

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

USO DE ENZIMAS EXÓGENAS NA AVICULTURA: UMA VISÃO CRÍTICA¹

DIOGO DE MORAES CARDOSO², LEONARDO JOSÉ CAMARGOS LARA³, DANIEL JOSÉ ANTONIOL MIRANDA⁴, MARIANA ANDRÉ POMPEU⁴, ANDRÉ LUIZ COSTA MACHADO⁵, CHRISTIANE FERNANDA DE QUEIROZ MATIAS⁴

¹Recebido para publicação em 07/06/10. Aceito para publicação em 26/11/10.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Arinos, MG. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Antônio Carlos 6627, Caixa postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: diogodemoraes@bol.com.br

³Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Av. Antônio Carlos 6627, Caixa postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Programa de Pós Graduação, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Av. Antônio Carlos 6627, Caixa postal 567, CEP 30123-970, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁵Médico Veterinário, MSc em Zootecnia.

RESUMO: A busca por alternativas que possibilitem a redução dos custos produtivos, em especial na avicultura, vai ao encontro à atuação de produtos como as enzimas exógenas. No entanto, a utilização eficiente de tais produtos depende de resultados expressivos e concretos sobre seus possíveis benefícios. Desta forma, inúmeras pesquisas têm sido conduzidas na tentativa de elucidar melhor o poder das enzimas sobre a melhoria da digestibilidade de ingredientes e conseqüentemente, sobre o desempenho das aves. Até então, os resultados apresentados, principalmente sobre o grupo de enzimas compreendidas pelas carboidrases e proteases ainda são bastante contraditórios. Diversas metodologias e análises superficiais adotadas pelos pesquisadores levam a uma série de conclusões imprecisas e tendenciosas. Faz-se necessário a adoção de avaliações específicas que vislumbre o potencial prático e objetivo de complexos enzimáticos, sobre tudo que levem em consideração as matérias-primas usadas no Brasil, com vistas à obtenção de resultados claros e pontuais.

Palavras-chave: desempenho, avaliação enzimática, frango de corte.

USE OF EXOGENOUS ENZYMES FOR POULTRY: A CRITICAL VIEW

ABSTRACT: The search for alternatives that enable the reduction of production costs, especially in the poultry industry goes against the performance of products such as exogenous enzymes. However, efficient use of such products depends on meaningful and concrete results on its potential benefits. Thus, much research has been conducted in attempt to elucidate the enzymes potential on improving the digestibility of ingredients and consequently on the performance of birds. Until then, the results presented, especially about the group of enzymes understood by carbohydrases and proteases are still very contradictory. Several methods and surface analysis adopted by researchers led to a series of inaccurate and biased conclusions. It is necessary to adopt specific assessments that glimpse the practical potential and enzymes objective concerned to raw materials used in Brazil, aiming to achieve clear and timely results.

Key words: performance, enzymatic evaluation, broiler.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES), mesmo com a queda na demanda por ração ocasionada pela crise econômica mundial (quase 1 milhão de toneladas comparado ao mesmo período do ano anterior), a indústria da avicultura (corte e postura) ainda demanda quase 50% da totalidade da ração produzida no país (ZANNI, 2009).

Parte da ração utilizada na avicultura é destinada à produção de frangos para exportação. Devido à proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento, somada a restrições no uso de farinhas de origem animal por alguns mercados, a busca por medidas capazes de manter a produtividade do setor é almejada a todo instante. Diversas indústrias e pesquisas no segmento apresentam alternativas na tentativa de mitigar possíveis impactos negativos provindos da proibição. Neste contexto as enzimas exógenas são apresentadas como capazes de disponibilizar maior quantidade de nutriente contido na ração, na tentativa de melhorar ou pelo menos manter o desempenho dos animais (SARTORI *et al.*, 2007).

Os efeitos das enzimas exógenas, sobre a digestibilidade dos nutrientes para aves, são muito citados na literatura. Entretanto, a maioria das pesquisas é feita com base no uso destas enzimas em rações contendo ingredientes como aveia, cevada, farelo de trigo e farelo de arroz, realidade contrária à observada no Brasil. Acredita-se que o uso de enzimas exógenas na ração apresente potencial para a melhoria da eficiência produtiva das aves ocasionado pela melhoria da digestão de produtos considerados de baixa qualidade, como os polissacarídeos não amídicos (PNA's), ou mesmo por aproveitar ainda mais os nutrientes de alimentos de elevada digestibilidade (TORRES *et al.*, 2003).

O emprego de enzimas tem sido analisado intensamente por pesquisadores e técnicos que atuam na nutrição de aves. Vários são os motivos que justificam toda essa investida, dentre os quais a possibilidade de incluir no balanceamento da dieta, ingredientes com nutrientes pouco disponíveis aos animais. Outro motivo muito forte relaciona-se a questões ambientais, que forçam a redução da eliminação de substâncias poluentes como o fósforo e o nitrogênio, que podem ser excretados em maior ou menor quantidade, dependendo da manipulação das fórmulas das rações (COSTA *et al.*, 2004).

O uso de enzimas na avicultura apresenta resultados bastante imprevisíveis e por muitas vezes, contraditórios. Alguns dos fatores que propiciam todo esse desarranjo de informações podem ser descritos pelo desajuste de matrizes nutricionais dos ingredientes na formulação, pelas margens de segurança praticadas na indústria avícola (PENS JR. e DARI, 2008) e limitação fisiológica das próprias aves em fases específicas (BRITO, 2008).

Deste modo, objetivou-se com a presente revisão abordar de forma crítica o emprego das enzimas exógenas na alimentação de aves.

Qualidade dos ingredientes

Uma das pressuposições para a eficácia da formulação de dietas é o conhecimento da composição química dos valores de energia metabolizável e da digestibilidade nutricional dos ingredientes (PAULA *et al.*, 2002).

A composição bromatológica e a digestibilidade dos nutrientes podem ser influenciadas pela presença de diferentes fatores como variedade da semente plantada, práticas culturais adotadas, condições climáticas durante o desenvolvimento, colheita, recebimento, processamento e armazenamento (Rodrigues *et al.*, 2001; Parsaie *et al.*, 2006). Da mesma forma existe grande variação na EMAn conferida pelos grãos. Essa diferença, além dos fatores citados acima, está relacionada aos níveis de extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) dos ingredientes; quanto maior o EE e menor a FB, maior será a EMAn (BRUM *et al.*, 2000).

O conhecimento das variações bromatológicas no alimento é imprescindível para a correta suplementação das exigências nutricionais das espécies e categorias animais. As frações dos alimentos com valor nutricional podem ser degradadas, transformadas ou perdidas e, muitas vezes, não são consideradas, em virtude do desconhecimento das alterações promovidas durante o processamento. O processo de extrusão, por exemplo, pode promover alterações no amido, formando uma fração resistente à ação de enzimas do trato gastrointestinal, degradação de polissacarídeos ou complexação com outros polímeros e degradação de estruturas de baixo peso molecular, podendo diminuir o conteúdo de fibra dietética (BERTIPAGLIA *et al.*, 2008).

A importância da contínua avaliação de ingredi-

entes baseia-se na necessidade de se manter atualizado um banco de dados para melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que estão suprindo as dietas das aves (BRUM *et al.*, 2000).

Além da variação energética existente nos grãos de milho, as proteínas constituem o segundo componente químico majoritário em importância neste grão. O conteúdo protéico deste pode variar entre 6 a 12% (KUHNEN, 2007). Já no farelo de soja, Douglas *et al.*, (2000) avaliaram 12 amostras e observaram variação de 2816 a 3104 Kcal ED ileal/kg de matéria seca em frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja. A variação nutricional deste e dos demais ingredientes pode afetar diretamente a atuação da hidrólise enzimática, uma vez que o substrato existente nestes alimentos também está sujeito as mesmas variações.

Atuação das enzimas

As enzimas apresentam estruturas bastante frágeis, podendo ser desarranjadas, tornando-as ineficazes. Vários processos podem contribuir para a ocorrência da desnaturação enzimática, como por exemplo, em situação de calor excessivo, presença de ácidos ou agentes oxidantes (OSERA *et al.*, 2008).

STRADA *et al.* (2005) citam os fatores que influenciam a atuação das enzimas no organismo animal, destacando-se aqueles relacionados ao processamento da ração, pH do meio, comprimento do trato gastrointestinal, grau de hidratação, temperatura corporal, susceptibilidade da enzima exógena ao ataque da endógena, concentração do produto e tipo de ingrediente utilizado na ração.

Muitas das enzimas estão ligadas à membrana intestinal e apresentam sensibilidade a alterações que, por ventura, ocorram na superfície. Este fato sugere que tanto a digestão como a absorção de nutrientes pelas aves não são fixas, mas são altamente ajustáveis de acordo com a presença de substrato na ração (UNI *et al.*, 1998).

As enzimas limitam sua capacidade catalítica às condições ambientais sob as quais elas atuam. Portanto, o sucesso da utilização das enzimas exógenas necessita de conhecimento sobre os possíveis substratos a serem hidrolisados, juntamente com as condições nas quais as reações são realizadas (LIMA *et al.*, 2002).

A presença de substrato no organismo do animal é fator limitante para que as enzimas possam atuar. Ingredientes tradicionalmente usados como componentes da ração avícola no Brasil, como o milho e farelo de soja, apresentam elevada variabilidade nutricional. Consequentemente ocorre variação nos seus constituintes considerados anti-nutricionais, o que compromete uma possível atuação das enzimas no organismo animal. Observa-se na Tabela 1 a variabilidade de constituintes anti-nutricionais do milho e do farelo de soja.

Tabela 1. Polissacarídeos não Amiláceos totais (%) presentes no milho e no farelo de soja

PNAs (%)		Autores
Milho	Farelo de soja	
9,32	29,02	Malathi e Devegowda (2001)
9,7	10,3	Ruiz <i>et al.</i> (2008)
8,10	30,3	Tavernari <i>et al.</i> (2008)

Os valores encontrados pelos diferentes pesquisadores demonstram grandes variações entre as frações de PNAs dentro dos mesmos alimentos.

O emprego de complexos enzimáticos com diferentes especificidades tem sido proposto para dietas à base de milho e farelo de soja, que, apesar de apresentarem boa qualidade nutricional, acredita-se que poderiam melhorar ainda mais o desempenho de aves (BRUM *et al.*, 2006). Conforme a Tabela 2, o benefício esperado seria a atuação sinérgica das mesmas, em locais específicos, permitindo assim uma resposta mais expressiva no desempenho animal.

Os conhecimentos existentes até então sobre o uso de enzimas ainda não definiram, a contento, os efeitos sobre a valoração real da energia desses ingredientes, bem como os efeitos associativos das diversas enzimas (CARVALHO, 2006).

Efeito da idade da ave

A capacidade digestiva das aves está intimamente relacionada com a idade e com o tempo de contato após eclosão do trato gastrointestinal com o alimento (UNI *et al.*, 1998). LONGO (2003) destaca que durante as primeiras semanas de vida, a atividade enzimática e o desenvolvimento fisiológico não estão totalmente consolidados, embora algumas enzimas já estejam presentes antes da eclosão do ovo. Desta forma, as aves já nasceriam com uma quantidade enzimática mínima e elevaria sua capacidade digestiva em decorrência da sua idade.

Tabela 2. Efeitos esperados de enzimas exógenas utilizadas em rações avícolas

ENZIMA	SUBSTRATO	EFEITO ESPERADO
Xilanases	Arabinoxilanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal
Glucanases	Betaglucanas	Redução da viscosidade da digesta intestinal Diminuição de ovos
Pectinases	Pectinas	Redução da viscosidade da digesta intestinal
Celulases	Celulose	Aumento da digestibilidade da matéria seca
Proteases	Proteínas	Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes
Amilases	Amido	Suplementação de enzimas endógenas Maior digestibilidade dos nutrientes
Fitases	Ácido fítico	Aumento na utilização do fósforo vegetal Remoção do fósforo fítico

Fonte: Adaptado de MARQUARDT (1997).

A idade da ave submetida à ração formulada com enzimas deve ser levada em questão. A capacidade de digestão de carboidratos, por exemplo, é observada logo após a eclosão, sendo a amilase pancreática encontrada em aves já no 18º dia de incubação, com sua máxima atividade específica ocorrendo quatro dias após a eclosão (LONGO *et al.*, 2005). O uso de enzima exógena com a mesma finalidade que a anterior pode não surtir efeito em virtude da própria presença endógena desta, podendo até mesmo expor a primeira ao ataque das enzimas endógenas, o que não traria nenhum benefício ao animal. Segundo SKLAN *et al.* (2000), ocorre elevação na produção das enzimas tão logo iniciada ingestão de alimentos, o que não justificaria a antecipação ou mesmo a inclusão de enzimas exógenas na dieta desta categoria.

Outro motivo bastante contestado quanto ao uso de enzimas em dietas iniciais baseia-se no fato de que possíveis ganhos nesta fase, teoricamente ocasionados pela atuação de enzima exógena, pode não ser expressivo, tampouco justificável, uma vez que as aves não suplementadas com enzimas apresentariam ganho compensatório nas fases seguintes. DOURADO (2008) concluiu que a suplementação com complexo enzimático composto por xilanase, amilase e protease foi eficiente em recuperar o ganho de peso dos frangos no período inicial, de 1-21 dias de idade, entretanto não foi efetiva na fase total (1-42 dias), onde as aves alimentadas com ração sem enzimas igualaram seu desempenho àquelas arraçadas com enzimas.

Metodologia utilizada

A metodologia empregada nos experimentos com animais para averiguação da atuação enzimática reflete resultados muitas vezes confusos, não condizentes com a realidade, e por muitas vezes, mascara os

resultados obtidos. Muitas delas não levam em consideração o efeito ocasionado pela margem de segurança atribuída na ocasião da formulação das dietas, ao passo que, a estreita margem de redução nos valores calculados, com ou sem o emprego das enzimas, por si só não alterariam a resposta animal. O próprio comportamento animal perante uma ração levemente modificada, com pequenas reduções nos seus valores nutricionais, pode não acarretar em prejuízo ao seu desempenho, passando muitas vezes despercebidos e indetectáveis. Dessa forma não poderíamos afirmar com precisão o real ganho ou benefício atribuído ao uso de complexos ou enzimas exógenas de forma isolada ao não levar em consideração uma metodologia que englobe os valores das margens de segurança (BRITO, 2008).

O uso de tratamentos experimentais bem planejados pode ilustrar com clareza os resultados obtidos, sendo o inverso também verdadeiro. Como exemplo, COTTA *et al.* (2002) utilizaram tratamentos formados por níveis de inclusão de enzimas, de energia (normal e reduzido) e de proteína (normal e reduzido), com uso do tratamento adicional controle, sem enzimas e com níveis normais de energia e proteína. Concluíram que a inclusão de enzima na ração e a redução energética e protéica não alteraram ($P > 0,05$) o peso das aves, indicando a não influência dos tratamentos analisados. Deste modo, o uso de tratamentos ditos "controle positivo - CP" e "controle negativo - CN", visam evidenciar com qual precisão está se medindo a resposta, ou mesmo, avaliar a matriz nutricional usada para os alimentos e os níveis nutricionais praticados experimentalmente.

Em outro experimento de mesma magnitude, COSTA *et al.* (2004) usaram tratamentos formados pelo controle, acréscimo de complexo enzimático, e tratamen-

tos acrescidos de níveis crescentes de complexo enzimático com redução decrescente nos níveis protéicos e energéticos. De forma semelhante ao anterior, a adição de enzimas exógenas em rações para frangos de corte não proporcionou diferença entre os tratamentos avaliados. Fica claro que o estudo correto dos tratamentos e a escolha dos mais adequados contribuem para melhor elucidação dos resultados.

O uso de tratamento controle negativo é de suma importância tanto para evidenciar que o padrão utilizado (CP) é o ideal, como para demonstrar que os níveis reduzidos (CN) podem não ser suficientes para provocar deficiência nutricional nas aves.

Alguns pesquisadores afirmam ser possível a suplementação enzimática na tentativa de flexibilizar a formulação de rações, reduzir custos e manter o desempenho dos animais (BRENES *et al.*, 1996). Atualmente existem diversas maneiras de formular rações, sendo elas: atribuindo um valor energético a enzima e incluí-la na matriz nutricional como um novo ingrediente; diminuindo as especificações energéticas da ração em função do cereal e; modificando o valor da

energia metabolizável aparente (EMA) do cereal quando se adiciona enzima. Outra opção seria não realizar ajustes na formulação. Desta forma, a resposta da ave indicaria a efetividade da enzima (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

BRUM *et al.* (2007) avaliaram a atuação enzimática da amilase exógena em rações para frangos de corte. Os tratamentos foram constituídos por: dieta controle sem enzima, sem superestimar a energia (T1), dieta controle com enzima, sem superestimar energia (T2) e tratamentos com suplementação enzimática crescente, superestimando a energia do farelo de soja (T3 ao T6). Concluíram não haver diferença no desempenho entre os tratamentos avaliados.

Em estudo feito por CARDOSO (2009) sobre o efeito de carboidrases exógenas em rações à base de milho e farelo de soja para frangos de corte, foi observado que o uso das enzimas não proporcionou incremento nutricional à ração, tampouco contribuiu para a recuperação dos nutrientes valorados, gerando resultados de desempenho inferior aos tratamentos controles, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Consumo médio de ração (CR), ganho médio de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de acordo com os tratamentos, no período de 1 a 42 dias

	TRATAMENTOS*			RCE	MÉDIA	CV (%)	P.
	CP	CN	RA				
1 a 42 dias							
CR (g)	4158,88	4274,88	4264,93	4292,68	4249,09	2,39	0,1178
GP (g)	2291,65	2346,56	2333,14	2276,44	2311,94	2,72	0,2038
CA (g/g)	1,82a	1,82a	1,83a	1,89b	1,84	1,97	0,0081

^{a,b}Médias com letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste Skott-Knott;

*CP = Ração-controle-positivo de acordo com recomendações do manual da linhagem;

*CN = Ração-controle-negativo, com redução em 35 Kcal na fase inicial e 70 Kcal/kg de ração para as fases de crescimento e final;

*RA = Ração reformulada com amilase exógena - 300g/ton (isonutriente a CP);

*RCE = Ração reformulada com amilase exógena - 300g/ton associada ao complexo enzimático - 200 g/ton (isonutriente CP);

Observa-se que o tratamento controle positivo (CP) apresentou resultados iguais aos tratamentos com redução nos valores nutricionais, sendo eles os tratamentos controle negativo (CN) e tratamento reformulado com uso de enzima amilase exógena (RA). O autor demonstrou que, mesmo havendo a redução nutricional da dieta controle negativo comparada à positiva, não houve piora no desempenho dos animais. Este fato nos leva a crer que as reduções ocasionadas pela valoração dos ingredientes, milho e farelo de soja, em 1,5 e 6% na energia metabolizável aparente corrigido para balanço zero de nitrogênio

(EMAn), respectivamente, não foram suficientes para gerar nos animais queda de desempenho. Todavia, caso este tratamento não fosse adotado, os resultados obtidos com o uso da amilase exógena estaria mascarado e não retrataria a eficácia da enzima, que manteria o desempenho dos animais, comparado ao tratamento controle positivo.

Valorização das dietas e margem de segurança

O uso mais frequente das enzimas na avicultura

nacional é realizado através da redução nos níveis nutricionais das dietas. Esta prática se faz necessária em função da viabilização econômica das formulações com a expectativa, no mínimo, da manutenção do desempenho animal (BRITO, 2008).

Existe uma variabilidade natural dos ingredientes e também nas respostas animais aos nutrientes, além disto, ainda não é possível saber exatamente a composição de cada lote de ingrediente que entra no misturador de ração, por isto a adoção de margens de segurança se faz necessária na formulação (CARVALHO, 2002). As margens de segurança podem ser implementadas penalizando o conteúdo nutricional de um ingrediente, subestimando-o ou elevando a necessidade animal acima da recomendada, superestimando o valor nutricional da dieta (OLIVEIRA e HACKENHAAR, 2008).

Falhas na estimativa da composição dos ingredientes podem levar a rações com níveis nutricionais muito diferentes dos especificados pelo nutricionista. Nutrientes em excesso ou faltando levam à ineficiência, pois encarecem demasiadamente as fórmulas ou provocam perdas de desempenho. A adoção de margens de segurança implica diretamente em aumento de custos das rações, sendo assim, o desafio é definir o valor mínimo necessário, mas que o desempenho animal esteja garantido (BRITO, 2008).

Esboços sobre a eficácia de enzimas exógenas nas rações ainda apresentam resultados bastante controversos. Em decorrência de diversos estudos, os pesquisadores vêm tentando averiguar a resposta animal na tentativa de se ajustar a quantidade, ou mesmo a combinação de enzimas a serem utilizadas nas rações. Outra possibilidade bastante visada é a predição da resposta das enzimas dada a concentração de algum componente da ração. Se fosse plausível obter tal resposta, seria possível usar concentrações específicas de enzimas, resultando na melhoria da utilização dos outros componentes da ração e ainda disponibilizando energia a partir deste composto (OTT, 2005).

CONCLUSÕES

A eficácia das enzimas, dentre elas as carboidrases e proteinases ainda apresentam resultados bastante controversos, sendo necessários mais estudos sobre seu uso e benefícios.

Ensaio experimentais devem ser rigorosamente

planejados a fim de propiciarem respostas precisas e conclusivas sobre a atuação das enzimas exógenas.

O conhecimento sobre cada enzima, limitações de uso, mecanismo de ação, idade do animal e variabilidade dos ingredientes utilizados nas rações devem ser considerados no momento da escolha da enzima a ser usada, sob risco de imprecisão dos resultados ou mesmo respostas ambíguas.

Resultados mais expressivos e claros são esperados com a nova geração de enzimas, a fim de se reduzir os custos produtivos, manutenção do desempenho e maior viabilidade econômica da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.37, n.11, p.2003-2010, 2008.
- BRENES, A.; LÁZARO, R.; GARCÍA, M. et al. Utilización práctica de complejos enzimáticos en avicultura. In: _____. **Avances en nutrición y alimentación animal**. Madrid: FEDNA, 1996.
- BRITO, J.A.G. Desenhos experimentais e recentes pesquisas com enzimas. In: Prêmio José Maria Lamas da Silva, APINCO, 26., 2008, Santos. **Anais...Santos: APINCO**, 2008. p.143.
- BRUM, P.A.R. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.5, p.995-1002, 2000.
- BRUM, P.A.R. et al. **Efeito da utilização de alfa-amilase em dietas a base de milho e farelo de soja na digestibilidade da energia das rações e no desempenho de frangos de corte**. Concórdia: Embrapa, n. 425, 2006. (Comunicado Técnico).
- BRUM, P.A.R. et al. **Uso de alfa-amilase em dietas, superestimando ou não a energia metabolizável do farelo de soja, no desempenho de frangos de corte**. Concórdia: Embrapa, n.461, 2007. (Comunicado Técnico).
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M., APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**. Viçosa, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- CARDOSO, D.M. **Carboidrases em rações para frangos de corte**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba.

- CARVALHO, D.C.O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento.** 2002. 90f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- CARVALHO, J.C.C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte.** 2006. 64f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- COSTA, F.G.P. et al. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira.** Goiânia, v.5, n.2, p.63-71, 2004.
- COTTA, T., TORRES, D.M., OLIVEIRA, A.I.G. Efeitos da adição de um complexo enzimático sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v.26, n.4, p.852-857, 2002.
- DOUGLAS, M.W., PARSONS, C.M., BEDFORD, M.R. Effect of various soybean meal sources and Avizyme on chick growth performance and ileal digestible energy. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.74-80, 2000.
- DOURADO, L.R.B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte.** 2008. 94f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- KUHNEN, S. **Metabolômica e bioprospecção de variedades crioulas e locais de milho. (Zea mays L.).** 2007. 267f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2007, Florianópolis.
- LIMA, A.C.F. et al. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.** Campinas, v.4, n.3, p.187-193, 2002.
- LONGO, F.A. **Avaliação de fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte.** 2003. 98f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- LONGO, F.A. et al. Diferentes Fontes de Proteína na Dieta Pré-Inicial de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v.34, n.1, p.112-122, 2005.
- MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science.** Champaign, v.80, p.302-305, 2001.
- MARQUARDT, R. R. Enzyme enhancement of the nutritional value of cereals: role of viscous, water-soluble, nonstarch polysaccharides in chick performance In: MARQUARDT, R.R.; HAN Z. (Ed.) **Enzymes in poultry and swine nutrition.** Ottawa: IDRC. 1997. p.5-18.
- OLIVEIRA, A.; HACKENHAAR, L. **AveWorld.** Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/default.php?acao=documento&cod=4323>. Acesso em: 15 ago. 2009.
- OSERA, R.H.; DALANEZI, J.A.; JUNQUEIRA, O.M. Efeito da inclusão de enzimas digestivas sobre o rendimento de partes nobres de frangos de corte. **Pubvet**, v.2, n.23, 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=250>. Acesso em: 16 set. 2009.
- OTT, R.P. **Utilização de carboidrases em dietas para frangos de corte.** 2005. 83f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PARSAIE, S. et al. Evaluation of Starch, Soluble and Insoluble Non-starch Polysaccharides and Metabolizable Energy of 15 Cultivars of Iranian Wheat. **Journal of Agriculture & Social Sciences.** Pakistan, v.2, n.4, p.260-263, 2006.
- PAULA, A. et al. **Metodologia para determinação da energia metabolizável aparente com relação aos níveis de substituição do ingrediente teste na ração referência.** Concórdia: Embrapa, 2002, (Comunicado Técnico).
- PENZ JR, A.M.; DARI, R. **Enzimas em dietas vegetais para frangos de corte.** Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/1418>. Acesso em: 21 dez. 2008.
- RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v.30, n. 6, p.1767-1778, 2001.
- RUIZ, U.S. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v.37, n.3, p.458-468, 2008.
- SARTORI, J.R. et al. Enzimas e simbióticos para frangos de corte criados no sistema convencional e alternativo. **Ciência Rural.** Santa Maria, v.37, n.1, 2007.
- SKLAN, D. et al. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chicks and poults in hatching trays. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.142-148, 2000.
- STRADA, E.S.O. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

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

TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. 2003. 172f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**. Champaign, v.77, n.1, p.75-82, 1998.

ZANNI, A. **Boletim trimestral-Setor de alimentação animal**. SINDIRAÇÕES, 2009. Disponível em: <http://www.sindiracoes.org.br/images/stories/noticias/sindiracoes_boletim_jun2009.pdf>. Acesso em: 09 set. 2009.