

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INCLUSÃO DE CEVADA, COM OU SEM
ADIÇÃO DE XILANASE, NA RAÇÃO PARA FRANGO DE CORTE**

DAILTON PIVA ROSIN

VILA VELHA
MAIO / 2012

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INCLUSÃO DE CEVADA, COM OU SEM
ADIÇÃO DE XILANASE, NA RAÇÃO PARA FRANGO DE CORTE**

Dissertação apresentada à
Universidade de Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal, para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal.

DAILTON PIVA ROSIN

VILA VELHA
MAIO / 2012

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UUV-ES

R821c Rosin, Dailton Piva.

Composição química e inclusão de cevada, com ou sem
adição de xilanase, na ração para frango de corte / Dailton Piva
Rosin. – 2012.

50 f. : il.

Orientador: Douglas Haese.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade
Vila Velha, 2012.

Inclui bibliografias.

1. Nutrição animal. 2. Cevada - Pesquisa. 3. Frango de
corte - Alimentação e rações. 4. Alimentação animal -
Composição. I. Haese, Douglas. II. Universidade Vila Velha. III.
Título.

CDD 636.5084

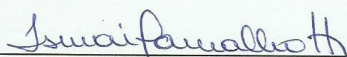
DAILTON PIVA ROSIN

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INCLUSÃO DE CEVADA, COM OU SEM
ADIÇÃO DE XILANASE, NA RAÇÃO PARA FRANGO DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade
de Vila Velha, como pré-requisito do
Programa de Pós-graduação em Ciência
Animal, para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 31 de maio de 2012,

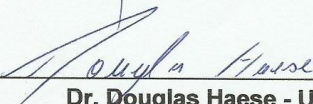
Banca Examinadora:



Dr. Ismail Ramalho Haddade – IFES



Dr. João Luis Kill - UVV



Dr. Douglas Haese - UVV

(Orientador)

“Os que desprezam os pequenos acontecimentos nunca farão grandes descobertas. Pequenos momentos mudam grandes rotas.”

Augusto Jorge Cury

"Eu segurei muitas coisas em minhas mãos e eu as perdi;
mas tudo que eu coloquei nas mãos de Deus eu ainda possuo."

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais essa porta que se abriu na vida, agradeço pelo meu levantar e pela sabedoria proporcionada nos momentos difíceis e de maior cansaço físico e mental.

Aos professores Douglas Haese e João Luiz Kill que me incentivaram a voltar a estudar e fazer esse curso de mestrado, assim como pelo apoio constante nos desafios da profissão e ajuda nos assuntos pertinentes à nutrição animal.

Ao professor Alysson Saraiva que ajudou na montagem do experimento e deu bons conselhos para meus estudos e aprendizado.

Ao professor Ismail Ramalho Haddade por participar da banca examinadora com grande disposição e orientação na correção da tese de mestrado.

Ao secretário do curso de mestrado Edson Rodrigues Pereira Filho, pela disposição no atendimento, apoio e orientação das normas do curso.

A todos os colegas de mestrado e professores, que foram fundamentais para que eu progredisse no curso e superasse diversas dificuldades que encontrei durante o mesmo.

Ao colega de mestrado Rafael Borsoi, que por diversas vezes me ajudou nos estudos e nos trabalhos em grupo, assim como na elaboração da dissertação estando sempre à disposição.

Aos meus pais que sempre me incentivaram a estudar e apoiaram sempre e incondicionalmente.

Agradeço a minha esposa Nazaré, que foi minha maior apoiadora para realização do curso e sempre compreendeu minha ausência por acumular trabalho e estudo, suprimindo todas as necessidades na educação de nossos filhos.

LISTA DAS TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1	Composição química média e valores energéticos do milho, cevada, farelo de soja e óleo de soja.....	19
Tabela 2	Níveis e tipos de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes em alguns grãos.....	24

Capítulo 2

Tabela 1	Composições percentual e calculada das rações experimentais para frango de corte no período de 8 a 21 dias de idade.....	38
Tabela 2	Temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo e umidade em função da idade das aves durante o experimento.....	40
Tabela 3	Composição química da cevada (valores na matéria natural).....	42
Tabela 4	Desempenho de frangos de corte alimentados com cevada e xilanase no período de 8 a 21 dias.....	43
Tabela 5	Resultados zootécnicos dos tratamentos com e sem adição de xilanase.....	45
Tabela 6	Níveis de triglicerídeos e colesterol no sangue de frangos de corte.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CA = conversão alimentar

CR = consumo de ração

CV = coeficiente de variação

EM = energia metabolizável

GP = ganho de peso

g = grama

PNAs = polissacarídeos não amiláceos

FXU = unidade de xilanase

LDL = lipoproteína de baixa densidade

HDL = lipoproteína de alta densidade

Kcal = quilocaloria

Kg = quilograma

Met + Cis = metionina + cistina

NRC = National Research Council

NS = não significativo

P = fósforo

PB = proteína bruta

pH = potencial hidrogeniônico

SAEG = Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas

ITGU = índice de temperatura do globo e umidade

UR = umidade relativa

°C = graus Celsius

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Alimentos alternativos na dieta de frangos de corte.....	14
2.2 Cultivo e uso da cevada.....	16
2.3 Características do grão de cevada.....	17
2.4 Composição química do grão de cevada.....	18
2.5 Cevada na alimentação de aves e suínos.....	21
2.6 Polissacarídeos não amiláceos (PNAs).....	22
2.7 Uso de enzimas exógenas.....	24
2.8 Xilanases de xilanases.....	25
3. REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO II.....	32
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	40
Conclusão.....	47
Referências.....	48

RESUMO

ROSIN, Dailton Piva, M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, maio de 2012. **Composição química e inclusão de cevada, com ou sem adição de xilanase, na ração para frango de corte.** Orientador: Douglas Haese. Co-orientador: João Luis Kill.

A avicultura brasileira tem suas dietas baseadas no milho e na soja, sendo que esses alimentos podem, em determinadas épocas do ano, ter sua oferta reduzida por diversos fatores resultando no aumento de preço. Esse fator reforça o uso de outras matérias-primas ou alimentos alternativos. No entanto, alguns alimentos alternativos têm seu uso limitado devido a fatores antinutricionais, os quais podem piorar os índices zootécnicos. Como fatores antinutricionais podem se citar os polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que estão presentes em maior ou menor proporção nos grãos dos cereais. A adição de enzimas exógenas às dietas visa reduzir o efeito negativo desses fatores antinutricionais, mantendo ou melhorando os resultados zootécnicos através da melhora na digestibilidade da dieta proporcionada pela adição dessas enzimas. Por meio deste experimento, objetivou-se avaliar o uso da cevada e da xilanase na alimentação de frangos de corte, comparando-se os índices zootécnicos e alguns parâmetros sanguíneos dessas dietas com as dietas tradicionais à base de milho e soja. Avaliou-se a inclusão de cevada em rações à base de milho e farelo de soja na dieta de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade com e sem a adição da enzima xilanase. Foram utilizados 560 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial $1 + 3 \times 2$, no qual se fez uma ração controle e a partir desta foram feitas rações experimentais com inclusão de cevada na proporção de 5, 10 e 15% em substituição ao milho, com ou sem a adição da enzima xilanase, sendo todas as rações isonutritivas. No total foram sete tratamentos com oito repetições cada e 10 aves por unidade experimental. Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a inclusão de cevada nas dietas em relação ao consumo de ração e ganho de peso. A inclusão da xilanase nas rações com cevada não melhorou o ganho de peso, o consumo de ração e o desempenho dos animais em relação às rações com cevada e sem enzima. Os parâmetros bioquímicos analisados através do sangue das aves para colesterol total, HDL, LDL e triglicerídeos não sofreram alteração nas dietas com cevada em relação à dieta controle. Para a idade de 8 a 21 dias as dietas com cevada com ou sem xilanase não conseguiram manter os resultados de ganho de peso e consumo de ração em relação à dieta controle.

Palavras-chave: fatores antinutricionais, enzima, dieta, inclusão.

ABSTRACT

Rosin, Dailton Piva, M.Sc., University Vila Velha – ES, May 2012. **Chemical composition and inclusion of barley, with or without addition of xylanase in feed for broiler chickens.** Advisor: Douglas Haese. Co-adviser: João Luis Kill.

The Brazilian poultry industry has their diets based on corn and soy, and these foods can, at certain times of the year, having reduced its offer by several factors resulting in price increase. This factor reinforces the use of other materials or alternative foods. However, some alternative foods have limited use due to anti-nutritional factors, which can worsen the indexes. How antinutritional factors can be mentioned non-starch polysaccharides (PNA's), which are present to a greater or lesser extent on cereal grains. The addition of exogenous enzymes to diets aimed at reducing the negative effect of these anti-nutritional factors, while maintaining or improving zootechnical results by improving the digestibility of the diet provided by the addition of these enzymes. Through this experiment aimed to evaluate the use of barley and xylanase in the feed of broilers, comparing the indexes and some blood parameters of these diets with traditional diets based on corn and soybeans. We evaluated the inclusion of barley in diets based on corn and soybean meal in the diet of broiler chickens during 8-21 days of age with and without the addition of the enzyme xylanase. We used 560 male broiler chicks of the Cobb 500, distributed in a completely randomized design with a factorial $2 \times 3 + 1$, which became a control diet and were made from this experimental diets with inclusion of barley in the ratio of 5, 10 and 15% replacing corn with or without the addition of the enzyme xylanase that all rations isonutrient. A total of seven treatments with eight replicates each of 10 birds per experimental unit. Decreased linearly ($P < 0.05$) with the inclusion of barley in diets in relation to food intake and weight gain. The inclusion of barley in diets with xylanase did not improve weight gain, feed intake and animal performance in relation to barley diets with and without enzyme. Biochemical parameters obtained through the blood of birds for total cholesterol, HDL, LDL and triglycerides did not change with the barley diets compared to the control diet. For the age of 8 to 21 days with barley diets with or without xylanase failed to keep the results of weight gain and feed intake compared to the control diet.

Keywords: antinutritional factors, enzymes, diet, inclusion

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira passou por grande evolução tecnológica nas últimas décadas o que resultou em altos índices de produtividade. Com isso o Brasil passou a ser o maior exportador mundial de carne de frango e o terceiro maior produtor mundial. Houve aumento no volume de produção e um grande salto na eficiência de produção por ave, que pode ser atribuído aos novos conhecimentos adquiridos nas áreas de sanidade, ambiência, genética e nutrição.

Para atingir o máximo de desenvolvimento das aves diversos fatores ambientais devem ser observados. Dessa forma, os progressos nas áreas de genética, manejo, sanidade e nutrição, transformaram a criação de frangos de corte em uma fonte alternativa de consumo de proteína de origem animal (RODRIGUES et al., 2003).

Especificamente no setor da criação de frangos de corte, a nutrição representa aproximadamente 70% do custo total de produção (ZANOTTO; BRUM, 2005). Dessa forma, empresas e produtores independentes buscam constantemente reduzir os custos com alimentação. Para tanto, deve-se buscar constantemente matérias-primas mais baratas e/ou subprodutos da indústria com o objetivo de melhorar as receitas do setor.

Diversos subprodutos agrícolas ou de agroindústrias já são utilizados nas dietas para frangos de corte e outras espécies e podem ainda ter seu uso aumentado conforme novas pesquisas forem realizadas. Esses produtos podem ter características de fontes proteicas ou mesmo energéticas e serem uma ótima opção para formulação de rações de aves e suínos.

Como alimento alternativo temos a cevada e o bagaço de cevada, que são subprodutos conhecidos como resíduos de cervejaria.

A cevada pode ser obtida diretamente do grão de cevada que não foi classificado para fabricação do malte ou da seleção dos grãos de cevada antes de serem direcionados para produção do malte. Dessa forma, esse cereal passa a ser

um alimento alternativo e de baixo custo para ser aproveitado na formulação de rações para aves e suínos e outras espécies.

No Brasil a cevada é cultivada principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com registro de produção nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. Outras regiões como nordeste e sudeste recebem o grão de cevada que é importado de outros países para fabricação do malte nas chamadas “maltarias”. Essas por sua vez geram grande quantidade de resíduo que pode ser prontamente absorvido pelas fábricas e produtores de ração animal.

Também é importante ressaltar que o preço do milho, principal fonte energética das rações, tem se mantido em patamares elevados nos últimos três anos. Esse fato favorece a busca por alimentos alternativos e subprodutos dos mesmos com a finalidade de reduzir o custo da alimentação e melhorar o uso desses ingredientes assim como o próprio milho.

O milho e a soja são considerados produtos nobres na alimentação, sendo que a produção dos mesmos é bastante desfavorável em algumas regiões do país, o que eleva os custos de produção tornando a atividade avícola inviável do ponto de vista econômico, o que gera uma busca constante por matérias-primas alternativas que apresentem viabilidade técnica e econômica para manutenção da atividade (CARVALHO et al., 2008).

Associado ao uso de alimentos alternativos e subprodutos da indústria, normalmente se faz necessário a busca de aditivos que melhorem o desempenho desses alimentos nas rações de aves e suínos. Normalmente esses aditivos melhoradores são enzimas exógenas e outros componentes. Atualmente, existem no mercado diversas enzimas destinadas à nutrição animal as quais atuam sobre diversas matérias primas alternativas como: trigo, centeio, cevada, triticale, arroz. Há também enzimas que atuam sobre alimentos já comumente usados como o milho, soja, e sorgo. A prática do uso das enzimas exógenas nos alimentos destinados a nutrição animal visa reduzir os efeitos negativos dos PNAs (FISCHER et al., 2002).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química da cevada e avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte por meio da inclusão de cevada em substituição parcial ao milho como fonte de energia, proteína e aminoácidos com e sem adição de enzima em rações para frango de corte de entre 8 a 21 dias de idade. Nesse contexto o aproveitamento de subprodutos da agroindústria pode ser incrementado com o objetivo de melhorar a rentabilidade da atividade em regiões onde esses subprodutos são mais disponíveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos alternativos na dieta de frangos de corte

Diversos ingredientes podem substituir o milho de forma integral ou parcial na dieta de aves e suínos. Para o uso desses ingredientes deve levar em conta a oferta, preço, nível de inclusão na dieta e outros pontos que compensem financeiramente o uso desses ingredientes.

O sorgo é um cereal de grande importância nesse contexto, estando em quinto lugar entre os grãos mais produzidos no mundo. Tem como vantagem ser mais resistente à seca que o milho, dessa forma ser cultivado em regiões de baixa pluviosidade (GUALTIERI; RAPACCINI, 1990). Também pode ser cultivado em solos arenosos e clima seco e normalmente apresenta maior rendimento de nutrientes por área do que o milho (SCHEUERMANN, 1998).

O valor nutricional do sorgo na alimentação das aves é conhecido e considerado alto, de 85% a 95% em comparação ao milho, o que torna viável a substituição total do milho (ROSTAGNO et al., 2005). Os grãos do sorgo apresentam mais de 65% de amido e por volta de 10% de PB. Em relação à energia, o milho apresenta maior valor de energia metabolizável (EM) em torno de 3881 kcal/kg e o sorgo baixo tanino apresenta por volta de 3628 kcal/kg (ROSTAGNO et al., 2005).

Ainda comparando o milho ao sorgo em relação ao teor de óleo, o sorgo possui menor teor de óleo que o milho e menor quantidade de metionina e lisina; porém, a quantidade de triptofano é semelhante em ambos os cereais (BUTOLO, 2002).

Frangos de corte alimentados com dietas à base de sorgo baixo tanino e farelo de soja e sorgo alto tanino e farelo de soja em substituição ao milho não apresentaram efeito significativo para os parâmetros desempenho e rendimento de carcaça (GARCIA, et al. 2005). Isso demonstra que o sorgo pode ser usado parcialmente ou totalmente em substituição ao milho na dieta das aves fazendo-se as correções necessárias no tocante à proteína, energia e aminoácidos das dietas.

O milheto também é outro cereal largamente usado em substituição ao milho na dieta das aves. O grão de milheto apresenta teor de proteína bruta (PB) superior e teor de lisina semelhante ao milho, mas com menor valor de energia metabolizável que o milho (ROSTAGNO et al., 2005).

O milheto é uma forrageira originária de zonas quentes, cultivada no verão e de ciclo vegetativo curto, que varia de 60 a 90 dias para cultivares precoces e de 100 a 150 para cultivares tardias (ADEOLA et al., 1994). Filardi et al., (2005) relataram que o milheto contém por volta de 85% da energia do milho. A composição média do milheto indica que seu teor de proteína bruta é de 14,61%, quando comparado com o milho e, portanto, superior a esse. Também apresenta uma quantidade de aminoácidos digestíveis superior, em especial lisina, treonina, e metionina (ROSTAGNO et al., 2005). Mukarami et al., (2009) substituíram o milho pelo milheto em cinco níveis (20, 40, 60, 80 e 100%) e verificaram efeito linear no ganho de peso e consumo de ração no período de 1 a 21 dias e ganho de peso no período de 1 a 41 dias.

O farelo de arroz também é considerado um alimento alternativo de destaque na alimentação de animais, sendo que o mesmo é produzido em grandes quantidades no país. O mesmo é um subproduto do polimento ou beneficiamento do arroz após a remoção da casca. A operação para beneficiamento do arroz com casca para obtenção do arroz branco produz em média 8% de farelo de arroz, com uma variação entre 4% e 12% do peso do grão (DOMENE, 1996). O farelo de arroz fornece principalmente energia na alimentação das aves quando substituído pelo milho. No entanto, seu uso é limitado por conter altas percentagens de fibra e ácido fítico, que prejudicam a digestibilidade de todos os componentes nutritivos da dieta (SCHOULTEN et al., 2003).

2.2 Cultivo e uso da cevada

A cevada (*Hordeum vulgares* sp. *vulgare*) é um cereal muito antigo e cultivado praticamente em todo mundo. Foi um dos primeiros cereais “domesticados” no mundo juntamente com a ervilha e o trigo. Considerado um cereal de inverno, ocupa a quinta posição no mundo em ordem de importância (EMBRAPA TRIGO, 2011) e também é o quinto cereal no mundo entre todas as culturas na produção de matéria seca (FAO, 2007). O Grão é utilizado na fabricação de bebidas (fermentados e destilados), na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos do café (MINELLA, 2007). Primeiramente foi usada como alimento humano, mas evoluiu na alimentação humana principalmente para fabricação do malte cervejeiro.

Atualmente cerca de dois terços da cultura da cevada tem sido usado para fabricação de ração, um terço para maltagem e 2% usados diretamente na alimentação humana. No entanto, ao longo de sua história, manteve-se como importante fonte de alimento para alguns povos como asiáticos e outros do norte da África (NEWMAN & NEWMAN, 2006).

Historicamente, a cevada tem sido importante fonte alimentar em muitas partes do mundo, incluindo Oriente Médio, Norte da África, Europa setentrional e oriental (Irã, Marrocos, Etiópia, Finlândia, Inglaterra, Dinamarca, Rússia e Polônia) e na Ásia (Japão, Índia, Tibete e Coreia) (CHATTERJEE E ABROL, 1977; NEWMAN e NEWMAN, 2006; RYU, 1979).

É considerado o cereal mais adaptado para produção em altitudes e latitudes mais elevadas e regiões desérticas, também pela capacidade de maturação precoce, a cevada se torna a cultura adequada para áreas com uma estação de crescimento curto.

Pelo fato do trigo e arroz proporcionarem um melhor paladar aos alimentos preparados em comparação com a cevada, a mesma teve uma forte redução do seu uso, especialmente nos séculos 19 e 20 (NEWMAN & NEWMAN, 2006).

Diversos outros trabalhos têm sido feitos e publicados com o uso de farelo e farinha de cevada em alimentos como bolachas, macarrão no intuito de aumentar o

uso desse ingrediente na alimentação humana, associado ao fato da redução dos níveis de colesterol e glicemia no sangue.

Dados da Embrapa Trigo indicam que toda cevada plantada no Brasil é para se fazer o malte cervejeiro. No entanto, nem toda safra é aproveitada para essa finalidade. Ou seja, toda cevada que não é classificada para produção do malte, é direcionada para alimentação animal, sendo que grande parte da produção é utilizada para ração em substituição ao milho, pois ambos são similares em termos de energia.

2.3 Características do grão de cevada

O grão de cevada apresenta cor amarelo claro, meio duros e uniformes quando descascados, a casca é fina e de fácil remoção o que melhora o rendimento do grão quando beneficiado. Pode ter sua cor descaracterizada pelo ataque de fungos o que reduz a qualidade do malte, pois grãos de cevada manchados frequentemente desenvolvem sabores e odores indesejáveis quando maltada, têm baixa energia e pobre poder de germinação o que leva a não classificação para produção de malte e normalmente é descartada sendo direcionado para uso em alimentação animal.

O grão de cevada fornece baixo teor de gordura, proteína relativamente bem equilibrada para atender às exigências de aminoácidos, carboidratos principalmente o amido como fonte de energia, minerais e vitaminas, especialmente a vitamina E, e outros antioxidantes, principalmente polifenóis e fibras insolúveis e solúveis. As paredes celulares do endosperma são ricas em b-glucanos que afetam positivamente o colesterol e a glicose.

Pelo fato de conter b-glucanos o grão de cevada proporciona redução do colesterol no sangue (BEHALL et al., 2004; FADEL et al., 1987; NEWMAN et al., 1989) e do índice de glicemia (BRAATEN et al., 1991; CAVALLERO et al., 2002; WOOD et al, 1990) tem sido relatada em numerosas publicações e é amplamente aceito (PINS E KAUR, 2006). Também é importante fonte de tocoferóis e

tocotrienóis, que são conhecidos por reduzir o colesterol LDL no soro devido à ação antioxidantes dessas moléculas.

2.4 Composição química do grão de cevada

Para utilização da cevada na nutrição animal é de grande importância ter a composição química do grão de cevada e seu valor nutricional, assim como níveis adequados de inclusão na dieta de acordo com a espécie animal, fase produtiva, características de clima e região e a melhor maneira de manipular, transportar e armazenar o ingrediente (VIEIRA et al., 2006).

A classificação atual da cevada, de acordo com a Portaria nº 691/96 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, baseia-se no destino de seus grãos para indústria cervejeira, sem levar em consideração a composição química, um dos atributos que mais se destacam na caracterização da qualidade nutricional (MAYER et al., 2007). Pelo fato da indústria cervejeira não ter grande necessidade na composição química da cevada acaba-se por ter grande variação quanto à composição química de grãos de diferentes cultivares de cevadas.

A importância da quantificação da composição química do grão, por exemplo, pode ser dada em relação à fibra alimentar, que é um dos constituintes de maior valor. Pois a fibra exerce, por meio de suas frações solúvel e insolúvel, efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo humano como mudanças das características do bolo alimentar durante a digestão, bem como na diversidade e atividade dos microrganismos intestinais. Da mesma forma, podemos dizer que o teor de fibra e o tipo da fibra também vão impactar na digestibilidade das aves e suínos quando se usa algum tipo de subproduto da cevada ou a própria cevada na alimentação dessas espécies.

Diversos cultivares de cevada foram selecionados ao longo dos anos, sendo que se pode dizer que os mesmos têm diferenças significativas na sua composição química. Os cultivares desenvolvidos no Brasil foram direcionados mais especificamente para fabricação de malte (cevada cervejeira), enquanto em outros países como europeus e asiáticos têm-se variedades desenvolvidas para consumo

humano. Dessa forma é de suma importância a análise química das linhagens e cultivares, para o uso na alimentação de monogástricos, a fim de se fazer formulações corretas, e incluir o uso de aditivos ou enzimas para melhorar o desempenho dos animais quando do uso de cevada ou subprodutos da cevada na dieta.

A composição química e valores energéticos da cevada comparados com o milho, farelo de soja e óleo de soja bruto podem ser verificados na tabela 1. Essa comparação é importante do ponto de vista nutricional para formulação das dietas para animais monogástricos quando se faz o uso da cevada.

Tabela 1 - Composição química média e valores energéticos do milho, cevada, farelo de soja e óleo bruto de soja.

Item	Ingrediente ¹			
	Milho	Cevada	Farelo de Soja	Óleo de soja
Matéria Seca (%)	88,20	88,90	88,80	100,00
Proteína Bruta (%)	8,40	10,70	44,20	-
Energ. Digest. (Kcal/kg)	3460 ²	3149	3348 ²	7439
Fibra Bruta (%)	2,40	6,55	6,30	-
Extrato etéreo (%)	3,60	1,30	1,20	-
Lisina ² (%)	0,25	0,48	2,77	-
Metionina + Cistina ² (%)	0,42	0,53	1,42	-
Triptofano ² (%)	0,05	0,11	0,50	-
Cálcio (%)	0,03	0,05	0,24	-
Fósforo total (%)	0,26	0,43	0,62	-

¹ Dados analisados pelo Laboratório de Nutrição do Centro Nacional de Aves e Suínos.

² Valores referenciados pela Embrapa (1985). Valores
Fonte: Fialho et al. (1992).

Segundo Quinde et al. (2004), o grão de cevada consiste em cerca de 65 a 68% de amido, 10 a 17% de proteína, 4 a 9% em b-glucano, 2 a 3% de lipídios, e 1,5 a 2,5 % de minerais. Fibra dietética total entre de 11 a 34% e fibra dietética solúvel de 3 a 20% segundo Fastnaught (2001).

Os componentes dominantes das fibras da cevada são os b-glucanos e arabinoxilanos localizados principalmente nas paredes celulares do endosperma e da camada aleurona. Esses componentes são denominados polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Dependendo da origem genotípica ou celular da cevada, ambos

os polímeros apresentam variações nas estruturas moleculares. As características moleculares de b-glucanos e arabinoxilanos são determinantes para se determinar sua estrutura física, tal como solubilidade em água, viscosidade, propriedades de gelatinização, assim como das suas funções fisiológicas no trato gastrointestinal.

O conteúdo de b-glucanos na cevada é influenciado por fatores genéticos e ambientais e pela interação de ambos (ANDERSON et al., 1999). Também o conteúdo de b-glucanos aumenta no grão quando a cevada é cultivada em condições de calor e seca (SWANSTON et al., 1997). O nível de B-glucanos na cevada é substancialmente maior que em outros cereais podendo variar de 2,5 até 11,3%, sendo normalmente mais elevado que na aveia (2,2% a 7,8%), centeio (1,2 a 2,5%) e trigo (0,4 a 1,4%) (LAZARIDOU et al., 2007).

O conteúdo de arabinoxilanos na cevada também depende de fatores genéticos e ambientais, mas parece ser menos variável que os b-glucanos. Em comparação com outros grãos, a quantidade de arabinoxilanos na cevada é semelhante ao trigo (5,8%), menor que do centeio (7,6 a 12%), mas maior que a aveia (2,7 a 3,5%), sorgo (1,8%) e arroz (2,6%) (IZYDORCZYK E BILIADERIS, 2007).

A localização dos b-glucanos e arabinoxilanos no grão de cevada e sua interação com outros componentes são importantes para a indústria do ponto de vista tecnológico. Isso porque eles influenciam na obtenção de frações enriquecidas desses PNAs e vão impactar na utilização da cevada tanto na nutrição humana quanto na nutrição animal e na agroindústria (FINCHER & STONE, 1986).

Os b-glucanos e os arabinoxilanos são os constituintes principais da estrutura celular dos tecidos que compõem o grão de cevada. No endosperma do grão de amido da cevada madura, os arabinoxilanos e b-glucanos podem representar até 85% dos polissacarídeos totais que compõem a parede celular. A parede celular do endosperma é formada principalmente por b-glucanos e uma menor quantidade de arabinoxilanos, enquanto a parede celular da aleurona é composta por arabinoxilanos (67 a 71%) e menores quantidades de b-glucanos (26%).

O teor de amilose no grão de cevada normal pode variar de 20 a 30%, podendo ir até 45% em cevadas denominadas como alta amilose. (BHATTY & ROOSNAGEL, 1997). Segundo Weber et al. 2009, alguns cereais como milho, cevada e arroz podem conter acima de 50% de amilose e são denominados alta-amilose. O teor de amilopectina na cevada normal é em torno de 70%. A proporção de amilose e amilopectina presente no grão influencia a digestibilidade do amido, que é inversamente proporcional ao teor de amilose.

2.5 Cevada na alimentação de aves e suínos

O uso da cevada e seus subprodutos em dieta de aves é limitado devido ao alto teor de PNAs, que aumentam a viscosidade intestinal, reduzindo a digestibilidade e absorção e com piora no desempenho zootécnico. A maioria dos efeitos adversos da cevada são atribuídos ao conteúdo de β -glucanos e também aos arabinoxilanos. A fração dos PNAs no cereal impede que as enzimas digestivas tenham acesso a lipídios, amido e proteínas reduzindo a digestão desses nutrientes.

Enquanto em outros países a cevada é plantada para uso tanto na alimentação humana, de animais e na produção de malte cervejeiro, no Brasil o uso de cevada na alimentação de animais é feito quase exclusivamente através de subprodutos da cevada, principalmente àqueles descartados pela indústria cervejeira.

Diversos subprodutos do beneficiamento da cevada para a produção de cerveja são descritos e testados como ingredientes a serem utilizados na nutrição animal. O Bagaço da cevada, também chamado bagaço de malte ou polpa úmida, proveniente do mostro da cerveja contém alto teor de umidade (70 a 75%) é muito utilizado em vacas leiteiras.

Bellaver et al. (1987) trabalharam com grãos de cevada descartados da seleção para produção de malte como substituto do milho em até 100% de inclusão para suínos nas fases de crescimento e terminação. Esses autores observaram que com o aumento da inclusão houve piora da conversão alimentar sendo que o fato

provavelmente se deve a maior percentagem de fibra bruta e menor energia digestível quando comparados com o milho.

Fialho et al. (1992) usaram cevada em dietas para suínos, que foram suplementadas com óleo de soja para fazer a correção da energia digestível, e obtiveram desempenho e qualidade de carcaça semelhantes às dietas à base de milho e soja em até 80% de substituição com cevada.

Segundo Costa et al. (2006), o bagaço da cevada representa 85% do total de subprodutos gerados pela indústria cervejeira e, portanto, o mais importante subproduto proveniente desse processo e com alto potencial de uso como ingrediente para ração animal. Esse bagaço é o descarte da cevada após o processo de produção do malte. O mesmo pode ainda ser processado, obtendo-se a polpa seca de cerveja que obtida após o processo de desidratação da polpa úmida de cervejaria ou bagaço de malte (PEREIRA et al., 1999).

2.6 Polissacarídeos não amiláceos

Os PNAs podem compreender mais de 90% da parede celular das plantas, sendo que os mais abundantes são a pectina, celulose e hemicelulose.

O amido apresenta dois tipos de polissacarídeos que são amilose e amilopectina, sendo um carboidrato de reserva dos vegetais que está presente em grandes quantidades nos grãos de cereais utilizados na dieta de aves e suínos.

No amido as moléculas de glicose estão unidas por ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6, na sacarose por ligações α -1,2 entre a glicose e frutose, na lactose por ligações β -1,4 entre a glicose e galactose e α -1,1 entre a glicose e trealose, sendo que todas essas ligações são rompidas pelas enzimas endógenas das aves (TORRES, 2003).

Os PNAs são compostos de polímeros de açúcares simples (monossacarídeos) que são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal de animais monogástricos em função do tipo de ligações que apresentam entre as

unidades de açúcar. Entre os PNAs temos a os chamados solúveis e os insolúveis, sendo que ambos podem causar interferência na digestão e absorção dos nutrientes. Os principais PNAs solúveis são os arabinoxilanos e β -glucanos, que possuem ligações β -1,4 e β -1,3.

Os PNAs insolúveis são as celuloses, ligninas e algumas hemiceluloses. Os solúveis são compostos por substâncias pépticas e principalmente pela hemicelulose (arabinoxilanos, D-xilanos, β -glucanos, D-mananos, xiloglucanos e outros). Esses por sua vez, continuam sendo foco de discussão na nutrição de monogástricos devido ao fato das suas propriedades antinutritivas, principalmente nas aves (CHOCT et al., 1990). Essas propriedades antinutritivas ou efeitos negativos dos PNAs incluem alteração do trânsito intestinal, modificação na estrutura da mucosa intestinal e mudança na regulação hormonal (MOURINHO, 2006). Entretanto, segundo Choct (1997), os maiores problemas estão associados à viscosidade que os PNAs causam na digesta e sua interação com a microbiota intestinal. Rosa & Utt Patel (2007) citam que os PNAs solúveis são capazes de se ligarem a grande quantidade de água, aumentando a viscosidade do fluído intestinal, o que interfere na difusão das enzimas digestivas e suas interações assim como na difusão e absorção de nutrientes pela mucosa intestinal. Segundo Mourinho (2006), os PNAs atuam como barreiras físicas na mucosa intestinal por interagirem com o glicocálix da borda da escova intestinal, tornando mais espessa a camada de água na mucosa e aumentando por consequência a viscosidade da dieta. Ainda citado por Mourinho (2006), elevados níveis de PNAs insolúveis na dieta reduzem o tempo de permanência da digesta no lúmen intestinal diminuindo a digestibilidade, sendo a celulose o principal nutriente. Apesar dos PNAs insolúveis aumentarem o volume de fibra total na dieta, eles apresentam pouco efeito sobre a utilização dos nutrientes em animais monogástricos.

Os grãos de cereais utilizados na alimentação de aves são classificados em dois grupos, cereais não viscosos que são o milho, sorgo, arroz e milheto e os cereais viscosos como aveia, cevada, centeio, trigo, e triticale (WYATT et al., 2004 e CHOCT, 2006).

O efeito do aumento da viscosidade da digesta devido às frações solúveis de arabinoxilanos e β -glucanos dos grãos tem maior efeito nas aves do que em outras espécies de monogástricos (PALENZUELA et al., 1998). Dessa forma o aumento da viscosidade do bolo alimentar, além de comprometer a digestibilidade, também gera problemas de manejo, principalmente aumentando a umidade da cama nos aviários (Revista Eletrônica Nutritime, 2008).

Na tabela 2 é tem-se a composição de PNAs solúveis e insolúveis de alguns grãos e pode-se observar que a cevada tem o maior teor de PNAs solúveis desses grãos.

Tabela 2 - Níveis e tipos de PNAs presentes em alguns grãos

Alimento	PNA	Total	Celulose	Arabinoxilanos	b-glucanos	Arabinose	Xilose	Manose
Trigo	Solúvel	2,4	-	1,8	0,4	-	-	traço
	Insolúvel	9,0	2,0	6,3	0,4	-	-	traço
	Total	11,4	-	-	-	-	-	-
Cevada	Solúvel	4,5	-	0,8	3,6	-	-	traço
	Insolúvel	12,2	3,9	7,1	0,7	-	-	0,2
	Total	16,7	-	-	-	-	-	-
Milho	Solúvel	0,1	-	0,1	traço	-	-	-
	Insolúvel	8,0	2,0	5,1	-	-	-	0,2
	Total	8,1	-	-	-	-	-	-
Soja	Solúvel	2,7	-	-	-	0,5	0,1	0,2
	Insolúvel	16,5	4,4	-	-	2,4	1,7	0,7
	Total	19,2	-	-	-	-	-	-

Fonte: Tavernari et al. (2008).

2.7 Uso de enzimas exógenas

As enzimas são proteínas globulares que agem como catalisadores biológicos das reações químicas em todo processo metabólico do organismo animal, sendo que a atividade das mesmas é influenciada por fatores como: pH, grau de hidratação, comprimento do trato gastrointestinal, temperatura corporal, concentração da enzima e tipo de ingrediente na dieta (ACAMOVIC & MCCLEARY, 1996). No trato digestivo as enzimas são ativadas quando em presença dos fluídos digestivos sob as condições de temperatura do organismo (ROTTER, 1990).

A forma de atuação das enzimas é através da ruptura das paredes celulares das fibras permitindo a redução da viscosidade da dieta a nível intestinal, tornando os nutrientes mais disponíveis para absorção no lúmen intestinal.

As enzimas são utilizadas na alimentação animal com a finalidade de complementar as enzimas endógenas que são produzidas pelo animal em quantidades insuficientes, assim como fornecer enzimas que os mesmos não conseguem produzir ou produzem em quantidades muito pequenas para serem efetivas sobre alguns alimentos alternativos e de baixa digestibilidade. Essa prática visa a redução dos efeitos negativos dos PNAs.

Atualmente existem empresas que produzem enzimas em escala industrial por meio de culturas aeróbicas que são derivadas de processos fermentativos de fungos, bactéria e leveduras (BORGES, 1997).

É possível fazer uma primeira separação entre os produtos enzimáticos presentes no mercado entre os que têm atividade múltipla e os de atividade única. As enzimas que resultam de múltipla atividade são resultantes de fermentações que produzem mais de uma atividade enzimática, mesmo que uma predomine. Enquanto os produtos resultantes de atividade enzimática única, também chamados monocomponentes, têm um único organismo produtor e normalmente têm apenas uma atividade enzimática, ou seja, atuam sobre um substrato específico. Também é usado a mistura de enzimas monocomponentes formando um produto final com várias atividades enzimáticas.

2.8 Uso da xilanase

As xilanase podem ser encontradas na forma de enzima monocomponente ou complexos enzimáticos no mercado. As mesmas atuam principalmente sobre a fração arabinoxilano dos PNAs. A xilanase é considerada uma carboidrase e espera-se que melhore a energia metabolizável de alimentos que contenham pentosanas como arabinoxilanos.

Essas carboidrases atuam hidrolisando as ligações químicas desses polissacarídeos, aumentando a energia disponível, reduzindo a viscosidade da dieta e melhorando a disponibilidade dos nutrientes e sua absorção pelo trato gastrointestinal. Normalmente as enzimas carboidrases são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*. Na Europa, onde o uso de alimentos como cevada, aveia, trigo, tritcale, centeio são comuns, diversas pesquisas foram realizadas comprovando o efeito dessas enzimas (GIACOMETTI et al., 2003).

3. REFERÊNCIAS

- ACOMOVIC, T.; MC CLEARY, B.V. Optimising the response. **Feed Mix**, v.4, n.4, p.14-19, 1996.
- ADEOLA, O.; ROGLER, J.C.; SULLIVAN, T.W. Pearl millet in diets of white Pekin ducks. **Poultry Science**, v.73, p.425-435, 1994.
- ANDERSSON, A. A. M.; ELFVERSON, C.; ANDERSSON, R.; REGNER, S.; ÅMAN, P. Chemical and physical characteristics of different barley samples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 79(7), 979-986, 1990.
- BEHALL, K.M.; SCHOLFIELD, D.J.; HALLFRISCH, J. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. **American Journal of Clinical Nutrition** 80, 1185-1193, 2004.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; LEH, G. Cevada, refugo de maltaria, como substituto do milho para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.11/12, p.1257-1263, Viçosa, MG, 1987.
- BHATTY, R.S.; ROSSNAGEL, B.G. Zero amylose lines of hull-less barley. **Cereal Chemistry** 74, 190-191, 1997.
- BORGES, F. M. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária UFMG**, n.20, p.5-30, 1997.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA, 2002. 430 p.
- CAIRES, C.M., FAGUNDES. N.S., FERNANDES. E.A., CARVALHO. A.P. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, nº 1, p.491-497, 2008.
- CAVALLERO, A.; EMPILLI, S.; BRIGHENTI, F.; STANCO, A.M. High (1/3, 1/4)- β glucan barley fractions in bread making and their effects on human glucemic response. **Journal of Cereal Science** 36, 59–66, 2002.
- CHATTERJEE, S.R.; ABROL, Y.P. Protein quality evaluation of popped barley grains (Sattu). **Journal of Food Science and Technology** 14, 247–250, 1997.
- CHOCT, M.; AND G. ANNISON. Anti-nutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. Br. **Poultry Science**. 31:811–821, 1990.

CHOCT, M. 1997. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutrition significance. *Feed Milling International*. June Issue: 13-26

CHOCT, M. 2006. Enzymes for de feed industry: past, present and future. *World's Poultry. Sci. J.*62: 5-15.

COSTA, A. D.; MATTOS, E. S.; VIEIRA, A. A.; MATTOS, M. A.; FERREIRA, R. A. D.; SARINHO, V. C.; RAMALHO, H. F. composição química e energia digestível do bagaço de malte em suínos machos nas fase de crescimento e terminação. **Anais da Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**, Seropédica, RJ, 2006.

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 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

Embrapa Trigo. A cevada no mundo – **Documentos on-line**, Passo Fundo - RS 2012.

FADEL, J.G.; NEWMAN, R.K.; NEWMAN, C.W.; BARNES, A.E. Hypcholesterolemic effects of b-glucans in different barley diets fed to broiler chicks. **Nutrition Reports International** 35, 1049–1058, 1987.

FAO. (2001). Food balance sheet-excluding beer. FAOSTAT database [2003, 1.7.03].

FASTNAUGHT, C.E.; BARLEY FIBRE. IN: CHO, S., DREHER, M. (Eds.), *Handbook of Dietary Fibre*. **Marcel Dekker**, New York, pp. 519–542, 2001.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; FERREIRA, A. S.; GOMES, P. C. Utilização de Cevada em Rações Suplementadas com óleo de soja para Suínos em Crescimento e Terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** - PAB, Brasília -DF, v. 27, n. 10, p. 1467-1475, 1992.

FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; CASARTELLI, E.M.; LAURENTIZ, A.C.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V. Pearl millet utilization in commercial laying hen diets formulated on a total or digestible amino acid basis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.2, p.99-105, 2005.

FINCHER, G.B.; STONE, B.A. Cell walls and their components in cereal grain technology. In: Pomeranz, Y. (Ed.), *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. 8. **American Association of Cereal Chemists**, St. Paul, MN, pp. 207–295, 1986.

FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F., BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem a adição de enzimas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.1, p.402-410, 200(suplemento).

GARCÍA, M.; LÁZARO, R.; LATORRE, M. A.; GRACIA M. I.; and MATEOS G. G. Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers. **Poultry Science** 87, p.940-948, 2008.

GIACOMETTI, R. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. de; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; SANTOS, A. V. do. Valores energéticos do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**. V.27, n.3, p.703-707, 2003.

GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poult. Sci. J.**, v.46, p.246-254, 1990.

IZYDORCZYK, M.S.; BILIADERIS, C.G. Arabinoxylans: Technologically and nutritionally functional plant polysaccharides. In C. G. Biliaderis & M. S. Izydorczyk (Eds.), **Functional food carbohydrates** (pp. 249–290). Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007.

LAZARIDOU, A.; BILIADERIS, C.G. Molecular aspects of cereal b-glucan functionality: physical properties, technological applications and physiological effects. **Journal of Cereal Science** 46, 101–118, 2007.

MAYER, E. T.; FUKU, GITANE.; NORBERG, J. L.; MINELLA, E. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**. v.42, n.11, p.1653-1640, nov. 2007.

MINELLA, E. **Cevada brasileira: situação e perspectivas**. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co23.htm. Acesso em: 01 mar. 2012.

LOURINHO, F. L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem a adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006, 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2006.

MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G.; MASSUDA, E.M.; ALVES, F.V.; GUERRA, R.L.H.; GARCIA, A.F.Q.M. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.31, p.31-37, 2009.

NEWMAN, C.W.; NEWMAN, R.K. A brief history of barley foods. **Cereal Foods World** 51, 4–7, 2006.

NEWMAN, R.K.; LEWIS, S.E.; NEWMAN, C.W.; BOIK, R.J.; RAMAGE, R.T. Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. **Nutrition Reports International** 39, 749–760, 1989.

PALENZUELA, P. R.; GARCIA, J.; BLAS, C. Fibra soluble y su implicación em nutrición animal: enzimas y probióticos. In: **Avances em Nutrición y Alimentación Animal**. Barcelona: FEDNA, 1998. p. 227- 240.

PEREIRA, J. C.; GONZÁLES, J.; OLIVEIRA, R. L.; QUEIROZ, A. C. Cinética de degradação do ruminal do bagaço de cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1125-1132, Viçosa, MG, 1999.

PINS, J.J.; KAUR, H. A review of the effects of barley b-glucan on cardiovascular and diabetic risk. **Cereal Foods World** 51, 8–11, 2006. **Poultry Science**. J. 62:5-15, 2006.

QUINDE, Z.; ULLRICH, S.E.; BAIK, B. K. Genotypic variation in colour and discolouration potential of barley-based food products. **Cereal Chemistry** 81, 752–758, 2004.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; TOLEDO, R.S. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.171-182, 2003.

ROSA, A. P.; UTTPATEL, R. Enzimas em uma nutrição diferenciada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, RS, 2007.

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

ROTTER, B. A. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. **Poultry Science**, v.69, n.7, p.1174-1181, 1990.

RYU, S. Grain quality of barley for human diet, in: Proceedings of Joint Barley Utilization Seminar. **Korean Science and Engineering Foundation**, Suweon, Korea, pp. 94–108, 1979.

SCHEUERMANN, N. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte.** Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. 3 p. (Instrução Técnica).

SOUZA, A.V.C. **Valor nutricional de grãos atacados por insetos ou contaminados por micotoxinas para frango de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 160p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SWANSTON, J.S. Effects on barley grain size, texture and modification during malting associated with three genes on chromosome 1. **Journal of Cereal Science** 22, 157–161, 1995.

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

VIEIRA, A. A.; BRAZ, J. M.; COSTA, A.D.; AGOSTINHO, T. S. P.; SANTOS, T. N. MATTOS, E. S. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo bagaço de cevada. **Anais do Zootec**, Recife, PE, 2006.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, p.748-753, 2009.

WYATT, C. L.; ARABA, M.; BEDFORD, M. Current advances in feed enzymes for corn-soya based poultry and swine diets: emphasis on cell wall and phytate. IN: **65 Th Minnesota Nutrition Conference**. September, 2004.

WOOD, P.J.; BRAATEN, J.T.; SCOTT, F.W.; RIEDEL, D.; POSTE, L.M. Comparisons of viscous properties of oat and guar gum and the effects of these and oat bran on glycemic index. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 38, 753–757, 1990.

ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R. D. **Adequando a Moagem do Milho as Rações.** Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA-Embrapa, 2005. Online. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/ids=Sq4r54z6x&ano=2005>>. Acesso em: 18 mar. 2010.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E INCLUSÃO DE CEVADA, COM OU SEM ADIÇÃO DE XILANASE, NA RAÇÃO PARA FRANGO DE CORTE

Resumo

Composição química e inclusão de cevada, com ou sem adição de xilanase, na ração para frango de corte.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a inclusão da cevada associada ou não da xilanase na dieta de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. Os tratamentos foram feitos a partir de uma ração controle à base de milho e soja e outras três rações com inclusões de cevada na proporção de 5, 10 e 15% em substituição ao milho com e sem a adição da xilanase na dose de 200 gramas por tonelada de ração, sendo todas as rações isonutritivas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial $1 + 3 \times 2$ num total de sete tratamentos com oito repetições e 10 aves por unidade experimental. Ao término dos 21 dias foi coletado sangue das aves para dosagem de colesterol total, HDL, LDL e triglicerídeos. Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a inclusão da cevada nas dietas sobre o peso final, ganho de peso e consumo de ração. Não houve efeito da interação ($P > 0,05$) entre os níveis de inclusão da cevada e da enzima sobre o desempenho dos animais. Os valores de triglicerídeos e colesterol não foram influenciados pelos níveis de cevada com ou sem a adição da xilanase em comparação com a dieta controle. A inclusão de cevada em dietas para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade associada ou não a xilanase não conseguiu manter o resultado do grupo controle.

Palavras-chave: fatores antinutricionais, xilanase, isonutritivas, inclusão

ABSTRACT**Chemical composition and inclusion of barley, with or without addition of xylanase in feed for broiler chickens**

The experiment was conducted to evaluate the inclusion of barley with or without xylanase in broiler diet during 8-21 days of age. Treatments were made from a control diet based on corn and soybeans and other three diets with inclusions of barley ratio of 5, 10 and 15% replacing corn with and without the addition of xylanase at a dose of 200 grams per ton of feed, and all rations isonutrient. The experimental design was completely randomized factorial design with $1 + 3 \times 2$ for a total of seven treatments with eight replicates of 10 birds per experimental unit. At the end of 21 days, blood was collected from birds to measure total cholesterol, HDL, LDL and triglycerides. Observed linear effect ($P < 0.05$) with the inclusion of barley in diets for final weight, weight gain and feed intake. There was no interaction effect ($P > 0.05$) between the levels of inclusion of barley and enzyme on the performance of the animals. The amounts of triglycerides and cholesterol levels were not influenced by barley with or without the addition of xylanase compared to the control diet. The inclusion of barley in diets for broilers in the period 8-21 days of age with or without xylanase could not keep the result of the control group.

Keywords: antinutritional factors, xylanase, isonutrient, inclusion

Introdução

O crescimento da avicultura de corte brasileira nos últimos deve-se a interação entre o melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo. Associado a esses fatores um grande número de pesquisas foram realizadas permitindo o emprego de novas técnicas de criação. No entanto, os custos com nutrição chegam a representar aproximadamente 70% do custo total de criação (ZANOTTO; BRUM, 2005). Dessa forma a busca de alimentos alternativos que possam melhorar o resultado financeiro da atividade deve ser uma constante do setor.

No Brasil a base das dietas para avicultura são à base de milho e soja, que são alimentos ricos em energia e proteína, sendo considerados alimentos nobres dentro da cadeia alimentar pelo fato do seu largo uso na alimentação humana.

O Brasil, além de grande produtor de milho e soja, também produz outros diversos cereais que são usados em menor quantidade na nutrição de aves e suínos assim como indústria de alimentos para o homem. Esses produtos geram muitos subprodutos e/ou resíduos que podem ser aproveitados na nutrição animal. Entretanto, muitos desses alimentos têm restrições ao seu uso por conterem substâncias que são considerados fatores antinutricionais, que impedem a utilização dos mesmos em quantidades que os viabilizem economicamente (SOTO-SALANOVA, 1996).

Entre os fatores antinutricionais podemos citar os polissacarídeos não (PNAs), que são os principais constituintes da parede celular dos cereais. Os animais monogástricos têm dificuldade no aproveitamento de alimentos com altos teores de PNAs, pois não possuem enzimas capazes para quebrar os mesmos, ou possuem em pequenas quantidades que não são suficientes para o melhor aproveitamento desses nutrientes. Associado a esse fato, os PNAs solúveis comprovadamente aumentam a viscosidade da digesta pela sua alta capacidade de absorção de água, dificultando a ação de enzimas endógenas e a absorção de nutrientes pelas células da mucosa intestinal (CHOCT et al., 1990).

O uso das enzimas carboidrases tem a função de atuar sobre os PNAs hidrolisando as ligações químicas e disponibilizando esses nutrientes para absorção,

reduzindo assim os efeitos antinutricionais que os mesmos provocam. Também ingredientes convencionais como o farelo de soja podem sofrer a ação dessas enzimas e com isso melhorar o seu aproveitamento pelas aves, pois o mesmo possui em torno de 29,02% de PNAs totais (MALATHI & DEVEGOWDA, 2001).

A cevada no Brasil é usada quase exclusivamente para fabricação do malte que é destinado às cervejarias. Dessa forma, a mesma gera dois tipos de resíduos, sendo o primeiro a cevada quebrada, produto obtido da pré-limpeza do grão que gira em torno de 2 a 3%, e o maior volume é o resíduo de cervejaria que é um produto com alta umidade e grande volume, sendo usado na alimentação de ruminantes em maior quantidade e em menor quantidade em suínos.

São poucos os trabalhos encontrados no Brasil com a cevada, resíduo da pré-limpeza da cevada, e a sua interação com a enzima xilanase em dieta para frangos de corte. Dentro desse contexto, objetivou-se avaliar níveis de inclusão de cevada como subproduto da pré-limpeza da cevada destinada as maltarias, na dieta de frangos de corte com e sem o uso da uma enzima xilanase.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na granja experimental do Centro de Tecnologia Animal - CTA, localizada no distrito de Paraju – Domingos Martins – ES.

Foram utilizados 560 pintos de corte machos da marca comercial Cobb 500, vacinados contra as doenças de Marek e Bouda Aviária. As aves foram alojadas no período de 6 a 27 de dezembro de 2011. Durante o período inicial, de 1 a 8 dias de idade, as aves foram criadas em galpão convencional e manejadas conforme o manual de criação da linhagem (Cobb-Vantress, 2008). Nesta fase as aves receberam ração com 2.960 kcal de EM/kg e 1,32% de lisina digestível, formulada para satisfazer suas exigências nutricionais, conforme preconizado por Rostagno et al. (2011).

Completados oito dias de idade, as aves foram pesadas e distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial $1 + 3 \times 2$, sendo uma dieta controle positivo à base de milho e soja e três dietas com inclusão de cevada nas proporções de 5, 10 e 15% em substituição ao milho, com e sem a inclusão da enzima xilanase, com oito repetições e 10 aves por unidade experimental. Utilizou-se a dose de 200 g/t da enzima xilanase (endo-1,4-beta-xilanase) com 1.000 FXU/g.

As aves foram alojadas em boxes (2 m x 0,8 m) com piso coberto por cama de maravalha (10 cm de altura), dotados de comedouros pendulares e bebedouros tipo *nipple*. Até o 14º dia de idade, o controle da temperatura, dentro dos boxes, foi feito por meio de campânula elétrica, mantendo a temperatura dentro da faixa de conforto térmico das aves, conforme recomendação do manual da linhagem. Do 15º dia até o final do período experimental, a climatização do galpão experimental foi realizada de manejo de cortina. Durante todo o período experimental ração e água foram fornecidas à vontade as aves e o manejo geral da criação foi o comumente utilizado em granjas comerciais.

As condições ambientais no interior do galpão foram registradas diariamente as 7:00 horas por meio de termômetros de máxima e mínima e por meio de termômetros bulbo seco, bulbo úmido e globo negro as 7, 12 e 17 horas, mantidos em um box vazio no centro do galpão, a meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), de acordo com a caracterização do ambiente térmico ao qual os animais foram criados. (BUFFINGTON et al., 1981)

A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40 watts, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as unidades experimentais. O programa de luz durante todo período experimental foi de 23 horas de luz (natural + artificial) /dia, com o objetivo de estimular o consumo de ração.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas seguindo os níveis nutricionais sugeridos por Rostagno et al. (2011) para atender às exigências

nutricionais de frangos de corte macho no período de 8 a 21 dias de idade. Foram considerados os valores de composição química e de energia metabolizável da cevada propostos nas tabelas de composição e valor nutritivo de alimentos (FEDNA, 2003). Para os demais ingredientes foram considerados os valores propostos por Rostagno et al. (2011). Todas as dietas foram isocalóricas e isonutritivas.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para frango de corte no período de 8 a 21 dias de idade

Ingrediente	Nível de inclusão de cevada			
	0%	5%	10%	15%
Milho	53,639	48,084	42,479	37,000
Cevada	0,000	5,000	10,000	15,000
Farelo de soja	38,600	38,500	38,400	38,175
Óleo de soja	3,900	4,600	5,300	6,000
Fosfato bicálcico	1,550	1,500	1,500	1,500
Calcário calcítico	1,050	1,050	1,050	1,050
Sal comum	0,482	0,484	0,486	0,487
DL-Metionina 99%	0,287	0,288	0,289	0,290
L-Lisina HCl 78%	0,159	0,157	0,155	0,153
L-Treonina 98%	0,041	0,045	0,049	0,053
Cloreto Colina 60%	0,080	0,080	0,080	0,080
Melhorador de desempenho ¹	0,010	0,010	0,010	0,010
Coccidiostático ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050,00	3.050,00	3.050,00	3.050,00
Proteína bruta %	22,05	22,05	22,05	22,05
Metionina digestível %	0,58	0,58	0,58	0,58
Metionina + cistina digestíveis %	0,88	0,88	0,88	0,88
Lisina digestível %	1,22	1,22	1,22	1,22
Treonina digestível %	0,79	0,79	0,79	0,79
Triptofano digestível %	0,25	0,25	0,25	0,25
Cálcio %	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível %	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio %	0,21	0,21	0,21	0,21

¹Avilamicina 10%; ²Nicarbazina 25%

Suplemento vitamínico (nutrientes por kg de produto): Vitamina A 9.000.000 U.I., Vitamina D3 2.500.000 U.I., Vitamina E 20.000 mg, Vitamina K3 2.500 mg, Vitamina B1 1.500 mg, Vitamina B2 6.000 mg, Vitamina B6

3.000 mg, Vitamina B12 12 mg, Ácido fólico 800 mg, Niacina 25.000 mg, Ácido pantotênico 12.000 mg, Selênio 250 mg, Biotina 60 mg;

Suplemento mineral (nutrientes por kg de produto): Cobre 20.000 mg, Ferro 100.000 mg, Iodo 2.000 mg, Manganês 160.000 mg, Zinco 100.000 mg, Cobalto 2.000 mg;

Em todas as rações foram verificadas as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina digestível a fim de assegurar que nenhum aminoácido fique limitante. Na avaliação das relações aminoacídicas foram utilizadas aquelas preconizadas por Rostagno et al. (2011) na proteína ideal.

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). As sobras de ração foram pesadas no final do período experimental.

Foram avaliados níveis de triglicerídeo e colesterol séricos. Para isso, foi coletado sangue de dois animais por repetição através da punção da veia braquial no final do período experimental. O sangue disposto em tubo identificado foi centrifugado a 6.000 rpm por 10 minutos, para obtenção do soro. As análises de triglicerídeos, colesterol total e HDL foram realizadas por métodos enzimáticos colorimétricos, utilizando *Kits* comerciais (Katal biotecnológica). As frações do colesterol LDL e VLDL foram obtidos através da equação de Friedewald et al. (1972), em que:

$$\text{Colesterol VLDL} = [\text{triglicerídeos}] \div 5;$$

$$\text{Colesterol LDL} = \text{Colesterol total} - (\text{colesterol HDL} + \text{colesterol VLDL}).$$

A composição química da cevada foi determinada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e a composição aminoacídica obtida por meio de HPLC.

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000). O efeito da interação (níveis de

cevada x enzima) foi considerado significativo ao nível de 5% de probabilidade. Em caso de interação não significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t (5%)

Resultados e Discussão

Durante o período experimental, as médias de temperatura mínima e máxima foram de $21,50 \pm 1,0$ e $29,60 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e a umidade relativa de $81,30 \pm 4,3\%$. O valor calculado do ITGU foi de $74,2 \pm 2,0$ (Tabela 2). Considerando que Cobb-Vantress (2008) preconizam a faixa de temperatura do ar entre 23 e 30°C e umidade relativa de 70 a 86% como ambiente ótimo para criação de frangos de corte dos 8 aos 21 dias de idade, e que Teixeira (1983) caracterizam o ambiente com ITUG variando de 78,6 a 81,6 para a primeira e segunda semana de vida das aves e entre 65 a 77 para a terceira semana, pode-se inferir que os animais foram submetidos a períodos de estresse térmico (Tabela 2).

Tabela 2 - Temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo e umidade em função da idade das aves durante o experimento

Idade (dias)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		UR (%)	ITGU
	Mínima	Máxima		
8	22,00	29,00	71,10	78,04
9	20,00	30,00	83,60	73,07
10	22,00	30,00	84,00	74,87
11	23,00	27,00	84,00	74,80
12	22,00	29,00	84,00	74,58
13	22,00	29,00	84,00	74,80
14	22,00	28,00	76,90	75,66
15	21,50	29,00	83,60	73,58
16	21,50	32,00	83,60	73,22
17	22,00	29,00	76,40	73,58
18	22,00	30,00	77,40	77,39
19	21,00	29,00	82,80	70,98
20	19,00	32,00	83,30	71,92
21	20,50	31,00	83,60	72,50
Médias	$21,50 \pm 1,0$	$29,60 \pm 1,4$	$81,3 \pm 4,10$	$74,2 \pm 2,0$

ITU - Índice de temperatura e umidade; ITGU – Índice de temperatura do globo e umidade;
UR - Umidade relativa do ar.

Os teores de aminoácidos analisados na cevada (Tabela 3) foram superiores aos obtidos por FEDNA (2003), exceto metionina, cistina, valina, histidina, asparagina, glicina e prolina. Com relação à composição química descrita pela EMBRAPA (1985), também, pode-se observar que o nível de lisina obtido no presente estudo foi superior (0,60 x 0,48%). Por outro lado, o valor de metionina + cistina em relação ao valor da cevada descrito pela EMBRAPA (1985) foi inferior (0,26 x 0,53%).

Os valores de matéria seca (87,03%), proteína bruta (11,64%), fibra bruta (9,53%), cinzas (4,49%), cálcio (0,10%) e fósforo total (0,26%), fibra em detergente neutro (28,18%) e fibra em detergente ácido (12,10%) da cevada foram superiores aos encontrados nas tabelas de composição e valor nutritivo de alimentos (FEDNA, 2003), exceto fósforo. De forma semelhante, os valores de composição química descritos pela EMBRAPA (1985) para proteína bruta (10,70%), fibra bruta (6,55%) e cálcio (0,05%) foram menores que os obtidos no presente estudo, sendo o fósforo superior (0,42%).

Tabela 3 - Composição química da cevada (valores na matéria natural)

Item	Cevada, %
Matéria seca	87,03
Proteína bruta	11,64
Alanina	0,68
Arginina	0,66
Ácido aspártico	1,02
Glicina	0,56
Isoleucina	0,44
Leucina	0,76
Ácido glutâmico	1,54
Lisina	0,60
Cistina	0,15
Metionina	0,11
Fenilalanina	0,51
Tirosina	0,36
Treonina	0,47
Prolina	0,90
Valina	0,71
Histidina	0,21
Serina	0,46
Fibra detergente ácido	12,10
Fibra detergente neutro	28,18
Fibra bruta	9,53
Cinza	4,49
Cálcio	0,10
Fósforo	0,26

Holtekjolen et al. (2006) avaliando 39 variedades de cevada, de diferentes origens e áreas de crescimento, encontraram valores de proteína bruta entre 8,2 e 18,5%. Da mesma forma, a quantidade de PNAs variou de 22,6 a 41,1%. Essa variabilidade, também, pode ser observada no trabalho de Baik & Ullrich (2008), no qual a proteína variou de 10 a 17%, lipídios entre 2 e 3% e minerais de 1,5 a 2,5%. Mayer et al. (2007), conduziram um estudo para determinar a composição de nutrientes de grãos de diferentes cultivares de cevada, na forma integral e descascada, e encontram valores de proteína bruta de 13,01 e 12,21% , respectivamente.

No Brasil, não existem muitos trabalhos com a avaliação nutricional da cevada, tanto em ensaios de desempenho como de digestibilidade para frangos de corte. Além disso, esse ingrediente possui uma variabilidade nutricional muito grande, dificultando a comparação entre os trabalhos.

Ovenell-Roy (1998) descrevem a cevada com um alimento extremamente variável, podendo ser afetado pelo local de plantio, condições de crescimento, ano de produção, época de plantio e características genéticas do cultivar.

A avaliação do desempenho dos frangos de corte demonstrou que não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão da cevada e a enzima (Tabela 4).

Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte alimentados com cevada e enzima no período de 8 a 21 dias

Item	Nível de cevada, %				CV, %
	0	5	10	15	
Peso inicial, (g)	203,2	202,9	202,5	203,0	0,74
Peso final, (g) ¹	899,8	871,1	855,8	849,1	3,13
Ganho de peso, (g/dia) ¹	693,7	668,3	653,2	646,1	4,10
Consumo de ração, (g/dia) ¹	1084	1050	1030	1040	3,80
Conversão alimentar, (g/g)	1,56	1,57	1,58	1,61	4,25

¹Efeito linear; NS = não significativo; CV = coeficiente de variação

Observou-se efeito linear decrescente ($P<0,05$) com a inclusão da cevada nas dietas sobre o peso final e o ganho de peso dos frangos. Campbell et al. (1984) já havia verificado que a utilização de cevada em dietas para frangos de corte reduz a produtividade. Sharifi et al. (2012) avaliando rações contendo 0, 10, 20 e 30% de cevada no período de 0 a 21 dias de idade, também, relataram redução no ganho de peso com o aumento do nível de inclusão. Em contrapartida, Bennett et al. (2002) avaliando vários programas alimentar para frangos de corte com inclusão de diferentes níveis e formas de cevada (farelada x peletizada), não encontraram

diferenças no peso quando comparado as dietas sem cevada no período de 7 a 28 dias. Parsons & Biggs (2009) não observaram diferença no ganho de peso de frangos alimentados com 10 ou 20% de cevada em comparação com a dieta sem inclusão no período de 8 a 21 dias de idade.

O consumo de ração dos animais foi reduzido ($P < 0,05$) de forma linear com a inclusão da cevada. Redução no consumo de ração, também, foi relatado por Sharifi et al. (2012), sendo este efeito observado com a inclusão de 10% de cevada. Entretanto, estes resultados divergem de García et al. (2008), que trabalhando 50% de substituição do milho pela cevada não detectaram diferença significativa. De modo semelhante, Parsons & Biggs (2009), também, não observaram redução no consumo com a inclusão de 10 ou 20% em relação à dieta sem cevada.

Existem diversos fatores que influenciam o consumo de ração pelas aves, dentre estes podemos destacar a temperatura, ingestão de água e estado de saúde dos animais. Em condições normais, o consumo voluntário das aves é regulado pela ingestão de energia (Leeson & Summers, 2001). A cevada por possuir um conteúdo de fibra relativamente alto e os frangos de corte não terem uma boa capacidade de digestão da fibra, pode-se classificar a cevada como alimento de baixo valor energético (HERSTAD, 1987). Entretanto, as rações experimentais foram isoenergéticas, sendo que a redução do nível de energia da dieta proporcionada pelos níveis crescentes da cevada foi corrigida pela inclusão do óleo de soja.

Dessa forma, a redução linear no consumo de ração com a inclusão da de cevada pode estar relacionado às alterações físicas e/ou químicas da ração. Segundo Mayer et al. (2007), os efeitos fisiológicos da fibra estão relacionados às proporções de suas frações solúvel e insolúvel. Além disso, o efeito das frações depende da quantidade ingerida e da predominância de uma fração em relação à outra.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de cevada sobre a conversão alimentar dos animais. Este resultado está de acordo com García et al. (2008), que, também, não observaram diferença neste parâmetro. Brake et al. (1997) avaliando níveis de cevada e diferentes variedades, no período de 21 a 42 dias de idade, não

observaram diferenças na conversão alimentar. Já Sharifi et al. (2012) relataram piora na conversão alimentar na fase inicial de crescimento.

O menor desempenho dos animais consumindo dietas com níveis crescentes de cevada, provavelmente, está relacionado à sua composição nutricional. A cevada possui alto conteúdo de β -glucanos, podendo ser encontrados valores de 2,5 a 11,3%. O nível de β -glucanos da cevada pode variar bastante, mas geralmente é maior do que a aveia, arroz e trigo. Os arabinoxilanos, também, fazem parte da composição da cevada, mas são menos variáveis que os β -glucanos. Comparado a outros ingredientes, a quantidade de arabinoxilanos da cevada é similar ao trigo, menor do que o centeio e mais alto que o arroz e sorgo (IZYDORCZYK & DEXTER, 2008). Segundo Hoktekjolen et al. (2006) os β -glucanos e os arabinoxilanos compõem uma importante porção do conteúdo de fibras da cevada. Essas fibras formam soluções viscosas no intestino que diminuem a digestão, reduzindo o valor nutritivo do alimento e sua eficiência.

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs), especialmente os β -glucanos e os arabinoxilanos, além de reduzirem a digestibilidade e absorção dos nutrientes, estimula a proliferação de bactérias no intestino e, conseqüentemente, o aumento na produção de muco e a competição por nutrientes (SHARIFI et al., 2012).

Existem diversos estudos avaliando a inclusão de enzimas para reduzir os efeitos antinutricionais dos PNAs (SHARIFI et al., 2012; VIANA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2009; GARCÍA et al., 2008; GRACIA et al., 2003). A inclusão de complexos enzimáticos tem se mostrado muito eficiente até mesmo em rações à base de milho e farelo de soja, principalmente na fase inicial de crescimento. Entretanto o uso de enzimas tem sido mais explorado quando se inclui ingredientes ricos em PNAs. Moreira et al. (2009), avaliando um complexo enzimático em dietas contendo casca de soja para leitões na fase inicial, observaram melhora na conversão alimentar com a inclusão do complexo. Viana et al. (2011) recuperaram a produção de ovos e a massa dos ovos em rações com menor nível de energia, em rações à base de milho e soja, com inclusão de xilanase.

Apesar das enzimas estarem relacionadas à melhora do desempenho dos animais a inclusão de xilanase não melhorou ($P>0,05$) o desempenho dos frangos

de corte (Tabela 5). Sharifi et al. (2012) utilizando três níveis β -glucanase em rações contendo diferentes inclusões de cevada, não relataram melhora no desempenho dos animais. Por outro lado, estudos demonstram que a inclusão de enzimas (xilanase e β -glucanase) consegue reduzir a viscosidade e melhorar o desempenho dos animais (GARCÍA et al., 2008). Entretanto a inconsistência dos resultados, entre os diversos trabalhos, pode ser devido às diferenças genéticas entre os cultivares, à quantidade de PNAs presentes no ingrediente e o seu nível de inclusão na dieta, processamento da ração, além da atividade da enzima e o seu nível de inclusão nas dietas.

Tabela 5 – Resultados zootécnicos dos tratamentos com e sem adição de enzima xinalase

Item	Enzima (xilanase)		CV, %	P
	Sem	Com		
Peso inicial, (g)	203,0	202,5	0,77	0,3346
Peso final, (g)	859,3	858,4	3,21	0,9210
Ganho de peso, (g/dia)	656,3	655,9	4,19	0,9644
Consumo de ração, (g/dia)	1031	1051	3,69	0,0962
Conversão alimentar, (g/g)	1,57	1,60	3,92	0,1004

NS = não significativo; CV = coeficiente de variação

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de cevada e a inclusão da enzima sobre os valores de triglicerídeos e colesterol no sangue dos animais. Os níveis de β -glucanos e arabinoxilanos estão diretamente correlacionados a viscosidade no intestino (FLEURY et al., 1997). As associações não covalentes entre os β -glucanos e arabinoxilanos, bem como as interações intermoleculares (pontes de hidrogênio) entre esses polímeros tem sido responsáveis por afetar a solubilidade. Além disso, as ligações covalentes entre as cadeias de arabinoxilanos, também, contribui para o aumento da viscosidade (IZYDORCZYK & DEXTER 2008).

A absorção de lipídios nos frangos ocorre principalmente no jejuno, sendo este processo pode ser melhorada pela emulsificação das gorduras pelos sais biliares (LEESON & SUMMERS, 2008). O aumento da viscosidade no intestino reduz a interação entre a enzima e o substrato, além de aumentar a proliferação de

bactérias que promovem uma menor ação dos sais biliares, reduzindo a absorção de gorduras (SHARIFI et al., 2012).

A inclusão da cevada em alimentos destinados ao consumo humano tem como principais benefícios à redução do colesterol e os níveis de glicose em pessoas com problemas cardiovasculares e com diabetes (BAIK & ULLRICH, 2008). Entretanto estas informações divergem dos resultados obtidos no estudo, uma vez que não houve redução nos níveis de triglicerídeos e colesterol circulantes

A inclusão de cevada na dieta de não alterou os níveis de triglicerídeos e colesterol circulantes no sangue das aves (tabela 6). Da mesma forma, não houve alteração dos níveis de triglicerídeos e colesterol com a adição da xilanase nas rações com cevada.

Tabela 6 - Níveis de triglicerídeos e colesterol no soro de frangos de corte

Item	Nível de cevada, %				CV, %	P	Enzima (xilanase)		CV,%	P
	0	5	10	15			Sem	Com		
Triglicerídeos (mg/dL)	36,9	36,6	39,8	36,3	26,1	NS	36,3	38,6	28,2	NS
Colesterol total (mg/dL)	130,8	130,6	127,5	127,5	14,9	NS	133,8	126,6	10,9	NS
HDL (mg/dL)	86,12	85,4	85,3	82,0	16,6	NS	82,9	84,1	17,3	NS
VLDL (mg/dL)	12,7	7,3	8,0	7,3	97,4	NS	7,3	7,7	28,2	NS
LDL (mg/dL)	37,3	37,8	34,2	38,3	49,0	NS	40,7	34,7	37,1	NS

NS = não significativo; CV = coeficiente de variação

Conclusão

A inclusão de cevada em dietas para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade reduziu o ganho de peso e o consumo de ração de forma linear. A inclusão da enzima xilanase em dietas contendo cevada não melhorou o desempenho das aves no período estudado.

Referências

Avances em nutrition y alimentación animal – FEDNA, Madrid, 1991.

BAIK, B. K.; ULLRICH S. E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. **Journal of Cereal Science** 48, p.233-242, 2008.

BRAKE, J. D. Barley without enzyme supplementation in broiler grower and finisher diets. **J. appl. Poultry Res.** 6, p.422-431, 1997.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO AROCHO, A.; CANTON, G.H. PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. Trans. **ASAE**, St. Joseph, v.24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. Anais. Curitiba: **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1996. p.71-76.

CHOCT, M.; AND G. ANNISON. Anti-nutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. Br. **Poultry Science**. 31:811–821, 1990.

FLEURY, M.D.; EDNEY, M.J.; CAMPBELL, L.D.; CROW, G.H. Total, water-soluble and acid-soluble arabinoxylans in western Canadian barleys. **Can J Plant Sci** 77, p.191-196, 1997.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I.; FREDRICKSON, D.S. Estimation of plasma, without use of preparative ultracentrifuge. **Clin Che**; 18(6):499-502. 1972.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: 2003. 253p.

GARCÍA, M.; LÁZARO, R.; LATORRE, M. A.; GRACIA M. I.; and MATEOS G. G. Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers. **Poultry Science** 87, p.940-948, 2008.

GRACIA, M. I.; LATORRE, M. A.; GARCIA, M.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. **Poultry Science** 82, p.1281-1291, 2003.

HERSTAD, O. Cereal with higher fibre content (barley, oats, millet). In Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Nutrition , Konigslutter, Germany. German Branch of World's Poultry Science **Association**. p.5-13

HOLTEKJOLEN, A. K.; UHLEN, A. K.; BRATHEN, E.; SAHLSTROM, S.; KNUTSEN, S. H. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. **Food Chemistry** 94, p.348-358, 2006.

IZYDORCZYK, M. S.; DEXTER, J. E. Barley β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products-a Review. **Food Research International** 41, p.850-868, 2008.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition of de chicken. 4 ed. Guelph, Ontário: **University Books**, p. 591, 2001.

MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v.80, p.302-305, 2001.

MAYER, E. T.; FUKU, GITANE.; NORNBERG, J. L.; MINELLA, E. Caracterização nutricional de grãos integrais e descascados de cultivares de cevada. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**. v.42, n.11, p.1653-1640, nov. 2007.

MOREIRA, I.; MOURINHO, F. L.; CARVALHO, P. L. de O.; PAIANO, D.; PIANO, L. M.; JUNIOR, I. S. K. Avaliação nutricional da casca da soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2408-2416, 2009.

OLIVEIRA, M. C. de.; CANCHERINI, L. C.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; MORAES, V. M. B. de. Mananoligossacarídeos e completo enzimático em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n.5, p.879-886, 2009.

OVENELL-ROY, K. H.; NELSON, M. L.; FROSETH, J. A.; PARISH, S. M.; MARTIN, E. L. Variation in chemical composition and nutritional quality among barley cultivars for ruminants. 1. Steer finishing performance, diet digestibilities and carcass characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 78(3), p.369-375, 1998.

PARSONS, C. M.; BIGGS, P. The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. **Poultry Science** 88, p.1893-1905, 2009.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES R. F. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas Brasileiras**. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

SHARIFI, S. D.; SHARIATMADARI, F.; YAGHOBFAR A. Effects of inclusion of Hull-less barley and enzyme supplementation of broiler diets on growth performance,

nutrient digestion and dietary metabolisable energy content. **Journal of Central European Agriculture**, 13, p.193-207, 2012.

SHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotec.**, Lavras. V.27, n.6, p.1380-1387, 2003.

SOTO-SALANOVA, M.F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. Anais. Curitiba: **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1996. p.71-76.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG: Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

VIANA, M. T. dos S.; ALBINO L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, E. A. da.; VIEIRA, R. A.; JUNIOR, V. R. Utilização de xilanase em dietas compostas por milho e farelo de soja de poedeiras comerciais em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.2, p.385-390, 2011.