53	3,17	6,21
Função		Lin. ⁵	Cte ⁶	Lin./	Cte	Cte	Cte	Cte	Lin. ⁸
polinomial			RCar =	Lin. ⁷	Peito =	Coxasa =	Asa =	Dorso =	
ajustada	Lin. ⁴		81,45		32,07	4,59	4,47	22,66	
R ² ⁹		0,99	0	0,90/	0,98	0	0	0	0,97
	0,99			0,64					

¹PCj: peso corporal após o jejum (g), PCar: peso da carcaça com patas, sem cabeça, vísceras comestíveis e gordura abdominal (g), RCar: rendimento de carcaça (%), Cox Sobr: rendimento de coxas e sobrecoxas (%), Peito: rendimento de peito sem pele (%), Coxasa: rendimento de coxas das asas (%), Asa: rendimento de asas (%), Dorso: rendimento de dorso com pescoço (%), Pata: rendimento de patas (%). ²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ³Coefficiente de variação. ⁴Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, PCj = 3.373,097 – 15,415 FBD. ⁵Equação polinomial ajustada: PCar = 2.784,366 – 14,318 FBD. ⁶Equação polinomial ajustada: Cte: Constante. ⁷Equação polinomial ajustada: sem CE, Cox Sobr = 28,613 – 0,043 FBD, com CE, Cox Sobr = 27,650 + 0,046 FBD. ⁸Equação polinomial ajustada: Pata = 4,107 + 0,013 FBD. ⁹Coefficiente de determinação.

Tabela 7. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal dos frangos de corte, aos 47 dias de idade, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹								
	Fig	Cor	Pro	Moe	Duo	Jej	Íleo	Colret	Cec
0	60	18	9	47	26	104	21	8	19
20	52	18	10	42	27	116	21	8	18
40	53	19	10	38	24	104	20	8	18
P ²	0,1021	0,9869	0,5002	0,0647	0,4671	0,1832	0,7734	0,6143	0,9053
CE									
0	55	19	10	40	26	107	21	8	18
200	55	18	10	45	26	109	20	8	19
P ²	0,9794	0,9844	0,6451	0,1388	0,8883	0,7922	0,6136	0,5989	0,6456
FBD × CE									
0 - 0	57	19	9	45	26	101	21	8	19
20 - 0	49	16	11	38	26	115	22	8	18
40 - 0	59	22	10	36	26	106	20	8	17
0 - 200	62	18	10	50	25	107	21	8	19
20 - 200	54	21	10	45	28	118	20	9	19
40 - 200	48	16	10	40	23	102	20	8	19
P ²	0,1132	0,0983	0,7898	0,8487	0,5529	0,7646	0,7652	0,3289	0,8393
CV (%) ³	11,49	18,44	16,34	13,21	14,49	11,40	11,34	11,60	17,01
Cte									
Função	Cte ⁴		Pro =		Cte	Cte	Cte	Cte	Cte
polinomial	Fig =		9,83		Duo =	Jej =	Íleo =	Colret =	Cec =
ajustada	54,47	Quad. ⁵	Lin. ⁶		25,64	117,97	20,55	8,12	18,69
R ^{2 7}	0	0,87	0	0,99	0	0	0	0	0

¹Fig: peso do fígado (g), Cor: peso do coração (g), Pro: peso do proventrículo (g), Moe: peso da moela (g), Duo: comprimento do doudeno (cm), Jej: comprimento do jejuno (cm), Íleo: comprimento do íleo (cm), Colret: comprimento do cólon-reto (cm), Cec: média do comprimento dos cecos (cm). ²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coeficiente de variação. ⁴Equação polinomial ajustada: Cte: Constante. ⁵Equação polinomial ajustada: Quad.: Quadrática, Cor = 17,900 + 0,307 FBD - 0,009 FBD². ⁶Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, Moe = 46,975 - 0,230 FBD. ⁷Coeficiente de determinação.

7 ARTIGO 3. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática³

³Artigo formatado segundo normas da Revista Archivos de Zootecnia

Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática

Development of the digestive tract of broilers fed diets containing sweet potato meal in partial replacement of corn, with or without enzyme supplementation

Palavras chave adicionais: alimentação alternativa, alometria, aves, biometria, enzimas.

Additional keywords: alternative feeding, allometry, birds, biometry, enzymes

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição parcial do milho por níveis crescentes de farinha de batata doce (0, 20, e 40%) com ou sem suplementação de um complexo enzimático (0 e 200 g/ton) sobre o desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte. O complexo enzimático era composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. Cento e cinquenta pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb, foram alojados em 30 boxes de duas baterias metálicas onde permaneceram por 28 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3×2 , com cinco repetições de cinco aves por tratamento. Aos 14, 21 e 28 dias de idade, foram pesadas e sacrificadas por deslocamento da articulação crânio-cervical cinco aves por tratamento para avaliação alométrica do coração, fígado, proventrículo e moela e biométrica do duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos. Os dados foram submetidos à análise da variação e regressão polinomial. O aumento do percentual de FBD na dieta dos frangos de corte interferiu negativamente no peso corporal e no desenvolvimento de órgãos. A suplementação do complexo enzimático não foi efetiva sobre o desenvolvimento do sistema digestório dos frangos de corte.

Abstract

This study aimed to investigate the partial replacement of corn by increasing levels of sweet potato meal (SPM) (0, 20 and 40%) with or without supplementation of a commercial enzyme complex (0 and 200 g/ton) on the development of the digestive tract of broilers. The enzyme complex was composed by phytase, protease, xylanase, β -glucanase, cellulase, amylase and pectinase. A total of 150, one day-old Cobb male chicks were allocated in 30 pens of batteries two up to 28 days of age. A complete experimental block design in 3×2 experimental factorial arrangement was used, with a total of 5 replicates of 5 birds per treatment. At 14, 21 and 28 days of age, were slaughtered by cervical deslocation, 5 birds per treatment, to evaluate the allometric development of heart, liver, proventriculus and gizzard and biometric development of duodenum, jejunum, ileum, colon, rectum and ceca. Data were analyzed by analysis of variance and polynomial regression. The use of increasing dietary levels of SPM had no effect on body weight and organ development. The enzyme supplementation has shown no effect on the development of the digestive tract of broilers.

Introdução

A ração com nutrientes em quantidades que supram as necessidades de manutenção e de produção é necessária para a sobrevivência e desempenho satisfatório das aves. Assim sendo, após a eclosão, as mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem no trato gastrointestinal (TGI) das aves são

importantes para proporcionarem um aumento na superfície de digestão e absorção (Macari et al., 2002), visto que na primeira semana de vida dos frangos de corte, o crescimento alométrico do intestino delgado e do fígado é quatro e duas vezes maior, respectivamente, em relação ao peso corporal (Nir et al., 1993).

A qualidade nutricional, a disponibilidade e as oscilações dos preços dos grãos de cereais são considerados para a escolha dos alimentos a serem empregados nas formulações das dietas para os animais e devido à variação desses fatores, os pesquisadores estão buscando alimentos alternativos para o arraaçamento das aves. Entretanto, a substituição do milho e do farelo de soja pode ser limitada pela composição bromatológica e pela presença de fatores antinutricionais nos possíveis substitutos desses grãos tradicionalmente utilizados (Oliveira et al., 2000).

Um dos alimentos que pode vir a substituir o milho é a farinha de batata doce (FBD), porém na literatura não estão disponíveis dados comprobatórios da sua eficiência, o que ressalta a importância dos estudos desenvolvidos com a nutrição de frangos de corte.

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é um alimento energético, disponível o ano todo, que tem o Brasil como maior produtor da raiz no continente latino-americano, e as regiões Sul e Nordeste do país com as maiores produções (FAO, 2007).

A FBD, segundo Rostagno et al. (2005), apresenta, em base seca, 4,36 % de proteína bruta, 3,03% de fibra bruta, 1,03% de extrato etéreo, 3,38% de cinzas, 3050 kcal/kg de energia metabolizável para aves e 70,90% de amido, logo maiores percentuais de fibra bruta e de cinzas em relação ao milho, que tem 1,99% e 1,46%, respectivamente.

A suplementação de enzimas exógenas nas dietas para aves está sendo pesquisada, pois esses animais não são capazes de sintetizar as enzimas necessárias para a degradação da fração fibrosa, que corresponde aos polissacarídeos não amídicos (PNAs), dos cereais (Freitas et al., 2005).

As enzimas exógenas suplementadas nas dietas de não ruminantes atuam na fase ileal da digestão prevenindo a formação de um conteúdo viscoso, e na fase cecal degradando os PNAs em moléculas menores que podem ser fermentadas pela microbiota intestinal em ácidos graxos voláteis (Bedford & Apajalahti, 2001).

A pesquisa teve por objetivo avaliar o desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação de um complexo enzimático.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no aviário de frangos de corte do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas.

O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEA) da UFPEL e está registrado sob número 85.

Utilizaram-se 150 pintos de corte, Cobb, machos, com um dia de idade e com peso médio inicial de 44,6 g. As aves foram alojadas em 30 boxes de duas baterias metálicas, onde permaneceram por 28 dias. Cada bateria continha cinco andares cada um com quatro boxes o que totaliza 20 por bateria, sendo que cada um possuía 1,00 m x 0,70 m, um comedouro do tipo calha e um bebedouro do tipo copo. A ração farelada e a água foram fornecidas à vontade.

A temperatura e a umidade relativa do ar no aviário foram registradas por um termohigrômetro. A iluminação foi realizada por lâmpadas incandescentes de 60 W e o programa de luz controlado por relógio *timer*.

Durante os dias 22, 23 e 24 de vida, os frangos de corte foram tratados preventivamente para coccidiose, com hidrocloro de amprolium, via água.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3×2 (0, 20 e 40% de farinha de batata doce (FBD) (*Ipomoea batatas*) em substituição ao milho e 0 ou 200 g/ton de um complexo enzimático (CE)). Para constituir o delineamento, os 150 pintos de corte, com um dia

de idade, foram pesados individualmente e classificados em cinco grupos de 30 aves, e os 30 boxes foram classificados em cinco grupos de seis boxes homogêneos quanto às características do ambiente. Após, cada grupo de aves foi alocado a um grupo de boxes, formando cinco blocos homogêneos, tendo cada um seis unidades experimentais (boxe com cinco aves). Por fim as seis combinações dos níveis dos fatores FBD e CE foram distribuídas aleatoriamente aos seis boxes de cada um desses cinco blocos.

O período de avaliação foi dividido em fases pré-inicial (1 a 7 dias de idade), inicial (8 a 14 dias de idade) e de crescimento (15 a 28 dias de idade). As formulações das dietas estão disponibilizadas nas tabelas I e II.

Durante a fase pré-inicial ou adaptativa, os frangos de corte receberam quatro tipos de dietas, uma basal, uma com 20% de FBD em substituição ao milho, uma basal com CE e uma com 20% de FBD em substituição ao milho e com CE (tabela I).

A FBD utilizada na alimentação das aves foi fornecida pelo município de Mariana Pimentel/RS. As raízes da batata doce sem qualidade comercial foram trituradas, e colocadas para secar sobre sombrite plástico disposto sobre ripados de madeira usados para a secagem do fumo. Em torno de 48 horas e a uma temperatura de 45°C as raízes estavam secas e foram novamente trituradas. A farinha de batata doce utilizada apresentava na sua composição 88,72% de matéria seca, 4,56% de proteína bruta, 4,96% de fibra bruta, 1,58% de cinzas e 3450 kcal/kg de energia bruta.

O CE produzido a partir de uma cepa, não transgênica, de *Aspergillus niger*, composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, foi incorporado as rações de forma *on top*.

Aos 14, 21 e 28 dias de idade, cinco aves por tratamento foram escolhidas aleatoriamente, pesadas individualmente e sacrificadas por deslocamento da articulação crânio-cervical para a realização da necropsia e coleta das vísceras.

As avaliações alométricas foram procedidas através da pesagem (g), em balança digital, do coração, do fígado, do proventrículo e da moela após ser aberta por incisão longitudinal para a retirada do conteúdo. Os segmentos intestinais, duodeno, jejuno, íleo, cólon-retos e cecos, foram medidos (cm) separadamente com o auxílio de uma fita métrica.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de FBD e CE, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator FBD em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado. As decomposições e os ajustes das funções foram procedidos globalmente para os dois níveis do CE ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação FBD e CE. O nível de significância de 5% foi o adotado.

O modelo estatístico foi expresso pela equação:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}, \quad i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4, 5,$$

onde: Y_{ijk} : valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator FBD com o nível j do fator CE no bloco k , m : média geral, a_i : efeito do nível i da FBD, b_j : efeito do nível j do CE, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Resultados e Discussão

A interação FBD e CE não influenciou as variáveis alométricas dos órgãos e biométricas dos intestinos avaliadas aos 14, 21 e 28 dias de idade dos frangos de corte (tabelas III, IV e V).

Pela observação da composição das dietas experimentais (tabelas I e II) constatou-se que com o aumento dos níveis de FBD houve também aumento dos teores de fibra bruta (FB) e de extrato etéreo e redução dos percentuais de metionina.

Segundo Rostagno et al. (2005), em relação ao milho, a FBD apresenta maior percentual de FB, e desta 4,3% é de fibras insolúveis e 1,7% é de fibras solúveis (Borba et al., 2005). A fração insolúvel da fibra atua na retenção de água tornando a passagem da digesta mais rápida pelo trato gastrointestinal, enquanto que a fração solúvel exerce aumento da viscosidade da digesta no intestino delgado, logo a FB reduz a digestão e a absorção de nutrientes (Hetland et al., 2004).

O peso do fígado (Fig) apresentou diferença significativa entre os níveis de FBD, representada por equação de regressão polinomial linear decrescente, aos 14 dias de idade dos frangos de corte (tabela III). Também observou-se, aos 21 dias de idade das aves, efeito linear decrescente para o peso do fígado (tabela IV). Sendo o fígado um dos principais órgãos responsáveis pela metabolização dos nutrientes absorvidos pelas aves (Macari et al., 2002), a redução do seu peso com o aumento do teor de FBD pode ter ocorrido pela composição das dietas experimentais que ocasionou redução da função metabólica do órgão.

Resultado diferente foi observado por Santos et al. (2006) que ao substituírem milho por sorgo na dieta de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, não constataram diferença significativa para os pesos médios de proventrículo, fígado e pâncreas, assim como inexistência de efeito significativo da adição do complexo multienzimático (xilanase, amilase, protease) nas rações sobre os pesos relativos de proventrículo, moela, fígado e pâncreas das aves.

O peso do coração (Cor), aos 14 dias de idade dos frangos de corte, apresentou diferença significativa entre os níveis de FBD e CE, sendo esta representada por equação de regressão polinomial linear decrescente (tabela III).

A redução do Cor, com o aumento do percentual de FBD nas dietas, pode ter ocorrido por diminuição do metabolismo, pois de acordo com Macari et al. (2002), a maior atividade metabólica faz com que o trabalho cardíaco aumente para que o sangue passe um maior número de vezes nos pulmões para a oxigenação e isso leva a hipertrofia e consequentemente aumento do Cor.

Aos 14 dias de idade das aves, para o comprimento do jejuno (Jej) verificou-se efeito significativo dos níveis de FBD com resposta polinomial linear crescente. Contrariando o resultado obtido, Garcia et al. (2005) ao empregarem três dietas, uma com 100% de milho e farelo de soja, outra com 100% de sorgo com alto tanino e farelo de soja e outra com 100% de sorgo com baixo tanino e farelo de soja, para frangos de corte não observaram efeito significativo da substituição do milho pelos sorgos sobre o comprimento do duodeno, jejuno, íleo e cecos, aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade das aves. Por outro lado, Santos et al. (2006) verificaram aumento significativo dos pesos relativos do jejuno, íleo, proventrículo, moela e pâncreas de frangos de corte alimentados com ração que continha sorgo em substituição ao milho e suplementação de um complexo multienzimático à base de xilanase, protease e amilase.

Aos 21 dias de idade dos frangos de corte, os pesos do proventrículo (Pro) e da moela (Moe) foram influenciados significativamente pelos níveis de FBD utilizados em substituição ao milho, com efeito quadrático e linear decrescente, respectivamente. Para esta mesma idade das aves, também se observou que os percentuais de FBD afetaram significativamente o comprimento do cólon-retos (colret) com resposta polinomial quadrática (tabela IV). Derivando-se as equações de regressão polinomial obteve-se como pontos de máximo 25,50% e 20,25%, ou seja, nestes níveis de FBD as aves apresentarão maior Pro e maior Colret, respectivamente.

O resultado obtido para o Pro está de acordo com o dos autores Gonzáles-Alvarado et al. (2008) que verificaram maior peso relativo do proventrículo de frangos de corte alimentados com casca de soja e arroz em substituição ao milho. Esses autores atribuíram o resultado obtido a alta capacidade de solubilidade da casca de soja em água que promoveu redução da passagem do conteúdo alimentar do proventrículo para a moela.

Ao utilizar dietas com baixo teor de fibra na alimentação de frangos de corte, Hetland & Svihus (2001) observaram hipertrofia do proventrículo e atrofia da moela, mas ao aumentar a fibra na dieta verificaram aumento do peso da moela, logo o resultado para Moe foi contrário ao desses pesquisadores e semelhante aos de Santos et al. (2006) que não observaram efeito significativo da

substituição do milho pelo sorgo sobre os pesos relativos da moela, do proventrículo, do fígado e do pâncreas de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Estudando o efeito da granulometria do milho nas rações de frangos de corte, Ribeiro et al. (2002), observaram que ao receberem partículas médias e grossas para fazer a maceração os músculos da moela hipertrofiaram. Corroborando com este autor, Hetland et al. (2005), verificaram menor desenvolvimento da moela de frangos de corte alimentados com grãos finamente moídos.

Portanto, a composição das dietas experimentais e o aumento da pulverulência da ração com o aumento do teor de FBD na dieta podem ser explicações para os resultados constatados para Moe, Pro e Colret.

Aos 28 dias de idade das aves observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) da FBD, com resposta polinomial linear decrescente, sobre o peso corporal dos frangos de corte. Para o efeito do CE verificou-se significância sobre o Colret e média do comprimento dos cecos (Cec) com resposta polinomial constante para o Colret e linear crescente para Cec. Nesse mesmo dia de avaliação, também se verificou efeito quadrático para o Jej com ponto de máximo de 22,33% independentemente da suplementação do CE (tabela V).

As observações descritas para o peso corporal e comprimentos dos intestinos podem ser explicadas pela dificuldade de digestão do amido de raízes e de fibras pelas aves (Benez, 2001) e pela presença de um inibidor da digestão na farinha de batata doce. De acordo, com Tavernari et al. (2008), a FB pode ser digerida nos cecos, porém o alto conteúdo de fibra nas dietas prolonga o tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal disponibilizando mais tempo para as bactérias intestinais fermentarem o substrato, retardando a digestão e a absorção dos nutrientes e proporcionando retenção de água no lúmen intestinal, podendo esta ser reabsorvida no cólon e nos cecos.

Concordando com os resultados obtidos, Olkowski et al. (2005) avaliaram o efeito de uma dieta à base de tremoço, que contém alto teor de fibra, e de outra à base de farelo de soja com baixo percentual de fibra e encontraram maiores pesos e comprimentos relativos do duodeno, jejuno, íleo e cecos para os frangos de corte que consumiram a dieta à base de tremoço. Esses autores relacionaram os resultados à menor disponibilidade de nutrientes devido às características consistentes com hiperplasia adaptativa da mucosa intestinal. Wang et al. (2005) relataram aumento na concentração de ácidos graxos voláteis no final do trato gastrointestinal de aves que consumiram dietas com níveis elevados de fibra suplementadas com complexos enzimáticos.

Pinheiro et al. (2008) ao avaliarem os efeitos da utilização de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte em crescimento, baseadas em milho e farelo de soja, com níveis baixo e alto de fibras observaram que o peso dos cecos foi maior para as aves que consumiram a dieta com alta fibra ($P < 0,05$). Esta verificação condiz com a obtida para a Cec

A fração fibrosa dos alimentos é um dos componentes da dieta que pode modificar a mucosa do trato digestório dos frangos de corte interferindo na absorção de nutrientes. Os efeitos antinutricionais da fibra são mais marcantes na fase inicial de crescimento das aves, pois a capacidade digestiva ainda está em desenvolvimento (Campbell & Bedford, 1992). Comprovando a afirmação, Pinheiro et al. (2008) obtiveram menor ganho de peso ($P < 0,03$) e pior conversão alimentar ($P < 0,01$) para frangos de corte até 21 dias de idade que receberam alto níveis de fibra mesmo com a suplementação de enzimas exógenas (α -galactosidase, celulase, amilase, protease).

Conclusões

O aumento do percentual de farinha de batata doce em substituição ao milho nas dietas de frangos de corte interferiu negativamente no peso corporal, no peso de órgãos e no comprimento dos segmentos intestinais.

A suplementação do complexo enzimático (fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase) não demonstrou benefícios sobre as variáveis estudadas.

Referências

- Bedford, M.R., J., Apajalahti. 2001. Microbial interactions in response to exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M.R., G.G., Partridge, G.G. (Eds.). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Guelph: CABI Publishing, 2001, pp.299–314.
- Benez, S.M. 2001. *Aves: criação, clínica, teoria, prática. silvestres, ornamentais, avinhados*. 3. ed. São Paulo: Robe, pp.522.
- Borba, A.M., S.B.S., Sarmiento, M., Leonel. 2005. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25 (4): 835-843.
- Campbell, G.L., M.R., Bedford. 1992. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 72 (3): 449-466.
- FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. 2007. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.
- Freitas, F.B., I., Zanella, A.D., Carvalho, M.R., Raber, B.S., Brum Júnior, J.F., Souza, S.S., Franco, A.P., Rosa. 2005. Avaliação de complexo multienzimático com níveis de trigo para poedeiras na fase de recria. *ARS Veterinaria*, 21 (1): 001-006.
- Garcia, R.G.A., A.A., Mendes, C., Andrade, I.C.L.A., Paz, S.E., Takahashi, K., Pelícia, C.M., Komiyama, R.R., Quinteiro. 2005. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. *Ciência Agrotécnica*, 29 (6): 1248-1257.
- González-Alvarado, J.M., E., Jiménez-Moreno, D.G., Valencia, R., Lázaro, G.G., Mateos. 2008. 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*, 87 (9):1779-1795.
- Hetland, H., M., Choct, B., Svihus. 2004. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 60 (4): 415-422.
- Hetland, H., B. Svihus, M., Choct. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *Journal Applied Poultry Research*, 14 (1): 38-46.
- Hetland, H., B., Svihus. 2001. Effects of oat hulls on performance gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *British Poultry Science*, 42 (2): 354-361.
- Macari, M., R.L., Furlan, E., González. 2002. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/FAPESP, pp.375.
- Nir, I., G., Shefet, Z., Nitsan. 1993. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. *Poultry Science*, 73 (6): 781-791.

- Olkowski, B. I., H. L., Classen, C., Wojnarowicz, A.A., Olkowski. 2005. 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*, 84 (11): 1707–1715.
- Oliveira, P.B., A.E., Murakami, E.R.M., Garcia, M., Macari, C., Scapinello. 2000. Influência de fatores antinutricionais da Leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningan*) e do feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 6 (29): 1759-1769.
- Pinheiro, C.C., J.C.C., Rego, T.A., Ramos, B.K.R., Silva, M.B., Warpechowski. 2008. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. *Ciência Animal Brasileira*, 9 (4): 984-996.
- Ribeiro, A.M.L., N., Magro, A.M., Penz Júnior. 2002. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 4 (1): 41-47.
- Rostagno, H.S., L.F.T., Albino, J.L., Donzele, P.C., Gomes, R.F., Oliveira, D.C., Lopes, A.S., Ferreira, S.L.T., Barreto. 2005. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 186pp.
- Santos, M.S.V. dos, G.B., Espíndola, M.F.F., Fuentes, E.R., Freitas, L.E. de, Carvalho. 2006. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35 (3): 811-817.
- Tavernari, F.C., T.A., Carvalho, A.P., Assis, H.J.D., Lima. 2008. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5 (5): 673-689.
- Wang, Z.R., S.Y., Quiao, W.Q., Lu, D.F., Li. 2005. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science*, 84 (6): 875–881.

Tabela I. Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, nas fases pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade), alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.

Table I. Percent and calculated composition of broiler diets, during pré-starter (1 to 7 days of age) and starter (8 to 14 days of age) phases, fed diets containing corn partly replaced by sweet potato meal, with or without enzyme supplementation.

Ingrediente (%)	Pré-inicial				Inicial					
	0	20	0*	20*	0	20	40	0*	20*	40*
Milho	55,53	32,70	55,53	32,70	59,53	35,82	10,90	59,53	35,82	10,90
Farelo de soja	38,10	38,52	38,10	38,52	33,90	35,60	37,75	33,90	35,60	37,75
Farinha de batata doce	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,52	0,49	0,52	0,49	0,47	0,42	0,38	0,47	0,42	0,38
Sal iodado	0,68	0,62	0,68	0,62	0,43	0,36	0,30	0,43	0,36	0,30
Óleo de soja	2,17	4,67	2,17	4,67	2,67	4,80	7,67	2,67	4,80	7,67
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	21,735	21,065	21,735	21,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Fibra bruta (%)	3,798	4,009	3,798	4,001	3,679	3,873	4,167	3,679	3,873	4,167
Extrato etéreo (%)	4,776	6,590	4,776	6,561	4,671	6,797	8,925	4,671	6,797	8,925
Metionina total + Cistina total (%)	0,577	0,820	0,577	0,820	0,833	0,793	0,753	0,833	0,793	0,753
Metionina total (%)	0,519	0,485	0,519	0,484	0,497	0,472	0,447	0,497	0,472	0,447
Lisina total (%)	1,260	1,225	1,260	1,220	1,135	1,148	1,162	1,135	1,148	1,162
Cálcio (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970
Fósforo disponível (%)	0,460	0,456	0,460	0,456	0,452	0,451	0,450	0,452	0,451	0,450
Sódio total (%)	0,300	0,300	0,300	0,301	0,201	0,200	0,201	0,201	0,200	0,201

*Suplementação enzimática.

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240000 UI, vitamina D₃: 53000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3334 mg, zinco: 2000 mg; ferro: 1667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g. ²Complexo enzimático (Allzyme® SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β-glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela II. Composição percentual e calculada das dietas para frangos de corte, na fase de crescimento (15 a 28 dias de idade), alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.

Table II. Percent and calculated composition of broiler diets, during pré-starter (15 to 28 days of age) and starter (8 to 14 days of age) phases, fed diets containing corn partly replaced by sweet potato meal, with or without enzyme supplementation.

Ingrediente	0	20	40	0*	20*	40*
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Extrato etéreo (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total + Cistina total (%)	0,780	0,722	0,682	0,780	0,722	0,682
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

*Suplementação enzimática.

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240000 UI, vitamina D₃: 53000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3334 mg, zinco: 2000 mg; ferro: 1667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela III. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na segunda semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

Table III. Level and combination levels of sweet potato meal (FBD) and enzyme complex (CE), results of analysis of variance of organ allometry and intestinal biometry, at 2 weeks of age, and polynomial equations adjusted to express the effect of FBD.

FBD	Característica ¹									
	PC	Fig	Cor	Pro	Moe	Duo	Jej	Íleo	Colret	Cec
0	392	16,04	3,89	2,95	13,36	19,36	78,07	12,44	4,15	9,19
20	354	14,12	3,30	3,01	12,35	19,35	87,09	12,42	4,14	9,11
40	338	12,02	3,10	3,18	12,49	19,18	89,36	12,25	4,34	9,49
P ²	0,1504	0,0081	0,0297	0,6515	0,5389	0,9911	0,0299	0,9727	0,7330	0,8099
CE										
0	366	14,53	3,68	3,04	12,88	20,02	83,54	12,60	4,26	9,32
200	355	13,59	3,18	3,06	12,58	19,48	86,15	12,14	4,16	9,20
P ²	0,6707	0,3348	0,0312	0,9712	0,5997	0,4152	0,5995	0,4745	0,5010	0,7936
FBD × CE										
0 - 0	430	17,25	4,54	3,10	14,56	19,56	89,55	13,09	4,50	9,39
20 - 0	359	14,80	3,42	3,06	12,40	19,76	85,26	12,59	4,06	9,06
40 - 0	311	11,54	3,09	2,97	11,70	20,72	85,80	12,13	4,22	9,54
0 - 200	355	14,82	3,24	2,82	12,16	20,00	76,60	11,80	3,80	9,00
20 - 200	348	13,44	3,19	2,97	12,30	19,72	88,92	12,25	4,22	9,15
40 - 200	364	12,49	3,12	3,39	13,27	18,72	92,92	12,38	4,47	9,45
P ²	0,2958	0,2958	0,0531	0,3603	0,1284	0,4490	0,6518	0,1656	0,9239	0,0823
CV (%) ³	15,70	16,58	16,75	15,35	7,24	10,02	14,25	13,07	13,85	16,58
Função	Cte ⁴									
polinomial	Cte									
ajustada	PC =		Lin./	Cte	Moe =	Duo =		Cte	Colret	Cte
	361	Lin. ⁵	Lin. ⁶	Pro = 3	13	20	Lin. ⁷	Íleo =	= 4	Cec = 9
			0,94/							
R ² ⁸	0	0,99	0,94	0	0	0	0,89	0	0	0

¹PC: peso corporal (g), Fig: peso do fígado (g), Cor: peso do coração (g), Pro: peso do proventrículo (g), Moes: peso da moela (g), Duo: comprimento do doudeno (cm), Jej: comprimento do jejuno (cm), Íleo: comprimento do íleo (cm), Colret: comprimento do cólon-retro (cm), Cec: média do comprimento dos cecos (cm).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coefficiente de variação.

⁴Equação polinomial ajustada: Cte: Constante.

⁵Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, Fig = 16,093 - 0,112 FBD.

⁶Equação polinomial ajustada: sem CE: Cor = 4,069 - 0,023 FBD, com CE: Cor = 3,531 - 0,023 FBD.

⁷Equação polinomial ajustada: Jej = 78,810 + 0,224 FBD.

⁸Coefficiente de determinação.

Tabela IV. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na terceira semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

Table IV. Level and combination levels of sweet potato meal (FBD) and enzyme complex (CE), results of analysis of variance of organ allometry and intestinal biometry, at 3 weeks of age, and polynomial equations adjusted to express the effect of FBD.

FBD	Característica ¹									
	PC	Fig	Cor	Pro	Moe	Duo	Jej	Íleo	Colret	Cec
0	794	25,51	5,31	4,70	21,76	22,05	105,50	14,44	4,98	12,88
20	833	24,77	6,30	5,14	22,13	22,60	103,25	14,25	5,95	12,30
40	714	21,89	6,10	4,53	18,47	22,30	108,30	15,20	5,55	13,48
P ²	0,0720	0,0883	0,2078	0,0039	0,0056	0,9102	0,6947	0,5428	0,0016	0,3414
CE										
0	790	24,49	5,89	4,92	21,59	22,43	108,70	15,16	5,42	13,37
200	770	23,62	5,91	4,67	19,98	22,20	102,67	14,10	5,57	12,40
P ²	0,6753	0,5963	0,9468	0,0749	0,1082	0,7758	0,2386	0,1808	0,5563	0,1722
FBD × CE										
0 - 0	814	26,45	5,30	4,85	22,87	21,90	109,50	15,28	4,95	13,91
20 - 0	859	24,80	6,44	5,20	22,84	22,00	109,20	14,50	5,60	12,30
40 - 0	696	22,22	5,94	4,70	19,06	23,40	107,40	15,70	5,70	13,90
0 - 200	773	24,56	5,32	4,56	20,64	22,20	101,50	13,60	5,00	11,85
20 - 200	806	24,74	6,16	5,08	21,42	23,20	97,30	14,00	6,30	12,30
40 - 200	732	21,50	6,26	4,36	17,88	21,20	109,20	14,70	5,40	13,05
P ²	0,6293	0,8521	0,8591	0,7825	0,8864	0,3351	0,5016	0,8235	0,1012	0,4607
CV (%) ³	14,05	14,73	20,49	7,57	11,59	11,58	12,48	13,87	9,02	13,59
Função polinomial ajustada	Cte ⁴ PC = 777	Lin. ⁵	Cte Cor = 6	Quad. ⁶	Lin. ⁷	Cte Duo = 22	Cte Jej = 105	Cte Íleo = 15	Cte Quad. ⁸	Cte Cec = 13
R ² ⁹	0	0,88	0	0,91	0,66	0	0	0	0,69	0

¹PC: peso corporal (g), Fig: peso do fígado (g), Cor: peso do coração (g), Pro: peso do proventrículo (g), Mo: peso da moela (g), Duo: comprimento do duodeno (cm), Jej: comprimento do jejuno (cm), Íleo: comprimento do íleo (cm), Colret: comprimento do cólon-retro (cm), Cec: média do comprimento dos cecos (cm).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coefficiente de variação.

⁴Equação polinomial ajustada: Cte: Constante.

⁵Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, Fig = 25,609 - 0,083 FBD.

⁶Equação polinomial ajustada: Quad.: Quadrática, Pro = 4,667 + 0,051 FBD - 0,001 FBD².

⁷Equação polinomial ajustada: Mo = 22,225 - 0,076 FBD.

⁸Equação polinomial ajustada: Colret = 5,000 + 0,081 FBD - 0,002 FBD².

⁹Coefficiente de determinação.

Tabela V. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à alometria de órgãos e biometria intestinal, na quarta semana de vida dos frangos de corte, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

Table V. Level and combination levels of sweet potato meal (FBD) and enzyme complex (CE), results of analysis of variance of organ allometry and intestinal biometry, at 4 weeks of age, and polynomial equations adjusted to express the effect of FBD.

FBD	Característica ¹									
	PC	Fig	Cor	Pro	Moe	Duo	Jej	Íleo	Colret	Cec
0	1433	38,78	9,67	6,65	29,49	24,30	116,90	20,10	7,45	16,60
20	1301	33,89	9,36	6,66	26,84	26,00	130,20	21,25	7,15	17,05
40	1169	35,83	8,61	6,99	25,78	24,78	121,68	20,24	7,64	18,95
P ²	0,0288	0,3624	0,3420	0,8776	0,1268	0,3886	0,0526	0,5636	0,4307	0,0695
CE										
0	1289	35,90	9,45	6,65	26,29	24,69	118,80	20,23	7,00	16,50
200	1313	36,43	8,98	6,89	28,46	25,36	127,05	20,83	7,83	18,90
P ²	0,7482	0,8020	0,4476	0,6599	0,1641	0,5456	0,0659	0,5589	0,0124	0,0053
FBD × CE										
0 - 0	1410	36,82	9,46	6,42	29,12	24,60	115,60	19,80	6,90	16,10
20 - 0	1304	34,02	9,74	6,52	25,84	25,20	122,00	21,10	6,90	16,55
40 - 0	1153	36,85	9,15	7,01	23,90	24,28	118,80	19,80	7,21	16,86
0 - 200	1455	40,74	9,88	6,88	29,86	24,00	118,20	20,40	8,00	17,10
20 - 200	1298	33,76	8,98	6,80	27,84	26,80	138,40	21,40	7,40	17,55
40 - 200	1185	34,80	8,07	6,98	27,67	25,28	124,55	20,68	8,08	19,04
P ²	0,9582	0,6858	0,5180	0,9448	0,7000	0,6632	0,3890	0,9717	0,6929	0,4624
CV (%) ³	15,52	20,61	15,78	22,57	13,64	11,09	9,25	12,27	10,60	6,53
Função polinomial ajustada	Lin. ⁴	Cte ⁵ Fig = 21	Cte Cor = 16	Cte Pro = 23	Cte Moe = 14	Cte Duo = 11	Cte Jej = 11 Quad. ⁶	Cte Íleo = 12	Cte/ Cte ⁷	Lin./ Lin. ⁸ 0,91/ 0,96
R ² ⁹	0,99	0	0	0	0	0	0,83	0	0/0	0,96

¹PC: peso corporal (g), Fig: peso do fígado (g), Cor: peso do coração (g), Pro: peso do proventrículo (g), Mo: peso da moela (g), Duo: comprimento do doudeno (cm), Jej: comprimento do jejuno (cm), Íleo: comprimento do íleo (cm), Colret: comprimento do cólon-retro (cm), Cec: média do comprimento dos cecos (cm).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coefficiente de variação.

⁴Equação polinomial ajustada: Lin.: Linear, PC = 1433,133 – 6,590 FBD.

⁵Equação polinomial ajustada: Cte: Constante.

⁶Equação polinomial ajustada: Quad.: Quadrática, Jej = 116,900 + 1,206 FBD – 0,027 FBD².

⁷Equação polinomial ajustada: sem CE: Colret = 7,002, com CE: Colret = 7,8277.

⁸Equação polinomial ajustada: sem CE: Cec = 15,875 + 0,031, com CE: Cec = 17,215 + 0,031 FBD.

⁹Coefficiente de determinação.

**8 ARTIGO 4. Digestibilidade de farinha de batata doce com ou sem
suplementação enzimática para frangos de corte⁴**

⁴Artigo formatado segundo normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Digestibilidade de farinha de batata doce com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Digestibility of sweet potato meal with or without addition of enzymes in broiler diets

RESUMO: Este estudo teve por objetivo determinar a digestibilidade de nutrientes de dietas de frangos de corte que continham níveis crescentes de farinha de batata doce (0, 20 e 40%) em substituição do milho, com ou sem suplementação de um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. Foram utilizados 120 frangos de corte Cobb, machos, no período de 15 a 17 dias de idade. O delineamento foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 com cinco unidades experimentais por tratamento (boxe com quatro aves). Consumo de ração, ganho de peso, peso e quantidade umidade nas excretas, matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo nas excretas foram avaliados por análise da variação e regressão polinomial. O uso de farinha de batata doce influenciou ($P < 0,05$) peso e quantidade de umidade nas excretas. Esses resultados indicaram que o uso de farinha de batata doce afetou adversamente a digestibilidade.

Palavras-chave: alimentação alternativa, aves, enzimas, proteína, umidade

ABSTRACT: This study aimed to investigate the digestibility of nutrients of broiler diets containing increasing levels of sweet potato meal (0, 20 and 40%) in replacement of corn, with or without addition of an enzyme complex. The enzyme complex was composed by phytase, protease, xylanase, β -glucanase, cellulase, amylase and pectinase. A total of 120 Cobb, male, broilers the 15-17 days old was used. The complete experimental block design in 3×2 experimental factorial arrangement was used with 5 experimental units (pen with 5 birds) per treatment. Feed consumption, weight gain, amount and weight of wet excreta dry matter, crude protein, crude fiber, ether extract, ash, calcium and phosphorus in excretas were evaluated by analyse of variance and polynomial regression. The use of sweet potato meal influenced ($P \leq 0,05$) amount and weight of wet excreta. These results indicate that the use of sweet potato meal adversely affected the digestibility.

Keywords: alternative feeding, birds, enzymes, protein, moisture

INTRODUÇÃO

A avicultura é uma atividade em constante evolução com cerca de 70% dos custos de produção relacionados com alimentação. Dentre os grãos de cereais utilizados na nutrição das aves, o milho e a soja são, no Brasil, os principais. Porém em função da região e da época do ano as suas disponibilidades são variáveis (Tavernari et al., 2008).

Logo, os nutricionistas estão buscando alternativas a esses ingredientes básicos, com vistas a manter a viabilidade produtiva e a reduzir a poluição ambiental. Um dos possíveis alimentos alternativos ao milho é a farinha de batata doce, porém são necessárias investigações com a geração de dados literários que comprovem a sua eficiência nos índices produtivos dos animais, em particular dos frangos de corte.

O potencial da farinha de batata doce (*Ipomoea batatas*) para ser empregada na nutrição das aves está no fato de ser um alimento rico em carboidratos, ou seja, é constituída por 70,90% de amido, em base seca (Rostagno et al., 2005). Além disso, cresce em grande quantidade e o ano todo, sendo o Brasil o principal produtor de batata doce do continente latino-americano (FAO, 2007).

Os nutrientes de alguns alimentos são envoltos por fibras e como as aves não são capazes de sintetizar certas enzimas, se faz necessário a suplementação deste aditivo para auxiliar no processo digestivo (Vieira, 2003). Entretanto é importante ressaltar que para a atuação de uma enzima é necessário considerar a presença do substrato específico na dieta, a sua dosagem correta e a sua capacidade em ultrapassar barreiras no estômago, como o baixo pH (Campestrini et al., 2005).

O objetivo desse trabalho foi determinar, através da coleta total das excretas, a digestibilidade de nutrientes presentes em rações, de frangos de corte, com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho com ou sem suplementação de um complexo enzimático.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de digestibilidade foi realizado no aviário de frangos de corte do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto, pertencente ao Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas.

Utilizaram-se 120 frangos de corte com 15 dias de idade, machos, da linhagem Cobb que estavam alojados em 30 boxes de duas baterias metálicas. Cada box dispunha de um bebedouro do tipo copo e de um comedouro do tipo calha.

Por envolver animais, o projeto de pesquisa foi submetido à Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA) da UFPEL e está protocolado sob número 85.

Com um dia de idade, os pintos foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 (três níveis de farinha de batata doce (FBD) em substituição ao milho, sendo 0, 20 e 40%, e dois níveis de um complexo enzimático (CE), sendo 0 e 200 g/ton). Para a formação dos blocos, as aves foram pesadas individualmente e classificadas em cinco grupos com pesos corporais médios de 39,6; 41,0; 45,2; 47,8 e 49,2g, e os boxes foram classificados em cinco grupos de seis boxes homogêneos quanto às características do ambiente. Após, cada grupo de pintos foi alocado a um grupo de boxes, formando cinco blocos homogêneos, tendo cada um seis unidades experimentais. Por fim, os seis tratamentos foram distribuídos aleatoriamente aos seis boxes de cada um desses cinco blocos.

Os frangos de corte receberam ração farelada e água à vontade durante todo o período de avaliação que foi dividido, de acordo com a idade das aves, em três fases: pré-inicial, inicial e crescimento. As formulações das dietas estão ilustradas nas Tab. 1 e 2.

Durante a fase pré-inicial, os frangos receberam quatro tipos de dietas: uma basal (T_1), uma com 20% de FBD em substituição ao milho (T_2 , T_3), uma basal com CE (T_4) e uma com 20% de FBD em substituição ao milho e com CE (T_5 , T_6).

A FBD utilizada na produção das rações foi obtida de lavouras de agricultura familiar do município de Mariana Pimentel/RS. Após a classificação das raízes da batata doce (*Ipomoea batatas*), aquelas sem qualidade comercial foram trituradas e colocadas para secar sobre sombrite plástico disposto sobre ripados usados para a secagem do fumo. Em torno de 48 horas, a uma temperatura de 45°C, as raízes estavam secas e foram novamente trituradas. A farinha de batata doce utilizada apresentava em sua composição 88,72% de matéria seca, 4,56% de proteína bruta, 4,96% de fibra bruta, 1,58% de cinzas e 3450 kcal/kg de energia bruta.

O CE produzido a partir de uma cepa, não transgênica, de *Aspergillus niger*, composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, foi incorporado as rações de forma *on top* que consiste em suplementar sem alterar os níveis nutricionais das dietas.

Os primeiros 14 dias de vida das aves foram de adaptação as gaiolas e as rações experimentais e do 15º ao 17º dia experimental procedeu-se o ensaio metabólico através da coleta total das excretas que foi realizada duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, totalizando quatro coletas.

Antes de iniciar o ensaio metabólico, realizou-se a limpeza e o revestimento com plástico das bandejas de alumínio usadas para o recolhimento das excretas e a pesagem individual das aves e da ração fornecida.

A cada coleta das excretas por unidade experimental, tomou-se o cuidado de eliminar penas, resíduos de ração e outras possíveis fontes de contaminação. As excretas coletadas foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em congelador até o final do ensaio de digestibilidade quando foram descongeladas a temperatura ambiente, reunidas por unidade experimental (boxe com quatro aves) e homogeneizadas.

Ao término do ensaio procedeu-se a pesagem dos frangos de corte e das sobras de ração o que possibilitou a avaliação do consumo e do ganho de peso das aves nesse período de avaliação.

Para a determinação da amostra seca ao ar, as excretas foram colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram pesadas para a determinação da quantidade de umidade e depois foram moídas em moinho Willey com peneira de 0,5 mm de abertura de malha.

As análises de matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo presentes nas excretas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os resultados foram submetidos à análise da variação para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação de FBD e CE, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator FBD em componentes polinomiais e do ajuste da função polinomial de grau apropriado. As decomposições e os ajustes das funções foram procedidos globalmente para os dois níveis do CE ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação FBD e CE. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

As análises foram fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível i do fator FBD com o nível j do fator CE no bloco k foi expresso pela equação:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}, i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4, 5,$$

onde: m : média geral, a_i : efeito do nível i da FBD, b_j : efeito do nível j do CE, ab_{ij} : efeito da interação dos níveis i e j desses dois fatores experimentais, ρ_k : efeito do bloco k e e_{ijk} : erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos m , a_i , b_j e ab_{ij} são efeitos fixos, e ρ_k e e_{ijk} são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso das excretas úmidas (Eum) e quantidade de umidade nas excretas após a pré-secagem (Umex) não foram influenciados significativamente pela interação FBD e CE e nem pelos efeitos principais da FBD ou do CE. Porém, observou-se, pelos resultados da análise de regressão, resposta polinomial linear crescente para o Eum ($Eum = 488,080 + 4,639 \text{ FBD}$, $R^2 = 0,94$) e para a Umex ($Umex = 345,955 + 3,620 \text{ FBD}$, $R^2 = 0,90$), ou seja, com o aumento do nível de farinha de batata doce na dieta, independente se sem ou com suplementação enzimática, houve aumento do Eum em consequência do aumento da Umex (Tab. 3).

Na composição das dietas experimentais verificou-se aumento dos teores de fibra bruta e de extrato etéreo e redução dos percentuais de metionina com o aumento do nível de FBD na dieta (Tab. 1 e 2). De acordo com Rostagno et al. (2005), a FBD apresenta 3,03% de fibra bruta enquanto que o milho possui 1,99%. No entanto, Borba et al. (2005) analisaram a composição físico-química da FBD obtida de raízes frescas de polpa branca e obtiveram 4,3% de fibras insolúveis e 1,7% de fibras solúveis.

Assim sendo, a presença de polissacarídeos não amídicos (PNAs) nas dietas podem ter sido responsáveis pelas observações para o Eum e para a Umex, pois segundo Tavernari et al. (2008) durante o processo digestivo, os PNAs solúveis (pectinas, gomas, arabinoxilanos, β -glucanos, D-xilanos, D-mananos e xiloglucanos) são capazes de interagir com o glicocálix da borda em escova do intestino, o que torna espessa a camada de água na mucosa, causando aumento da viscosidade da digesta e da umidade das excretas, além de encapsularem nutrientes dos alimentos e serem, pela natureza de suas ligações, resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos não ruminantes (Lecznieski, 2006).

A constatação está de acordo com a observação dos autores Bellaver et al. (2005) que indicaram maior perda de água na excreta de animais alimentados com rações que apresentavam alto teor de fibra.

No caso da digestibilidade dos nutrientes da ração, as variáveis matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, cinzas, cálcio e fósforo não foram influenciadas significativamente pela interação FBD e CE e nem pelos efeitos principais da FBD ou do CE (Tab. 4). Portanto, o aumento do teor de fibra da ração, neste caso, afetou apenas negativamente a digestibilidade de nutrientes pelas aves, isso porque ela interfere na taxa de passagem da digesta, na secreção e no acesso das enzimas digestivas aos substratos (Kocher et al., 2002). Além disso, as enzimas presentes no CE por falta ou por excesso de substrato não foram capazes de atuar significativamente.

Segundo Penz Jr. (2003), a quantidade de nutrientes excretada, assim como a eficiência do uso de complexos enzimáticos para reduzir os efeitos antinutricionais da fibra são influenciados pelo método de processamento do alimento, por fatores ambientais e pela qualidade, digestibilidade, disponibilidade e nível do nutriente na dieta.

Os resultados de digestibilidade concordam com os obtidos por Pinheiro et al. (2008) que ao utilizarem dietas com níveis de fibra de 3,68 e 7,64% com ou sem CE (0,5 kg/ton de ração) composto por celulase, amilase, protease, α -galactosidase verificaram que, para frangos de corte de 14 a 19 dias de idade, o maior nível de fibra afetou negativamente a digestibilidade total da matéria seca, proteína bruta e energia. Porém esses autores também observaram que com a utilização do CE houve melhoria na digestibilidade total aparente dos nutrientes da ração com alto teor de fibra.

Embora não significativo, a suplementação do CE promoveu aumento no consumo de ração pelas aves (Tab. 3) e redução na excreção de proteína bruta e de fósforo (Tab.4).

Resultado semelhante foi obtido por Hauschild et al. (2008) que ao incluírem 60% de triticle com adição de CE que continha xilanases e β -glucanases observaram aumento na disponibilidade de proteína das rações de suínos. Para frangos de corte, Vaz et al. (2009) ao utilizarem dois níveis de fósforo disponível (0,45 e 0,34%), dois níveis de fitase (0 e 1200 FTU/kg) e três níveis de proteína bruta (22,5; 20,5 e 18,5%) na dieta das aves observaram que a proteína bruta e o fósforo excretados foram reduzidos com a suplementação de fitase (33,36 vs. 31,83%) e que o consumo médio diário e o ganho de peso das aves foram aumentados.

CONCLUSÃO

O aumento do percentual de farinha de batata doce em substituição ao milho nas dietas de frangos de corte afetou adversamente a digestibilidade dos nutrientes das rações.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente (%)	Pré-inicial						Inicial					
	T ₁	T ₂ , T ₃	T ₄	T ₅ , T ₆	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		
Milho	55,53	32,70	55,53	32,70	59,53	35,82	10,90	59,53	35,82	10,90		
Farelo de soja	38,10	38,52	38,10	38,52	33,90	35,60	37,75	33,90	35,60	37,75		
Farinha de batata doce	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00		
Farinha de ostra fina	0,52	0,49	0,52	0,49	0,47	0,42	0,38	0,47	0,42	0,38		
Sal iodado	0,68	0,62	0,68	0,62	0,43	0,36	0,30	0,43	0,36	0,30		
Óleo de soja	2,17	4,67	2,17	4,67	2,67	4,80	7,67	2,67	4,80	7,67		
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02		
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
EM (kcal/kg)	2,950	2,950	2,950	2,950	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000		
Proteína bruta (%)	21,735	21,065	21,735	21,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000		
Fibra bruta (%)	3,798	4,009	3,798	4,001	3,679	3,873	4,167	3,679	3,873	4,167		
Extrato etéreo (%)	4,776	6,590	4,776	6,561	4,671	6,797	8,925	4,671	6,797	8,925		
Metionina total + Cistina total (%)	0,577	0,820	0,577	0,820	0,833	0,793	0,753	0,833	0,793	0,753		
Metionina total (%)	0,519	0,485	0,519	0,484	0,497	0,472	0,447	0,497	0,472	0,447		
Lisina total (%)	1,260	1,225	1,260	1,220	1,135	1,148	1,162	1,135	1,148	1,162		
Cálcio (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970		
Fósforo disponível (%)	0,460	0,456	0,460	0,456	0,452	0,451	0,450	0,452	0,451	0,450		
Sódio total (%)	0,300	0,300	0,300	0,301	0,201	0,200	0,201	0,201	0,200	0,201		
Níveis de garantia por kg do produto: Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D ₃ : 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K ₃ : 580 mg, vitamina B ₁ : 60 mg, vitamina B ₂ : 170 mg, vitamina B ₆ : 100 mg, vitamina B ₁₂ : 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg, ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.												

²Complexo enzimático (Allzyme® SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 28 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ¹	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Extrato etéreo (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total + Cistina total (%)	0,780	0,722	0,682	0,780	0,722	0,682
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

Níveis de garantia por kg do produto: ¹Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg, ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

²Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

Tabela 3. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes ao desempenho e umidade das excretas dos frangos de corte, dos 15 aos 17 dias de idade, e equações polinomiais para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹			
	CR	GP	Eum	Umex
0	605	108	475	332
20	772	122	607	446
40	708	105	661	477
P ²	0,1144	0,1970	0,0662	0,0694
CE				
0	668	112	421	421
200	721	112	415	415
P ²	0,4077	0,9919	0,2218	0,9106
FBD × CE				
0 – 0	594	112	485	337
20 – 0	769	118	683	505
40 – 0	644	106	600	421
0 – 200	616	104	466	327
20 – 200	776	126	530	387
40 – 200	773	105	721	532
P ²	0,6926	0,7452	0,2246	0,2052
CV (%) ³	24,63	19,79	29,42	32,98
Função polinomial ajustada	Constante CR = 695,03	Constante GP = 112	Linear ⁴	Linear ³
R ² ⁶	0	0	0,94	0,90

¹CR: consumo de ração (g), GP: ganho de peso (g), Eum: peso das excretas úmidas (g), Umex: quantidade de umidade nas excretas após a pré-secagem (g).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coefficiente de variação.

⁴Equação polinomial ajustada: Eum = 488,080 + 4,639 FBD.

⁵Equação polinomial ajustada: Umex = 345,955 + 3,620 FBD.

⁶Coefficiente de determinação.

Tabela 4. Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE), resultados das análises de variação das variáveis referentes à digestibilidade dos nutrientes da ração pelos frangos de corte, dos 15 aos 17 dias de idade, e equações polinomiais para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD	Característica ¹						
	MS	PB	FB	EE	CZ	Ca	P
0	90,15	32,67	12,23	2,71	13,08	1,39	1,05
20	90,12	34,12	12,18	3,45	12,80	1,39	1,02
40	90,03	32,44	11,91	2,47	12,95	1,32	1,02
P ²	0,9749	0,6224	0,7965	0,1685	0,8166	0,8058	0,8961
CE							
0	89,87	34,62	12,12	2,85	12,99	1,35	1,07
200	90,34	31,53	12,10	2,91	12,90	1,38	0,99
P ²	0,3443	0,0540	0,9613	0,8801	0,7928	0,7734	0,1825
FBD × CE							
0 – 0	90,03	34,75	12,77	2,61	13,31	1,34	1,12
20 – 0	90,10	35,50	11,97	3,64	12,81	1,45	1,07
40 – 0	89,47	33,63	11,61	2,28	12,85	1,27	1,02
0 – 200	90,28	30,60	11,69	2,81	12,85	1,43	0,98
20 – 200	90,15	32,75	12,38	3,26	12,78	1,32	0,96
40 – 200	90,58	31,25	12,22	2,66	13,06	1,38	1,02
P ²	0,6464	0,8817	0,2092	0,7496	0,7411	0,5088	0,6633
CV (%) ³	1,47	12,51	9,21	40,24	7,52	18,33	15,95
Função polinomial ajustada	Constante MS = 90,10	Constante PB = 33,08	Constante FB = 12,11	Constante EE = 2,88	Constante CZ = 12,94	Constante Ca = 1,36	Constante P = 1,02
R ² ⁴	0	0	0	0	0	0	0

¹MS: matéria seca (%), PB: proteína bruta (%), FB: fibra bruta (%), EE: extrato etéreo (%), CZ: cinzas (%), Ca: cálcio (%), P: fósforo (%).

²Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente.

³Coefficiente de variação.

⁴Coefficiente de determinação.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas, ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade de estudo e pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Alltech Inc. Biotechnology Center pelo complexo enzimático.

À Prefeitura e à Secretária da Agricultura de Mariana Pimentel pela farinha de batata doce.

REFERÊNCIAS

- BELLAVER, C.; COSTA, C.A.F.; ÁVILA, 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.
- BORBA, A.M.; SARMENTO, S.B.S.; LEONEL, M.** Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p.835-843, 2005.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D.** Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. 2007. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acessado: 18 de dezembro de 2009.
- HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; et al.** Utilização do tritcale e de enzimas em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.2, p.470-476, 2008.
- KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; et al.** Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. *British Poultry Science*, v.43, n.1, p.54-63, 2002.
- LECZIESKI, J.L.** Considerações práticas do uso de enzimas. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2006, Florianópolis. *Anais ...* Florianópolis, 2006, p.34-46.
- PENZ JR., A.M.** Efeito da nutrição na preservação do meio ambiente. In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA – Foz do Iguaçu, *Anais do I Congresso Latino Americano de Suinocultura*. Foz do Iguaçu, p.95-109, 2003.

PINHEIRO, C.C.; REGO, J.C.C.; RAMOS, T.A.; et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, n.4, p.984-996, 2008.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2005. 186p.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, 3.ed., Imprensa Universitária/UFV, 2002. 235p.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P. de; et al. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.5, n.5, p.673-689, 2008.

VAZ, A.C.; ALBUQUERQUE, R. de; BRIZOLA, M.L.; et al. Efeito da adição de fitase associada a diferentes níveis de proteína bruta e fósforo disponível sobre o desempenho e excreção de proteína bruta de frangos de corte. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.46, n.2, p.107-111, 2009

VIEIRA, S.L. Oportunidade para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. In: IV Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2003, Chapecó. *Anais ...* Chapecó, 2003, p.91-95.

9 CONCLUSÕES

A substituição do milho da dieta, nos níveis de 0, 20 e 40%, pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação de 200 g/ton de um complexo enzimático composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase:

- não foi efetiva sobre o desempenho produtivo dos frangos de corte, no período de 1 a 28 dias de idade;
- afetou adversamente as características de carcaça, alometria de órgãos e biometria intestinal dos frangos de corte, aos 39 e aos 47 dias de idade;
- interferiu negativamente sobre o peso corporal, peso de órgãos e comprimento dos segmentos intestinais dos frangos de corte, aos 14, 21 e 28 dias de idade;
- afetou adversamente a digestibilidade dos nutrientes das rações.

A suplementação do complexo enzimático não demonstrou benefícios sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e do trato digestório e digestibilidade dos nutrientes presentes nas rações experimentais.

10 REFERÊNCIAS

ADEOLA, O.; ROGLER, J.C.; SULLIVAN, T.W. Pearl millet in diets of White Pekin ducks. **Poultry Science**, v.73, n.3, p.425-435, 1994.

ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R. de; PIENIZ R.C. **Triticale e trigoilhho em dietas para frangos de corte. Concórdia**: EMBRAPA - CNPSA, nov. 1993. 1p. (Comunicado Técnico).

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.50-56, 2005

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. do; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V. da; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. da. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.195-201, 2005.

ANDERSON, H.; LEVINE, A.S.; LEVITT, M.D. Incomplete absorption of the carbohydrate in all-purpose wheat flour. **Journal Medicinal**, v.304, p.891-892, 1981.

ARAÚJO, W.A.G. de. Alimentos energéticos alternativos para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n.1, p.384-394, 2007.

BANDYOPADHYAY, R.; KUMAR, M.; LESLIE, J. Relative severity of aflatoxin contamination of cereal crops in West Africa. **Food Additives and Contaminants: Part A**, v.24, n.10, p.1109-1114, 2007.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO, L.R.B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.

BEDFORD, M.R., APAJALAHTI, J. Microbial interactions in response to exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M.R., G.G., Partridge, G.G. (Eds.). **Enzymes in Farm Animal Nutrition**. Guelph: CABI Publishing, 2001, pp.299–314.

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.

BEDFORD, M.R. Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. **Avicultura Profesional**, v.14, n.4, p.24-29, 1996.

BEG, Q.K.; KAPOOR, M.; MAHAJAN, L.; HOONDAL, G.S. Microbial xylanases and their industrial applications: a review. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.56, n.3, p.326-338, 2001.

BELLAVER, C.; COSTA, C.A.F.; AVILA, V.S de; FRAHA, M.; LIMA, G.J.M.M. de; HACKENHAR, L.; BALDI, P. 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.

BE MILLER, J.N. An introduction to pectins. In: FISHMAN, M.L.; JEM, J.J. (eds.) **Chemistry and functions of pectins**. Washington, DC: American Chemical Society, 1986, p.85-97.

BENEZ, S. M. **Aves: criação, clínica, teoria, prática. silvestres, ornamentais, avinhados**. 3. ed. São Paulo: Robe, 2001, 522p.

BONATO, E.L.; ZANELA, I.; SANTOS, R. dos; GASPARINI, S.P.; MAGON, L.; ROSA, A.P.; BRITTES, L.P. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**. v.34, n.2, p.511-516, 2004.

BORBA, A.M.; SARMENTO, S.B.S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.835-843, 2005.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P.; RODRIGUES, N.M.; TEIXEIRA, E.A.; LARA, L.B.; MENDES, W.S.; ARAÚJO, V.L. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BRENER, A. Effect of enzymes supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chicks fed wheat and barley-based diets. **Poultry Science**, v.72, n.9, p.1731-1739, 1993.

BRITO, M.S. de; OLIVEIRA, C.F.S. de; SILVA, T.R.G. da; LIMA, R.B. de; MORAIS, S.N.; SILVA, J.H.V. da. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BRUFAU, J.; PÉREZ-VENDRELL, A.M.; FRANCESCH, M. Papel de la fibra en la alimentación avícola. In: SIMPÓSIO DE AVICULTURA, 31., 1994, Pamplona. **Anais...** Pamplona: Seccion Española de la Asociacion Mundial de Avicultura Científica, 1994. p.125-130.

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

BRUM, P.A.R. de; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; ROSA, P.S.; LIMA, G.J.M.M. de; VIOLA, E.S. Triticale em dietas para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.995-1002, 2000.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1 ed. Botucatu/SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2002. 430p.

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

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.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.

CARRIJO, A. S; MENEZES, G.P.; OLIVEIRA, M.S.S.; SILVA, M.J.; ONSELEN, V.J. Utilização do farelo de raiz integral de mandioca como fonte energética alternativa na engorda de frango tipo caipira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

CASARTELLI, E.M.; FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; ASSUENA, V.; DUARTE, K.F. Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.3, p.177-180. 2005.

CHOCT, M. Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Wallingford: Cabi-Publishing, 2001. p.145-160.

CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.E.; PETTERSSON, D.; ROSS, G.A. comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, n.1, p.53-61, 2004.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, v.62, n.1, p.21-27, 1996.

COBB. **Manual de Manejo de Frangos Cobb 500**: guia de manejo. São Paulo: Cobb-Vantress Brasil, 2001. 47p.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA. 1998. 371p.

CONCI, V.A. et al. Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quíler de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.14, n.159, p.49-53, 1996.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. da. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.865-870, 2007.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV - Embrapa sobre Nutrição de Aves, 1999, Concórdia – SC. **Anais...** Concórdia: 1999. p.1-15.

CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; MONEGUE, H.J.; RANDOLPHET, J.H. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.7, p.2000-2008, 1995.

EASTWOOD, M.A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Annual Review of Nutrition**, v.12, p.19-35, 1992.

ELWINGER, R.; SATERBY, B. The use of β -glucanase in practical broiler diets containing barley or oats. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.17, n.3, p.133-140, 1998.

ESONU, B.O.; AZUBUIKE, J.C.; EMENALOM, O.O.; ETUK, E.B.; OKOLI, I.C.; UKWU, H.; NNEJI, C.S. Effect of enzyme supplementation on the performance of broiler finisher fed *Microdesmis puberula* leaf meal. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.2, p.112-114, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. 2007. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.

FERKET, P. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. **Feedstuffs**, v.22, p.30-34, 1996.

FERNANDES, E.A. Perspectivas do sorgo no Brasil: produção e qualidade. In: SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA, 9., Cascavel, 2003. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/nutricao/palestras.asp>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2009.

FERREIRA FILHO, J.R. **Influência da idade da planta sobre a produtividade e teor de proteína da parte aérea da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1997. p.35 (Boletim Técnico, 35).

FIALHO, E.T. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009, 232p.

FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; CASARTELLI, E.M.; LAURENTIZ, A.C.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V. Pearl millet utilization in commercial laying hen diets formulated on total and digestible amino acids basis. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.2, p.99 -105, 2005.

FIREMAN, F.A.T.; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

FLORES, M.P.; CAST, A.J.; MCNAB, J.M. Effect of enzyme supplementation to improve the nutritive and value of triticale in poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.3, p.237-243, 1994.

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

FREITAS, F.B.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D.; RABER, M.R.; BRUM JR., B.S.; SOUZA, J.F.; FRANCO, S.S.; ROSA, A.P. Avaliação de complexo multienzimático com níveis de trigo para poedeiras na fase de recria. **ARS Veterinaria**, v.21, n.1, p.001-006, 2005.

FURLAN, A.C.; MONTEIRO, R.T.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. Avaliação nutricional do tritcale extrusado ou não para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum**, v.26, n.1, p.49-55, 2004.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.

GARCIA, R.G.A.; MENDES, A.; ANDRADE, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S.E.; PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.6, p.1248-1257, 2005.

GOMES, P.C.; RODRIGUES, M.P.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, M.F.M.; MELLO, H.H.C.; BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.

GONÇALVES, M.F.V.; SARMENTO, S.B.S.; DIAS, C.T.S.; MARQUEZINI, N.M. Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em micro-ondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.270-276, 2009.

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

HARGER, C.; SPRADA, D.; HIRATSUKA, E. **Amilase fúngica**. In: Bioquímica das Fermentações, 1982. 56p.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; CARVALHO, A. da; ALEBRANTE, L. Utilização do tritcale e de enzimas em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.470-476, 2008.

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

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

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.2, p.354-361, 2001.

HINTON, A.; BUME, M.E.; DELOACH, J.R. Role of metabolic intermediates in the inhibition of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella enteritidis* by *Veillonella*. **Journal of Food Protection**, v.56, p.932-937, 1993.

JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.C.; ARAÚJO, L.F.; OLIVEIRA, M.C. de; GARCIA, E.A. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2497-2503, 2009.

KEMM, E.H., BRAND, T.S. Grain sorghum as energy source for growing pigs. **Pig News and Information**, v.17, p.87-89, 1996.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, v.43, n.1, p.54-63, 2002.

LECZIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2006, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis, 2006, p.34-46.

LIMA, G.J.M.M.; PASSOS, A.; COLDEBELLA, A.; BARIONI JR., W.; SECHINATO, A.S. Qualidade nutricional do milho: padrões e valorização econômica. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais ...** Santos: APINCO, 2005, p.235-248.

LIMA, M.R. de; SILVA, J.H.V. da; ARAÚJO, J.A. de; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. de. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.

LUENGO, R.F.A.; PARMAGNANI, R.M.; PARENTE, M.R.; LIMA, M.F.B.F. **Tabela de composição nutricional de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. Fisiologia **aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/FAPESP, 2002, pp.375.

MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26p. (Circular Técnica, 27).

MENDONÇA, H.A. de; MOURA, G.M.; CUNHA, E.T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.6, p.761-769, 2003.

MORAN JR., E.T. Starch digestion in fowl. **Poultry Science**, v.61, n.7, p.1257-1267, 1982.

MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G. de; MASSUDA, E.M.; VILLA, F. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v.31, n.1, p.31-37, 2009.

NASCIMENTO, G.A.J. do; COSTA, F.G.P.; JÚNIOR, V.S.A.; BARROS, L.R. 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.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.771-783, 1995.

NIR, I.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, n.6, p.781-791, 1993.

ODETALLAH, H.N.; FERKET, P.R.; GRIMES, J.L.; Mc NAUGHTON, J.L. Effect of mannan-endo-1,4- β -mannosidase on the growth performance of turkeys fed diets containing 44 and 48% crude protein soybean meal. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.1322-1331, 2002.

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

OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MACARI, M.; SCAPINELLO, C. Influência de fatores antinutricionais da *Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningham* e do feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.29, p.1759-1769, 2000.

PANDEY, A.; WEBB, C.; SOCCOL, C.R.; LARROCHE, C. **Enzyme Technology**. 1. ed. New Delhi: Asiatech Publishers, Inc, 2005. 760p.

PENZ JR., A.M. Efeito da nutrição na preservação do meio ambiente. In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA – Foz do Iguaçu, **Anais ... Foz do Iguaçu**, p.95-109, 2003.

PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JR., W.M.; LUDKE, M.C.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.; FREITAS, C.R.G. de. Substituição parcial do milho pelo sorgo e da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de caroço extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.

PINHEIRO, C.C.; REGO, J.C.C.; RAMOS, T.A.; SILVA, B.K.R.; WARPECHOWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.984-996, 2008.

PINHEIRO, D.F.; CRUZ, V.C.; SARTORI, J.R.; VICENTINO PAULINO, M.L. Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. **Poultry Science**, v.83, n.9, p.1544-1550, 2004.

PRADE, R.A. Xylanases: from biology to biotechnology. **Biotechnology & Genetic Engineering Reviews**, v.13, n.1, p.100-131, 1995.

PROGRAMA Nacional de Sanidade Avícola. Portaria Ministerial nº 193 de 19 de setembro de 1994. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.al.gov.br>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2009.

PROTOCOLO de Boas Práticas de Produção de Frangos – Junho de 2008. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2009.

RAVINDRAN, V.; CABAUGH, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L.; SELLE, P.H. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699-706, 1999.

REDDY, R.D.; NARAHARI, D. Utilization of foxtail millet (*Setaria italica*) and its processed forms on performance of broilers. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.67, n.3, p.237-240, 1997.

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.41-47, 2002.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. de; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.A.T.; DONZELLE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHAN, P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. **British Poultry Science**, v.44, n.4, p.598-606, 2002.

SÁ, L.M. Alimentos Alternativos para Suínos. 2006. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/conteudo_artigos_anteriores_setembro_05.htm>. Acesso em: 20 de dezembro de 2009.

SAGRILO, E.; GIRÃO, E.S.; BARBOSA, F.J.V.; RAMOS, G.M.; AZEVEDO, J.N. de; MEDEIROS, L.P.; ARAÚJO NETO, R.B. de; LEAL, T.M. Manejo alimentar. **Instrução técnica para o avicultor** – CT/205/EMBRAPA/CNPISA, julho/2003, 2p.

SÁNCHEZ, E.R.; CUEVAS, A.C.; BARRERA, E.M.; GÓNZALES, E.A. Adición de DL-metionina en dietas con sorgo alto en taninos para pollos de engorda. **Técnica Pecuaria en México**, v.38, n.1, p.1-6, 2000.

SANTOS, M.S.V. dos; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. de. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.5, n.3, p.811-817, 2006.

SANTOS, R.S.; ZANELLA, I; BONATO, E.L.; ROSA, A.P. MAGON, L.; GASPARINI, S.P.; BRITTES, L.B. P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.517-521, 2004.

SELLE, P.H.; RAVIDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition: review. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.1, p.1-41, 2007.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, 3. ed., Imprensa Universitária/UFV, 2002. 235p.

SILVA, H.O.; FONSECA, R.A.; FILHO, R.S.G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.823-829, 2000.

SILVA J.B.C.; LOPES C.A.; MAGALHÃES J.S. Cultura da batata-doce. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, p.448-504, 2002.

SLOMINSKI, B.A.; MENG, X.; CAMPBELL, L.D.; GUENTER, W.; JONEST, O. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part II: Flaxseed. **Poultry Science**, v.85, n.6, p.1031-1037, 2006.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLAITON, L. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, n.3, p.717-723. 1985.

TASKER, S.; BADYAL, J.P.S.; BACKSON, S.C.E.; RICHARDS, R.W. Hydroxyl accessibility in celluloses. **Polymer**, v.35, n.22, p.4717-4721, 1994.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P. de; LIMA, H.J.D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689, 2008.

TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 402p.

THACHER, P.A.; KIRKWOOD, R.N. Nontraditional feed sources for use in swine production. Disponível em: <http://www.uov.com.br/biblioteca/22/uso_de_mandioca_na_alimentacao_de_aves_e_suinos.html>. Acesso em: 15 de dezembro de 2009.

TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S.; MUNIZ, J.A.; FONSECA, R.A.; SANTOS E.C.; ALVES, E.L. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.1, p.199-205, 2003a.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, E.C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1401-1408, 2003b.

VAZ, A.C.; ALBUQUERQUE, R. de; BRIZOLA, M.L.; DONATO, D.C.Z.; GARCIA, P.D.S.R. Efeito da adição de fitase associada a diferentes níveis de proteína bruta e fósforo disponível sobre o desempenho e excreção de proteína bruta de frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.2, p.107-111, 2009.

VIEIRA, S.L. Oportunidade para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. In: IV Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2003, Chapecó. **Anais ...** Chapecó, 2003, p.91-95.

VORAGEN, A.G.J.; PILNIK, W.; THIBAUT, J.F.; AXELOS, M.A.V.; RENARD, C.M.G.C. Pectins In: STEPHEN, A. M. (ed.). **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.287-339.

WANG, J.J.; GARLICH, J.D.; SHIH, J.C.H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.15, n.4, p.544-550, 2006.

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

WOOLFE, J.A. **Sweet potato**: an untapped food resource. Cambridge: Cambridge University, 1992. 188p.

WU, Y.B.; RAVIDRAN, V. THOMAS, D.G.; BIRTHLES, M.J. HENDRIKS, W.H. Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. **British Poultry Science**, v.45, n.3, p.385-394, 2004.

WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Finnfeeds, 1998, p.2-12.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria/RS. **Anais...** Santa Maria/RS, 2001, p.37-49.