

**VALORES ENERGÉTICOS E
DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DO
FARELO DE ARROZ INTEGRAL
SUPLEMENTADO COM COMPLEXOS
ENZIMÁTICOS PARA FRANGOS DE CORTE**

RENATO ALBERTO GIACOMETTI

2002

52971
37519.MFN

RENATO ALBERTO GIACOMETTI

**VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES
DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL SUPLEMENTADO COM
COMPLEXOS ENZIMÁTICOS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos.



Prof. Dr.

LAVRAS
GERAIS-BRASIL
2002

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Renato Alberto
Efeitos e digestibilidade de nutrientes do farelo de arroz integral
associado com complexos enzimáticos para frangos de corte / Renato Alberto
Giacometti. -- Lavras : UFLA, 2002.
54 p. : il.

Orientador: Antônio Soares Teixeira.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Nutrição de monogástrico. 3. Farelo de arroz. 4.
Digestibilidade. 5. Valor nutritivo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.513

RENATO ALBERTO GIACOMETTI

**VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES
DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL SUPLEMENTADO COM
COMPLEXOS ENZIMÁTICOS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Zootecnia, com
concentração em Nutrição de Monogástricos.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2002.

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

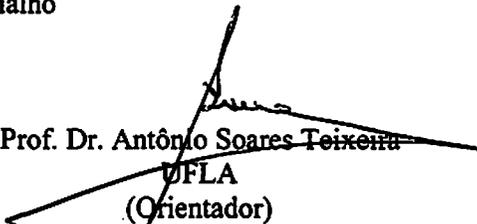
UFLA

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

UFLA

Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho

UFLA


Prof. Dr. Antônio Soares Teixeira

UFLA

(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

À DEUS, por estar sempre ao meu lado,
Aos meus pais queridos, **Celso Giacometti e Marlene Benzoni**
Giacometti, pela minha existência, formação e por serem

“MEUS PAIS”.

Às minhas queridas e amadas irmãs,

Marilize, Maristela e Regiane,

Aos meus lindos sobrinhos,

Larissa e Rafael,

DEDICO

“Aquele que perde a saúde perde muito;
aquele que perde um amigo perde ainda mais;
mas aquele que perde a própria coragem perde tudo.”

Miguel de Cervantes

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Professor Antônio Soares Teixeira, pela oportunidade, orientação, disponibilidade, auxílio e ensinamentos transmitidos durante todo o curso;

Aos Professores Antônio Gilberto Bertechini, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e em especial ao Professor Paulo Borges Rodrigues, pelo apoio e sugestões;

Ao Coordenador do curso de Pós-Graduação em Zootecnia da UFLA, Prof. Elias Tadeu Fialho, pelo apoio e incentivo na realização do experimento;

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, pelos ensinamentos;

Aos acadêmicos do curso de Zootecnia, Tarcísio Silveira Cruz Júnior e Giovana Alcântara Maciel pelo valioso auxílio na condução do experimento;

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, Eliana Maria dos Santos, Márcio dos Santos Nogueira, Suelba Ferreira de Souza e José Geraldo Virgílio, pela colaboração nas análises bromatológicas;

Aos funcionários José Geraldo Vilas Boas, Keila Cristina Oliveira, Carlos Henrique de Souza e Pedro Adão Pereira;

Aos companheiros e amigos de Pós-Graduação, Leonardo Vieira, Luís Cláudio, Antônio Cláudio, Ricardo Martinez, Veredino, Adriana, Gabriel, Ivalda, Afrânio, Edinéia, Marleide, Willams, Édson Fassani, Reinaldo Kato, Éder Clementino, Delma Maria, pela amizade e convívio;

Ao grande amigo Asdrubal Viana dos Santos, pelo companheirismo e enorme auxílio na condução do experimento;

Aos amigos de república, Warley Carvalho, Marcelo Vieira, Renato e Marcelo Pinheiro;

Ao Dr. Joan Torrent (Alltech), pela doação da Allzyme Rice utilizada no presente trabalho;

A Dra. Josefa Garzillo (Roche) pelo grande apoio e doação da Ronozyme WX ;

Às demais pessoas e empresas que doaram as enzimas restantes ou prestaram, cordialmente, seus serviços;

Aos meus pais, por estarem sempre ao meu lado e por me proporcionarem mais esta etapa de minha vida;

Às minhas queridas irmãs, Marilize, Maristela e Regiane, pelo constante incentivo, amizade e por acreditarem em mim;

À todos que tive a oportunidade de conhecer e conviver e aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que fosse concluído este trabalho,

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Renato Alberto Giacometti, filho de Celso Giacometti e Marlene Benzoni Giacometti, nasceu em Ribeirão Preto, estado de São Paulo, em 28 de fevereiro de 1976.

Concluiu o ensino médio em Ribeirão Preto em 1993. Em 1995, ingressou na Universidade Federal de Lavras, graduando-se em Zootecnia, em fevereiro de 2000.

Iniciou o curso de mestrado em Zootecnia em março de 2000, na mesma Universidade, na Área de Nutrição de Monogástricos, defendendo dissertação em 27 de fevereiro de 2002.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Fatores que afetam o aproveitamento dos nutrientes pelas aves	3
2.2 Polissacarídeos não amiláceos	5
2.3 Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte	9
2.4 Produção de enzimas exógenas digestivas	13
2.5 Milho e Farelo de soja na alimentação de frangos de corte	14
2.6 Importância do farelo de arroz	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Local e período de realização.....	19
3.2 Aves, instalações e manejo geral.....	19
3.3 Dietas-referência e dietas-teste.....	21
3.4 Composição dos ingredientes e da dieta-referência.....	22
3.5 Determinação da energia metabolizável e do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes.....	25
3.6 Análise laboratoriais.....	26
3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Farelo de arroz integral e sua composição química.....	29
4.2 Valor energético do farelo de arroz integral.....	31
4.3 Valor energético das dietas-referência.....	33
4.4 Digestibilidade aparente dos nutrientes.....	35
4.5 Desempenho.....	39
5 CONCLUSÕES.....	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXO.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

- CDAAM – Coeficiente de digestibilidade aparente do amido**
CDAEB – Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta
CDAEE – Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo
CDAHEM – Coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose
CDAMS – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
CDAPB – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta
EM – Energia metabolizável
EMA – Energia metabolizável aparente
EMAn – Energia metabolizável aparente corrigida
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMV – Energia metabolizável verdadeira
EMVn – Energia metabolizável verdadeira corrigida
FAD – Farelo de arroz desengordurado
FAI – Farelo de arroz integral
FDA – Fibra detergente ácida
FDN – Fibra detergente neutra
Kcal – Kilocaloria
mg – Miligrama
MN – Matéria natural
MS – Matéria seca
NRC – National Research Council
PNA – Polissacarídeos não amiláceos
UI – Unidade internacional

RESUMO

GIACOMETTI, Renato Alberto. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. Lavras: UFLA, 2002, 54p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).*

O experimento foi realizado com o objetivo de estudar o efeito de enzimas carboidrases exógenas com atividade xilanase sobre a energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, amido e hemicelulose do farelo de arroz integral (FAI). As enzimas carboidrases com atividade xilanase utilizadas foram as de marca comercial Rovabio™ Excel AP, Allzyme Rice e Ronozyme WX, denominadas respectivamente, neste trabalho, de enzimas A, B, e C. Foram utilizadas 240 aves de corte da linhagem Coob, com 21 dias de idade, alojadas em gaiolas metálicas com bandejas coletoras de excretas instaladas em uma sala de metabolismo com ambiente controlado. O delineamento foi inteiramente casualizado constituído por 4 dietas-referência e 4 dietas-teste e 6 repetições, totalizando 48 parcelas com 5 aves cada. As dietas-referência e as dietas-teste estudadas foram as seguintes: Dieta-referência à base de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais (DR); DR + enzima A; DR + enzima B; DR + enzima C; 70 % de DR + 30 % de FAI; 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima A; 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima B e 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima C. Utilizou-se o método de coleta total de excretas durante 5 dias em cada unidade experimental, precedido de 5 dias de adaptação das aves às dietas. As determinações de EMA e EMAn foram realizadas conforme metodologia de Matterson (1965) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, amido e hemicelulose foram calculados pela relação entre o nutriente ingerido e o nutriente excretado. A EMAn do FAI foi de 2897 Kcal/kg de MS. Com o uso das enzimas carboidrases o melhor valor de EMAn do FAI foi obtido quando utilizou-se a enzima C, sendo de 3083 Kcal/kg de MS, com um aumento percentual de 6,4 %. As enzimas A e C proporcionaram melhores valores de CDAPB do FAI, 54,79 % e 54,20 %, respectivamente. Já o melhor CDAEB foi com o uso da enzima C, 66,89 %. Os melhores CDAAM do FAI encontrados foram com a utilização das enzimas B e C que apresentaram os respectivos valores, 85,99 % e 89,07 %. Para o CDAHem as enzimas B e C também mostraram-se mais eficientes e forneceram respectivamente os seguintes valores: 41,41% e 42,09%. A dieta-referência que recebeu a adição da enzima C, apresentou maior valor de EMAn em relação as demais enzimas testadas. Conclui-se que a adição de complexo enzimático baseado em carboidrases melhoram os valores energéticos do farelo de arroz integral para frangos de corte.

*Comitê de Orientação: Antônio Soares Teixeira – UFLA (Orientador), Paulo Borges Rodrigues – UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas-UFLA, Antônio Gilberto Bertechini-UFLA.

ABSTRACT

GIACOMETTI, Renato Alberto. Energetic values and digestibility of nutrients of rice bran fatted supplemented with enzymes complexes for broilers chicken. Lavras: UFLA, 2002, 54 p. (Dissertation – Master in Animal Science)

The experiment was conducted with the objective to verify the effect of exogen carbohydrase enzymes with xylanase activity on the apparent metabolizable; energy (AME); corrected apparent (AMEn) energy and digestibility of dry matter; crude protein; ether extract, starch and hemicellulose of rice bran fatted (RBF). The carbohydrase enzymes with xylanase activity utilized were of commercial brand Rovabio™ Excel AP, Allzyme Rice and Ronozyme Wx called respectively in this research as enzyme A, B and C. A total of 240 broilers chicken, Coob strain with 21 days old housed in metal cages with excreta-collecting trays installed in a metabolism room with partial controlled environment. The assay was in a completely randomized design by using 4 reference-diets and 4 test-diets and 6 replicates; a total of 48 plots with 5 broilers in each plot. The reference diets and test diets studied were the following: reference diet based on corn soybean meal vitamins and minerals (RD); RD + enzyme A; RD + enzyme B; RD + enzyme C; 70% of RD + 30% of RBF; 70% of RD + 30% of RBF + enzyme A; 70% of RD + 30% of RBF + enzyme B and 70% of RD + 30% of RBF + enzyme C. The method of total excreta collection for five days in each experimental unit preceded of five days of adaptation to the metabolism cage as well as the diets was utilized. The determinations of AME and AMEn were determined according to the methodology of Matterson (1965) and the coefficients of apparent digestibility of dry matter crude protein gross energy ether extract starch and hemicellulose were calculated by the ratio between the nutrient intake and the nutrient excreted. The AMEn of FRB was 2897kcal/kg of DM. The data shown that use of carbohydrase enzymes the higher value of AMEn of FRB of 3083 Kcal/Kg of DM was obtained by using the enzyme C which represent an increase of 6.4%. The enzymes A and C shown higher values of CDAPB of FRB; 54.79% and 54.20% respectively. Therefore the higher CDAEB 66.89% was obtained by using the enzyme C. The higher value of CDAAM for FRB obtained by using the enzymes B and C, which shown the values of 85.99% and 89.07% respectively. The higher values of CDAHEM were obtained by using the enzymes B and C and shown the following values: 41.41% and 42.09% respectively. The reference diets supplemented with enzyme C shown higher AMEn in relation to the others enzymes tested. In conclusion the addition of carbohydrase complexes enzymes shown improvement in the energetics values of rice bran fatted for broiler chicken.

*Guidance Committee: Antônio Soares Teixeira - UFLA (Adviser), Paulo Borges Rodrigues - UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA, Antônio Gilberto Bertechini - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de corte tem evoluído muito nos últimos anos. É um segmento importante na produção de alimentos de alto valor biológico para alimentação humana, e por isso tem-se procurado por técnicas que possibilitam a melhoria da qualidade e eficiência de produção das aves. Assim, é constante a busca de alternativas para minimizar o custo e maximizar o aproveitamento dos nutrientes nas rações, sem prejuízos para a qualidade, com consequentes aumentos nas margens de lucro e a oferta do produto à preços competitivos.

O farelo de arroz, subproduto do beneficiamento do arroz descascado, constitui-se numa excelente fonte de energia alternativa na alimentação das aves, além de possuir bons níveis de proteína, fósforo, manganês, vitaminas, gordura, entre outros. Além disso, a disponibilidade deste subproduto é grande, pois a quantidade de farelo de arroz produzida no Brasil segundo dados do Agriannual (2002) é de 831 mil toneladas. Entretanto, sua utilização na alimentação animal é muito limitada tendo como principal motivo os fatores antinutricionais que impedem uma melhor utilização dos nutrientes. Entre eles estão o ácido fítico e os polissacarídeos não amiláceos (PNA), que são constituintes da parede celular e genericamente conhecidos como fibras. Os animais monogástricos, deficientes em algumas enzimas, tem dificuldade de aproveitamento dos alimentos com altos teores de PNA. Ainda, pela constituição de suas cadeias, alguns tem alta capacidade de absorção de água e formação de gel, causando um aumento na viscosidade da digesta. Portanto, a presença de PNA, além de reduzir a energia do alimento por não ser digerido, permite que a alta viscosidade seja responsável pela redução na digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, entre eles, a proteína, o amido, a gordura e os minerais.

Nos últimos anos, tem-se testado a utilização de enzimas exógenas visando reduzir os fatores antinutricionais, especialmente de alimentos com altos teores de PNA. Tais enzimas, produzidas principalmente por fungos do gênero *Aspergillus*, atuam hidrolisando as ligações químicas desses polissacarídeos, aumentando assim a energia disponível, reduzindo a viscosidade e melhorando a disponibilidade de todos os componentes nutritivos do alimento. Esses efeitos foram comprovados em pesquisas realizadas na Europa com alimentos como a cevada, a aveia, o trigo, o centeio e o triticale, uma vez que a utilização desses alimentos é muito comum em vários países.

No entanto, não há comprovação do uso destas enzimas em farelo de arroz, já que este não é um produto abundante nos países europeus. Desse modo, torna-se necessário a realização de ensaios para testar tais enzimas, pois pode-se esperar efeitos semelhantes, já que a constituição do farelo de arroz em PNA tem muita semelhança com a constituição dos alimentos em que as enzimas já comprovaram sua eficiência. Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho determinar o efeito de enzimas carboidrases sobre a energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida e digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, amido e hemicelulose do farelo de arroz integral para frangos de corte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fatores que afetam o aproveitamento dos nutrientes da dieta pelas aves

A energia disponível nos alimentos para as aves, normalmente é expressa na forma de energia metabolizável (EM), sendo determinada pela diferença entre a energia contida no alimento e a energia contida nas excretas. Entre os vários métodos comumente utilizados na determinação dos valores energéticos dos alimentos para as aves, Albino & Silva (1996) citam o tradicional de coleta total de excretas (Sibbald & Slinger, 1963), o da alimentação precisa (Sibbald, 1976) e o método rápido e Farrel (1978), destacando também o uso de equações de predição, as quais se baseiam na composição química dos alimentos. Tais métodos permitem estimar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn), sendo que as duas últimas envolvem a correção das perdas endógenas e metabólicas. Albino (1991) cita que a determinação da energia metabolizável é de extrema importância, sendo esta a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves. A precisão destes valores, juntamente com sua utilização correta, são necessárias para se obter ótima e máxima produtividade.

O nível de inclusão do alimento a ser testado, a idade das aves e o método utilizado são fatores que podem afetar a determinação dos valores da energia metabolizável dos alimentos. Desse modo, fatores ligados às aves e ao alimento interferem de forma acentuada na utilização dos nutrientes e, por consequência, os valores de energia metabolizável. Segundo Torin (1991), a diferença na capacidade de aproveitar energia pode ser atribuída à habilidade do animal em digerir os PNA. Enquanto o intestino grosso das aves apresenta pouca atividade microbiana, atuando mais na absorção de água e eletrólitos, nos suínos

são produzidos ácidos graxos voláteis, que podem suprir até 12 % de suas exigências energéticas de manutenção (Kaas et al., 1980). A deficiência das aves para obter maior contribuição de energia da fermentação dos ácidos graxos voláteis pode ser devido a limitada capacidade fermentativa da fibra.

Segundo Mateos & Sell (1981), a velocidade de passagem do alimento no trato gastrointestinal pode influenciar a utilização da dieta pelas seguintes razões: a) alterar a capacidade de digestão de alimento; b) afetar a população microbiana do intestino; c) determinar o tempo que os nutrientes são expostos a ação das enzimas digestivas e superfície absorptiva do intestino.

A presença de PNA no alimento, pode afetar também a digestibilidade de outros nutrientes tais como o amido, a gordura e a proteína, afetando assim a energia do alimento.

De acordo com Borges (1997), o valor de energia metabolizável do alimento está diretamente relacionado com sua composição em proteínas, gorduras e carboidratos. Também dependerá do tipo de carboidrato, se de reserva (amido) ou constituinte da parede celular (fibra) e ainda, do tipo de polissacarídeos que compõem os carboidratos da parede celular.

Segundo Bedford & Morgan (1996), os PNA são responsáveis por 80 % da variação no valor energético do trigo, da cevada, do centeio e do triticale.

As variações na composição nutritiva dos subprodutos de origem animal e vegetal são extremamente altas, devido principalmente a qualidade, ao tipo e ao grau do processamento que o alimento é submetido.

Um exemplo claro é o farelo de arroz, subproduto do beneficiamento do arroz, que devido à grandes variações na sua composição, assume valores diferentes de energia metabolizável. Albino (1991) afirma que a composição de subprodutos industriais pode variar em função do processamento, da falta de padronização e de uma fiscalização mais eficiente. Por isso, a discrepância dos

dados pode ser muito grande, principalmente quando se compara valores nutritivos de subprodutos com tabelas estrangeiras, o que pode acarretar erros grosseiros na elaboração das rações. Como exemplo, Rostagno et al. (2000) publicou como valor de energia metabolizável do farelo de arroz o valor de 2453 Kcal/kg, enquanto no NRC (1994) é citado o valor de 2880 Kcal/kg. Já Albino (1991) obteve para o farelo de arroz o valor de 2859 Kcal de EM/kg, enquanto a Embrapa (1991) cita o valor de 2518 Kcal/kg.

2.2 Polissacarídeos não amiláceos

Os polissacarídeos são polímeros complexos que, pela hidrólise, fornecem moléculas de monossacarídeos. Na alimentação de aves e suínos, o amido é o principal polissacarídeo, o qual está presente em grandes quantidades nos grãos de cereais e fornece, na sua hidrólise, moléculas de glicose (Harper et al., 1982). Bertechini (1997) cita que a digestibilidade do amido em animais monogástricos é bastante alta, em torno de 95 %, mas segundo Soto-Salanova (1996), esses valores podem ser inferiores, entre 82 e 89 %.

Além do amido, os PNA também fazem parte da constituição dos grãos de cereais. São macromoléculas de polímeros de açúcares simples (monossacarídeos) unidas pela ligação glicosídica formada por um grupo hemiacetal de um açúcar e um grupo hidroxila de outro, resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal de animais monogástricos devido ao tipo de ligações das unidades de açúcar.

No amido, as moléculas de glicose estão unidas pelas ligações α -1,4 com ligações α -1,6. Essas ligações e outras como α -1,2 entre glicose e frutose na sacarose, β -1,4 entre glicose e galactose na lactose e ligações α -1,1 entre unidades da glicose da trealdose são rompidas pelas enzimas endógenas das

aves. As outras ligações glicosídicas são resistentes às enzimas endógenas, mas são clivadas pelas microbianas exógenas (Zanini, 1997).

A solubilidade determina a atividade antinutricional dos PNA nas dietas avícolas (Annison, 1992). Os PNA existem nas formas insolúveis ou solúveis em água, sendo as frações solúveis responsáveis pelo aumento na viscosidade do conteúdo intestinal, deprimindo o desempenho do animal e impedindo a digestão dos nutrientes pelas aves (Choct & Annison, 1992). Os PNA insolúveis são a celulose, a lignina e algumas hemiceluloses. Os PNA solúveis são as pectinas, gomas e a maioria das hemiceluloses. A hemicelulose é constituída por arabinoxilanos, β -glucanos, D-xilanas, D-mananas, xiloglucanas, entre outras. Os β -glucanos e arabinoxilanos são os principais PNA dos grãos de cereais. Os arabinoxilanos são complexos e constituídos de dois açúcares, arabinose e xilose (Annison, 1992), formados de uma cadeia linear de β -1,4 xilano e cadeias laterais de arabinose. Sua presença na parede celular leva a uma redução da interação interfibrilar, acarretando o fato de os β -glucanos e arabinoxilanos serem menos cristalinos e mais solúveis que a celulose, favorecendo sua solubilidade e formação de soluções viscosas.

Os PNA solúveis nas dietas apresentam dois problemas: (1) não sendo digeríveis, reduzem a quantidade de energia disponível para o animal e (2) sua presença interfere na utilização de outros nutrientes (Cantor, 1995), devido sua capacidade de absorver água e formar substância viscosa.

Guenter (1993) afirma que além da baixa digestibilidade, os PNA quando não digeridos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, causando prejuízo no desempenho produtivo, uma vez que apresentam características antinutricionais, porque diminuem a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo. Como consequência a ave ingere menos ração, dificulta a ação das enzimas endógenas, além de interferir na difusão ou no transporte dos

nutrientes. Também estimulam o consumo de água pelas aves, provocando a eliminação de excretas mais líquidas, tendo efeito adverso sobre a umidade da cama do aviário.

A lenta passagem do conteúdo intestinal e a baixa absorção causada pela alta viscosidade, que atua como barreira física no processo de digestão e absorção, pode resultar na proliferação de bactérias na região do íleo. Essas bactérias podem inativar os sais biliares, reduzindo a emulsificação das gorduras com consequente redução na sua absorção (Bedford & Morgan, 1996). Como se observa, a digestão lipídica se verá comprometida e os animais alimentados à base de rações com PNA serão mais propensos a apresentar deficiências de vitaminas lipossolúveis, posto que estas são absorvidas juntamente com os quilomícrons. Além disso, os PNA presentes na dieta causam uma inibição geral na absorção dos macronutrientes e provavelmente dos micronutrientes (Annison, 1993).

A celulose, arabinosilanos, β -glucanos e pectinas, não podem ser digeridas pelas aves, devido às mesmas não possuírem enzimas específicas. Dessa maneira, o grande interesse em eliminar estes polímeros torna-se evidente, uma vez que, de algum modo, encapsulam os componentes nutricionais digestíveis.

Segundo Francesch (1996), é aceitação universal que o efeito negativo dos arabinosilanos e β -glucanos está associado a sua natureza viscosa da fração solúvel e às modificações fisiológicas e morfológicas produzidas no trato digestivo. Os PNA também exercem uma barreira na ação das enzimas hidrolíticas, impedindo ou reduzindo a sua ação.

Borges (1997) cita que os arabinosilanos predominam no trigo e centeio, enquanto que na aveia e na cevada os β -glucanos constituem a maior parte dos PNA. No farelo de arroz existe predominância dos arabinosilanos e isso reduz

sensivelmente a sua energia metabolizável (Adrizal & Sell, 1996). A Figura mostra as estruturas do β -glucano e arabinoxilano, segundo Smits & Annison (1996).

O uso de enzimas exógenas torna-se necessário para a degradação dos arabinoxilanos e β -glucanos (Francesch, 1996). A utilização dessas enzimas exógenas em monogástricos, não tem como objetivo principal, a hidrólise completa desses polissacarídeos e a conseqüente absorção dos açúcares liberados e sim a redução da viscosidade. Sendo a viscosidade relacionada principalmente ao comprimento e às ramificações da cadeia, algumas quebras na mesma podem reduzir sensivelmente a sua capacidade formadora de gel.

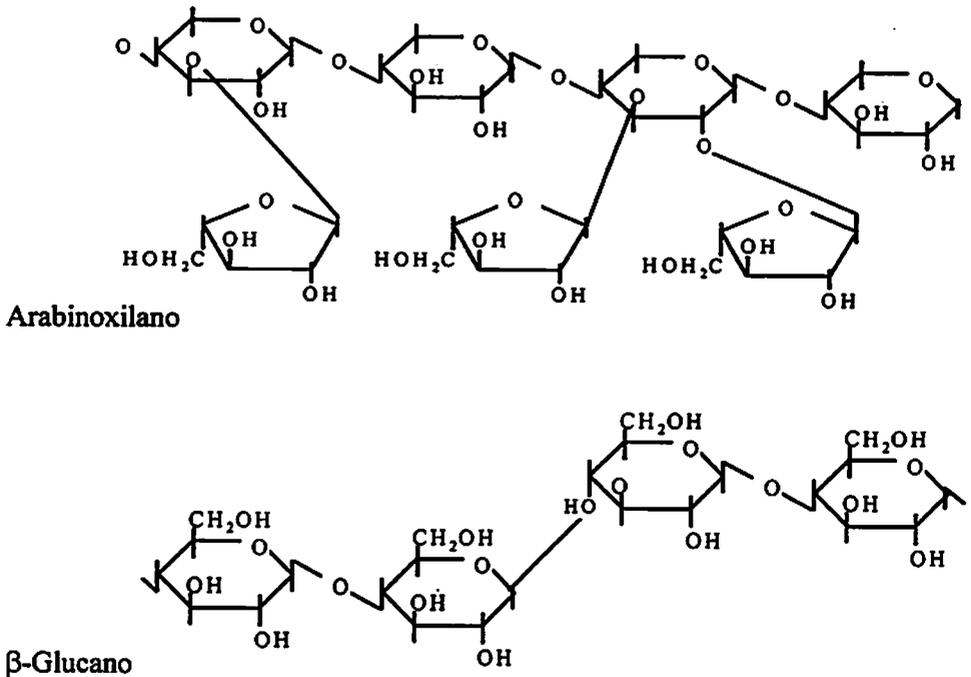


Figura. Estrutura do Arabinoxilano e β -Glucano

Bedford (1996) afirma que a taxa de digestão do alimento e sua relativa absorção se baseia na formação de complexos de enzimas digestivas e a posterior liberação de nutrientes. Desse modo, para uma adequada digestão é indispensável que haja uma fácil difusão das enzimas. À medida que a viscosidade da solução aumenta, baixa a taxa de difusão de enzimas; também à medida que cresce o tamanho molecular do soluto, menor é esta taxa. Para compensar estas deficiências digestivas, as aves aumentam a liberação de enzimas digestivas no trato, porém esta capacidade é limitada, especialmente em animais novos. Portanto, o aumento da viscosidade intestinal resulta em uma considerável baixa na taxa de crescimento e na conversão alimentar e também queda na energia metabolizável da dieta. Animais que recebem alimento com alta porcentagem de PNA aumentam a motilidade intestinal em consequência do aumento da viscosidade. No entanto, esse aumento da motilidade intestinal não acarreta uma maior velocidade de passagem do alimento. Consequentemente, tanto a passagem do alimento, como sua absorção são reduzidas, o que obviamente resulta numa baixa taxa de assimilação de nutrientes.

2.3 Enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte

As aves não sintetizam determinadas enzimas endógenas para a digestão de vários componentes químicos, encontrados em alimentos de origem vegetal. As sementes de leguminosas, como a soja, a canola e o feijão, os grãos dos cereais, com seus respectivos subprodutos, tais como o trigo, cevada, centeio, triticale, farelo de arroz e farelo de trigo, apresentam em sua composição bromatológica, constituintes que as aves não digerem ou sua digestão é incompleta, como os PNA (Brenes, 1992).

Segundo Bedford & Morgan (1996), as aves são capazes de produzir algumas enzimas digestivas, como a amilase e as proteases, mas não produzem

as enzimas necessárias para degradar a fibra, presente na maioria dos alimentos. A fibra dificulta a digestão, impedindo que as enzimas digestivas endógenas atinjam o substrato alvo dos alimentos para digerí-los.

Brenes (1992) e Cleophas et al. (1995) afirmam que uma série de polissacarídeos não amiláceos, como os α -galactosídeos presentes nos grãos de soja, não são hidrolisados no intestino, devido a incapacidade das aves em produzir a enzima responsável pela sua degradação, a α -galactosidase. Os autores também verificaram que os galactosídeos possuem propriedades antinutritivas, que causam diarreia e problemas estomacais nas aves. Os α -galactosídeos, conforme verificado por Coon et al. (1990), estão envolvidos na redução da energia metabolizável verdadeira (EMV) do farelo de soja, na digestibilidade da fibra e no aumento do tempo de trânsito das dietas em frangos de corte.

As enzimas endógenas produzidas pelas aves são específicas para carboidratos com ligação α como o amido e não são ativas para carboidratos com ligação β e oligossacarídeos que contém galactose (Cantor, 1995).

No entanto, a biotecnologia busca alternativas para melhorar o valor nutricional dos alimentos ou das dietas, com a descoberta de novos produtos que, adicionados as rações, contribuem para melhorar a eficiência alimentar e a produtividade das aves.

Um exemplo disto é a síntese das enzimas exógenas digestivas, que nada mais são que proteínas, e atuam como catalisadores biológicos sobre substratos específicos, acelerando as reações, aumentando assim, a digestibilidade de nutrientes específicos das matérias-primas ou da ração como um todo, as quais atuam em condições de pH entre 3 a 9 e temperatura menor que 90°C. As condições de temperatura são constantes no trato gastrointestinal, mas as variações de pH ocorrem dependendo dos compartimentos. Nas aves, os baixos

pH do proventículo e da moela podem levar à inativação enzimática, mas o trânsito nesses compartimentos é rápido e não chega a provocar desnaturação enzimática (Chesson, 1987). Já no intestino, o pH varia entre 5 e 7. Além do pH, as enzimas exógenas são expostas às proteases do proventrículo e intestino delgado. As polissacaridases fúngicas possuem uma atividade ótima em pH mais baixo (4,0 a 5,5), enquanto as bacterianas atuam em pH próximo da neutralidade.

A utilização de enzimas em rações para aves iniciou-se na década de 50, por pesquisadores da Universidade Estadual de Washington-USA. Eles observaram que, quando alguns cereais como cevada, centeio e trigo eram utilizados em rações para frangos de corte, ocorria um baixo desempenho das aves e a cama tornava-se úmida. Verificaram então, que quando os cereais eram umedecidos com água e depois fornecidos às aves, o desempenho melhorava significativamente. Deduziram que isto se devia a liberação de enzimas dos cereais, devido ao umedecimento, o que desencadearia uma pré-germinação da semente. Posteriormente, verificaram que o pré-umedecimento podia ser substituído pela adição de uma amilase microbiana. Tal prática ficou inviabilizada pelo alto custo da enzima, sua baixa estabilidade ao calor e as condições adversas no trato gastrointestinal, que na época impediam a aplicação comercial desta descoberta (Graham & Inbarr, 1993).

Na década de 60, o interesse no uso de enzimas microbianas nas dietas para aves chegou a Europa, onde as pesquisas se concentraram na cevada, atribuindo-se o baixo desempenho e a cama úmida dos aviários a um PNA, denominado β -glucano, presente neste cereal. Hesselman & Aman (1986) verificaram que a adição da enzima microbiana exógena β -glucanase, nas dietas a base de cevada, melhorava o desempenho dos frangos e a umidade da cama, além de permitir a absorção de outros nutrientes como amido, proteínas e gorduras.

Resultados semelhantes foram observados por Pettersson & Aman (1988), quando adicionaram a enzima sintética arabinoxilanase como complemento dietético em dietas de frangos de corte, à base de trigo ou centeio.

Ferket (1993) relata que com a utilização de enzimas exógenas nas dietas, teremos a suplementação ou complementação de enzimas endógenas produzidas pelas aves, aumento da digestibilidade dos componentes da fibra, nutrientes mais disponíveis para a digestão, a redução dos fatores antinutricionais e também uma grande flexibilidade e exatidão na formulação de dietas, reduzindo o custo do alimento sem prejudicar o desempenho das aves. Marsman et al. (1997) confirmaram que a suplementação de enzimas hidrolíticas nas dietas à base de soja para aves é uma possibilidade para inativar os fatores antinutricionais e aumentar a digestão e absorção dos nutrientes.

As enzimas digestivas exógenas atuam basicamente de duas maneiras: rompendo paredes celulares e degradando nutrientes. A maioria são substratos dependentes, ou seja, a secreção enzimática é ativada pela presença do substrato, por isso as aves tem deficiência de enzimas nas primeiras semanas de vida. Mas, existem enzimas que não são secretadas, mesmo na presença de substrato como a celulase, hemicelulase, xilanase, pentosanase, β -glucanase, galactosidase, fitase, etc., porque o código genético não dispõe da indicação para sua síntese.

2.4 Produção de enzimas exógenas digestivas

O processo fermentativo é responsável pela produção de enzimas exógenas digestivas que consiste na aplicação do inóculo (levedura) sobre um substrato, sob condições ideais de ambiente, que permitam o processo fermentativo. Ao final da fermentação, é realizada uma separação da biomassa, com um posterior resfriamento, centrifugação e concentração. Finalmente, realizam-se as etapas de filtração, padronização e controle de qualidade,

conforme a apresentação do produto comercial, líquido ou sólido (Cowan, 1993). O nível de atividade enzimática é mantido durante três meses em produtos líquidos e por seis meses na forma em pó, quando estocados em temperaturas inferior a 25°C.

Quando a enzima se encontra misturada na dieta, sua atividade pode ser mantida por no mínimo três meses a 25°C (Cowan, 1993). Além disso, realiza-se prévia seleção de cepas produtoras de enzimas mais resistentes às condições adversas do trato digestivo das aves (Classen et al., 1991).

Para dietas à base de cereais de alta viscosidade como cevada, centeio, trigo e triticale, os complexos enzimáticos, na maioria das vezes, são compostos pelas enzimas glucanase, amilase, xilanase, celulase e hemicelulase, enquanto que os compostos por amilase, protease e xilanase são usados em dietas de baixa viscosidade como milho, soja e sorgo.

A amilase produzida pelo *Bacillus amyloloquifaciens* atua para aumentar a digestibilidade do amido. Já a enzima xilanase é sintetizada a partir do *Trichoderma longibrachiatum* e atua rompendo as paredes celulares da fibra para liberar os xilo-oligômeros, enquanto que a protease produzida pelo *Bacillus subtilis* caracteriza-se por degradar proteínas da soja, principalmente proteínas de armazenamento, como a conglucina e β -conglucina e os fatores antinutricionais, inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas (Zanella, 1998).

Portanto, as indústrias produtoras de enzimas comercializam enzimas específicas ou complexos multienzimáticos para serem adicionadas em matérias-primas ou para serem suplementados nas dietas, buscando melhorar o valor nutritivo dos alimentos.

2.5 Milho e farelo de soja na alimentação de frangos de corte

A principal fonte energética utilizada na formulação de rações para frangos de corte é o milho. Contem em média, 87,1 % de matéria seca, 8,57 % de proteína bruta, 3371 Kcal de EM/kg, 3,46 % de extrato etéreo, 1,95 % de fibra bruta, 0,03 % de cálcio, 0,24 % de fósforo total, 0,25 % de lisina, 0,33 % de treonina e 0,06 % de triptofano (Rostagno et al., 2000). Tem como principais proteínas a gluteína (germe) e a zeína (endosperma), consideradas de baixo valor nutricional por apresentarem baixos teores em aminoácidos essenciais. Possui 9 % de PNA e, desse percentual, 4,9 % são xilanos.

O milho constitui-se de três partes: pericarpo (5 %), endosperma (82 %) e germe (13 %). O amido, no entanto, situa-se no endosperma e, junto com o embrião, constitui o conteúdo do grão. O endosperma situa-se numa camada de células de paredes grossas conhecida como aleurona, a qual contém enzimas digestivas para a liberação dos nutrientes do endosperma, na germinação. A aleurona é envolvida pelo pericarpo e tem como função a proteção do grão. Tanto as paredes celulares do pericarpo, aleurona e endosperma são semelhantes, em virtude de todas conterem celulose, polissacarídeos não amiláceos, compostos fenólicos, pectinas e proteínas, porém diferem nas proporções relativas de cada componente (Bedford et al., 1991).

Soto-Salanova (1996) sugere a utilização de enzimas para cereais de baixa viscosidade (milho e soja). Alguns autores encontraram diferentes valores de energia metabolizável em vários lotes de milho numa mesma safra em 1992 (2926 a 3474 Kcal/kg) e observaram grandes diferenças na composição de proteínas, óleo e amido do milho nos Estados Unidos (Lesson et al., 1993).

Noy & Sklan (1995) concluíram num trabalho com pintos jovens alimentados com milho e farelo de soja, que a inclusão de complexo enzimático melhora a digestibilidade do amido e gordura.

Já o farelo de soja possui, em sua composição uma média de 88,22 % de matéria seca, 45 a 48 % de proteína bruta, 1,3 a 1,4 % de extrato etéreo, 5 a 6 % de fibra bruta, 0,32 % de cálcio, 0,66 % de fósforo total, 2,92 % de lisina, 0,67 % de metionina e, em média, 2540 Kcal de EM/kg (Rostagno et al., 2000). É um alimento protéico com 20 % de PNA de digestibilidade nula, não sendo utilizado pelo organismo de aves jovens. Desse percentual, 2 % são xilanos. *⇒ quem disse?*

Como alimento para monogástricos, o farelo de soja possui antitripsinas e lectinas (hemaglutininas) que são consideradas substâncias antinutricionais. Hessing et al. (1995) citados por Penz (1998) avaliaram amostras de farelo de soja em vários locais do mundo e demonstraram atividades dos inibidores de tripsina e níveis residuais de lectina variadas, apesar do tratamento pelo calor. Foi comprovado que amostras de farelos continham níveis de lecitina residual suficientes para deprimir a digestibilidade da proteína, tendo os autores mostrado que 0,2 g/kg de inibidor de tripsina deprimem em 15 % a digestibilidade da proteína.

De acordo com Jorge Neto (1992), os inibidores de proteases são compostos protéicos que se complexam com a tripsina e quimotripsina, prejudicando todo o processo de digestão das proteínas alimentares já desdobradas pela pepsina. Esta complexação normalmente causa hipertrofia do pâncreas. As lectinas (hemaglutininas) são glicoproteínas que possuem a capacidade de se aglutinarem com os eritrócitos. As células do epitélio intestinal, em presença das hemaglutininas, tendem a se unirem, prejudicando a absorção.

Marsman et al. (1997) avaliaram os efeitos da suplementação enzimática com protease e carboidrase sobre a digestibilidade ileal da proteína, amido, gordura e PNA em frangos de corte, alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja tostado ou extrusado. Os frangos alimentados com farelo de soja

extrusado apresentaram maior digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (87,5 % vs 82,2 %) e dos PNA (26,7 % vs 11,4 %). A suplementação de enzimas melhorou significativamente a digestibilidade ileal da proteína bruta e PNA em relação a dietas não suplementadas (85,2 % vs 83,7 % e 20,6 % vs 14,5 %, respectivamente).

2.6 Importância do farelo de arroz

O arroz é o principal cereal utilizado na alimentação humana em muitas partes do mundo e os seus subprodutos de beneficiamento são importantes para alimentação animal, visto que no seu processamento o grão perde consideráveis quantidades de nutrientes que passam a formar parte do farelo. Esse subproduto é usado na alimentação dos animais, sendo uma alternativa na substituição de parte do milho ou farelo de soja, ingredientes de custos relativamente altos em razão das flutuações de preço no mercado.

O farelo de arroz é um subproduto constituído da camada intermediária entre a casca e o endosperma, obtido através do polimento ou beneficiamento do arroz descascado. É formado pelo pericarpo, testa, aleurona e gérmen, além de quantidade variável de amido, dependendo do grau de extração. Depois de seco, o grão de arroz é descascado obtendo-se o arroz integral ou arroz marrom. Numa segunda etapa, é feito o polimento em rolos de borracha onde a camada marrom (pericarpo, testa e aleurona) e o gérmen são removidos, para obtenção do arroz branco. Estas camadas removidas constituem o farelo de arroz integral.

O Brasil produziu no ano de 2001, 10,4 milhões de toneladas de arroz em casca (Agrianual, 2002). No processo de beneficiamento do arroz, estima-se que é obtido em média 8 % de farelo de arroz (Barber, 1971). Desse modo, a produção de farelo de arroz no ano de 2001 atingiu mais de 831 mil toneladas.

A quantidade de óleo de farelo de arroz varia de 15 a 23 %, segundo Domene (1996). O óleo pode ser extraído através de solventes, e é usado na alimentação humana. O resíduo desta extração é chamado de farelo de arroz desengordurado (FAD), que constitui cerca de 82 % do peso total do farelo de arroz integral (FAI). Tanto o FAI como o FAD podem ser usados na alimentação de animais monogástricos.

O farelo de arroz possui características nutricionais bastante importantes. Devido ao seu alto teor de óleo, pode ser usado como fonte de energia para aves, em substituição ao milho. Segundo Domene (1996), seu nível de proteína bruta varia de 10 a 15 %, também superior ao do milho, mas como ocorre com a maioria dos cereais, a lisina é o aminoácido limitante. Barber (1971) e Torin (1991) destacam o elevado conteúdo em aminoácidos sulfurosos.

O farelo de arroz integral também é uma boa fonte de vitaminas do complexo B, extremamente rico em fósforo e manganês, além de níveis de cobre, ferro e zinco superiores aos do milho.

Embora excelente fonte de minerais (principalmente fósforo e manganês), energia, proteínas e vitaminas do complexo B, o farelo de arroz tem sua biodisponibilidade afetada por diversos fatores antinutricionais, como por exemplo a presença de altos teores de ácido fítico, altos teores de fibra e a ocorrência de inibidores de tripsina (Fialho, 1991).

Trabalhos realizados por Munaro (1993), Teichmann et al. (1998) e Conte et al. (1999) mostraram a eficiência da enzima fitase no aproveitamento do fósforo do farelo de arroz, tornando-o uma excelente alternativa na alimentação de animais monogástricos. No entanto, os elevados teores de PNA, com predominância dos arabinosilanos, possivelmente estejam impedindo a sua utilização em quantidades mais altas na formulação de ração para aves.

Segundo Cantor (1995), o teor de PNA presente no farelo de arroz é de 25 %, sendo que Adrizal & Sell (1996) citam que há uma grande predominância de arabinosilanos.

Shibuta et al. (1985) extraíram a fibra do farelo de arroz e para cada 100 g de fibra obteve, 30 g de hemicelulose, 28 g de celulose, 27 g de lignina e 7 g de pectina. Da hemicelulose, quase 80 % era composta por arabinose e xilose, que ligam-se para formar os arabinosilanos. Dias et al. (1994) determinaram os componentes da fibra do farelo de arroz e obtiveram 2,64 % de celulose, 12,3 % de hemicelulose e 20,8 % de lignina.

Annison et al. (1995) isolaram e quantificaram os PNA do farelo de arroz e obtiveram para cada 100 g, 63,5 g de PNA solúveis e 18 g de PNA insolúveis. Dos PNA solúveis, os autores obtiveram 40 % de arabinose, 32 % de xilose, indicando com isso, alta concentração de arabinosilanos. Mod et al. (1978), também já haviam determinado a composição dos PNA solúveis do farelo de arroz, obtendo 34 g de arabinose e 30 g de xilose para cada 100 g de PNA.

Assim, o farelo de arroz pode se constituir num excelente alimento alternativo, com inúmeras vantagens, inclusive sobre o milho. Entre elas, pode-se citar o seu custo, que não chega a 50 % do custo do milho. Várias indústrias produzem complexos enzimáticos com atividade xilanase, β -glucanase, pentosanase, entre outras. Tais enzimas já tem efeito comprovado em dietas à base de cevada, trigo, centeio, aveia e triticales. Estas enzimas devem ser testadas através de pesquisas científicas em dietas à base de farelo de arroz, já que a constituição do farelo em PNA tem muita semelhança com a constituição dos alimentos em que as enzimas já comprovaram sua eficiência, para assim, promover a utilização deste subproduto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, no período de 04/06/2001 a 14/06/2001. O município de Lavras está situado na região Sul do estado de Minas Gerais a uma altitude de 910 m e tendo como coordenadas geográficas 21^o14' de latitude sul e 45^o00' de longitude oeste de Greenwich. A temperatura média anual da cidade de Lavras é de 19,4°C (Brasil,1992).

3.2 Aves, instalações e manejo geral

Foram utilizados 240 pintos da linhagem Coob, adquiridos com um dia de idade, vacinados contra a doença de Marek e Boubá Aviária. As aves foram criadas em galpão experimental de alvenaria, com piso cimentado com telhas de cimento amianto, construído na orientação leste-oeste. A instalação possui pé-direito de 3,0 m, com 6,0 m de largura e com muretas laterais de 40 cm de altura. As laterais são em tela de arame galvanizado, com cortinas de plástico. O galpão contém 60 boxes de 2,0 m x 1,5 m (3,0 m²), sendo 30 de cada lado, separados por um corredor de 2,0 m de largura. Em cada boxe foi colocado um comedouro tubular e um bebedouro pendular. Durante as duas primeiras semanas as cortinas do galpão permaneceram fechadas e as aves aquecidas por luminárias com lâmpadas incandescentes de 150 watts. Após esse período, as cortinas foram abertas e as lâmpadas desligadas, procurando-se propiciar maior conforto térmico para as aves. As aves foram criadas até a idade de 20 dias, período no qual receberam ração inicial idêntica para todos os tratamentos. Aos 21 dias as aves foram devidamente pesadas, obtendo-se um peso médio de 707 ±

13,3 gramas e, após foram transferidas para gaiolas metálicas de um conjunto de baterias em uma sala de metabolismo com ambiente controlado. Foram alojadas 5 aves por gaiola, sendo 3 repetições com 2 machos e 3 fêmeas e 3 repetições com 3 machos e 2 fêmeas, procurando-se uniformizar o peso das parcelas, totalizando assim 48 gaiolas. A temperatura interna foi regulada em $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado às gaiolas metálicas, onde receberam as dietas experimentais (4 dietas-referência e 4 dietas-teste). As gaiolas mediam 50cm x 50cm x 50cm e estavam equipadas com comedouro tipo calha, bebedouro nipple tipo “taça” e bandejas para coleta das excretas.

As aves receberam ração e água à vontade durante o período experimental e luz artificial por 24 horas. Utilizou-se o método de coleta total de excretas, segundo metodologia de Sibbald & Slinger (1963), durante 5 dias em cada unidade experimental, a qual foi realizada duas vezes ao dia (08:00 e 16:00h) para evitar fermentações, precedido de 5 dias de adaptação das aves às dietas e às gaiolas. O manejo diário das aves foi realizado conforme descrito por Ávila et al. (1992). Aos 21 dias de idade teve início o período de adaptação das aves às dietas. Aos 26 dias, e durante 5 dias, foram registradas as quantidades de ração ingerida por unidade experimental e realizada a coleta total de excretas. As excretas foram coletadas em bandejas coletoras instaladas sob as gaiolas e forradas com plástico resistente. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado em congelador até o final do período de coleta. No final do período de coleta, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 400 g, para pré-secagem em estufas ventiladas a 55°C , por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas e acondicionadas em potes plásticos para posterior análises de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, amido e hemicelulose.

No final do 30º dia as aves foram pesadas para avaliação do desempenho no período experimental (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar).

3.3 Dietas-referência e dietas-teste

Para se determinar os valores energéticos e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de arroz integral na presença e ausência das enzimas, utilizou-se 4 dietas-referência e 4 dietas-teste, sendo as últimas constituídas por 70 % da dieta-referência e 30 % de farelo de arroz integral (FAI). As enzimas carboidrases com atividade xilanase utilizadas, com suas respectivas concentrações enzimáticas e quantidades recomendadas foram das seguintes marcas comerciais: Rovabio™ Excel AP (xilanase: 22000 U visco./ml; glucanase: 2000 U AGL/ml): 50 g/t; Allzyme Rice (2500 U/g de protease, 9000 U/g de xilanase, 115 U/g de fitase): 1 Kg/t e Ronozyme WX (1000 U/g de xilanase): 250 g/t, denominadas neste trabalho, de enzimas A, B e C, respectivamente.

As dietas-referência e as dietas-teste ficaram assim esquematizadas:

1. Dieta-referência à base de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais (DR);
2. DR + enzima A;
3. DR + enzima B;
4. DR + enzima C;
5. 70 % de DR + 30 % de FAI;
6. 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima A;
7. 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima B;
8. 70 % de DR + 30 % de FAI + enzima C.

3.4 Composição dos ingredientes e da dieta-referência

A composição nutritiva dos ingredientes utilizados na dieta-referência, suas respectivas quantidades e o valor nutricional calculado da mesma estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Na Tabela 3 encontra-se a composição do suplemento mineral e vitamínico utilizado no experimento. A dieta-referência foi formulada seguindo as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2000).

TABELA 1. Composição nutritiva dos ingredientes utilizados na dieta-referência.

INGREDIENTES	MS (%)	EM Kcal/kg	PB (%)	Ca (%)	Pt (%)	Pd (%)	Na (%)	Met (%)	M+C (%)
Milho moído	88,05	3371	7,81*	0,03*	0,22*	0,08	-	0,17	0,37
Farelo de soja	88,12	2266	46,1*	0,32*	0,53*	0,19	-	0,65	1,27
Fosfato bicálcico	99,8	-	-	26,86*	20,31*	-	-	-	-
Óleo de soja	99,3	8790	-	-	-	-	-	-	-
DL-metionina	99,5	-	-	-	-	-	-	99,0	99,0
Calcário calcítico	99,8	-	-	38,48*	-	-	-	-	-
Sal comum	-	-	-	-	-	-	39,74	-	-

*Analisados no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. Os demais foram retirados das tabelas de Rostagno et al. (2000).

Tabela 2. Composição da dieta-referência e valores nutricionais utilizados.

INGREDIENTE	%
Milho moído	57,00
Farelo de soja	36,39
Óleo de soja	2,885
Fosfato bicálcico	1,79
Calcário calcítico	1,10
Sal comum	0,45
Salinomicina ¹	0,05
Avilamicina ²	0,005
DL-metionina (99 %)	0,16
Cloreto de colina (60 %)	0,07
Suplemento mineral ³	0,05
Suplemento vitamínico ³	0,05
TOTAL	100,00
NÍVEL NUTRICIONAL CALCULADO	
Matéria seca (%)	89,12
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3000
Proteína bruta (%)	21,3
Cálcio (%)	0,98
Fósforo disponível (%)	0,45
Metionina digestível	0,49
Metionina + cistina digestível	0,81
Lisina digestível	1,16

¹ Coxistac, contendo 15 % de salinomicina sódica.

² Surmax 100, contendo 10 % de avilamicina.

³ Conteúdos na Tabela 3.

TABELA 3. Composição do suplemento vitamínico e mineral.¹

Nutriente	Unidades	Quantidade por Kg do produto	Enriquecimento por Kg de ração
Vitamina A	(UI)	30.000.000	15.000
Vitamina D ₃	(UI)	6.000.000	3.000
Vitamina E	(mg)	60.000	30
Vitamina K ₃	(mg)	8.000	4
Vitamina B ₁	(mg)	6.000	3
Vitamina B ₂	(mg)	12.000	6
Vitamina B ₆	(mg)	12.000	6
Vitamina B ₁₂	(µg)	60.000	30
Vitamina C	(mg)	100.000	50
Ácido fólico	(mg)	3.000	1,5
Ácido pantotênico	(mg)	30.000	1,5
Biotina	(mg)	240	0,12
Niacina	(mg)	80.000	40
Selênio	(mg)	360	0,180
Iodo	(mg)	1400	0,70
Ferro	(mg)	9600	4,80
Cobre	(mg)	20.000	10
Manganês	(mg)	156.000	78
Zinco	(mg)	110.000	55

¹ Vaccinar Indústria e Comércio LTDA.

3.5 Determinação da energia metabolizável e do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) foram determinados conforme a fórmula de Matterson et al. (1965). As fórmulas utilizadas no cálculo da EMA e EMAn das dietas-referência, dietas-teste e do farelo de arroz integral sem e com enzimas estão apresentadas abaixo:

$$EMA_{REF} \text{ e } EMA_{RT} = \frac{EB \text{ ing.} - EB \text{ exc.}}{MS \text{ ing.}}$$

$$EMA_{ALIM} = EMA_{REF} + \frac{EMA_{RT} - EMA_{REF}}{\text{g do alimento/g de ração}}$$

$$EMAn_{REF} \text{ e } EMAn_{RT} = \frac{EB \text{ ing.} - (EB \text{ exc.} + 8,22 \times BN)}{MS \text{ ing.}}$$

$$BN = N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}$$

$$EMAn_{ALIM} \text{ (Kcal /kg de MS)} = EMAn_{REF} + \frac{EMAn_{RT} - EMAn_{REF}}{\text{g do alimento/g de ração}}$$

Onde:

EMA_{REF} : energia metabolizável da ração-referência;

EMA_{RT} : energia metabolizável da ração-teste;

EB ing.: energia bruta ingerida;

EB exc.: energia bruta excretada;

MS ing.: matéria seca ingerida;

EMA_{ALIM} : energia metabolizável aparente do alimento;

$EMAn_{REF}$: energia metabolizável aparente corrigida da ração-referência.

$EMAn_{RT}$: energia metabolizável aparente corrigida da ração-teste;

BN : balanço de nitrogênio;

$EMAn_{ALIM}$: energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

Nos ensaios de digestibilidade para determinação dos valores energéticos dos alimentos, o balanço de nitrogênio pode ser positivo ou negativo. A retenção de nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, entre os quais se incluem o consumo e a composição do alimento fornecido. O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, tal como o ácido úrico. Assim, é comum a correção dos valores de EMA para balanço de nitrogênio igual a zero (Sibbald, 1982), podendo-se determinar a EMAn.

De acordo com Hill & Anderson (1958), o valor de 8,22 corresponde a quantidade de energia bruta (Kcal) obtida pela combustão completa de um grama de nitrogênio urinário, na forma de ácido úrico. Este valor corrige a energia do nitrogênio retido ou perdido pelo corpo e que está na excreta.

Wolynetz & Sibbald (1984) consideraram essencial a correção dos valores energéticos pelo balanço de nitrogênio, cuja variância do valor de EMAn normalmente é menor que aquela obtida para EMA. No entanto, segundo os referidos autores, estas diferenças tendem a reduzir, quando o consumo de alimento aumenta.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, amido e hemicelulose foram calculados pela relação entre o nutriente ingerido e o nutriente excretado.

3.6 Análises laboratoriais

Os valores de energia bruta das rações e das excretas foram determinados em uma bomba calorimétrica modelo Parr 1261, o nitrogênio pelo método Kjeldahl, a matéria seca, o amido e o extrato etéreo conforme metodologias descritas por Silva (1990). A hemicelulose foi calculada pela diferença entre os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra detergente

em ácido (FDA), determinados segundo método de Van Soest, citado por Silva (1990).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, com exceção da análise de amido, feita no Departamento de Ciência dos Alimentos, também da UFLA.

3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por 4 dietas-referência e 4 dietas-teste com 6 repetições e 5 aves por unidade experimental, totalizando dessa forma 48 parcelas experimentais. Para determinar a EMA, EMAN e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do FAI, utilizou-se, como referência, a dieta-referência sem enzimas (DR). Para determinar EMA, EMAN e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do FAI com enzimas, utilizou-se como referência, a dieta-referência com a respectiva enzima: DR + enzima A, DR + enzima B, DR + enzima C. Dessa maneira, conseguiu-se isolar o efeito da enzima apenas sobre o FAI. Os valores de energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de agrupamento Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Para as análises foi utilizado o pacote computacional SISVAR (Sistema para Análise de Variância), desenvolvido por Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado neste experimento foi o seguinte:

$$Y_{ik} = \mu + T_i + e_{ik}$$

onde:

Y_{ik} = valor obtido nas aves que receberam a enzima i na repetição k ;
com $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

μ = média geral da amostra;

T_i = o efeito da enzima i , com $i = 1, 2, 3, 4, 5$;

e_{ik} = erro experimental associado a cada observação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Farelo de arroz integral e sua composição química

Os valores de alguns componentes nutritivos do farelo de arroz integral analisados no presente experimento encontram-se na Tabela 4, assim como valores citados pelo NRC (1994), Rostagno et al. (2000) e Conte (2000), para efeito de comparação.

TABELA 4. Composição nutritiva analisada do farelo de arroz integral e valores citados pelo NRC (1994), Rostagno et al. (2000) e Conte (2000) com base na matéria natural.

NUTRIENTES	EXPERIMENTO ¹	NRC (1994)	ROSTAGNO et al. (2000)	CONTE (2000)
Matéria seca (%)	89,45	89,1	89,60	89,98
Proteína bruta (%)	15,44	12,9	13,21	16,59
Extrato etéreo (%)	15,67	13,0	13,51	15,04
Fibra				
Detergente neutra (FDN %)	20,98	-	21,40	-
Detergente ácida (FDA %)	9,18	-	13,90	-
Parede celular (%) ²	24,59	-	-	21,21
Celulose (%)	8,40	-	-	7,26
Hemicelulose (%)	11,80	-	-	10,2
Lignina (%)	4,39	-	-	3,8

¹ Valores determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do Dp¹⁰ de Zootecnia da UFLA.

² Calculado através da soma da celulose + hemicelulose + lignina (método Van Soest, citado por Silva, 1990).

O valor da matéria seca encontrado foi semelhante ao obtido por Warren & Farrel (1990), NRC (1994), Rostagno et al. (2000) e Conte (2000). A proteína bruta encontrada também foi semelhante ao valor citado por Warren & Farrel (1990), mas inferior ao citado por Conte (2000). Entretanto, foi superior ao citado por NRC (1994) e Rostagno et al. (2000). O extrato etéreo determinado foi superior ao determinado pelo NRC (1994) e Rostagno et al. (2000), mas semelhante ao encontrado por Conte (2000). Todavia, o extrato etéreo obtido foi inferior ao encontrado por Warren & Farrel (1990). A FDN encontrada foi semelhante ao valor obtido por Warren & Farrel (1990). Já a FDA foi inferior ao valor citado pelos mesmos autores. A lignina encontrada foi superior aos valores encontrados por Warren & Farrel (1990) e Conte (2000). Tanto a hemicelulose como a celulose obtidas foram superiores aos valores encontrados por Conte (2000).

A celulose (8,40 %), hemicelulose (11,8 %) e a lignina (4,39 %) determinadas somaram 24,59 % de parede celular, condizentes aos 25 % citados por Cantor (1995). A hemicelulose representa 48 %, indicando uma alta porcentagem da mesma na parede celular. Esse valor é superior ao obtido por Shibuta et al. (1985), que é de 38 % de hemicelulose. Todavia, Annison et al. (1995) encontraram para o farelo de arroz, 63,5 % de polissacarídeos não amiláceos solúveis na parede celular, dos quais a hemicelulose foi o principal componente.

O farelo de arroz integral, por ser um subproduto industrial, apresentou alguns valores de nutrientes bastante diferentes dos citados na literatura. Albino (1991) e Torin (1991) citam que essas variações nos valores do farelo de arroz integral é justificada principalmente em função do tipo, grau e qualidade do processamento para obtenção do produto, sendo que outros fatores podem ainda influenciar os valores nutritivos do farelo de arroz, como tipo de solo e clima.

4.2 Valor Energético do farelo de arroz integral

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de arroz integral, sem e com adição de enzimas encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do farelo de arroz integral para frangos de corte, sem ou com adição de enzimas e seus respectivos desvios-padrão.¹

ALIMENTOS	EMA (Kcal/kg de MS)	EMAn (Kcal/kg de MS)
Farelo de arroz integral (FAI)	2938 ± 130 b	2897 ± 116 b
FAI + enzima A	2958 ± 136 b	2887 ± 111 b
FAI + enzima B	2998 ± 102 b	2950 ± 93 b
FAI + enzima C	3224 ± 172 a	3083 ± 157 a
CV (%)	4,54	4,12

¹Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

O valor da EMA do farelo de arroz integral encontrado foi inferior ao obtido por Albino (1991) e NRC (1994), mas superior aos encontrados Rostagno et al. (2000) e Conte (2000). As diferenças entre esses valores podem estar associadas à composição química do farelo de arroz, uma vez que a energia metabolizável do alimento é um produto resultante do metabolismo dos nutrientes, sendo afetado positiva e diretamente pela composição do alimento em proteína, gordura, carboidratos de reserva (amido) e de forma negativa pelos carboidratos estruturais (fibra).

Torin (1991) cita que a quantidade de proteína bruta do farelo de arroz integral pode variar entre 10 % e 15 %, a gordura entre 10 % e 15 % e o amido

entre 10 % e 20 %. Dessa forma, em função desta composição, são esperados valores de energia metabolizável bastante diferentes.

O balanço positivo de nitrogênio permitiu que os valores de EMA fossem superiores aos valores de EMAn, em todos os tratamentos estudados. Este fato, é normal, quando o consumo de alimento pelas aves ocorre de forma adequada, segundo afirma Albino (1991).

A utilização da enzima carboidrase C proporcionou um aumento significativo na EMA e EMAn do farelo de arroz integral enquanto as outras enzimas mantiveram esses valores ($P < 0,01$), em relação ao farelo de arroz sem enzimas.

A enzima C promoveu um melhor incremento na EMA do farelo de arroz, com um aumento percentual da ordem de 9,73 %, enquanto que na EMAn esse aumento foi de 6,42 %. Tal resultado é similar ao encontrado num experimento comercial realizado na Austrália com suínos, onde a utilização da mesma enzima promoveu um aumento da ordem de 8 % na EMAn em dietas à base de trigo.

As enzimas B e C proporcionaram valores de EMA e EMAn semelhantes ao obtido no farelo de arroz integral sem o uso de enzimas. ($P < 0,01$).

De maneira geral, os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados na literatura para outros alimentos, que tem predominância de arabinoxilanos na constituição dos polissacarídeos amiláceos, tais como o trigo e o centeio, quando da utilização de enzimas carboidrases. Todavia, existem na literatura resultados bastante controversos. Classen (1993), Pettersson & Aman (1988), Friesen et al. (1992) citam que há acréscimos variando entre 4 % e 23 % na EMA do trigo e centeio.

Portanto, a utilização da enzima C promoveu um melhor acréscimo na energia metabolizável do farelo de arroz. Ocorreu então, possivelmente, um

efeito positivo sobre a digestibilidade dos nutrientes, tais como proteína bruta, gordura e amido, incrementando assim, a energia do alimento.

4.3 Valor energético das dietas-referência

A EMA e a EMAn das dietas-referência, preparadas à base de milho e farelo de soja sem e com enzimas apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$), conforme mostra a Tabela 6. A enzima que proporcionou um valor mais expressivo da EMA da dieta-referência foi a B, enquanto as outras enzimas carboidrases apresentaram valores de EMA similares à dieta-referência sem enzimas.

O melhor valor de EMAn obtido foi também com a utilização da enzima B. A utilização das enzimas carboidrases A e C, não promoveram aumento na EMAn da dieta-referência, sendo os valores de EMAn estatisticamente semelhantes ao da dieta-referência sem enzimas.

Os melhores valores de EMA e EMAn obtidos com o uso da carboidrase B na dieta-referência, ocorreu, possivelmente, devido a mesma possuir na sua composição outras enzimas, além da xilanase, o que proporcionou uma melhor digestibilidade dos nutrientes, e conseqüentemente, melhores valores energéticos das dietas à base de milho e farelo de soja.

TABELA 6. Energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das dietas-referência e seus respectivos desvios-padrão.¹

DIETAS	EMA (Kcal/kg de MS)	EMAn (Kcal/kg de MS)
Dieta-referência	3395 ± 54 b	3209 ± 48 b
Dieta-referência + enzima A	3395 ± 40 b	3203 ± 37 b
Dieta-referência + enzima B	3478 ± 79 a	3283 ± 71 a
Dieta-referência + enzima C	3318 ± 90 b	3138 ± 75 b
CV (%)	2,04	1,88

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

Dessa forma, possivelmente o efeito de tais enzimas com atividade predominantemente xilanase confirmam-se somente sobre alimentos com alta concentração de polissacarídeos não amiláceos, com predominância de arabinoxilanos, como é o caso do farelo de arroz integral.

O farelo de soja possui uma alta concentração de polissacarídeos não amiláceos, sendo composto principalmente por oligossacarídeos, entre eles a rafinose, que não causa aumento da viscosidade e não é afetada pelo tipo de enzima utilizada. Já o milho é um alimento com baixa concentração de polissacarídeos não amiláceos e, portanto, de baixa viscosidade.

A energia metabolizável das dietas-referência apresentou valores abaixo dos esperados, uma vez que no balanceamento das dietas, utilizando-se dados da tabela de Rostagno et al. (2000), a EM calculada foi de 3000 Kcal/kg de MN. Considerando que o teor de matéria seca da dieta-referência foi de 89,12 %, quando transformamos a EM encontrada para MN obtemos o valor de 2860 Kcal/kg, abaixo dos 3000Kcal/kg de MN exigidos. Isso pode ter ocorrido por diversos fatores, entre eles, erros de determinação, ingredientes de má qualidade ou valores tabelados de EM superestimados.

4.4 Digestibilidade Aparente dos Nutrientes

Os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB) e da energia bruta (CDAEB) estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as dietas com farelo de arroz integral com e sem enzimas, quando se determinou o CDAMS.

TABELA 7. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) do farelo de arroz integral em dietas para frangos de corte, sem e com adição de enzimas. ^{1,2}

ALIMENTOS	CDAMS (%)	CDAPB (%)	CDAEB (%)
Farelo de arroz integral (FAI)	57,20 a	44,71 b	57,56 c
FAI + enzima A	52,08 a	54,79 a	56,86 c
FAI + enzima B	55,00 a	34,59 c	61,37 b
FAI + enzima C	59,25 a	54,20 a	66,89 a
CV (%)	8,92	8,88	7,72

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

² Valores expressos com base na matéria seca.

As enzimas carboidrases proporcionaram resultados similares de digestibilidade da matéria seca do farelo de arroz integral. Também não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os valores de CDAMS do farelo de arroz integral com a utilização das enzimas, quando comparados com o farelo que não recebeu suplementação.

Quando avaliou-se a digestibilidade da proteína bruta pôde-se observar que o farelo de arroz suplementado com as enzimas A e C, apresentaram uma digestibilidade superior ao do farelo que recebeu a enzima B ($P<0,01$). Já o

farelo de arroz sem suplementação proporcionou um melhor CDAPB que o farelo adicionado da enzima B.

Zanella et al. (1999) estudando o efeito da adição das enzimas protease, amilase e xilanase, na forma de complexo enzimático sobre a digestibilidade de nutrientes em frangos de corte com 37 dias de idade, utilizando dietas à base de milho e farelo de soja ou soja extrusada ou soja tostada verificaram que a adição das enzimas melhoraram significativamente a digestibilidade da proteína bruta em 2,9 %.

Um melhor valor do CDAEB do farelo de arroz integral foi encontrado com a suplementação da enzima C, que proporcionou um aumento de 16,2 % na digestibilidade da energia bruta ($P < 0,01$). A enzima A promoveu no farelo uma digestibilidade da energia bruta similar a do farelo sem adição de enzimas, mas inferior ao obtido quando utilizou-se a carboidrase B. Os CDAPB e CDAEB do farelo de arroz com a utilização da enzima C foram superiores às demais enzimas, e caracterizaram assim, num maior incremento da EMAn.

Tejedor (2000) avaliando o efeito da adição do complexo enzimático (amilase, protease, celulase) em frangos de corte observou um aumento significativo da digestibilidade da energia bruta, similar ao resultado observado no presente experimento quando utilizou-se a enzima C.

Os resultados do farelo de arroz integral, referentes aos CDAMS e CDAEB obtidos foram superiores aos encontrados por Warren & Farrel (1990), que avaliando duas cultivares de farelo de arroz integral na alimentação de frangos de corte (Calrose e Starbonnet) obtiveram como valores de CDAMS, 41,8 % e 46,8 %, respectivamente, e para o CDAEB os valores de 43,3 % e 50,4 %. Com relação a utilização da adição de enzimas exógenas no farelo de arroz integral, não foram encontrados na literatura dados referentes a digestibilidade dos nutrientes do farelo, para efeito de comparação.

Pela Tabela 8 observa-se que houve diferença entre as enzimas utilizadas no farelo de arroz integral pelo Teste de agrupamento de Scott-Knott, quando avaliou-se os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE), do amido (CDAAM) e da hemicelulose (CDAHEM) do farelo de arroz integral.

TABELA 8. Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE), do amido (CDAAM) e da hemicelulose (CDAHEM) do farelo de arroz integral sem e com adição de enzimas em dietas de frangos de corte. ^{1,2}

ALIMENTOS	CDAEE (%)	CDAAM (%)	CDAHEM (%)
Farelo de arroz integral (FAI)	25,27 b	83,01 b	38,52 b
FAI + enzima A	28,56 a	80,67 b	39,62 b
FAI + enzima B	28,01 a	85,99 a	41,41 a
FAI + enzima C	28,89 a	89,07 a	42,09 a
CV (%)	7,72	4,03	3,48

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem-se entre si pelo Teste de Scott-Knott (P<0,05).

² Valores expressos com base na matéria seca.

As enzimas A, B e C mostraram-se eficientes na digestibilidade do extrato etéreo do farelo de arroz integral quando comparadas com farelo sem enzimas. No entanto, não houve diferença significativa entre as carboidrases utilizadas em termos de CDAEE (P<0,05). O valor da digestibilidade do extrato etéreo do farelo de arroz sem enzimas obtido foi inferior aos encontrados por Warren & Farrel (1990), que obtiveram para duas cultivares de farelo (Calrose e Starbonnet) os respectivos coeficientes de digestibilidade: 31 % e 42 %.

Os coeficientes de digestibilidade aparente do amido do farelo de arroz integral foram diferenciados com a utilização das enzimas (P<0,01). O farelo que continha as enzimas B e C apresentou valores de digestibilidade do amido

superiores ao que estava adicionado da enzima A, o qual não diferiu estatisticamente do farelo que não foi suplementado com enzimas. Warren & Farrel (1990) obtiveram valores superiores de CDAAM do farelo de arroz integral ao estudarem duas cultivares de farelo na alimentação de aves, Calrose e Starbonnet; 95 % e 97 %, respectivamente. Para o farelo de arroz integral acrescido de enzimas não foram encontrados na literatura dados referentes ao coeficiente de digestibilidade aparente do amido.

A determinação da digestibilidade da hemicelulose do farelo de arroz integral mostrou uma diferença significativa ($P < 0,01$) entre as enzimas utilizadas. Os melhores valores de CDAHEM encontrados foram com a utilização das enzimas B e C, que apresentaram coeficientes de digestibilidade semelhantes, enquanto a adição da enzima A, proporcionou uma digestibilidade da hemicelulose similar a do farelo de arroz sem enzimas ($P < 0,01$). Estes resultados, de certa forma, comprovam a eficiência das enzimas exógenas com atividade xilanase, de atuarem nos polissacarídeos não amiláceos, especificamente na hemicelulose do farelo de arroz integral, promovendo uma melhora na digestibilidade desse componente, e conseqüentemente, melhorando a disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes, o que possivelmente levou a um maior valor de EMAn encontrado para a enzima C.

4.5 Desempenho

O ganho de peso e consumo de ração não foram influenciados pelas dietas formuladas com farelo de arroz integral com ou sem adição de enzimas ($P>0,05$). Também não foi observado diferença significativa ($P>0,05$) para conversão alimentar segundo mostra a Tabela 9.

TABELA 9. Desempenho médio de frangos de corte recebendo dietas com farelo de arroz integral, adicionadas ou não com enzimas, no período de 21 a 30 dias de idade.¹

ALIMENTOS	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
Farelo de arroz integral (FAI)	479,33 a	959,63 a	2,00 a
FAI + enzima A	473,33 a	947,80 a	2,00 a
FAI + enzima B	468,33 a	945,33 a	2,02 a
FAI + enzima C	473,33 a	941,13 a	1,99 a
CV (%)	6,35	4,74	4,63

¹ Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem-se pelo Teste de agrupamento de Scott-Knott ($P<0,05$).

Os resultados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) do presente experimento foram avaliados no período de 21 a 30 dias de idade e estão de certa forma, de acordo com aqueles obtidos por Conte (2000), que avaliou o desempenho de frangos de corte recebendo dietas formuladas com farelo de arroz integral e adição da enzima xilanase e não observou diferença significativa sobre o ganho de peso e consumo de ração das aves no período de 42 dias de idade. Porém, a conversão alimentar foi melhorada com a adição de xilanase, uma vez que houve uma tendência a um menor consumo de ração nos tratamentos que tiveram a inclusão da enzima, o

que não foi observado neste experimento. Isso pode ter ocorrido, por essa característica de desempenho ter sido avaliada por Conte (2000) durante todo o período de criação, o que não ocorreu no presente experimento, uma vez que avaliou-se a conversão alimentar durante um período de apenas 10 dias, e ainda pelo fato de experimentos de digestibilidade caracterizarem-se pelo desbalanceamento dos nutrientes da dieta.

Os resultados do presente experimento também não estão condizentes com os obtidos por Aboosadi et al. (1996), que avaliaram a utilização da enzima xilanase em dieta contendo 30 % de farelo de arroz em frangos até 21 dias. Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha positiva sem farelo de arroz, uma testemunha negativa com 30 % de farelo de arroz sem enzima e um tratamento com 30 % de farelo de arroz e xilanase. Não foi observada diferença no ganho de peso e na conversão alimentar entre os tratamentos. Porém a conversão alimentar foi 4,4 % melhor, quando utilizou-se farelo de arroz com xilanase, em relação a testemunha positiva.

Ravindran et al. (1999) realizaram um experimento para avaliar o efeito das enzimas fitase e xilanase no desempenho de frangos de corte de 7 a 28 dias de idade, utilizando uma dieta com 57 % de trigo. Os autores não encontraram diferenças no ganho de peso e no consumo de ração da dieta basal sem enzimas e das dietas com enzimas utilizadas individualmente ou combinadas. Entretanto, a conversão alimentar foi significativamente melhor quando foram utilizadas as duas enzimas combinadas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que:

1. A energia metabolizável aparente corrigida do farelo de arroz integral foi de 2897 Kcal/kg de MS.
2. A utilização da enzima exógena C melhorou a energia metabolizável do farelo de arroz.
3. As enzimas A e C proporcionaram melhores valores de CDAPB do farelo de arroz integral, enquanto o CDAEB aumentou somente com o uso da carbohidrase C.
4. O uso das enzimas B e C em farelo de arroz integral aumentou o CDAAM e CDAHEM.
5. A enzima B aumentou a energia metabolizável de dietas à base de milho e farelo de soja, enquanto as outras enzimas carbohidrases não afetaram a energia.
6. É importante que estudos sejam realizados para avaliar as características de desempenho das aves com a utilização da enzima C em farelo de arroz integral e observar níveis de suplementação enzimática.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOOSADI, M. A.; SCAIFE, J. R.; MURRAY, I.; BEDFORD, M. Effect of supplementation cell wall degradation enzymes on the growth performance of broiler chickens fed diets containing rice bran. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 37, p.42, 1996. Supplement.

ADRIZAL, P. E. P.; SELL, J. L. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 1012-1017, Aug. 1996.

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2002. p. 189.

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALBINO, L. F. T. , SILVA, M. A. Tópicos avançados em exigências nutricionais para frangos de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, CONGRESSO NACIONAL E CONGRESSO ESTADUAL, 14., 1996, Porto Alegre, RS. **Anais....** Porto Alegre: PUCRS-Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, 1996. p.59-64.

ANNISON, G. Enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 105-121, Aug. 1992.

ANNISON, G. The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. **Australian Journal Agricultura Research**, Islamabad, v. 44, n. 3, p. 405-422, 1993.

ANNISON, G.; MOUGHAN, P. J.; THOMAS, D. V. Nutritive activity of soluble rice bran arabinoxylans in broiler diets. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 36, n. 3, p. 479-488, July 1995.

ÁVILA, V. S. de; JAENISCH, F. R. F.; PIENIZ, L. C.; LEDUR, M. C.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e manejo de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, 1992. 43p. Série Documentos, 28.

BARBER, S. Nuevas perspectivas en el aprovechamiento del salvado de arroz. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 11, n. 2, p. 181-186, jun. 1971.

BEDFORD, M. R. The effect of enzymes on digestion. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 5, n. 4, p. 370-378, Sept./Dec. 1996.

BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H. L.; CAMPBELL, G. L. The effect of pelleting, salt and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed rye-based diets. **Poultry Science**, Ithaca, v. 70, n. 7, p. 1571-1577, July 1991.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 52, n. 1, p. 61-68, Mar. 1996.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 52, n. 1, p. 61-68, Mar. 1996.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 255p.

BORGES, F. M. O. de. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, jun. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas, 1961/1990**. Brasília, 1992.

BRENES, A. Influencia de la adición de enzimas sobre el valor nutritivo de las raciones en la alimentación ariar. **Sol. Avic.**, Salamanca, p. 787-794, 1992.

BIBLIOTECA CENTRAL

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba. p.31-42.

→ CHESSON, A. Avances recientes en la nutrición de animales. In recent advances in animal nutrition. **Avicultura Professional**, Athenas, v. 7, n. 3, p. 71-89, 1987.

→ CHOCT, M.; ANNISON, G. The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 67, n. 1, p. 123-132, Jan. 1992.

→ CLASSEN, H. L. Enzimas usadas en el alimento. **Avicultura Professional**, Athenas, v. 10, n. 4, p. 162-168, 1993.

→ CLASSEN, H. L.; GRANHAM, H.; INBORR, J.; BEDFORD, M. R. Growing interest in feed enzymes to lead to new products. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 63, n. 4, p.22-25, Jan. 1991.

→ CLEOPHAS, G. M. L.; Van HARTINGSVELDT, W.; SOMERS, W. A. C.; Van der LUGT, J. P. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **World Poultry**, Doetinchen, v. 52, n. 4, p. 12-15, Nov. 1995.

CONTE, A. J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase.** 2000. 164p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIREDO, A. V.; SOUZA, B. B. Efeito da fitase na disponibilidade de fósforo e no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz integral. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais....** Porto Alegre: Gnosis, 1999. CD-ROM.

→ COON, N.; LESKE, K. L.; AKAVANICHAN, O.; CHENG, T. K. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fibers digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 787-793, May 1990.

COWAN, W. O. Understanding the manufacturing distribution, application, and overall, quality of enzymes in poultry feeds. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, n. 1, p. 93-99, 1993.

DIAS, L. C. G. D.; REYES, F.; CAMARGO, J. L. V.; RODRIGUES, M. A. M. Conteúdo de celulose, hemicelulose e lignina no farelo de arroz fresco. **Revista Nutrição - PUECAMP**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 62-70, jan./jun. 1994.

DOMENE, S. M. A. **Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz: utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento.** 1996. 104 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos de suínos e aves.** 3. ed. Concórdia-SC, 1991. 54p.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockrels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 19, n. 3, p. 303-308, May 1978.

FERKET, P. R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, n. 1, p. 75-81, 1993.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância.** pacote computacional. Lavras: UFLA-DEX, 2000.

FIALHO, F. B. **Disponibilidade de manganês do farelo de arroz para frangos de corte.** 1991. 156 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FRANCESCH, M. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en avicultura. In: **AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**, 12., 1996, Madrid. **Curso de especialización...** Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1996. p.119-131.

✓ FRIESEN, O. D.; GUENTER, W.; ROTTER, B. A.; MARQUARDT, R. R. The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibilities of wheat, barley, oats and rye in the young broiler chick. *Poultry Science*, Champaign, v. 71, n. 10, p. 1710-1721, Oct. 1992.

GRAHAM, H.; INBORR, J. Enzimas para piensos-modo de actuación y aplicación en piensos avícolas termoprocesados. In: SEMINÁRIO AMANDUZ KAHL, 1993, Hannover. *Proceedings...* Hannover, 1993. p.1-8.

↗ GUENTER, M. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredient in growing poultry. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v. 2, p. 82-83, 1993.

HARPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A. *Manual de química fisiológica*. 5. Ed. São Paulo, Atheneu, 1982. 735p.

↗ HESSELMAN, K.; AMAN, P. The effect of beta-glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of low or high viscosity. *Animal Feed Science Technology*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 83-93, July 1986.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 64, n. 4, p. 587-603, Apr. 1958.

JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avicultura e Suinocultura Industrial*, Porto Feliz, v. 82, n. 988, ano 82, p. 4-15, jun. 1992.

KASS, M. L.; VAN SOEST, P. J.; POWD, W. G. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. II. Volatile fatty acid concentrations and disappearance from the gastrointestinal tract. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 50, n. 1, p. 192-197, Jan. 1980.

↗ LESSON, S. A.; YERSIN, L.; VOLKER. Nutritive value of 1992 corn hybrids. *Journal Applied Poultry Research*, Athens, v. 2, n. 3, p. 208-213, 1993.

MARSMAN, G. J.; H. VAN DER POEL, F. A.; KWAKKEL, P. R.; VERSTEGEN, M. W.; VORAGEN, A. G. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 864-872, June 1997.

MATEOS, G. G.; SELL, J. L. Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 9, p. 2114-2119, Sept. 1981.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens**. Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. Research Report, 7.

MOD, R. R.; CONKERTON, E. J.; ORY, R. L.; NORMAND, F. L. Hemicellulose composition of dietary fiber of milled rice and rice bran. **Journal Agricultura Food Chemistry**, Washington, v. 26, n. 5, p. 1031-1035, Sept./Oct. 1978.

MUNARO, F. A. **Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz desengordurado em rações para frangos de corte**. 1993. 174p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal do rio Grande do sul, Porto alegre.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, Ithaca, v. 74, n. 2, p. 336-373, Feb. 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1994. 155p.

PENZ JUNIOR, A. M. Enzimas em rações de aves e suínos. In. : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.; SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, 1., 1998, Botucatu-SP. **Anais....** Botucatu: SBZ, 1998. p.165-178.

PETTERSSON, D.; AMAN, P. Effect of enzyme supplementation of diets based on wheat, rye or triticale on their productive value for broiler chickens. *Animal Feed Science Technology*, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 313-324, July 1988.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; BRYDEN, W. L. Effects of phytase supplementation, individually and in combination with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. *Poultry Science*, Champaign, v. 78, n. 11, p. 1588-1595, Nov. 1999.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. *Tabelas brasileiras para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais)*. Viçosa-MG: UFV, 2000. 141p.

SHIBUTA, N.; NAKANE, R.; YASUI, A.; TANAKA, K.; IWASAKI, T. Comparative studies on cell wall preparations from rice bran, germ, and endosperm. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 62, n. 4, p. 252-258, July/Aug. 1985.

SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science*, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, Jan. 1976.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 983-1048, Dec. 1982.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. *Poultry Science*, Champaign, v. 42, n. 1, p. 13-25, Jan. 1963.

SILVA, D. J. *Análise de Alimentos (Métodos Químicos e Biológicos)*. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. *Word's Poultry Science Journal*, Lelystad, v. 52, p. 204-221, July 1996.

SOTO-SALANOVA, M. F. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1996. p.71-76.

TEICHMANN, H. F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S. E. Efeito da fitase na biodisponibilidade de fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 338-344, maio/abr. 1998.

TEJEDOR, A. A. **Uso de enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte.** 2000. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TORIN, H. R. **Utilização do farelo de arroz industrial: composição e valor nutritivo em dietas recuperativa.** 1991. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Universidade de Campinas, Campinas.

WARREN, B. E.; FARRELL, D. J. The nutritive value of full-fat and deffated rice bran. III. The apparent digestible energy content of deffated rice bran in rats and pigs and the metabolisability of energy and nutrients in deffated and full-fat bran in chickens and adult cockerels. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 27, n. 3, p.245-247, Jan. 1990.

WOLYNETS, M. N.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent na true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. *Poultry Science*, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1386-1399, July 1984.

ZANELLA, I. **Suplementação enzimática em dietas a base de milho e sojas processadas sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte.** 1998. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

ZANELLA, I.; SAKAMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIQUEIRO, PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, v. 78, n. 4, p. 561-568, Apr. 1999.

ZANINI, S. F. Efeitos da adição de enzimas à ração sobre a utilização de nutrientes para frangos de corte. 1997. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.

ANEXO

TABELA

Página

1	Análise de variância da energia metabolizável aparente do farelo de arroz integral (EMA).....	52
2	Análise de variância da energia metabolizável aparente corrigida do farelo de arroz integral (EMAn).....	52
3	Análise de variância da energia metabolizável aparente da dieta-referência (EMA).....	52
4	Análise de variância da energia metabolizável aparente corrigida da dieta-referência (EMAn).....	52
5	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS).....	53
6	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB).....	53
7	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB).....	53
8	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE).....	53
9	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do amido (CDAAM).....	54
10	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose (CDAHEM).....	54
11	Análise de variância do ganho de peso dos 21 dias aos 30 dias.....	54
12	Análise de variância do consumo de ração dos 21 dias aos 30 dias.....	54
13	Análise de variância da conversão alimentar dos 21 dias aos 30 dias.....	54

TABELA 1. Análise de variância da energia metabolizável aparente do farelo de arroz integral (EMA).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	314641.574983	104880.524994	5.532	0.0062
Erro	20	379189.355600	18959.467780		

TABELA 2. Análise de variância da energia metabolizável aparente corrigida do farelo de arroz integral (EMAn).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	146182.432133	48727.477378	3.280	0.0422
Erro	20	297107.402000	14855.370100		

TABELA 3. Análise de variância da energia metabolizável aparente da dieta-referência (EMA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	76304.059617	25434.686539	5.310	0.0074
Erro	20	95805.278567	4790.263928		

TABELA 4. Análise de variância da energia metabolizável aparente corrigida da dieta-referência (EMA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	63338.052933	21112.684311	5.819	0.0050
Erro	20	72560.428400	3628.021420		

TABELA 5. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	169.457833	56.485944	2.271	0.1114
Erro	20	497.356500	24.867825		

TABELA 6. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	1629.545083	543.181694	31.115	0.0000
Erro	20	349.1148700	17.457435		

TABELA 7. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	380.352133	126.784044	21.943	0.0000
Erro	20	115.557800	5.777890		

TABELA 8. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	48.968046	16.322682	3.577	0.0321
Erro	20	91.258717	4.562936		

TABELA 9. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do amido (CDAAM).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	239.187500	79.729167	6.839	0.0023
Erro	20	233.162033	11.658102		

TABELA 10. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da hemicelulose (CDAHem).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	48.283046	16.094349	9.58	0.0004
Erro	20	33.601317	1.680066		

TABELA 11. Análise de variância do ganho de peso dos 21 dias aos 30 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	364.500000	121.500000	0.134	0.9384
Erro	20	18067.33333	903.366667		

TABELA 12. Análise de variância do consumo de ração^A dos 21 dias aos 30 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	1132.405000	377.468333	0.187	0.9042
Erro	20	40399.100000	2019.955000		

TABELA 13. Análise de variância da conversão alimentar dos 21 dias aos 30 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0.002479	0.000826	0.096	0.9616
Erro	20	0.172483	0.008624		