

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

**ENZIMAS EM RAÇÕES CONTENDO CEVADA PARA FRANGOS DE
CORTE**

SEBASTIANA CLAUDIA CORRÊA DE AZEVEDO

VILA VELHA - ES
OUTUBRO/2012

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

**ENZIMAS EM RAÇÕES CONTENDO CEVADA PARA FRANGOS DE
CORTE**

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

SEBASTIANA CLAUDIA CORRÊA DE AZEVEDO

VILA VELHA - ES
OUTUBRO/2012

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

ENZIMAS EM RAÇÕES CONTENDO CEVADA PARA FRANGOS DE
CORTE

Universidade Vila Velha, com o
inscrição do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal, para a
obtenção do grau de Mestre em Ciências
Animais.

Catologação na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

A994e Azevedo, Sebastiana Claudia Corrêa de.
Enzimas em rações contendo cevada para frangos de corte
/ Sebastiana Claudia Corrêa de Azevedo. – 2012.
53 f. : il.
Orientador: João Luis Kill.
Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade
Vila Velha, 2012.
Inclui bibliografias.
1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Frango de
corte – Nutrição. 3. Nutrição animal. 4. Enzimas na nutrição
animal. I. Kill, João Luis. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.5084

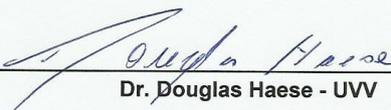
SEBASTIANA CLAUDIA CORRÊA DE AZEVEDO

**ENZIMAS EM RAÇÕES CONTENDO CEVADA PARA FRANGOS DE
CORTE**

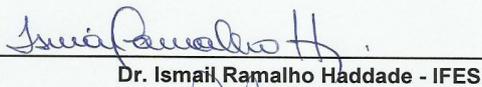
Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal, para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência
Animal.

Aprovado em 01 de outubro de 2012

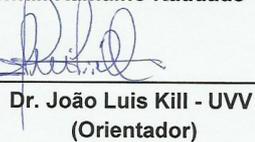
Banca Examinadora:



Dr. Douglas Haese - UVV



Dr. Ismail Ramalho Haddade - IFES



Dr. João Luis Kill - UVV
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades a mim oferecidas, pela disposição e coragem de encarar todas elas, pela sabedoria de conquistar muitas delas, pela minha fé fortalecida diariamente e humildade de reconhecer minhas fraquezas e minhas vitórias.

À minha família, meu marido Douglas e meus filhos Estela e Vitor, pelo incentivo, colaboração e compreensão em mais uma conquista na minha trajetória acadêmica e profissional.

À minha irmã Verginia pelo apoio espiritual, hospedagem e carinho especial durante todo o período do mestrado.

À Universidade Vila Velha, por meio do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade e receptividade oferecida para a realização do curso.

Aos orientadores, João Luís Kill e Douglas Haese, pela confiança, por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência, dedicação e colaboração durante a orientação neste trabalho.

Ao professor Ismail Ramalho Haddade, pela disponibilidade e gentileza de participar da minha banca, e que muito contribuiu no aprimoramento dessa dissertação.

À todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pelos ensinamentos compartilhados durante o curso.

Aos meus colegas Débora, Rodrigo, Karina, Dawster e Piva, pela paciência e colaboração, por compartilhar experiências e, doar muitas vezes palavras de incentivo durante todo o curso.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

“O saber a gente aprende com os mestres e os livros.

A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes.”

Cora Coralina

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

PNA = polissacarídeo não amiláceo

XIL = unidade de xilanase

GLU = unidade de β -glucanase

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

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	12
2.1.1 Caracterização agrônômica	12
2.1.2 Composição química e valor nutritivo	13
2.1.3 Uso da cevada na alimentação das aves	14
2.2 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNAs)	17
2.2.1 Características e implicações na alimentação animal.....	17
2.3 ENZIMAS DIGESTIVAS.....	18
2.3.1 Definição.....	18
2.3.2 Enzimas exógenas.....	19
CAPÍTULO II	22
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução	27
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	34
Conclusão	49
Referências	50

RESUMO

CORRÊA, Sebastiana Claudia, Universidade Vila Velha – ES, Outubro de 2012.
Enzimas em rações contendo cevada para frangos de corte.

Orientador: João Luís Kill. Co-orientador: Douglas Haese.

Na avicultura, as enzimas exógenas produzidas por microrganismos vêm sendo estudadas, devido à ausência ou à produção insuficiente de algumas enzimas endógenas que atuam na digestão de certos componentes dos alimentos de origem vegetal. Assim o uso das enzimas exógenas na alimentação animal pode melhorar a digestão e a absorção de ingredientes convencionais e não convencionais, reduzir os efeitos dos fatores antinutricionais ou fornecer ao animal a capacidade de digerir certos componentes da dieta e minimizar o impacto ambiental intrinsecamente relacionado ao aproveitamento nutritivo dos alimentos fornecidos aos animais. A digestibilidade de ingredientes em rações para frango de corte, à base de trigo e cevada, apresentam melhorias consideráveis, pela redução dos fatores antinutricionais dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Objetivou-se determinar o efeito da adição dessas duas enzimas em ração contendo 10% de cevada, sobre o desempenho zootécnico de frango de corte (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), no período de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 600 frangos de corte machos, da marca comercial Cobb, com um dia de idade distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade experimental, assim constituídos: Tratamento 1 – Ração sem inclusão de cevada e das enzimas Xilanase – XIL e β -Glucanase - GLU (Controle Positivo – CP); Tratamento 2 – Ração com inclusão de 10% de cevada e sem adição das enzimas XIL e GLU (Controle Negativo – CN); Tratamento 3 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 250g/t da enzima XIL (CN+XIL); Tratamento 4 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 400g/t da enzima GLU (CN+GLU); Tratamento 5 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 250g/t de XIL e 400g/t de GLU (CN+XIL+GLU). Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$), entre os tratamentos, sobre as variáveis de desempenho no período de 1 a 7 dias de idade das aves. Para o período de 1 a 21 dias de idade, a ração contendo cevada mais β -glucanase, melhorou significativamente ($P<0,05$) o ganho de peso em comparação com as aves que receberam ração apenas com cevada. A inclusão das enzimas xilanase ou β -glucanase nas rações contendo cevada aumentaram significativamente ($P<0,05$) o CR e o GP das aves aos 42 dias de idade, quando comparadas a aquelas do tratamento CN, e não diferiram ($P>0,05$) do tratamento CP. O tratamento CN apresentou índice de rentabilidade (IR) 12,25% inferior ao tratamento CP. Entretanto, quando se comparou o tratamento CN com os tratamentos CN+XIL, CN+GLU e CN+XIL+GLU, observou-se que a suplementação enzimática promoveu aumento significativo ($P<0,05$) no IR. Os tratamentos contendo enzimas não diferiram entre si e, nem, com o tratamento CP. O retorno financeiro alcançado pelos tratamentos CN+XIL, CN+GLU e CN+XIL+GLU foi, em média, de R\$0,47 para cada real despendido em alimentação. A inclusão de enzimas exógenas, xilanase ou β -glucanase, em rações contendo 10% de cevada, gera um índice de eficiência produtiva e uma resposta financeira semelhante à dieta a base de milho e farelo de soja na produção de frangos de corte.

Palavras-chave: aves, desempenho, carboidratos, alimento alternativo.

ABSTRACT

CORRÊA, Claudia Sebastiana, University Vila Velha - ES, October 2012. **Enzymes in diets containing barley for broilers.**

Advisor: João Luís Kill. Co-supervisor: Douglas Haese.

In poultry, the exogenous enzymes produced by microorganisms have been studied, due to the absence or insufficient production of certain endogenous enzymes that act in the digestion of certain components of plant foods. Thus the use of exogenous enzymes in animal feed can improve digestion and absorption of conventional and unconventional ingredients, reduce the effects of antinutritional factors or provide the animal's ability to digest certain components of diet and minimize environmental impact intrinsically related to nutrient utilization food fed to the animals. The digestibility of ingredients in diets for broilers, based on wheat and barley, made considerable improvements by reducing the antinutritional factors of non-starch polysaccharides (PNAs). The objective was to determine the effect of the addition of these two enzymes in diets containing 10% barley, on the performance of broilers (feed intake, weight gain, feed conversion and mortality rate) in the period of 1 to 42 days of age. We used 600 male broilers, trademark Cobb, with a day old were distributed in a completely randomized design, with five treatments and eight replicates and 15 birds per experimental unit thus constituted: Treatment 1 - Feed barley and without inclusion Xylanase enzymes - XIL and β -Glucanase - GLU (Positive Control - CP); Treatment 2 - Ration with inclusion of 10% barley and without the addition of enzymes, and XIL GLU (Negative Control - CN); Treatment 3 - Ration with inclusion 10% barley and 250g / t enzyme XIL (CN+XIL); Treatment 4 - Feed with inclusion of 10% barley and 400g / t enzyme GLU (CN+GLU); Treatment 5 - Feed with inclusion of 10 % barley and 250g / t XIL and 400g / t GLU (CN+GLU+XIL). There was no significant difference ($P>0,05$) among treatments on the performance variables within 1 to 7 days old birds. For the period from 1 to 21 days of age, the feed containing barley more glucanase significantly improved ($P<0,05$) weight gain compared to birds fed diets with only barley. The inclusion of enzymes xylanase or β -glucanase in diets containing barley significantly increased ($P<0,05$) the CR and GP birds at 42 days of age, when compared to those of CN treatment, and did not differ ($P>0, 05$) Treatment CP. The treatment presented CN profitability index (RI) 12.25% lower than the CP treatment. However, when comparing treatment with CN treatments CN+XIL, CN+GLU and CN+GLU+XIL, it was observed that the enzyme supplementation caused a significant increase ($P<0.05$) in IR. Treatments containing enzymes did not differ among themselves, and not with the CP treatment. The financial return achieved by treatments CN+XIL, CN+GLU and CN+GLU+XIL was, on average, of R\$ 0.47 for every real spent on food. The inclusion of exogenous enzymes, xylanase or β -glucanase in diets containing 10% barley, generates an index of productive efficiency and a similar financial response to the diet based on corn and soybean meal in the production of broilers.

Keywords: bird; performance; carbohydrases; alternative food.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

Na produção animal, o item alimentação é o componente que mais participa nos custos, principalmente para as aves, animais monogástricos e onívoros, criados no regime de confinamento. O milho e o farelo de soja são os ingredientes mais comuns nas dietas de frangos de corte. Porém, nos últimos anos, por razões econômicas e modificações climáticas, outros ingredientes deverão ser testados para substituição desse dois primeiros. Segundo Andrigueto et al. (2002), os principais constituintes da ração são grãos de cereais que, por seu alto teor de amido, apresentam alto valor energético, como é o exemplo da cevada.

A cevada (*Hordeum vulgare*) é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. O grão é utilizado na industrialização de bebidas (cerveja 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. A cevada é ainda empregada em alimentação animal como forragem verde e na fabricação de ração. É fato conhecido que o valor nutricional de um alimento está correlacionado positivamente com o conteúdo de amido, proteína e lipídeo, e negativamente com seu conteúdo de parede celular, polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e de fatores antinutricionais. Estes fatores são influenciados pelas características genéticas dos grãos, aspectos climáticos e condições de cultivo.

Os PNAs, ou simplesmente fibras, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo. Os efeitos dos PNAs são variáveis conforme a espécie de animal, sua idade e o aumento da concentração de alimentos que o contenham na ração (BRITO et al., 2008). Podem não causar toxidez nos animais, mas devido à suas propriedades antinutricionais interferem negativamente no desempenho (LECZNIESKI, 2006). A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar o uso de todos os outros nutrientes. Isto ocorre principalmente quando o tipo de fibra do alimento é solúvel, ou seja, tem grande capacidade de absorver água e formar substância gelatinosa no trato intestinal. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual é formada principalmente pelos β -glucanos,

isto na cevada e aveia, e pelos arabinosilanos, no trigo, centeio e farelo de arroz (RODRIGUES et al., 2001).

O uso das enzimas pode melhorar a digestão e absorção de ingredientes convencionais e não convencionais, reduzir os efeitos dos fatores antinutricionais ou mesmo fornecer à ave uma nova e melhor capacidade de digerir os componentes da dieta. Além disso pode também minimizar o impacto ambiental da produção animal, intrinsecamente relacionado ao melhor aproveitamento nutricional dos alimentos fornecidos. Porém as enzimas têm limitações quanto ao seu uso na fabricação de rações, pois podem sofrer degradação pelo excesso de temperatura e, a exemplo das xilanases e β -glucanases, a digestibilidade de ingredientes em rações à base de trigo e cevada tem apresentado melhoras consideráveis (Cowieson, 2005; Juanpere et al., 2005; Meng et al., 2005) pela redução de fatores antinutricionais dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (Choct et al. 2004; Preston et al., 2001).

Diminuir a competição por grãos entre os humanos, animais e a produção de biocombustíveis reforça a ideia do uso de alimentos alternativos. Entretanto poucos são os trabalhos de investigação dos efeitos e do uso das enzimas xilanase e β -glucanase, de forma isolada ou combinada em rações para frangos de corte, onde parte do milho é substituída pela cevada.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte por meio da inclusão de enzimas (xilanase e β -glucanase) em ração contendo cevada, em substituição parcial do milho em período de 1 a 42 dias de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cevada (*Hordeum vulgare*)

2.1.1 Caracterização agrônômica

Pertencente a família das Poaceae, tribo Triticeae, gênero *Hordeum* e espécie vulgar, a cevada possui características taxonômicas marcantes, sua inflorescência é formada por espiguetas alternadas em lados opostos de cada nó da superfície da ráquis da espiga. O gênero *Hordeum* é composto por 32 espécies, diplóides, tetraplóides e hexaplóides (Figura 1), e espécies que podem ser perenes e anuais.

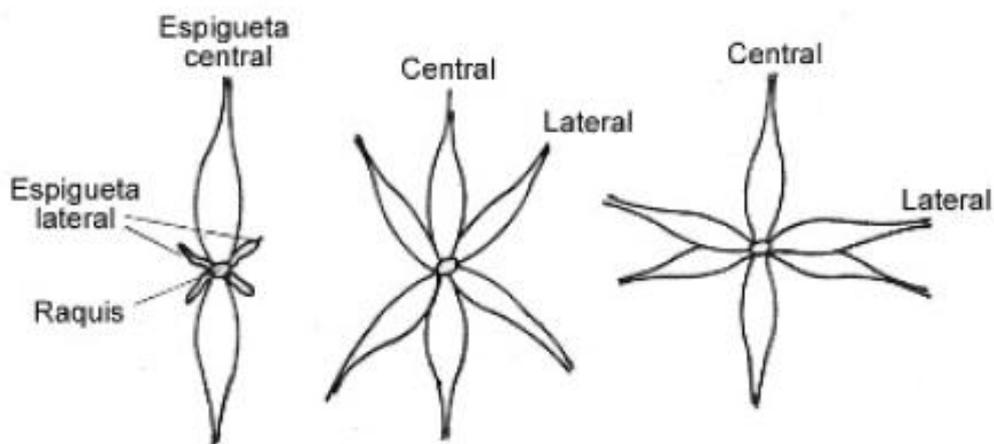


Figura 1 – Esquema para demonstração da cevada com duas e seis fileiras.

O grão de cevada, assim como o de arroz e de aveia é colhido com a casca intacta que consiste da lema e da palea, e a parte interna composta pelo embrião (germe), o endosperma e a aleurona (farelo). O embrião é rico em óleos, proteínas e outros nutrientes, o endosperma constitui a maior parte do grão, rico em amido, principal reserva de energia para a germinação, já a aleurona contém fibra e proteína (Figura 2).

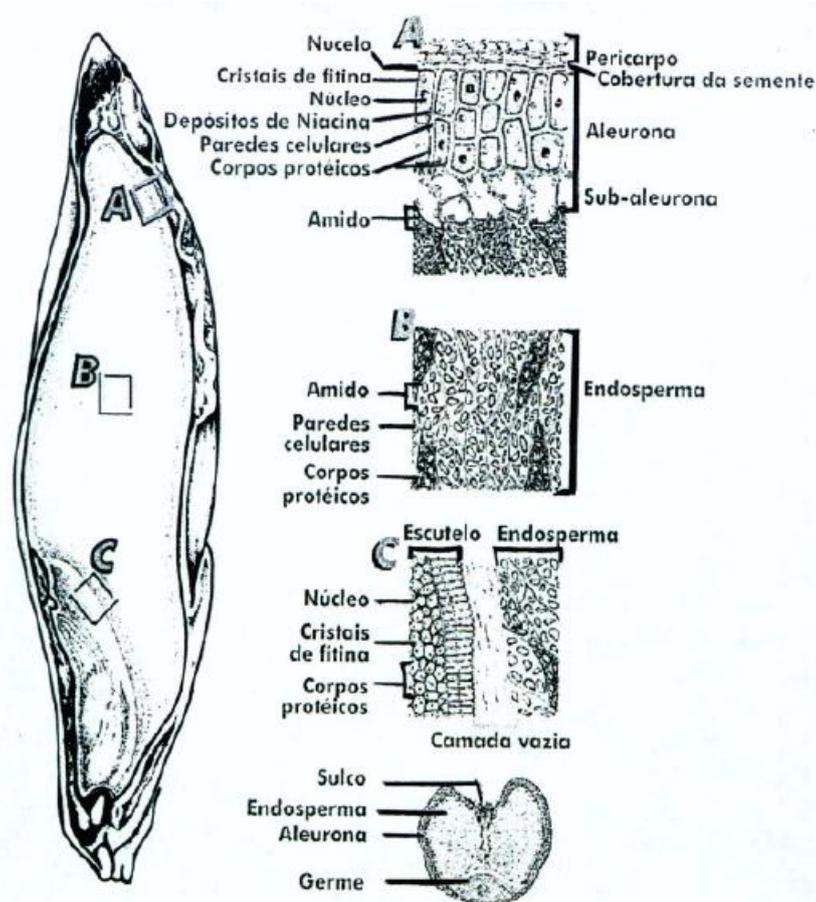


Figura 2 – Diagrama anatômico da cevada.

2.1.2 Composição química e valor nutritivo

O desempenho satisfatório dos animais está vinculado ao conhecimento da composição química e do valor nutritivo dos alimentos, os quais são utilizados na formulação. Já na formulação de rações propriamente dita, a caracterização dos animais, a definição de suas exigências, a escolha e a composição dos alimentos são algumas etapas a serem seguidas e recomendadas.

A cevada contém frações de fibras solúveis e insolúveis e por ser pouco estudada, torna-se importante quantificar sua composição química, pois os efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo animal podem acarretar mudanças das características do bolo alimentar, além de alterações na diversidade e atividade dos microrganismos do trato intestinal (WARPECHOWSKI, 1996).

Os componentes dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e suas frações variam de acordo com a origem do material da planta. Os mais importantes, no entanto, são as frações de β -glucanos e arabinoxilana que se tornam solúveis

depois da digestão, proporciona aumento na viscosidade da digesta, dificuldade na absorção dos nutrientes, na multiplicação microbiana no intestino delgado e a consequente queda no desempenho animal (TAVERNARI et al., 2008).

Portanto para utilizar a cevada na nutrição animal, deve-se também conhecer sua composição química e seu valor nutritivo. Avaliando-se 17 cultivares de cevada, MAYER et al. (2007) observarão a ocorrência de variações quanto a composição de nutrientes em decorrência de sua variabilidade genética (Tabela 1).

Tabela 1. Cultivares de cevada, considerando-se proteína bruta (PB), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) e carboidratos não-fibrosos (CNF), na forma integral e descascada (em porcentagem de MS)⁽¹⁾

Cultivar	PB	FI	FS	CNF
Grão integral				
BRS195, BRS BOREMA, MN 743, PFC 2001052	11,84b	16,73a	4,34b	62,78a
BRS 225, BRS LAGOA, BRS MARIANA, EMBRAPA 128, MN 716, MN 721, PFC 200048, PFC 99199	13,22a	17,09a	6,09a	58,94c
BRS MARCIANA, EMBRAPA 127, MN 610, PFC 2001048, MN 698	13,62a	15,82b	5,24ab	60,80b
Grão descascado				
BRS 195, BRS BOREMA, MN 721, PFC 2001048, PFC 2001052	11,40b	5,88b	3,99b	77,76a
BRS 225, BRS LAGOA, BRS MARCIANA, BRS MARIANA, EMBRAPA 128, MN 610, MN 698, MN 716, PFC 99199	12,45a	6,39ab	5,41a	72,02b
EMBRAPA 127, MN 743, PFC 200048	12,57a	7,61a	3,37b	72,91b

⁽¹⁾Médias seguidas por letra iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Adaptado de Mayer et al. (2007).

2.1.3 Uso da cevada na alimentação das aves

A disponibilidade de grãos e os preços praticados, principalmente para o milho e a soja, interferem diretamente no custo de produção animal.

Com isso, o estudo das alternativas de substituição ao milho deve ser uma constante na alimentação de aves. Dentre as alternativas temos a cevada (*Hordeum sativum*), que além de ser utilizada na fabricação de cerveja pode ser usada, na alimentação animal. Porém, em função da presença de PNAs em sua composição química, cuidados imprescindíveis deverão ser tomados quanto a sua utilização.

A ideia da substituição total ou parcial do milho por grãos alternativos foi testada por Von WETTSTEIN, WARNER e KANNANGARA (2003). Estes autores observaram um desempenho similar entre os tratamentos para frangos de corte.

Sendo assim concluiu-se que a ração a base de cevada é uma alternativa viável para essa espécie animal. Isto em áreas onde o milho não pode ser cultivado.

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 deste processo e, com alto potencial de uso como ingrediente para ração animal. Esse bagaço representa o descarte da cevada após o processo de produção do malte. O mesmo pode ainda ser processado, obtendo-se a polpa seca de cerveja, obtida após o processo de desidratação da polpa úmida de cervejaria ou do bagaço de malte (PEREIRA et al., 1999).

No entanto, o uso da cevada e seus subprodutos na dieta de aves é limitado devido ao alto teor de PNAs, os quais aumentam a viscosidade intestinal, reduzem a digestibilidade e a absorção, o que piora o desempenho. 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 o que reduz 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 seu uso na alimentação de animais é feito quase que exclusivamente por meio de subprodutos, principalmente àqueles descartados pela indústria cervejeira.

Entretanto os PNAs além de serem importantes na integridade estrutural da planta, provavelmente determinam sua atividade nutricional e digestibilidade. As ligações covalentes entre os PNAs e a lignina limitam a digestibilidade de forragens para herbívoros e, naturalmente, a digestibilidade dos polissacarídeos, quando ingeridos por não-ruminantes (FISCHER et al., 2002).

Estudos realizados por LÁZARO et al. (2003) demonstraram que o uso do trigo, da cevada e do centeio na dieta para galinhas poedeiras, em substituição ao milho, não afetou a produção de ovos ou a eficiência alimentar. Mas as poedeiras apresentaram maior incidência de ovos sujos do que as alimentadas com a dieta de milho (8,6 vs 4,6%, $P < 0,01$). Após suplementação enzimática das dietas, as poedeiras produziram mais ovos (2,1%, $P < 0,05$) e teve melhor eficiência alimentar por dúzia de ovos (2,5%, $P < 0,05$) quando comparadas às alimentadas com dietas não-suplementadas. Houve, também, redução na viscosidade intestinal e na

incidência de ovos sujos ($P < 0,01$). A redução na viscosidade foi mais expressiva em dietas com cevada do que a dieta com trigo ou centeio ($P < 0,05$). Logo os autores propuseram a substituição de milho por cereais de fibras solúveis (trigo, cevada e centeio), suplementadas com enzimas, por estas facilitarem, especialmente na produção de ovos, a eficiência da conversão alimentar e a limpeza da casca do ovo.

Investigando-se o tipo de grão (cevada ou aveia) e se a inclusão de β -glucanase iriam influenciar o desempenho e a fermentação no trato gastrointestinal de frangos de corte, JÓZEFIAK et al. (2006), verificaram que as dietas à base de cevada suplementada com β -glucanase melhoraram a conversão alimentar e reduziram a viscosidade intestinal.

GARCÍA et al. (2008), observaram que frangos de corte que receberam dietas contendo cevada suplementadas com complexo enzimático de xilanase e β -glucanase, no período de 1 a 42 dias de idade, obtiveram aumento significativo no ganho de peso e melhoria significativa ($P < 0,05$) na conversão alimentar em relação aos demais tratamentos. O resultado sugere que a cevada pode ser utilizada em substituição do milho, em rações de frangos de corte, desde que haja suplementação com enzimas.

Avaliando o efeito do tipo de grão (cevada ou centeio) e enzimas exógenas (β -glucanase ou xilanase) sobre a composição da microbiota cecal em frangos de corte, JOZEFIAK et al. (2010), observaram que para ambos os tipos de cereais, a suplementação enzimática diminuiu significativamente ($P < 0,05$) a quantidade relativa de Enterobacteriaceae no ceco dos frangos. Isso indicou que a microbiota cecal de frangos que receberam dietas à base de centeio era mais diversificada do que as nos frangos que receberam dietas à base de cevada. Portanto, os autores concluíram que os tipos de cereal bem como a suplementação de enzimas exógenas, influenciaram a microbiota do ceco de frangos de corte e com isso podem reduzir potencialmente o efeito das populações de enterobacteriaceae patogênicas.

Comparando a dieta contendo trigo e cevada com uma dieta a base de milho e farelo de soja, suplementadas com as enzimas xilanase e β -glucanase, probióticos e ou prebióticos, RODRÍGUEZ et al. (2012), verificaram uma redução ($P < 0,05$) no ganho de peso e no consumo de ração, sem afetar a conversão alimentar das aves que receberam dieta a base de trigo e cevada, sem aditivos. As

variáveis de desempenho (ganho de peso e o consumo de ração) e de digestibilidade dos nutrientes não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão de probióticos e prebióticos na dieta. Porém, quando suplementadas com enzimas exógenas, observaram melhorias significativas ($P<0,05$) para a digestibilidade aparente da gordura e para a viscosidade da digesta.

Avaliando o efeito da fibra insolúvel contida na aveia e na cevada, utilizadas na alimentação de frangos de corte, SACRANIE et al. (2012), observaram que o ganho de peso e conversão alimentar não foram afetados ($P>0,05$) quando os frangos receberam uma dieta basal contendo 15% de casca de aveia mais cevada, em partes iguais, o que poderia ser parcialmente explicado por um aumento significativo ($P<0,01$) na digestibilidade do amido. O movimento antiperistáltico ocorrido em todas as seções do trato intestinal do animal levou a digesta um contato maior com as enzimas endógenas, o que melhorou consideravelmente a digestão dos nutrientes contidos na dieta.

2.2 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNAs)

2.2.1 Características e implicações na alimentação animal

Nos vegetais ocorrem várias formas de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e estes estão presentes em sua parede celular. Os alimentos utilizados na formulação de rações, dentre eles o milho, o farelo de soja e a cevada, possuem propriedade antinutricionais devido ao elevado teor destes PNAs. Pela capacidade de se ligarem a grandes quantidades de água, a viscosidade do conteúdo intestinal aumenta após a ingestão do alimento com PNAs (BRITO et al., 2008).

As aves não conseguem digerir os PNAs, ou simplesmente fibras, devido à natureza de suas ligações resistentes à hidrólise no trato digestivo destes animais. Com isso há uma redução da energia do alimento que, por sua vez, diminui a disponibilidade dos outros nutrientes para o animal. Principalmente quando a fibra é solúvel, composta por hemicelulose, a qual é composta, principalmente, pelos β -glucanos na cevada e na aveia e, arabinoxilanos no trigo, centeio e farelo de arroz (CONTE et al., 2003).

Temos como exemplo os β -glucanos, que são polímeros lineares de glicose com ligações β 1-4 e 1-3, os quais rompem a linearidade da molécula, o que

impede a formação de fibrilas. A cevada e a aveia possuem grande quantidade destes polímeros (TARVENARI et al., 2008)

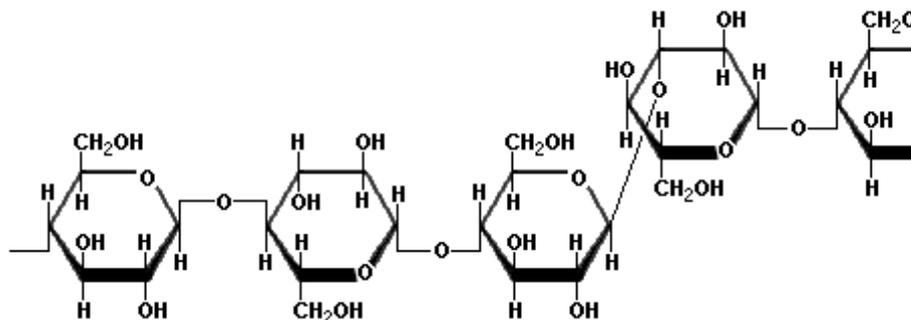


Figura 3. Estrutura química do β -Glucano.

(Fonte: <http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html>)

2.3 ENZIMAS DIGESTIVAS

2.3.1 Definição

Enzimas são proteínas com alto grau de especificidade por seu substrato, as quais atuam acelerando reações químicas específicas, podendo agir em diferentes soluções aquosas, em condições específicas de temperatura e pH. São muitas vezes classificadas de acordo com as reações em que participam. Algumas delas são proteínas simples, podendo ser classificadas como conjugadas, e apresentar em sua composição grupos de íons metálicos, coenzimas ou ambos (LEHNINGER et al., 2002).

As únicas limitações da aplicação de enzimas são suas susceptibilidades à degradação, pelo excesso de temperatura e a sua instabilidade durante o processamento do alimento (LESSON & SUMMERS, 2001).

Para se entender as limitações e as potencialidades do uso de enzimas na nutrição de aves, é importante lembrar que as enzimas são moléculas protéicas complexas (com número e sequência de aminoácidos constante), as quais catalisam uma reação química. Portanto, são altamente específicas para as reações que catalisam e para os substratos envolvidos; exigem que sua estrutura permaneça inalterada para garantir sua atividade, a qual depende de vários fatores (exemplo: tipo e quantidade de substrato, pH, temperatura, presença de inibidores enzimáticos) e, por serem proteínas, podem ser inativadas e desnaturadas por pH extremos e

pelo calor, além de serem degradadas por outras enzimas (proteases) (Nagashiro, 2007).

Marquardt et al. (1996) indicaram que os seguintes fatores devem ser considerados quando se utilizam produtos enzimáticos: o suplemento enzimático deve conter um espectro apropriado de atividade enzimática, de tal forma que, os efeitos antinutricionais do substrato sejam neutralizados (exemplo: β -glucanos presentes na cevada e aveia, arabinoxilanos presentes no centeio, trigo e triticale).

2.3.2 Enzimas exógenas

A biotecnologia tem contribuído com a nutrição, por meio do lançamento de aditivos para a melhoria da eficiência alimentar e a produtividade das aves (ZAELLA, 2001). De acordo com FRY et al. (1958), citado por LIMA (2008), as primeiras informações sobre o uso de enzimas em rações avícolas foram obtidas a partir da descoberta de que grãos umedecidos, associados à suplementação enzimática, tinham melhor aproveitamento nutricional pelas aves.

Na avicultura, as enzimas exógenas produzidas por microrganismos, vêm sendo estudadas com frequência, devido à ausência ou à produção insuficiente de algumas enzimas endógenas. Estas capazes de atuar na digestão de certos componentes encontrados nos alimentos de origem vegetal. A função destas enzimas é de diminuir a viscosidade da digesta, aumentar a digestibilidade dos nutrientes e melhorar a energia metabolizável (FISCHER, 2002; LIMA, 2002).

FISCHER et al. (2002), relataram que no mercado, existem enzimas destinadas a rações animais contendo matérias primas alternativas (trigo, cevada e triticale), além daqueles comumente utilizadas (milho e farelo de soja).

Em geral, as enzimas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos: complementar aquelas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes (amilases e proteases) e fornecer aos animais, as enzimas que eles não conseguem sintetizar (celulases). Com essas práticas, ocorre a redução dos efeitos negativos causados pelos PNAs.

As enzimas comercialmente produzidas são provenientes, geralmente, de bactérias do gênero *Bacillus* spp ou de fungos do gênero *Aspergillus* spp (Fireman & Fireman, 1998), portanto, os microrganismos são a principal fonte de enzimas exógenas.

As enzimas carboidrases, entre elas a xilanase e a β -glucanase, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, têm sido usadas para hidrolisar os PNAs, o que aumenta a digestibilidade de alimentos como a cevada, o trigo, o centeio, a aveia e o triticale (CONTE et al., 2003).

Segundo CAMPESTRINI et al. (2005), aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestório melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta.

BRENES et al. (1993), realizaram estudos dos efeitos da suplementação enzimática sobre o desempenho de frangos de corte alimentados com ração a base de trigo e de cevada. Durante seis semanas foram observados efeitos positivos a partir da suplementação enzimática nas dietas a base de cevada de duas variedades distintas, aumentando o ganho de peso, tanto para frangos de corte machos e quanto para fêmeas.

Uma melhora significativa ($P < 0,05$) na conversão alimentar foi observada em poedeiras comerciais alimentadas com dietas suplementadas com enzimas. A adição de xilanase e β -glucanase diminuiu a viscosidade in vitro do farelo de trigo, da cevada, do milho e do farelo de soja. Este efeito foi maior para o trigo e cevada do que para o milho e o farelo de soja. Assim, MATHLOUTHI, MOHAMED e LARBIER (2003), concluíram que o efeito benéfico da utilização de enzimas contendo xilanase e β -glucanase não está limitada ao uso em dietas contendo trigo e cevada, mas também em dietas contendo milho e farelo de soja.

A inclusão da β -glucanase (550 U/g) e xilanase (800 U/g) nas dietas à base de cevada, com menos cascas, não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) para o ganho de peso e para a conversão alimentar, mas reduziu significativamente ($P < 0,05$) a altura e largura das vilosidades, a profundidade das criptas e número de células caliciformes do duodeno e do jejuno de frangos de corte (YAGHOB FAR, BOLDAJI e SHRIFI, 2007).

Estudando a capacidade de uma celulase recombinante de *Clostridium thermocellum* (β -glucanase) em melhorar o valor nutritivo da cevada destinada a frangos criados no sistema semiconfinado (a partir dos 28 dias de idade), PONTE et al. (2008), não observaram efeito ($P > 0,05$) sobre o desempenho destes animais. Porém, a partir dos resultados obtidos, sugeriram que frangos mais velhos criados neste sistema, cujo genótipo é de crescimento lento, possuem β -glucanases

endógenas desconhecidas, e que ocorre uma simbiose microbiana e que esta pode afetar a eficácia de enzimas exógenas, suplementadas às rações.

REBOLÉ et al. (2010), estudando o efeito da inulina, isoladamente ou em combinação com complexo enzimático, contendo, principalmente, xilanase e β -glucanase, sobre o desempenho nos períodos de 7 a 21 e 7 a 35 dias de idade, de frangos de corte machos, constataram aumento significativo ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso corporal dos frangos a partir da inclusão da inulina. Porém a suplementação de enzimas às dietas contendo inulina não causou efeito significativo ($P > 0,05$) sobre as variáveis de desempenho.

RIBEIRO et al. (2011), observaram que enzimas exógenas foram eficazes quando a dieta basal, contendo cevada e farelo de soja, apresentou baixos níveis de β -glucanase endógena, mas não foram capazes de melhorar o valor nutritivo da cevada com maior atividade de β -glucanase, sendo assim concluíram que os níveis de β -glucanase endógena pode afetar a eficácia de enzimas exógenas utilizadas para melhorar o valor nutritivo de dietas para frangos de corte a base de cevada.

CAPÍTULO II

ENZIMAS EM RAÇÕES CONTENDO CEVADA PARA FRANGOS DE CORTE

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação das enzimas xilanase e β -glucanase, sobre o desempenho e viabilidade financeira, no uso de rações contendo cevada para frangos de corte. Foram utilizados 600 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições de 15 aves cada. Os cinco tratamentos foram constituídos da seguinte forma: Controle Positivo – CP (ração à base de milho e farelo de soja); Controle Negativo – CN (ração com inclusão de 10% de cevada); CN + XIL (250g/t de xilanase); CN + GLU (400g/t de β -glucanase); CN + XIL + GLU (250g/t de xilanase e 400g/t de β -glucanase). As aves foram pesadas no início do estudo e aos 7, 21 e 42 dias de idade para determinação do ganho de peso (GP). As rações foram pesadas ao final de cada etapa do estudo, para determinação do consumo de ração (CR) e da conversão alimentar (CA). Não houve efeito dos tratamentos no período de 1 a 7 dias de idade das aves ($P>0,05$). A adição das enzimas xilanase ou β -glucanase nas rações contendo cevada, aumentaram significativamente ($P<0,05$) o CR e o GP das aves de 1 até 42 dias de idade, na comparação com o tratamento CN, e não diferiram ($P>0,05$) do tratamento CP. A inclusão de enzimas, xilanase ou β -glucanase, em rações contendo 10% de cevada, gera uma resposta financeira semelhante à ração a base de milho e farelo de soja na produção de frangos de corte.

Palavras-chave: ave; desempenho; carboidrases; alimento alternativo.

Abstract

This study aimed at evaluating the effect of supplementation of xylanase enzymes and β -glucanase on performance and affordability, in the use of diets containing barley for broilers. We used 600 broiler chicks, male, Cobb, distributed in a completely randomized design with five treatments and eight replicates of 15 birds each. The five treatments were as follows: Positive Control - CP (diet based on corn and soybean meal); Negative Control - CN (including diet with 10% barley); CN + XIL (250g / t of xylanase); CN+GLU (400g / t of β -glucanase); CN+XIL+GLU (250g / t xylanase and 400g / t of β -glucanase). The birds were weighed at baseline and after 7, 21 and 42 days of age for determination of weight gain (WG). Diets were weighed after each stage of the study, to determine the feed intake (FI) and feed conversion (FC). There was no effect of treatment within 1 to 7 days old birds ($P > 0.05$). The addition of the enzyme xylanase or β -glucanase in diets containing barley significantly increased ($P < 0.05$) the CR and GP birds from 1 to 42 days, compared to the CN treatment, and did not differ ($P > 0.05$) of treatment CP. The inclusion of enzymes, xylanase or β -glucanase in diets containing 10% barley, generates a similar financial response to the diet based on corn and soybean meal in the production of broilers.

Key Words: bird; performance; carbohydrases; alternative food.

Introdução

A alimentação é o componente de maior importância e participa com cerca de 70% dos custos de produção de frangos de corte, pois trata-se de animais monogástricos e onívoros criados no regime de confinamento. O milho e o farelo de soja são os ingredientes mais comuns nas dietas de frangos de corte a nível mundial.

Nos últimos anos, por razões diversas, outros ingredientes estão sendo testados e utilizados como alternativos para substituição do milho e/ou do farelo de soja. A cevada vem como uma alternativa de substituição parcial do milho, por seu teor considerável de amido.

O grão de cevada é utilizado na indústria, na composição de farinhas, na produção de medicamentos, na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos de café e na alimentação animal como forragem verde e na fabricação de ração. Contudo o conhecimento do valor nutricional dos alimentos é essencial para a formulação de rações de mínimo custo para aves.

O valor nutricional de um alimento é negativamente influenciado pelos conteúdos de parede celular, de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e pela presença de fatores antinutricionais. Estes fatores são ligados às características genéticas dos grãos, aos aspectos climáticos e às condições de cultivo.

Como principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, os PNAs não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações. Isso leva a efeitos diversos de acordo com a espécie, idade do animal (BRITO et al., 2008). Devido à suas propriedades antinutricionais esses produtos podem interferir negativamente no desempenho (LECZNIESKI, 2006). A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a

utilização do todos os outros nutrientes. Isto ocorre principalmente quando o tipo de fibra do alimento é solúvel. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual apresenta em sua composição, principalmente, os β -glucanos, na cevada e aveia e, os arabinosilanos no trigo, centeio e farelo de arroz (RODRIGUES et al., 2001).

A inclusão de enzimas dietéticas pode melhorar a digestão e a absorção de ingredientes convencionais e não convencionais, além de reduzir os efeitos dos fatores antinutricionais, o que minimiza o impacto ambiental oriundo da produção animal, esta intrinsecamente relacionada ao máximo aproveitamento do potencial nutritivo dos alimentos fornecidos.

Durante o processamento das rações, as enzimas podem sofrer degradação pelo excesso de temperatura e algumas pela sua instabilidade. A exemplo das xilanases e β -glucanases, a digestibilidade de ingredientes em rações à base de trigo e de cevada têm apresentado melhoras consideráveis (COWIESON, 2005; JUANPERE et al., 2005; MENG et al., 2005) pela redução de fatores antinutricionais dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (CHOCT et al. 2004; PRESTON et al., 2001).

O grande desafio é a redução competitiva dos grãos como alimentos para os humanos, animais de produção e para produção de biocombustíveis. Talvez a saída esteja em utilizar de alimentos alternativos na alimentação animal. Porém, poucos são os estudos dos efeitos desta substituição e do uso de enzimas exógenas xilanase e β -glucanase, isoladas ou combinadas em rações para frangos de corte, onde parte do milho foi substituído por cevada.

Assim, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e financeiro na produção de frangos de corte, a partir da inclusão das

enzimas (xilanase e/ou β -glucanase) em rações contendo cevada, em substituição parcial ao milho, como fonte de energia, proteína e aminoácidos em rações de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Material e Métodos

Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Vila Velha.

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

Foram utilizados 600 frangos de corte machos, da marca comercial Cobb 500, vacinados contra Marek e Bouda aviária. As aves receberam ração formulada para satisfazer suas exigências nutricionais e energéticas, conforme preconizado por Rostagno et al. (2011).

As aves foram pesadas e distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, oito repetições e 15 aves por unidade experimental.

Os cinco tratamentos foram constituídos da seguinte forma: Tratamento 1 – Ração sem inclusão de cevada e das enzimas Xilanase – XIL e β -Glucanase - GLU (Controle Positivo – CP); Tratamento 2 – Ração com inclusão de 10% de cevada e sem adição das enzimas XIL e GLU (Controle Negativo – CN); Tratamento 3 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 250g/t da enzima XIL (CN + XIL); Tratamento 4 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 400g/t da enzima GLU (CN + GLU); Tratamento 5 – Ração com inclusão de 10% de cevada e 250g/t de XIL e 400g/t de GLU (CN + XIL + GLU).

As enzimas Xilanase e β -Glucanase, foram fornecidas pela empresa DSM

Nutritional Products. As dosagens utilizadas foram baseadas nas recomendações comerciais do fabricante, segundo Vieira et al., (2007).

A composição química da cevada foi determinada no laboratório de bromatologia da empresa Nutriave Alimentos Ltda, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e a composição aminoacídica, obtida por meio de HPLC, no laboratório da CBO – Análises laboratoriais. Os valores encontrados foram utilizados para a formulação das dietas experimentais.

As aves foram alojadas em boxe de 2,0 m x 1,8 m (3,6 m²), com piso coberto com cama de maravalha (10 cm de altura), dotadas de comedouros pendulares e bebedouros tipo nipple. Cada boxe foi considerado uma unidade experimental.

O ambiente térmico no interior do galpão foi controlado por meio de aquecimento, utilizando-se campânulas a gás até o 14^o dia de idade das aves, e manejo das cortinas das laterais de acordo com a temperatura e o comportamento dos animais. O sistema de ventilação do galpão foi composto por quatro ventiladores.

As variáveis ambientais no interior do galpão foram registradas e monitoradas diariamente por meio de termômetros de máxima e mínima, às 7:00h da manhã, e de termômetros bulbo seco, bulbo úmido e globo negro, às 7:00h, 12:00h e 17:00h, mantidos em um boxe vazio no centro do galpão, a meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos nos seguintes índices bioclimáticos: temperatura efetiva (TE) e índice de temperatura e umidade (ITU), segundo THOM et al. (1958) e, índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), Segundo BUFFINGTON et al. (1981), de acordo com caracterização do ambiente térmico ao qual os animais foram criados.

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 todos os boxes. Utilizou-se o programa de luz contínuo, 24h/dia (luz natural + artificial), durante todo período experimental, com o objetivo de estimular o consumo de ração.

Foram adotadas três fases de criação, de acordo com a idade das aves para a troca de fornecimento das rações, sendo a fase pré-inicial, de 1 a 7 dias; a fase inicial, de 8 a 21 dias e; a de crescimento/terminação, de 22 a 42 dias de idade.

As dietas experimentais (Tabelas 1, 2 e 3) foram formuladas seguindo os níveis nutricionais sugeridos por ROSTAGNO et al. (2011) para atender às exigências nutricionais de frangos de corte macho nos períodos de 1 a 7; 8 a 21 e 22 a 42 dias de idade. Foram considerados os valores de composição química determinados em laboratório 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 das dietas experimentais para frango de corte da fase de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes, %	Fase de 1 a 7 dia de idade				
	CP	CN	CN + XIL	CN + GLU	CN + XIL + GLU
Milho	51,905	40,508	40,508	40,508	40,508
Cevada	0,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Farelo de Soja	42,000	42,000	42,000	42,000	42,000
Fosfato bicálcico	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850
Óleo de soja	2,000	3,400	3,400	3,400	3,400
Calcário calcítico	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Sal comum	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
DL - Metionina MHA	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
L – Lisina HCl	0,148	0,140	0,140	0,140	0,140
L – Treonina	0,042	0,047	0,047	0,047	0,047

Cloreto de Colina 60%	0,090	0,090	0,090	0,090	0,090
Suplemento vitamínico	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Suplemento mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Avilamicina ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Nicarbazina ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Xilanase	0,000	0,000	0,025	0,000	0,025
Glucanase	0,000	0,000	0,000	0,040	0,040

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável, kcal/kg	2.898	2.898	2.898	2.898	2.898
Proteína bruta, %	23,090	23,090	23,090	23,090	23,090
Lisina digestível, %	1,294	1,266	1,266	1,266	1,266
Metionina digestível, %	0,685	0,667	0,667	0,667	0,667
Metionina + Cistina digestíveis, %	1,103	1,072	1,072	1,072	1,072
Treonina digestível, %	0,833	0,807	0,807	0,807	0,807
Triptofano digestível, %	0,270	0,264	0,264	0,264	0,264
Cálcio, %	0,938	0,935	0,935	0,935	0,935
Fósforo disponível, %	0,408	0,397	0,397	0,397	0,397
Sódio, %	0,197	0,195	0,195	0,195	0,195

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.

¹ BHT – Butil Hidroxi Tolueno; ² Avilamicina 10%; ³ Nicarbazina 25%.

Tabela 2. Composição percentual das dietas experimentais para frango de corte da fase de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes, %	Fase de 8 a 21 dia de idade				
	CP	CN	CN + XIL	CN + GLU	CN + XIL + GLU
Milho	58,037	46,833	46,833	46,833	46,833
Cevada	0,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Farelo de Soja	35,800	35,600	35,600	35,600	35,600
Fosfato bicálcico	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Óleo de soja	2,500	3,900	3,900	3,900	3,900
Calcário calcítico	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Sal comum	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
DL - Metionina MHA	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
L – Lisina HCl	0,166	0,162	0,162	0,162	0,162
L – Treonina	0,034	0,042	0,042	0,042	0,042

Cloreto de Colina 60%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Avilamicina ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Nicarbazina ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Xilanase ⁴	0,000	0,000	0,025	0,000	0,025
Glucanase ⁴	0,000	0,000	0,000	0,040	0,040

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável, kcal/kg	3.002	3.002	3.002	3.002	3.002
Proteína bruta, %	20,759	20,759	20,759	20,759	20,759
Lisina digestível, %	1,160	1,134	1,134	1,134	1,134
Metionina digestível, %	0,609	0,593	0,593	0,593	0,593
Metionina + Cistina digestíveis, %	0,981	0,953	0,953	0,953	0,953
Treonina digestível, %	0,745	0,725	0,725	0,725	0,725
Triptofano digestível, %	0,237	0,231	0,231	0,231	0,231
Cálcio, %	0,835	0,831	0,831	0,831	0,831
Fósforo disponível, %	0,352	0,340	0,340	0,340	0,340
Sódio, %	0,197	0,195	0,195	0,195	0,195

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.

¹BHT – Butil Hidroxi Tolueno; ²Avilamicina 10%; ³Nicarbazina 25%; ⁴Enzimas adicionadas (“On Top”).

Tabela 3. Composição percentual das dietas experimentais para frango de corte da fase de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes, %	Fase de 22 a 42 dia de idade				
	CP	CN	CN + XIL	CN + GLU	CN + XIL + GLU
Milho	62,200	51,000	51,000	51,000	51,000
Cevada	0,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Farelo de Soja	31,500	31,400	31,400	31,400	31,400
Fosfato bicálcico	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Óleo de soja	3,000	4,300	4,300	4,300	4,300
Calcário calcítico	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Sal comum	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
DL - Metionina MHA	0,288	0,288	0,288	0,288	0,288
L - Lisina HCl	0,166	0,158	0,158	0,158	0,158
L – Treonina	0,023	0,029	0,029	0,029	0,029
Cloreto de Colina 60%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060

Suplemento vitamínico	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Suplemento mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Avilamicina	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Salinomicina	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Xilanase	0,000	0,000	0,025	0,000	0,025
Glucanase	0,000	0,000	0,000	0,040	0,040
Composição nutricional calculada					
Energia metabolizável, kcal/kg	3.090	3.090	3.090	3.090	3.090
Proteína bruta, %	19,146	19,146	19,146	19,146	19,146
Lisina digestível, %	1,057	1,027	1,027	1,027	1,027
Metionina digestível, %	0,558	0,539	0,539	0,539	0,539
Metionina + Cistina digestíveis, %	0,898	0,867	0,867	0,867	0,867
Treonina digestível, %	0,679	0,653	0,653	0,653	0,653
Triptofano digestível, %	0,214	0,208	0,208	0,208	0,208
Cálcio, %	0,762	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível, %	0,312	0,300	0,300	0,300	0,300
Sódio, %	0,197	0,195	0,195	0,195	0,195

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.

¹BHT – Butil Hidroxi Tolueno; ²Avilamicina 10%; ³Salinomicina 25%.

As enzimas foram usadas na forma “on top”, ou seja, incorporadas nas rações experimentais sem alteração nos seus níveis energéticos e nutricionais.

Em todas as dietas foram verificadas e conferidas as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina digestível, a fim de assegurar que nenhum aminoácido fosse limitante. Na avaliação das relações aminoacídicas, foram utilizadas aquelas preconizadas por ROSTAGNO et al. (2011) com base na proteína ideal.

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O desempenho das aves foi avaliado valendo-se das seguintes variáveis zootécnicas: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e índice de

eficiência produtiva (IEP), nos períodos de 1 a 7; 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade. Os cálculos foram realizados da seguinte forma:

- **Ganho de peso (GP):** $GP = PMF - PMI$

Em que:

GP - ganho de peso (g)

PMF - peso médio final das aves (g);

PMI – peso médio inicial das aves (g).

- **Consumo de ração (CR):**

CR = ração fornecida (g) – sobra de ração (g)

- **Conversão alimentar (CA):**

CA = CR / GP

Em que:

CR = consumo de ração (g);

GP = ganho de peso (g).

- **Índice de eficiência produtiva (IEP):**

$$IEP = \frac{(100 - \text{mortalidade}) \times \text{peso médio} \times 100}{\text{idade ao abate (dias)} \times \text{conversão alimentar}}$$

Avaliou-se, também, a viabilidade financeira das dietas sobre o desempenho dos frangos de corte por meio da utilização o índice de rentabilidade (IR) descrito por BUARQUE (1989), citado por KILL et al. (2002), que determina a taxa de retorno sobre as despesas com ração, obtido por meio da seguinte expressão:

$$IR = \left(\sum_{i=1}^n Y_i \times P - \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i \right) / \sum_{i=1}^n CONR_i \times PR_i$$

Em que:

IR = índice de rentabilidade;

Y_i = peso do animal no tratamento i;

P = preço por kg de carne;

CONR_i = consumo de ração no tratamento i;

PR_i = preço do kg da ração do tratamento i.

Os preços das matérias-primas da ração e do frango vivo na granja foram obtidos junto a Associação dos Avicultores do Espírito Santo (2012), referentes ao mês de agosto de 2012.

Os resultados de desempenho foram submetidos à análise de variância utilizando-se, o Sistema de Análises Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000), sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

A temperatura ambiente (TA), a umidade relativa do ar (UR), e os índices bioclimáticos: temperatura efetiva (TE), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) registrados durante as diferentes fases do período experimental encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Temperaturas máxima e mínima, temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura efetiva (TE), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) em função da idade das aves durante o período experimental

Fase (dias de idade)	Temperatura (°C)			UR (%)	TE (°C)	ITU	ITGU
	Mínima	Máxima	TA				
1 a 7	29,9	36,5	32,3	66,0	26,5	79,7	88,1
8 a 21	22,5	31,6	24,7	64,0	23,3	73,9	81,1
1 a 21	24,1	33,2	26,5	64,0	24,4	75,8	83,4
22 a 42	19,0	26,5	20,3	68,0	20,4	68,6	74,5
1 a 42	21,6	29,8	23,4	66,0	22,4	72,2	79,0

A TA e a UR, no interior do galpão experimental, apresentaram-se dentro da faixa de conforto térmico para cada fase de desenvolvimento das aves

(OLIVEIRA NETO et al., 1999). Os valores encontrados para TE, ITU e ITGU caracterizaram ambiente de conforto térmico para as aves, uma vez que atenderam às recomendações para a linhagem utilizada no estudo (Cobb 500).

O ambiente térmico, dentro do galpão, no período de 1 a 7 dias de idade, caracterizou condição de conforto térmico. De acordo com recomendações descritas na literatura (TINÔCO, 2001; MACARI et al., 2004; FERREIRA, 2005; MEDEIROS et al., 2005), os intervalos de temperatura e umidade relativa do ar que representam conforto térmico para as aves, na primeira semana de vida, situa-se entre 32 e 34°C, e 50 e 70%, respectivamente.

Condição semelhante foi encontrada para o período de 1 a 21 dias de idade, em que os registros de TA (26,5°C), UR (64%), TE (24,4°C), ITU (75,8) e ITGN (83,4) são compatíveis para um ambiente de conforto térmico, de acordo com REECE e LOTT (1982); OLIVEIRA NETO et al. (1999); ABREU (2001) e TINÔCO (2001).

O conforto térmico nas primeiras semanas de idade das aves é importante por diminuir o efeito das variações térmicas do ambiente sobre o aparelho respiratório das aves, uma vez que o ar com baixa temperatura deve ser aquecido nas vias respiratórias para que a troca gasosa nos pulmões seja eficiente (FRANCO & FRUHAUFF, 1997). Quando submetido à temperatura abaixo da zona de conforto, o animal destina parte da energia ingerida para gerar calor para manutenção da temperatura corporal, o que leva à redução da produtividade (McDOWELL, 1974).

Para o período de 22 a 42 dias de idade, os dois elementos climáticos de maior importância, TA (registrada por meio de termômetro de bulbo seco) e UR, que foram de 22,8°C e 68%, respectivamente, ficaram dentro da faixa de conforto recomendados pelo manual da linhagem Cobb (2005) que é de 17,5 a 26,0°C, para

TA e, por TINÔCO (1998), que é de 50 a 70%, para a UR. O ITGU encontrado nesse estudo, de 74,5, reforça a hipótese de que as aves não foram submetidas a estresse térmico, uma vez que o ITGU para essa fase é de 69 a 77, segundo MEDEIROS (2005).

Assim, o microclima sob a qual as aves foram criadas, provavelmente, não comprometeu negativamente suas respostas de desempenho, uma vez que se mostrou dentro das condições de conforto térmico estabelecidos na literatura, conforme apresentado anteriormente.

De fato, é importante que as aves sejam criadas dentro de condições térmicas favoráveis ao seu desenvolvimento, pois, se a temperatura ambiente se encontra abaixo de suas exigências térmicas, grande parte da energia ingerida via ração que poderia ser utilizada para produção é desviada para manutenção do sistema termorregulador. Já as temperaturas acima do conforto térmico das aves podem induzir hipertermia com desidratação, o que leva à redução no consumo de ração e ao atraso no crescimento (MICKELBERRY et al., 1966); enquanto temperaturas muito abaixo da zona de conforto podem desencadear quadros hipotérmicos e induzir a síndrome da hipertensão pulmonar (ascite) em frangos de corte (MAXWELL & ROBERTSON, 1997).

A composição química e o conteúdo de aminoácidos totais da cevada utilizada nesse experimento encontram-se nas Tabelas 5 e 6.

No Brasil, são poucas as literaturas que informam a composição química da cevada e o seu valor nutritivo para frango de corte, tanto por meio de ensaios de desempenho como de digestibilidade. Além disso, esse cereal possui grande variabilidade nutricional, o que dificulta sua comparação nos diferentes estudos. (PIVA, 2012. Dados não publicados).

Tabela 5. Composição química da cevada utilizada no experimento (valores na matéria natural)

Item	Cevada, %
Matéria seca	87,03
Proteína bruta	11,64
Matéria mineral	4,49
Fibra bruta	9,53
Fibra em detergente ácido – FDA	12,10
Fibra em detergente neutro – FDN	28,18
Cálcio	0,10
Fósforo total	0,26

OVENELL-ROY (1998) descreve a cevada como 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.

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%) do farelo de 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%).

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 polissacarídeos não amiláceos 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.

A porção de FDA contida na cevada utilizada neste estudo (12,10%) não difere das já testadas (12,2 %), segundo ENGLYST (1989), citado por CHOCT (2011). A fibra em detergente ácido (FDA) contém o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e, segundo Licitra et al. (1996) parece ser resistente e parcialmente indigestível e geralmente é associado à lignina e a outros compostos de difícil degradação. Por estar associado à lignina, o NIDA dificulta a digestão da proteína bruta.

As aves são animais que não secretam enzimas endógenas necessárias para a ruptura do β -glucanos, arabinosilanos e outras fibras solúveis e insolúveis presentes nos cereais, particularmente na cevada, além disso causa aumento na viscosidade intestinal e inevitavelmente prejudica a digestão e a absorção dos nutrientes no trato digestivo, especialmente nas primeiras semanas de vida das aves. Segundo CLASSEN (1985), citado por COSTA & BRANDÃO (1997), a consequência é uma diminuição no ganho de peso, conversão alimentar mais alta e fezes mais líquidas umedecendo mais a cama.

Tabela 6. Composição de aminoácidos da cevada utilizada no experimento (valores na matéria natural)

Item	Cevada, %
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

Os teores de aminoácidos analisados (Tabela 6) 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%).

Desempenho de 1 a 7 dias de idade das aves

Os resultados de desempenho, na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade), são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade¹

Tratamentos	GP, g	CR, g	CA
CP	134 ^{ab}	152 ^b	1,14
CN	127 ^b	152 ^{ab}	1,21

CN + XIL	138 ^a	155 ^{ab}	1,13
CN + GLU	139 ^a	161 ^a	1,16
CN + XIL + GLU	136 ^{ab}	153 ^{ab}	1,12
CV	5,62	4,07	6,13

CP – Ração sem cevada e enzimas (Xilanase – XIL e β -Glucanase – GLU). CN – Ração com 10% de cevada, sem enzimas XIL e GLU. CN+XIL – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase. CN+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 400g/t de β -glucanase. CN+XIL+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase e 400g/t de β -glucanase.

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

CV – Coeficiente de variação.

Para a fase pré-inicial, de 1 a 7 dias de idade, o tratamento CN influenciou negativamente ($P < 0,05$) o ganho de peso (GP) quando comparado aos tratamentos contendo xilanase (CN+XIL) ou glucanase (CN+GLU) que, por sua vez, não diferiram entre si e nem com o tratamento CN+XIL+GLU. No entanto, apesar do tratamento contendo a associação dessas duas enzimas (CN+XIL+GLU) não diferir significativamente ($P > 0,05$) do tratamento CN, a constatação numérica de um possível aumento na ordem de 7,09% no ganho com o tratamento CN+XIL+GLU, demonstra uma tendência de comportamento semelhante aos efeitos da inclusão das enzimas isoladamente na ração contendo cevada.

No início da vida da ave, o saco vitelínico fornece a maior parte dos nutrientes necessários a sua sobrevivência. Entretanto, é a presença do alimento sólido no trato gastrintestinal que propicia alterações no mesmo e induz a produção de secreções digestivas. É importante, portanto, disponibilizar ração logo após o nascimento do pintinho.

Avaliando a resposta dos tratamentos CN, CN+XIL e CN+GLU, sobre o desempenho das aves no período pré-inicial, observou-se aumento significativo ($P < 0,05$) no GP com os tratamentos CN+XIL e CN+GLU em comparação ao tratamento CN. Isso demonstra um possível benefício dessas enzimas no aproveitamento dos nutrientes pelos pintinhos. Entretanto, o uso associado das

enzimas XIL e GLU na ração com cevada (Tratamento CN+XIL+GLU) não mostrou-se eficiente em melhorar o desempenho das aves.

O uso da cevada na ração para aves é limitado devido ao alto teor de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), que aumentam a viscosidade intestinal, reduzindo a digestibilidade e absorção dos nutrientes, piorando seu 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. JÓZEFIAK et al. (2006), verificaram que a ração para frango de corte à base de cevada, suplementada com β -glucanase, melhora a conversão alimentar e reduziu a viscosidade intestinal ($P < 0,05$).

Desempenho de 1 a 21 dias de idade das aves

Os resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), estão apresentados na Tabela 8, correspondendo ao período de 1 a 21 dias de idade.

Tabela 8. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade¹

Tratamento	GP, g	CR, g	CA
------------	-------	-------	----

CP	881 ^{ab}	1243	1,41 ^b
CN	841 ^b	1256	1,49 ^a
CN + XIL	881 ^{ab}	1273	1,45 ^{ab}
CN + GLU	884 ^a	1293	1,46 ^{ab}
CN + XIL + GLU	873 ^{ab}	1249	1,43 ^{ab}
CV	3,28	3,57	3,11

CP – Ração sem cevada e enzimas (Xilanase – XIL e β -Glucanase – GLU). CN – Ração com 10% de cevada, sem enzimas XIL e GLU. CN+XIL – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase. CN+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 400g/t de β -glucanase. CN+XIL+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase e 400g/t de β -glucanase.

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

CV – Coeficiente de variação.

O CR não foi influenciado pelos tratamentos avaliados nesse período. Esse resultado, corrobora os achados de GARCÍA et al. (2008), que trabalhando com 50% de substituição do milho pela cevada não detectaram diferença significativa ($P>0,05$) no consumo de ração em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. De modo semelhante, PARSONS & BIGGS (2009), também, não observaram redução no consumo com a inclusão de 10 ou 20% de cevada em relação à dieta sem cevada, à base de milho e farelo de soja, para essa mesma fase de crescimento. Por outro lado, redução no consumo de ração foi relatado por SHARIFI et al. (2012), sendo este efeito observado com a inclusão de 10% de cevada na ração de frangos de corte.

Algumas condições como, temperatura ambiente, nível de energia da dieta, ingestão de água, sanidade dos animais, dentre outros, podem afetar o consumo de ração pelas aves (FURLAN, 2006).

Aves criadas em ambiente com temperatura elevada, acima de sua faixa de conforto térmico, reduz o consumo de ração na tentativa de diminuir a produção de incremento calórico gerado pelo alimento. No entanto, para o presente estudo, o ambiente térmico para as aves estava dentro da faixa de conforto preconizada por diversos autores para o período de 1 a 21 dias de idade das aves.

Da mesma forma, em condições normais, o nível de energia da dieta tem efeito na regulação do consumo (LEESON e SUMMERS, 2001). Dietas hipercalóricas tendem a ser consumidas em menor quantidade pelas aves. Já as dietas hipocalóricas são consumidas em maior quantidade, uma vez que um dos mecanismos primários de regulação do consumo é o nível de energia das dietas. 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 e isonutritivas, de forma que a redução do nível de energia da dieta proporcionada pelo nível de 10% de inclusão de cevada foi corrigida pela inclusão do óleo de soja.

Prováveis efeitos fisiológicos da fibra, segundo MAYER et al. (2007), 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.

Para a variável GP, o tratamento que continha cevada sem inclusão de enzimas (CN) apresentou redução no comportamento dessa variável ($P < 0,05$), de 4,86%, quando comparado com o tratamento contendo cevada e β -glucanase (CN+GLU) que, por sua vez, não diferiu daqueles com cevada mais xilanase (CN+XIL) e cevada mais xilanase e glucanase (CN+XIL+GLU).

CAMPBELL et al. (1984) já havia verificado que a utilização de cevada em dietas para frangos de corte reduz a produtividade. Assim como, SHARIFI et al. (2012) avaliando a inclusão de 10, 20 e 30% de cevada na ração para frango de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, também relataram redução no ganho de peso com o aumento do nível de inclusão.

Essa tendência de queda no ganho se refletiu na CA do tratamento CN que piorou de forma significativa ($P < 0,05$), aumentando em 5,67%, na comparação com o tratamento CP. Em contra ponto, a adição de enzimas às rações contendo cevada (CN+XIL; CN+GLU e CN+XIL+GLU) recuperou seus GP, influenciando positivamente em suas CA que não diferiram do tratamento CP.

Várias pesquisas, dentre elas, GARCIA et al. (2000) e TORRES et al. (2003) demonstraram respostas positivas quanto a digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de frangos de corte quando a ração foi suplementada com enzimas, como as carboidrases (β -glucanase, xilanase, α -galactosidase, galactomanase), proteases e pectinases.

PIVA et al. (2012) (dados não publicados) avaliando de níveis crescentes de cevada (5, 10 e 15%) com ou sem adição da enzima xilanase (endo-1,4-beta-xilanase), para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, não encontraram diferenças ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar, estando de acordo com GARCÍA et al. (2008) que, também, não encontraram diferença para essa variável. Porém, divergiu de SHARIFI et al. (2012) que relataram piora na conversão alimentar das aves na fase inicial de crescimento, até os 21 dias de idade.

TORRES et al. (2003) verificaram que a melhora na conversão alimentar de frangos de corte, na fase inicial, ocorreu quando utilizou-se um complexo enzimático contendo amilase, protease e xilanase na ração. Segundo CARVALHO (2006), o uso de complexos enzimáticos contendo amilase, β -glucanase e xilanase, para frangos de corte, machos, na fase de 1 a 21 dias de idade, melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar ($P < 0,05$), sem influenciar no consumo de ração ($P > 0,05$). CONTE et al. (2003), também, não encontraram diferenças no consumo de ração com o uso de xilanase com e sem a enzima fitase, em frangos de corte de

1 a 21 dias de idade.

Desempenho de 1 a 42 dias de idade das aves

Na Tabela 9 são apresentados os resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frango de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

Tabela 9. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade¹

Tratamento	CR, g	GP, g	CA	IEP
CP	5049 ^a	3023 ^a	1,67 ^b	426 ^a
CN	5043 ^b	2836 ^b	1,78 ^a	376 ^b
CN + XIL	5166 ^a	3022 ^a	1,71 ^{ab}	410 ^a
CN + GLU	5124 ^a	2977 ^a	1,72 ^{ab}	418 ^a
CN + XIL + GLU	4969 ^{ab}	2913 ^{ab}	1,71 ^{ab}	405 ^{ab}
CV, %	3,40	3,25	3,52	4,72

CP – Ração sem cevada e enzimas (Xilanase – XIL e β -Glucanase – GLU). CN – Ração com 10% de cevada, sem enzimas XIL e GLU. CN+XIL – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase. CN+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 400g/t de β -glucanase. CN+XIL+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase e 400g/t de β -glucanase.

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade;
CV – Coeficiente de variação.

A utilização do Tratamento CN promoveu redução significativa ($P < 0,05$) no CR, em relação aos tratamentos CP, CN+XIL e CN+GLU, que não diferiram entre si.

Resultados semelhantes foram encontrados por PIVA (2012) e SHARIFI et al. (2012) com a inclusão de 15 e 10% de cevada, respectivamente, na ração para frangos de corte. Já GARCÍA et al. (2008) e PASSON E BIGGS (2009), não observaram redução ($P > 0,05$) no CR de frangos de corte, com a inclusão de 10-20% e 50% de cevada, respectivamente, em relação à ração sem cevada.

Houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) sobre o GP e a CA. O menor ganho foi observado para o tratamento CN que reduziu ($P < 0,05$), em média, 5,7% em relação aos tratamentos CP, CN+XIL e CN+GLU, que, por sua vez, não diferiram entre si ($P > 0,05$). No entanto, o uso associado das enzimas xilanase e β -glucanase, representada pelo tratamento CN+XIL+GLU, não diferiu dos demais tratamentos.

O efeito dos fatores limitantes presentes na cevada ficou evidente nas respostas de desempenho das aves do tratamento CN, no período total de criação (1 a 42 dias de idade). Os possíveis efeitos deletérios atribuídos ao uso da cevada podem estar associados à elevada presença de PNAs.

São atribuídos aos PNAs, o aumento na viscosidade intestinal, reduzindo a digestibilidade e a absorção dos nutrientes e, conseqüente, piora no desempenho das aves. A maioria dos efeitos adversos da cevada são atribuídos ao conteúdo de β -glucanos e, também, aos arabinoxilanos. A fração dos PNAs presente nesse cereal impede que as enzimas digestivas tenham acesso a lipídios, amido e proteínas, o que reduz a digestão desses nutrientes. De acordo com SHARIFI et al. (2012), os 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.

A adição das enzimas xilanase ou β -glucanase nas rações contendo cevada, aumentaram ($P < 0,05$) o CR e o GP, não diferindo do tratamento CP. Constatou-se, então, que essas enzimas foram eficientes em recuperar o CR e o GP das aves alimentadas com a ração do tratamento CN.

O menor desempenho das aves que consumiram ração com 10% de cevada sem suplementação enzimática (tratamento CN) relacionou-se à composição

química desse cereal, principalmente com relação ao seu teor de fibra. Os β -glucanos e os arabinosilanos são as principais frações da fibra da cevada. Esses PNAs são responsáveis pela variação no valor nutritivo para animais não ruminantes. O nível de β -glucanos da cevada pode variar bastante, mas geralmente é maior que o da aveia, do arroz e do trigo, enquanto que, os arabinosilanos são menos variáveis que os β -glucanos. Esses PNAs formam soluções viscosas no intestino delgado que diminuem a digestão, reduzindo o valor nutritivo do alimento e sua eficiência.

A CA das aves que se alimentaram com a ração do tratamento CN, foi pior ($P < 0,05$) em comparação com as aves que receberam a ração do tratamento CP. A medida que se suplementou a ração do tratamento CN com as enzimas xilanase, β -glucanase, e com a associação das duas, a CA passou a ser semelhante a do tratamento CP.

Quanto ao índice de eficiência produtiva (IEP) dos frangos de corte, observou-se influência significativa da cevada com resposta decrescente no período experimental de 42 dias.

As aves que consumiram a ração do tratamento CN apresentaram IEP (376), sendo significativamente ($P < 0,05$) menor do que o tratamento CP, cujo IEP foi de 426. Os resultados observados para ganho de peso e conversão alimentar justificam a verificação realizada para o IEP. Portanto, a presença de fatores anti-nutricionais, como os PNAs, presentes na cevada, podem justificar a diminuição do desempenho das aves que receberam a ração do tratamento CN. De acordo com BRUFAU et al. (1994), os PNAs reduzem a digestibilidade de diversos nutrientes causando menor ganho de peso pelos animais.

Porém, quando as aves do tratamento CN foram suplementadas com as

enzimas xilanase ou β -glucanase, o IEP aumentou ($P<0,05$), não diferindo do tratamento CP. Esse fato constata a capacidade de atuação das enzimas presentes nos tratamentos, CN+XIL, CN+GLU e CN+XIL+GLU, na quantidade de substrato utilizada (10% de inclusão de cevada).

Avaliação financeira

A análise financeira (Tabela 10) permitiu estabelecer comparações entre os tratamentos avaliados.

Tabela 10. Preço da ração e índice de rentabilidade de frangos de corte aos 42 dias de idade¹

Tratamentos	Preço da ração (R\$/kg)	Índice de Rentabilidade (IR)
CP	1,005	0,49 ^a
CN	0,985	0,43 ^b
CN + XIL	0,991	0,46 ^a
CN + GLU	0,993	0,48 ^a
CN + XIL + GLU	0,998	0,47 ^a

CP – Ração sem cevada e enzimas (Xilanase – XIL e β -Glucanase – GLU). CN – Ração com 10% de cevada, sem enzimas XIL e GLU. CN+XIL – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase. CN+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 400g/t de β -glucanase. CN+XIL+GLU – Ração com 10% de cevada com adição de 250g/t de xilanase e 400g/t de β -glucanase.

¹Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento CN apresentou índice de rentabilidade (IR) 12,25% inferior ao tratamento CP. Entretanto, quando se comparou o tratamento CN com os tratamentos CN+XIL, CN+GLU e CN+XIL+GLU, observou-se que a suplementação enzimática promoveu aumento significativo ($P<0,05$) no IR. Os tratamento contendo enzimas não diferiram entre si e, nem, com o tratamento CP. O retorno financeiro alcançado pelos tratamentos CN+XIL, CN+GLU e CN+XIL+GLU foi, em media, de R\$0,47 para cada real despendido em alimentação.

A adição das enzimas xilanase ou β -glucanase nas rações contendo cevada aumentaram significativamente ($P < 0,05$) o CR e o GP das aves na comparação com o tratamento CN, e não diferiram ($P > 0,05$) do tratamento CP.

Conclusão

A adição da enzima β -glucanase melhora o ganho de peso de frangos de corte de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade, quando alimentados com ração contendo 10% de cevada.

Não há resposta positiva, quando na opção de combinar as enzimas, xilanase e β -glucanase, em rações para frango de corte, contendo cevada.

A inclusão de enzimas exógenas, xilanase ou β -glucanase, em rações contendo 10% de cevada, no período de 1 a 42 dias de idade, melhora o ganho de peso, o que gera resposta positiva quanto a eficiência produtiva e financeira. No entanto, a resposta financeira com o uso das enzimas, é semelhante à obtida com a ração a base de milho e farelo de soja.

Referências

- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal** - As bases e os fundamentos da nutrição animal. 4.ed. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.
- BRENES, B.; SMITH, M.; GUENTER, W.; MARQUARDT, R.R. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat and barley base diets. **Poultry Science**, v. 72, p. 1731-1739. 1993.
- BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, R. G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N. ; SILOVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.
- CAIRES, Carolina Magalhães et al. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 1, p. 491-497, 2008.

- CAMPBELL, G.L.; CLASSEN, H.L.; SALMON, R.E., 1984, Enzyme supplementation of barley diets for broilers. **Feedstuffs (Minneapolis)**, 59: 26-27.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 2, n. 6, p. 259-272, novembro/dezembro. 2005.
- CHOCT M.; KOCHER A.; WATERS D.L.E. et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **Brit. J. Nut.** v. 92, p. 53-61. 2004.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO E.T.; SCHOULTEN N.A.; BERTECHINI A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Rev. Bras. Zootec.** v. 32, p.1147-1156. 2003.
- COSTA, F. G. P.; BRANDÃO, J. S. Efeitos de diferentes tipos e níveis de enzimas nas rações de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v. 18, n. ½, 1997.
- COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, proteases and phytase have a additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**. v.84, p. 1860-1867. 2005
- FURLAN, Renato Luis. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. **SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, v. 7, p. 104-135, 2006.
- GARCÍA, M.; LÁZARO, R.; LATORRE, M. A.; GRACIA, M. I.; MATEOS, G. G. Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive traits and productive performance of broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 940-948, 2009.
- JOZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; KACZMAREK, S.; JENSEN, B. B.; ENGBERG, R. M.; HØIBERG, O. Effect of β -glucanase and xylanase supplementation of barley- and rye-based diets on caecal microbiota of broiler chickens. **Br Poult Sci**, v. 51, n. 4, p. 546-557, aug. 2010.
- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; JENSEN, B. B.; ENGBERG, R. M., The effect of beta-glucanase supplementation of barley - and oat-based diets on growth performance and fermentation in broiler chicken gastrointestinal tract. **Br Poult Sci**, v. 47, n. 1, p. 57-64, feb. 2006.

- JUANPERE, J.; PÉREZ-VENDRELL, A.M.; ANGULO, E.; BRUFAU, J. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. **Poultry Science**. v. 84, p. 571-580. 2005
- LÁZARO, R.; GARCÍA, M.; ARANÍBAR, M. J.; MATEOS, G. G. Effect of enzyme addition to wheat-, barley- and rye-based diets on nutrient digestibility and performance of laying hens. **Br Poult Sci**, v. 44, n. 2, p. 256-265, may. 2003.
- LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. IN: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2006, Florianópolis. Anais. Florianópolis, p. 34-46. 2006.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Nutrition of de chicken. ed. 4. Guelph, Ontário: **University Books**, p. 591, 2001.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Stantardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, 347-358, 1996.
- LIMA, A. C. F.; MACARI, M.; PIZAURO JÚNIOR, J. M.; MALHEIROS, E. B. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzimas ou probióticos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 1-9. 2002.
- LINARES, L. B.; BROOMHEAD, J. N.; GUAIUUME, E. A.; LEDOUX, D. R.; VEUM, T. L.; RABOY, V. Effects of low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) on zinc utilization in young broiler chicks. **Poultry Science**, v. 86, p. 299-308. 2007.
- MATHLOUTHI, N.; MOHAMED, M. A.; LARBIER, M. Effect of enzyme preparation containing xylanase and β -glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley-or maize/soybean meal-based diets. **British poultry science**, v. 44, n. 1, p. 60-66, 2003.
- MAYER, E. T.; FUKU, G.; 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.
- MENG, X.; SLOMINSKI, A.; NYACHOT, C.M.L.; CAMPBELL D.; GUENTER, W. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**. v. 84, p. 37-47. 2005.

- 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.
- PRESTON, C.M.; MCCRACKEN, K.L.; BEDFORD, M.R. Effect of wheat content, fat source and enzyme supplementation on diet metabolisability and broiler performance. **Br. Poult. Sci.** v. 42, p. 625-631. 2001.
- REBOLÉ A; ORTIZ LT; RODRÍGUEZ ML; ALZUETA C, TREVIÑO J.; VELASCO S. Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. **Poultry Science**, v. 89, p. 276–286. 2010.
- RIBEIRO, T.; LORDELO, M. M. S.; PONTE, P. I. P.; PRATES, J. A. M. et al. Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, 90: 1245-1256. 2011.
- RODRÍGUEZ, M. L.; REBOLÉ, A.; VELASCO, S.; ORTIZ, L. T.; TREVIÑO, J.; ALZUETA, C. Wheat- and barley-based diets with or without additives influence broiler chicken performance, nutrient digestibility and intestinal microflora. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 15, n. 92, p. 184-190. jan. 2012.
- 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.
- SACRANIE, A. et al. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 91, n. 3, p. 693-700, 2012.
- SHAKOURI, M. D. et al. Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 93, n. 5, p. 647-658, 2009.
- EVANI SOUZA DE OLIVEIRA STRADA, Ricardo et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 6, 2005.

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

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