AMANDA FERNANDES BECCACCIA

Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras

São Paulo
2012

AMANDA FERNANDES BECCACCIA

Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em ciências

Departamento:
Clínica Médica

Área de Concentração:
Clínica Veterinária

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Eduardo Larsson

São Paulo
2012

Nº CLASSIFICAÇÃO

Nº TOMBO
032287

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

BIBLIOTECA VIRGINIE BUFF D'ÁPICE
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
E ZOOTECNIA DA USP

3/7/12

Conferido Somente Ficha
Catalografica

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2609
FMVZ

Beccaccia, Amanda Fernandes
Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras / Amanda Fernandes Beccaccia. -- 2012.
86 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2012.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Larsson.

1. Hissex White. 2. Conversão alimentar. 3. Enzimas. 4. Qualidade dos ovos. I. Título.

ERRATA

BECCACCIA, A. F. **Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras.** 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Página	Parágrafo	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	4º	86 f.	85 f.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação de eficiência do uso de enzima fitase em dietas de poedeiras", protocolado sob o nº 1886/2010, utilizando 320 (trezentos e vinte) aves, sob a responsabilidade do(a) Profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 04/5/2011.

We certify that the Research "Efficiency evaluation of adding phitase in laying hen diets", protocol number 1886/2010, utilizing 320 (three hundred twenty) chickens, under the responsibility Profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 05/04/2011.

São Paulo, 05 de maio de 2011.

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
Fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
http://www.fmvz.usp.br

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: BECCACCIA, Amanda Fernandes

Título: Uso de complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em ciências

Data: 31 / 07 / 12

BANCA EXAMINADORA

Prof . Dr. Mª CLAUDIA ARMIRIPE SUCUPIRA

Instituição: FMVZ - USP Julgamento: APROVADA

Prof . Dr. Agnes Veridiana Mori

Instituição: Adisseo Brasil - SA. Julgamento: Aprovada

Prof . Dr. Ricardo de Albuquerque

Instituição: FMVZ - USP Julgamento: Aprovada

Dedico aos meus pais, irmão, tios, primos e avós que sempre me apóiam e me aconselharam.

Ao Prof. Dr. Cássio Xavier de Mendonça Júnior,

Agradeço pela oportunidade, confiança, paciência e ensinamentos; mesmo que por pouco tempo, mostrou-me carinho e paixão pelo trabalho com galinhas.

AGRADECIMENTOS

À profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira, pela orientação, prontidão, conforto, dedicação, paciência e competência, que me acolheu e esteve ao meu lado me encorajando nas horas difíceis durante a realização deste trabalho.

À Dra. Agnes Veridiana Mori pela paciência, ajuda, oportunidade de crescimento pessoal e profissional sendo um exemplo e inspiração.

Ao Sr Abelardo Cecílio de Souza (Dinho), pela companhia, dedicação e organização que com sua experiência permitiu a realização deste estudo de maneira agradável.

À Daniela Beccaccia Versiani que me ajudou com correções gramaticais da língua portuguesa.

Ao Paulo Ricardo Yamashita Costa pela colaboração na coleta de dados, incentivo e conselhos.

Aos colegas Fábio Alves Teixeira e Thatiane Lima Barreto pela colaboração no preparo das rações e análises realizadas.

Aos colegas Chen Yung Jen, Renato de Cerqueira Leite e Melina Marie Yasuoka pela realização da análise estatística.

As empresas Adisseo pelo patrocínio e Mcassab pelo fornecimento dos premix utilizados nas rações.

Ao CNPQ pela bolsa recebida durante o período do curso.

À Universidade de São Paulo, por fornecer a infra-estrutura e oportunidade de realização do mestrado.

E a todas as aves utilizadas durante o período experimental pela colaboração e companhia.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das dietas utilizadas em cada tratamento durante o estudo – São Paulo – 2012 41

Tabela 2 - Composição bromatológica de cada tratamento das rações experimentais – São Paulo – 2012 42

Tabela 3 - Consumo médio de alimento e respectivos desvios padrão das aves (g/ave/dia), por semana, no período experimental, conforme os tratamentos estudados – São Paulo 2012. 52

Tabela 4 - Conversão alimentar (kg de alimento consumido por dúzia de ovos produzida) e desvios padrão por semana, conforme os tratamentos estudados – São Paulo – 2012 54

Tabela 5 – Conversão alimentar (kg de alimento por kg de ovos) e respectivos desvios padrão por semana conforme os tratamentos estudados – São Paulo – 2012 56

Tabela 6 - Peso médio semanal do ovo (g) de acordo com os tratamentos estudados, durante o período experimental – São Paulo – 2012 58

Tabela 7 - Valores médios e respectivos desvios padrão da massa dos ovos (g), durante o período de 10 semanas – São Paulo – 2012 60

Tabela 8 - Média da temperatura do galpão (C°) durante o período – São Paulo 2012 62

Tabela 9 - Qualidade dos ovos expressa em média de gravidade específica, unidade Haugh, espessura da casca (mm), peso da casca (g) e erro padrão dos tratamentos estudados* – São Paulo – 2012 63

Tabela 10 - Tabela de contingencia II – Categorias da gravidade específica dos tratamentos estudados – São Paulo – 2012 64

Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson – Relação entre as variáveis da qualidade dos ovos geral e em cada um dos tratamentos estudados – São Paulo – 2012 68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura molecular do ácido fítico 21

Figura 2 - Aves com quarenta e quatro semanas de idade utilizadas no experimento São Paulo – 2012 39

Figura 3 - Mensuração da unidade Haugh, Micrômetro Ames - São Paulo – 2012 46

Figura 4 - Mensuração do peso da casca do ovo - São Paulo – 2012 47

Figura 5 - Mensuração da espessura da casca do ovo - São Paulo – 2012 48

Gráfico 1 - Consumo médio de ração das aves (g/ave/dia), dos tratmentos T1, T2, T3 e T4 durante 10 semanas – São Paulo – 2012 51

Gráfico 2 - Valores médios da conversão alimentar (kg de alimento por dúzia de ovos) por semana, conforme os tratamentos estudados – São Paulo – 2012 53

Gráfico 3 - Valores médios da conversão alimentar (kg de alimento por massa, em kg de ovos) por semana conforme os tratamentos estudados - São Paulo – 2012 55

Gráfico 4 - Valores do peso médio do ovo (g) e o respectivo desvio padrão de acordo com os tratamentos estudados, durante o período experimental - São Paulo – 2012 59

Gráfico 5 - Valor médio da massa dos ovos (g) de acordo com os tratamentos estudados, durante as 10 semanas do período experimental - São Paulo – 2012 61

Gráfico 6 - Gráfico da temperatura do galpão diária durante o experimento (T°C X dia) - São Paulo – 2012 62

Gráfico 7 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão para a gravidade específica, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo – 2012 64

Gráfico 8 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão para a unidade Haugh, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo – 2012 65

Gráfico 9 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão da espessura da casca de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo – 2012 66

Gráfico 10 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão do peso da casca de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo – 2012 67

Gráfico 11 - Dados de qualidade dos ovos expressa em média de unidade Haugh, gravidade específica, espessura da casca e peso da casca, de acordo com os tratamentos estudados - São Paulo 2012 68

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<	menor
>	maior
%	porcentagem
CA	conversão alimentar
Ca	cálcio
cm^3	centímetro cúbico
CR	consumo de ração
EC	espessura da casca
EM	energia metabolizável
EMA	energia metabolizável aparente
Fe	ferro
FTU	unidades de fitase
g	grama
GE	gravidade específica
GP	ganho de peso
kcal	quilocaloria
kg	quilograma
m	metro
Mg	magnésio
mM	milimolar (10^{-3})
mm	milímetro
Mn	manganês
NRC	National Research Council
°C	graus Celsius
P	fósforo
PB	proteína bruta
PC	peso da casca
PMO	peso médio dos ovos
PNA's	polissacarídeos não amiláceos
T1	tratamento 1
T2	tratamento 2
T3	tratamento 3
T4	tratamento 4
UH	unidade Haugh
USDA	United States Departament of Agriculture
Zn	zinco

RESUMO

BECCACCIA, A. F. **Uso do complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras.** [Effect of enzyme complex (carbohydrase and Phytase) in laying hens diets]. 2012. 85 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

O presente experimento foi conduzido para avaliar o uso de enzimas fitase e carbohidrolase em dietas a base de milho e soja com ou sem alta concentração de fibras no desempenho produtivo e qualidade dos ovos (gravidade especifica (GE), unidade haugh (UH), espessura da casca (EC) e peso da casca (PC) de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 320 poedeiras da linhagem comercial Hissex White, com idade inicial de 44 semanas. As aves foram alimentadas com quatro diferentes tratamentos (10 repetições de 8 cada) durante 10 semanas. As dietas incluíam: controle (T-1) a base de milho e soja com baixa concentração de fibras; (T-2) a base de milho e soja com alta concentração de fibras; (T-3) a base de milho e soja com adição do complexo enzimático e (T-4) a base de milho e soja com adição do complexo enzimático e alta concentração de fibras. As galinhas alimentadas com a dieta controle, apresentaram maior consumo de ração (CR) ($P<0,05$) na primeira e na quinta semanas em relação ao controle negativo (T-2). Somente na quinta semana o grupo controle obteve maior conversão alimentar (CA) ($P<0,05$) em relação aos outros tratamentos. Nas outras variáveis observadas, como o peso dos ovos (PO), a massa dos ovos (MO), gravidade específica (GE), unidade Haugh (UH), espessura da casca (EC) e peso da casca (PC), os diferentes tratamentos determinaram resultados similares, isso pode indicar que dietas com alta concentração de fibras e por isso de baixo custo, podem ser adotadas sem diminuição da qualidade e produção dos ovos.

Palavras-chave: Hissex White. Conversão alimentar. Enzimas. Qualidade dos ovos.

ABSTRACT

BECCACCIA, A. F. **Effect of enzyme complex (carbohydrase and Phytase) in laying hens diets**. [Uso do complexo enzimático (carbohidrase e fitase) em dietas de galinhas poedeiras]. 2012. 85 f. Dissertação (Mestre em ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012

The present experiment was conducted to evaluate the use of enzymes phytase and carbohydrase in corn/soybean meal diets with or without fibers regarding the productive performance and egg quality (specific gravity (SG), Haugh unit (HU), shell thickness (ST) and shell weight (SW) of laying hens. Were utilized 320 commercial line Hissex White laying hens, aged 44 weeks. The hens were fed with four different treatments (10 replicates of eight each) during 10 weeks. The diets included control (T-1) based of corn, soybean meal and low concentration of fibers; (T-2) based of corn, soybean meal and high concentration of fibers; (T-3) based of maize and soybean meal supplemented with enzymes and (T-4) based of corn and soybean meal supplemented with enzymes and high concentration of fibers. The laying hens fed with the control diet (T-1) showed higher feed intake (FI) (P<0,05) in the first and fifth weeks in relation to the negative control (T-2). Only in the fifth week the control group had higher feed conversion (FC) (P<0,05) in relation with the other treatments. In the other variables observed, the different treatments showed similar results, it may indicate that diets with high fiber concentration and therefore low cost can be taken without decreasing the quality and egg production.

Keywords: Hissex White. Feed conversion. Enzymes. Egg quality.

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 15
1.1 **OBJETIVOS** 16
2 **REVISÃO DE LITERATURA** 17
2.1 FÓSFORO 19
2.2 FITATO 20
2.3 FÓSFORO COMO AGENTE POLUIDOR 23
2.4 AÇÃO DAS ENZIMAS 24
2.4.1 **Degadação de polissacarídeos não amiláceos** 25
2.5 FITASE 25
2.5.1 **O uso da fitase em dietas de aves** 27
2.6 CARBOHIDROLASE 29
2.7 VISCOSIDADE DA DIGESTA 30
2.8 SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS 31
2.9 DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES 32
2.10 BENEFÍCIOS ADICIONAIS DA UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS 33
2.11 REDUÇÃO DA UMIDADE DAS EXCRETAS 33
2.12 MELHORA DO BEM ESTAR ANIMAL 34
2.13 QUALIDADE DO OVO 34
2.14 EFEITO DAS ENZIMAS SOBRE A QUALIDADE DOS OVOS 36
3 **MATERIAL E MÉTODOS** 38
3.1 AVES 38
3.2 INSTALAÇÃO E EQUIPAMENTOS 39
3.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS 40
3.4 AVALIAÇÃO DE PARAMETROS 42
3.4.1 **Desempenhos produtivos** 42
3.4.2 **Qualidades internas e externas** 43
3.4.3 **Características quantitativas** 43
3.4.3.1 Consumo de ração 43

3.4.3.2 Produção de ovos 43
3.4.3.3 Peso dos ovos 44
3.4.3.4 Conversão alimentar por massa 44
3.4.3.5 Conversão alimentar por dúzia 44
3.4.4 **Características qualitativas** 44
3.4.4.1 Peso dos ovos 45
3.4.4.2 Gravidade específica 45
3.4.4.3 Unidade Haugh 45
3.4.4.4 Peso da casca 46
3.4.4.5 Espessura da casca 47
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA 48
4 **RESULTADOS** 50
4.1 DESEMPENHO PRODUTIVO 50
4.2 CONSUMO DE RAÇÃO 50
4.3 CONVERSÃO ALIMENTAR POR DÚZIA E POR MASSA 53
4.4 PESO MÉDIO DOS OVOS 57
4.5 VALOR MÉDIO DA MASSA DOS OVOS 59
4.6 TEMPERATURA 61
4.7 QUALIDADE INTERNA E EXTERNA DOS OVOS 63
4.7.1 **Gravidade específica** 63
4.7.2 **Unidade Haugh** 65
4.7.3 **Espessura da casca** 65
4.7.4 **Peso da casca** 66
4.8 RELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE QUALIDADE DO OVO 67
5 **DISCUSSÃO** 69
6 **CONCLUSÃO** 76
REFERÊNCIAS 77

1 INTRODUÇÃO

A população mundial segue crescendo em ritmo acelerado. Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) estamos nos aproximando a sete bilhões de habitantes. A cada 15 anos, aproximadamente, mais um bilhão de pessoas chega ao nosso convívio. Além da preocupação em como produzir alimento, devemos estar atentos às mudanças dos hábitos alimentares. Passamos a consumir mais alimentos de base protéica, exigindo assim esforços tremendos para suprir esta demanda por produtos de origem animal.

O Brasil é o 5° país em extensão territorial no globo, sendo o maior em território na zona tropical. A combinação de fatores de posicionamento geográfico, com topografia e clima, fez do Brasil um grande produtor e o terceiro maior exportador de alimentos do mundo. O Brasil é o sétimo produtor mundial de ovos, porém é pouco significativo na exportação de ovos *in natura* (somente 3% é exportada com casca). Apesar de grande produtor, o consumo per capita de ovos é baixo, de acordo com dados fornecidos pela União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2012), o consumo per capita de ovo no Brasil fechou 2011 em 162,5 unidades, a média é considerada baixa se for levado em conta a população do Brasil e o potencial da avicultura de postura nacional, enquanto que no México se consomem mais de 360 unidades por ano seguido pelo Japão (347) e China (310).

O ovo é considerado um alimento importante na dieta humana por conter proteína de alto valor biológico, lípides, vitaminas, minerais, fosfolípides e outros nutrientes. (MORI, 1998).

Em um país em desenvolvimento como o Brasil, onde elevada parcela da população ainda não tem acesso a alimentos de alto valor nutricional e 6% da população é subnutrida, o ovo é uma importante alternativa alimentar que deve ter seu consumo estimulado (MORI,1998)

A avicultura de postura tem evoluído muito nos últimos anos, e como segmento importante na produção de alimento humano de alto valor biológico, tem se adequado às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção das aves. A

alimentação dessas aves representa a maior fração do custo de produção e pequenas melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes das rações podem resultar em grandes economias. (VIEIRA et al., 2001).

Existem alguns cereais, utilizados nas rações, que não são bem aproveitados pelas aves e outros monogástricos. Estes cereais caracterizam-se por apresentarem importante fração fibrosa que não é hidrolisada pelas enzimas produzidas pelas aves. Alguns cereais utilizados na alimentação das aves possuem grande parte do seu fósforo na forma fítica, sendo indisponível para a absorção pelos não ruminantes. Para corrigir esta indisponibilidade, têm–se suplementado a ração de aves com fosfatos inorgânicos. Esta prática onera o custo das rações e pode apresentar efeitos adversos no desempenho das poedeiras, além de provocar problemas ambientais. A digestão do alimento pelos animais monogástricos pode ser melhorada pela adição de certas enzimas às rações.

Com a fermentação das bactérias e fungos, é produzida grande quantidade de enzimas que podem degradar várias formas de amido, açúcares, proteínas, fósforo e celulose para absorção mais rápida no trato digestivo, auxiliando na digestão dos nutrientes, contribuindo também para que certos componentes anti-nutricionais como, por exemplo, o fósforo, nitrogênio, cálcio, cobre e zinco, sejam menos excretados no meio ambiente através das fezes, diminuindo a poluição ambiental. O uso de enzimas exógenas melhora a rentabilidade na avicultura, pois o maior custo na produção de ovos é a alimentação das poedeiras.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi verificar o impacto da utilização de enzimas em dietas com alto teor de fibras na qualidade e produção de ovos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A exigência nutricional de uma galinha poedeira é constituída pelo somatório de suas necessidades de sobrevivência (mantença), crescimento (ganho de peso – massa magra e massa gorda), trabalho (disputa de cocho) e produção de ovos. A exigência de cada um dos nutrientes capazes de atender as suas necessidades varia de acordo com o estágio de crescimento ou de produção, com as condições ambientais e de manejo, com a genética e com a produção de ovos. Dessa forma a nutrição da galinha poedeira tem que atender todas as suas exigências, com máximo aproveitamento dos alimentos, menor excreção, e a um custo econômico para a empresa avícola. Em uma dieta correta, todos os nutrientes são ajustados de acordo com o teor energético das rações (FERNANDES et al., 2008).

Na área de nutrição avícola a utilização de enzimas tem contribuído para a melhoria da produtividade das aves. As aves não sintetizam ou produzem, em quantidades suficientes, certas enzimas utilizadas para a digestão de vários componentes químicos encontrados nos alimentos de origem vegetal inclusive enzimas que atuam em alguns processos anti-nutricionais, como o fósforo fítico. O uso de enzimas nas rações das aves e outros animais domésticos, tem o objetivo de melhorar a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes para os animais, principalmente o fósforo, nitrogênio, cálcio, cobre e zinco, diminuindo sua presença nas fezes e, consequentemente, seu potencial de poluente no meio ambiente.

No Brasil, aproximadamente 90% das dietas para aves são compostas por ingredientes de origem vegetal (milho e farelo de soja) (TEJEDOR et al., 2001).

A maior parte do fósforo presente nos alimentos vegetais está na forma de fitato, que não é absorvida diretamente pelo organismo da ave. (VIEIRA et al., 2001).

Em virtude da reduzida disponibilidade de fósforo nos ingredientes de origem vegetal e da produção insuficiente de fitase endógena pelas aves para hidrolisar o fitato liberando o fósforo (MAENZ; CLASSEN, 1998), estas enzimas comumente são incorporadas às dietas como fontes de fósforo inorgânico, como o fosfato bicálcico. A habilidade da ave em utilizar o fósforo fítico é geralmente assumida como baixa (RAVINDRAN; BRYDEN; KORNEGAY, 1995); consequentemente a biodisponibilidade desse elemento nos ingredientes de origem vegetal para as aves também é baixa, havendo, portanto a necessidade de adicionar o fósforo inorgânico

nas rações propiciando maior custo da alimentação (BORRMANN; BERTECHINI; FIALHO, 2001).

Além do alto custo, a suplementação das dietas com fósforo inorgânico, pode ocasionar problemas ambientais (WU; LIU; BRYANT, 2006), devido ao seu baixo aproveitamento e portanto excreção. Áreas com alta densidade de criação de aves comerciais, o fósforo presente nas excretas apresenta elevado potencial de poluição e pode prejudicar a qualidade do solo e da água (SMITH; PESTI; BAKALLI, 2001).

A lixiviação do fósforo a partir de excretas de aves e outros animais domésticos para a água de superfície e lençóis freáticos é um grave problema de poluição ambiental que pode ser minimizado com o uso da enzima fitase exógena (COSTA et al., 2007).

Com a ajuda das bactérias e fungos, a tecnologia da fermentação tem produzido grande quantidade de enzimas que podem degradar várias formas de amido, açúcares, proteínas, fósforo e celulose proporcionando absorção mais rápida no trato digestivo (COSTA et al., 2007).

A carbohidrase é produzida a partir da fermentação do *Penicillium funiculosum* (FRANCESCH; GERAERT, 2009) e as fitases são derivadas de vários organismos, como fungos, bactérias, leveduras e plantas (PEREIRA, 2010).

Na produção comercial de frangos de corte, a combinação de diferentes tipos de enzimas ou complexos multi enzimáticos é usada para aumentar a disponibilidadede de nutrientes e energia, especialmente combinações de diferentes carbohidrases e fitase.

O uso de enzimas exógenas para reduzir os custos das rações representa, sem dúvida, uma das alternativas mais versáteis para auxiliar na melhoria de rentabilidade na avicultura. Inicialmente, as enzimas foram utilizadas em rações contendo ingredientes com alta quantidade de polissacarídeos não-amiláceos (PNA`s), como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia. Entretanto, pesquisadores têm demonstrado a possibilidade de utilização de complexos enzimáticos em rações à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), objetivando aumentar a utilização do amido e da proteína (FIALHO, 2003).

Campestrini et al. (2005) afirmaram que entre as enzimas comercialmente disponíveis, todas poderiam proporcionar reduções nos custos das rações, entretanto as carbohidrases são as que possibilitam reduções mais significativas. As dietas hoje praticadas são formuladas, em sua maioria, à base de milho e soja, e

como é sabido esses ingredientes, principalmente a soja, tem frações enérgicas que somente poderão ser aproveitadas pelas aves com o uso de enzimas exógenas. Sendo assim, quanto mais energia (acima de 65 kcal/kg), o alimento tiver ao se utilizarem enzimas, mais ele será aproveitado, podendo, com isso, reduzir seus teores de inclusão nas dietas (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005). O efeito benéfico do uso de carbohidrases em dietas a base de milho e soja é menos documentado na literatura do que o uso de enzimas em cereais viscosos. (FRANCESCH; GERAERT, 2009).

As potenciais sinergias entre carboidrases e fitase bem como os modos de ação dos dois tipos de enzimas precisam ser investigadas. (FRANCESCH; GERAERT, 2009).

Enzimas PNA's que, ao romperem e degradarem a parede celular das partículas de milho e soja (ou outras matérias-primas vegetais utilizadas na formulação da ração), liberam maior quantidade de carboidratos para a digestão e facilitam a ação das enzimas digestivas sobre maior quantidade de nutrientes. A 6-fitase é ativa m uma gama de pH mais ampla do que outras fitases comercialmente disponíveis, permitindo melhor interação com as atividades das carboidrases (enzimas NSP), otimizando a ação destas enzimas exógenas (IGBASAN et al., 2000)

2.1 FÓSFORO

O fósforo é um mineral altamente relacionado com a produção e a qualidade dos ovos por participar de funções metabólicas essenciais no organismo. Por ser de alto custo e pela sua importância fisiológica é um alimento que requer atenção especial na sua suplementação (VIEIRA et al., 2001).

O consumo de quantidades inadequadas desse elemento provoca problemas de anormalidades, redução do tamanho e produção de ovos, má qualidade da casca do ovo, com altos índices de quebra, entre outros. (CALDERON; JENSEN, 1990; JUNQUEIRA, 1993).

Com opções de aditivos, nas recomendações de fósforo disponível para poedeiras semi-pesadas (ROSTAGNO; TEJEDOR; ALBINO, 2000) e de relações cálcio : fósforo disponível (11:1), deve-se considerar o uso da fitase como forma de reduzir o teor dietético de fósforo inorgânico (SILVA et al., 2008).

Com a suplementação das dietas com fitase exógena, os teores de fósforo total das dietas podem ser reduzidos, devido ao maior aproveitamento do fósforo e menor

excreção no meio ambiente (WU; LIU; BRYANT, 2006; PLUMSTEAD; ROMERO-SANCHEZ; MAGUIRE, 2007).

O cálcio e fósforo são minerais importantes na dieta de poedeiras para a formação, espessura e qualidade adequada da casca dos ovos. As enzimas ajudam na liberação destes elementos e podem desbalancear a relação entre importantes minerais. A utilização do fósforo é afetada pela relação Ca: P da dieta e deve ser mantida em baixos níveis. O excesso de cálcio influencia a disponibilidade de outros minerais e o excesso de fósforo afeta negativamente a qualidade da casca dos ovos (SILVERSIDES; SCOTT; KORVER, 2006).

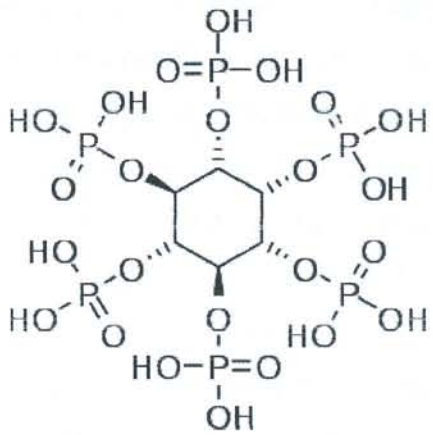
A maior preocupação ocorre com o fósforo dos ingredientes vegetais que, por estar ligado ao ácido fítico na forma de fitato, é pouco disponível aos animais monogástricos, pois estes não dispõem em quantidades suficientes da enzima fitase para aproveitá-lo, de modo que somente cerca de um terço do fósforo total desses alimentos está disponível para aves (COSTA et al., 2007).

Conforme Cromwell e Coffey (1991), a biodisponibilidade do fósforo dos grãos e subprodutos varia entre 1 e 71%, relativa à disponibilidade padrão (100%) do P do fosfato monossódico. Portanto o P pode encontrar-se de 29 a 99% indisponível nos ingredientes de origem vegetal, por estar preso à estrutura estável do ácido fítico. Por esta razão, é uma prática comum utilizar-se fosfatos inorgânicos nas rações de aves para atender suas exigências nutricionais (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

2.2 FITATO

Segundo Newman (1991), o fitato é a maior reserva de fosfato da planta. Os fitatos foram descobertos em 1872 por Pfeffer; e o ácido fítico (mioinositol - 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexadihidrogen - fosfato) é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula (Hexafosfato de inositol ou fitato), que é encontrado nos vegetais sob a forma de mio (ácidoinoditol—hexafosfórico) (Figura 1).

Figura 1- Estrutura molecular do ácido fítico



A função fisiológica do fitato na semente dos vegetais é servir de estoque de fósforo e outros elementos, além da energia, que são liberados pela ação da fitase endógena à medida que ocorre a germinação (BORGES, 1997).

A molécula de fitato apresenta alto teor de fósforo (28,2%) com alto potencial de quelação (KESHAVARZ,1999).

Nos grãos e cereais maduros, cerca de 60 a 80% do conteúdo total de fósforo e está sob a forma de fitato, localizado principalmente no germe e no farelo. No milho localiza-se exclusivamente no germe e o fitato representa cerca de 6% de sua matéria seca. A molécula de fitato é um composto orgânico de ocorrência natural que pode influenciar as propriedades nutricionais dos alimentos. O seu grupo ortofosfato é altamente ionizado e se complexa com uma variedade de cátions e com fração protéica do alimento. Esse fato inclui o fitato como um fator antinutricional, pois diminui a disponibilidade dos minerais (Ca, P, Zn, Mn, Mg) e também das proteínas e moléculas de glicose conjugadas (COSTA et al., 2004).

Os minerais e determinados nutrientes, uma vez ligados à molécula de ácido fítico, tornam-se indisponíveis ao animal, ou seja, não são solubilizados. Em geral, os cereais e as sementes de leguminosas usados na alimentação de aves apresentam quantidades de fitatos que podem afetar o desempenho do animal (Maenz, 2001 apud DARI, 2004).

Além de reduzir a disponibilidade do fósforo, o fitato forma complexos insolúveis com as proteínas dietéticas (FERKET, 1993) e com cátions como cálcio, cobre, zinco, magnésio, manganês e ferro presentes nos alimentos consumidos (KLASING,

1998), que adquirem resistência à digestão enzimática, reduzindo a disponibilidade desses nutrientes (SILVA; ARAÚJO; GOULART, 2008).

A redução da digestibilidade protéica pode ser explicada pela formação de complexos entre o ácido fítico e as proteínas da dieta, ou ainda se complexar com enzimas proteolíticas (tripsina e pepsina), inibindo sua atividade. Na digestão de lipídeos totais da digesta, o complexo cálcio-fitato pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal. Na digestão de carboidratos liga-se diretamente ao amido ou inibe a ação da amilase, contudo essa ação ainda é um pouco discutida entre estudiosos da área. (LIMA et al., 2007).

O ácido fítico é formado pela esterificação do álcool cíclico inositol com seis grupos de ácido fosfórico (HEINZL, 1996) e o fitato duodeca-ânion do ácido fítico, o qual é chamado quimicamente de ácido-inositol-hexafosfórico ou, de acordo com Newman (1991), mio-inositol-hexaquisfosfato, quando complexado com cátions bivalentes como cálcio (Ca), manganês (Mn), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn) etc., os torna disponíveis para o animal.

Os fitatos têm recebido grande atenção, pois além de não contribuírem em fontes de fosfato para monogástricos, têm capacidade de prejudicar a absorção do cálcio, em até 35%, pelo trato intestinal desses animais a qual também é influenciada pelo conteúdo de vários elementos da dieta (vitamina D, lipídeos, etc.). Quando o conteúdo de vitamina D está limitado e, portanto, a absorção do cálcio prejudicada, o efeito do fitato é mais severo. Quando a ração contém cálcio e fosfato inorgânico em quantidade e proporções adequadas (11:1), assim como conteúdo de vitamina D suficiente, a adição dos fitatos presentes é muito pequena, mesmo em teores elevados. (MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994)

Os fitatos possuem potencial poder quelante com proteínas a pH ácido e neutro, o que reduz, quando sua presença, a utilização de proteínas e aminoácidos. O fitato, além de ter influencia negativa na solubilidade das proteínas, prejudica a função das pepsinas devido às ligações iônicas entre os grupos fosfato do ácido fítico e aminoácidos como lisina, histidina e arginina, sob condições ácidas. E sugere que, sob condições neutras, os grupos carboxil de alguns aminoácidos podem ligar-se ao fitato, usando elementos minerais bivalentes como o cálcio, como ponte de ligação (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

2.3 FÓSFORO COMO AGENTE POLUIDOR

A poluição ambiental é definida como a contaminação atmosférica, da água ou do solo por venenos, substâncias produzidas pelo homem, produção animal (eliminação de gases, fezes e urina) e outros organismos (WILLIAMS, 1995).

As pesquisas com enzimas têm demonstrado a importância dessas substâncias para reduzir o efeito negativo dos fatores antinutricionais e melhorar a eficiência alimentar. A fitase apresenta capacidade efetiva de melhorar o aproveitamento do fósforo fítico, principalmente de alimentos que apresentam alto teor de fitato e, dessa forma, reduz o potencial poluidor das excretas, tornando a atividade avícola ecologicamente mais correta (SCHOULTEN; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003).

Durante o processo de conversão dos nutrientes da dieta em produtos animais ocorrem perdas consideráveis, mesmo os animais estando em condições ideais de produção, com alimentação de qualidade e manejo adequado. É possível lançar mão de diversas manipulações nutricionais no sentido de reduzir a excreção de nutrientes, sendo que as medidas mais eficientes incluem o balanceamento das rações de maneira que atenda mais precisamente às exigências do animal, a adição de aminoácidos puros, reduzindo simultaneamente o teor de proteína bruta da dieta e, por fim, a adição de enzimas à dieta (LIMA et al., 2007).

Segundo Neitzke, (2010), no Brasil as aves contribuem com 10 milhões de toneladas de fezes por ano. Grande parte deste resíduo é utilizado para adubações, mas a quantidade fornecida ao solo geralmente excede as necessidades das plantas. Este excesso transforma este elemento da condição de fertilizante do solo a contaminante de rios, lagos e córregos (PAIK; BLAIR; JACOB, 1996). No Brasil, Perdomo (1996) registrou alto teor de poluição das águas em cidades ao sul do Estado de Santa Catarina, onde existem grandes criações de suínos e aves. De maneira que, cada vez mais, isto se toma uma preocupação mundial (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

A poluição ambiental, pela excreção fecal de nitrogênio e fósforo, pode se dar em maior ou menor grau, dependendo da capacidade de utilização desses nutrientes pelos animais, que é melhorada com a adição de enzimas exógenas (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005). Essa discussão está amplamente divulgada, haja vista a busca por reduzir os impactos ambientais, principalmente em regiões com grande produção de aves. (LIMA et al., 2007).

No entanto, existe um limite estreito entre a necessidade, a depleção e o excesso de P no que diz respeito às dietas de poedeiras. Além de ser um ingrediente caro, portanto de cuidadoso manuseio, se colocado a menos ou a mais na ração, pode apresentar efeitos adversos no desempenho das poedeiras. Além disso - e talvez esse seja o aspecto mais importante, por ser muito pouco utilizado pelos não-ruminantes, o P fítico é eliminado nas fezes destes animais junto com o excesso de P inorgânico adicionado às rações, tornando-se um poluente de rios, lagos e córregos. O fósforo lixiviado do solo estimula o rápido crescimento de algas e reduz os teores de oxigênio, comprometendo a vida aquática (SILVA; ARAÚJO; GOULART, 2008).

A melhora da capacidade digestiva das aves, através do uso de enzimas suplementares, apresenta-se como alternativa séria para não só melhorar o desempenho animal, mas também reduzir a quantidade de excretas produzidas, o que diminui o potencial contaminante do ambiente de produção e, portanto, passa a ser também uma alternativa a ser considerada para atenuar os efeitos da remoção dos promotores de crescimento (VIEIRA, 2003).

2.4 AÇÃO DAS ENZIMAS

Aumentam a digestão de produtos de baixa qualidade e reduzem a perda de nutrientes nas fezes.

2.4.1 Degradação de polissacarídeos não amiláceos

O termo polissacarídeos não amiláceos (PNA's) é usado frequentemente para se referir à porção antigamente referida como fibra bruta. Os animais monogástricos, em geral, não possuem a capacidade endógena de digerir as fibras. A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolisam os PNAs que podem ser potencialmente utilizados pelo animal, aumentando, por exemplo, o aproveitamento da energia presente em alimentos, como a soja. Adicionalmente, ocorre a liberação do conteúdo celular que se torna disponível à digestão enzimática, aumentando, desta forma, a digestibilidade de alguns dos nutrientes presentes nos alimentos utilizados nas rações das aves. Outra consequência importante desta utilização é a redução do impacto negativo destes resíduos não digestivos sobre a viscosidade da digesta (BUCHANAN; KIMBLER; PARSONS,

2007), pois é bem verdade que os PNA's têm alto poder de retenção de água e consequentemente dificulta a ação enzimática, aumentando a carga de nutrientes não degradados (LIMA et al., 2007).

Meng et al., (2005) e Slominski et al., (2006) utilizando a suplementação de enzimas para avaliar o aproveitamento energético das dietas, verificaram que o uso de enzimas exógenas demonstrou eficiência na degradação dos PNA's, melhorando o uso da energia da dieta e também a digestão da gordura de origem vegetal.

2.5 FITASE

Fitase, segundo Newman (1991), é o nome dado a um grupo de enzimas que, quando presentes, proporcionam a hidrólise do ácido fítico em monoinositol e P inorgânico. Bioquimicamente conhecida como 3-fitase, hoje utilizada em maior escala nas rações animais, tem como nome sistemático mio-inositol hexa-quisfosfato 3-fosfohidrolase e está classificada pela "Enzyme Commission" sob o nº 3.1.2.8 (NC-IUMB, 1992).

A fitase é uma enzima que hidrolisa o fitato liberando fósforo, inositol e outros nutrientes essenciais. Esses ortofosfatos liberados estão prontos para serem absorvidos. Com isso, os minerais Ca e Mg ou elementos traços são liberados e convertidos à forma de absorção. A atividade fitase é expressa em "unidade fitase (U) ou FTU, que é definida como a quantidade de enzima que hidrolisa 1 micromol de fitato de fósforo inorgânico por minuto proveniente de 1,5 mM de fitato de sódio em pH 5,5 à temperatura de 37ºC" (VIEIRA et al., 2001).

A fitase pode ser isolada de fontes vegetais, bacterianas e fúngicas. Aos vegetais, geralmente, atribuem-se baixos valores de fitase, mas Jongbloed e Kemme (1990), (apud COLE, 1991) demonstraram que a fitase do trigo pode melhorar a digestibilidade do P de 27 para 50%. No entanto, para que se extraia em grande quantidade a enzima de fontes vegetais é necessário longo tempo para a germinação e um processo de extração com vários estágios, usando materiais arriscados, como hexano (inflamável e neurotóxico) (NEWMAN, 1991). Ademais, Konegay (1996) demonstrou que a fitase do trigo atua em faixa de pH bem menor do que a fitase fúngica e ressaltou algumas vantagens da fitase fúngica sobre a de origem vegetal, como a de ter atividade conhecida, ser estável e fácil de incorporar nas quantidades desejadas. (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

A produção comercial de fitase é facilmente atingida com culturas microbianas, mas para que se processe a enzima em escala comercial, é necessário que o microorganismo a produza extracelularmente. Newman (1991) afirmou que, após rigoroso levantamento de mais de 2000 microorganismos, a fitase ativa extracelular só foi observada em 30 deles, todos de origem fúngica.

Importante característica da fitase microbiana mencionada por Heinzl (1996) é a termoestabilidade. O autor demonstrou que a enzima é estável em amplo limite de temperatura e que tem máxima atividade próximo a 60°C. A fitase atua otimamente em pH entre 5,0 e 6,5, mas permanece estável entre 2,0 e 7,0. Por causa desta estabilidade e da baixa quantidade de P disponível na maioria dos ingredientes usados para rações, o uso de fitase como enzima exógena em dietas de não-ruminantes ainda é extensivamente pesquisada (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

2.5.1 O uso da fitase em dietas de aves

O uso de enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja é menos comum do que em dietas a base de cereais, como a cevada e o trigo. Alguns experimentos têm demonstrado que as enzimas usadas para suplementação de dietas à base de milho e farelo de soja são capazes de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, incluindo as gorduras e os nutrientes solúveis em gorduras, tais como os pigmentos. Outro benefício é a possibilidade de inclusão de ingredientes alternativos de baixa qualidade comparados ao milho e à soja, sem diminuir o valor nutricional da dieta e, assim, baratear o custo delas (LIMA et al., 2011). A utilização da fitase poderia resultar em economia das fontes inorgânicas de fósforo, aspecto interessante se considerar que esse elemento é um mineral não renovável na natureza e, segundo projeções, as fontes inorgânicas de fósforo esgotar-se-iam em menos de 100 anos, se continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária (VIEIRA et al., 2001). É necessário esclarecer que o custo de incorporação das fitases deve, ao menos, compensar o preço dos suplementos de fósforo inorgânico e diminuir o custo da ração (dado que o fósforo representa 3% desse custo); além do mais, contribuiria para evitar a contaminação ambiental, que é uma das maiores preocupações para o século XXI (VIEIRA et al., 2001).

Dentre os principais efeitos causados pela suplementação de enzimas à dietas de poedeiras foram observados menor porcentagem de ovos sujos, aumento na

absorção dos pigmentos da gema e melhores resultados produtivos com o aumento da massa de ovos produzida, resultante do aumento na quantidade de albúmem e gema (SOTO-SALANOVA; WYATT, 1997).

Desde 1968, a fitase tem atraído a atenção dos nutricionistas, e alguns artigos foram publicados, indicando que a disponibilidade do P fítico pode ser significativamente melhorada com a adição de fitase nas dietas. No entanto, naquele tempo, o custo da produção da enzima era um obstáculo para o seu uso (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

Em um trabalho clássico, Nelson (1968) observou aumento nas cinzas dos ossos de pintos quando adicionou culturas filtradas de ***Aspergillus***, contendo fitase ativa em dietas à base de farelo de soja. Os pintos utilizaram o fósforo fítico hidrolizado pela fitase tão eficientemente quanto o fizeram com o fósforo inorgânico. Em posterior estudo, Nelson et al (1971) obtiveram resultados semelhantes aplicando a fitase em quantidades de 1 a 8g/kg de dieta e observaram hidrólise total do fitato contido quando suplementada a 3g/kg de dieta. Observaram ainda que a atividade da enzima ocorreu no trato digestivo dos pintos e não no alimento antes da ingestão. Consideração importante para a época, pois ficava evidenciado que o aumento da temperatura e umidade, dentro do organismo do animal é que fazia a enzima entrar em atividade (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

A resposta das poedeiras ao baixo P das dietas pode variar entre lotes. Alguns lotes podem ser alimentados com baixo P durante várias semanas sem apresentar nenhum sintoma de deficiência, enquanto que, para outros, três semanas são suficientes para que apareçam problemas de osteoporose e fadiga de gaiola. É preciso ter cuidado ao apenas reduzir a suplementação de P nas dietas de poedeiras pois, se esta redução é feita desde o início da vida produtiva da ave, pode provocar lesões renais, alta excreção de Ca, alta incidência de osteoporose e alta mortalidade nos períodos finais da postura. O uso de fitase possibilita às aves utilizarem o P fítico e, desta maneira, não é necessária a remoção da reserva óssea deste mineral, que esgota-se após 9 dias de dieta deficiente em P, em lotes no pico de postura (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

Porém a utilização do fitato pelas aves é influenciada pela quantidade de Ca adicionada e isto se tornou importante aspecto a ser investigado com relação às poedeiras, por ser o Ca oferecido em altas doses, comparado às dietas de frangos. Investigando este aspecto, Van Der Klis; Versteegh; Simons. (1996) observaram

que poedeiras recebendo dietas com 3,0% de Ca degradaram mais fitato do que aquelas recebendo dietas com 4,0% de Ca. Um aspecto importante do trabalho destes autores foi a evidência de que o efeito da fitase em quaisquer das dietas foi independente do conteúdo de Ca das mesmas. De qualquer forma, não se justifica utilizar-se alto Ca em dietas com fitase, pois a própria fitase liberará o Ca preso ao fitato, tornando-o também disponível para a ave (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

Observa-se que há preocupação por parte dos autores em determinar a P equivalência da fitase, ou seja, quanto da enzima adicionada substitui 1,0g de fosfato monocálcico. Esta visão é de interesse prático por quantificar a economicidade da substituição do P pela fitase. Os valores variam entre os experimentos realizados por causa de fatores conhecidos e já discutidos, e por causa de fatores ainda desconhecidos. Encontram-se valores desde 179 UFA até 333 UFA equivalentes a 1,0g de fosfato monocálcico (VAN DER KLIS; VERSTEEGH; SIMONS, 1996).

2.6 CARBOHIDROLASE

Carbohidrases são um conjunto de enzimas (celulase, pectinase, xilanase, glucanase e manase) que digerem carboidratos (MENG et al., 2005).

O uso de carbohidrases para hidrolisar polissacarídeos não solúveis é maior quando cereais viscosos (trigo, cevada, centeio, aveia, triticale) compõem a dieta (FRANCESCH; GERAERT, 2009).

Em alguns países onde os cereais rígidos são predominantes na dieta de frangos de corte, enzimas têm sido usadas com sucesso. Devido à constituição do milho e da soja, deve-se usar ampla mistura de carboidrases para que se observe alguma resposta. Isso é possível porque pequenas melhoras no desempenho têm sido relatadas em dietas a base de soja e milho nas dietas de frangos de corte suplementadas com xilanase e β-glucanase ou a combinação de xilanase, amilase e protease. A complexa mistura de múltiplas carbohidrases é requerida para depolimerizar os PNA`s presentes na dieta, que vai ser levado a melhora em ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e na digestibilidade dos nutrientes. Portanto, a fim de alcançar consistente e viável retorno econômico em formulações de rações para frangos de corte, a correta mistura de múltiplas carbohidrases, incluindo celulases, pectinases, xilanases, manases, e galactinases devem ser aplicadas

(SLOMINSKI, 2010). Porém estudos utilizando carbohidrases na dieta de galinhas poedeiras ainda são escassos (GUNAWARDANA; ROLAND; BRYANT, 2009).
Rovabio é uma mistura natural de enzimas produzidas pelo organismo *Penicillium Funiculosum,* contém xilanases, glucanase, 6-fitase (www.adisseo.com). As enzimas desta mistura trabalham juntas melhorando a utilização dos ingredientes da ração, e quando misturadas têm maior efeito do que separadamente. (GUNAWARDANA; ROLAND; BRYANT, 2009).

2.7 VISCOSIDADE DA DIGESTA

Os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) são carboidratos que aumentam a viscosidade das dietas por sua capacidade de se ligar a grandes quantidades de água formando um gel viscoso, o que diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impede suas interações na superfície da mucosa intestinal (CHOCT, 2001) levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes. Além disso, a viscosidade da digesta interfere na microflora intestinal e nas funções fisiológicas do intestino, pois promove uma absorção mais lenta dos nutrientes (CHOCT et al., 2004).
Para reduzir a viscosidade do conteúdo digestivo é necessário que os polissacarídeos não amiláceos solúveis sejam decompostos em pequenas unidades através da ação enzimática, perdendo assim a capacidade de retenção de água. Com a redução da viscosidade, a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal é eficaz, sendo assim, há melhora na capacidade de digestão dos nutrientes, aumento na velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes, o que proporciona melhor qualidade de cama (OPALINSKI, 2006).
O mecanismo de ação dos PNA's solúveis como fatores anti-nutricionais em dietas de frangos de corte, bem como o efeito da suplementação de enzimas exógenas nestas dietas, foram investigados por Choct et al. (1996), com ênfase na interrelação entre viscosidade da digesta e fermentação ao longo do intestino. O aumento dos teores de PNA's solúveis aumentou a viscosidade da digesta e reduziu a energia metabolizável (EM) da dieta, resultando menor ganho de peso e pior conversão alimentar. A suplementação enzimática das dietas enriquecidas com PNA's solúveis reverteu os efeitos adversos, aumentando a EM e melhorando o desempenho dos frangos. Foi observada intensa fermentação no intestino delgado

nas aves que receberam dietas enriquecidas com PNA's solúveis, o que foi eliminado com a suplementação de enzimas exógenas. Os autores concluíram que há aumento da fermentação no intestino delgado das aves quando há presença de grandes quantidades de PNA's solúveis na dieta, prejudicando o desempenho e o bem-estar das aves, já que o odor de amônia nos galpões é alto, mas estes efeitos deletérios podem ser minimizados com a utilização de enzimas exógenas (LIMA et al., 2007).

2.8 SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS

A capacidade de fermentação do alimento pela microbiota intestinal tem importante efeito na proporção da energia que é realmente aproveitada pelo hospedeiro, pois a absorção dos produtos da fermentação gera menos energia para o organismo que os produtos da digestão enzimática (BEDFORD, 1996a). Estudos mostram que a utilização de enzimas xilanolíticas inibe a fermentação no íleo e estimula a fermentação nos cecos (BEDFORD, 2001; PERSIA; DEHORITY; LILBURN, 2002). A redução da fermentação ileal é benéfica para o hospedeiro, pois grande parte do material fermentado nesta região constitui-se de amido e proteína não digeridos, que assim, ficariam disponíveis para serem hidrolisados e absorvidos pelo hospedeiro (BEDFORD, 1996b). Além disso, os oligossacarídeos resultantes da degradação dos PNA's pelas enzimas exógenas teriam efeito prebiótico no ceco, atuando como substrato para a proliferação de bactérias benéficas ao hospedeiro em detrimento de bactérias patógenas, melhorando, desta forma, a saúde da ave (PERSIA; DEHORITY; LILBURN, 2002). A suplementação com enzimas exógenas nas dietas melhora a eficiência de produção das aves pelo aumento da digestão de produtos de baixa qualidade e redução da perda de nutrientes nas fezes, sendo possível maximizar a utilização do nutrientes com prováveis vantagens econômicas. As enzimas são acrescentadas à ração animal com a finalidade de aumentar a sua digestibilidade, remover fatores antinutricionais, melhorar a disponibilidade dos nutrientes e diminuir a excreção de poluentes ambientais das fezes. Uma grande variedade de carbohidrases, proteases, fitases e lipases é utilizada para estes fins. Em dietas para não ruminantes, a atividade enzimática deve ser suficientemente alta para permitir que o tempo de trânsito intestinal seja relativamente baixo. Além disso, a enzima empregada deve ser capaz de resistir à condições desfavoráveis

que possam ocorrer durante o processo de preparação da ração, como a extrusão ou peletização, ou processos que ocorrem naturalmente no trato gastrointestinal (MCCLEARY, 2001).

2.9 DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES

A digestibilidade dos nutrientes pode ser melhorada com a suplementação de enzimas exógenas. A adição de fitase melhora a retenção de minerais e a digestibilidade de aminoácidos, lipídeos e dos carboidratos (NUNES; BUTERI; NUNES, 2001).

Han (1996) reporta melhora de 4,8; 4,3 e 6,1% na digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), respectivamente, com a adição de 0,1% de amilase. No entanto com adição 10X maior desta enzima (1,0%), a digestibilidade dos nutrientes foi grandemente reduzida. A razão para o efeito negativo de concentrações muito altas de enzimas não foi estabelecida, porém o autor cita que este fato é relatado em outras pesquisas. Em outro estudo, Choct (2001) verificou que a dosagem de enzimas exógenas melhorou a digestibilidade da matéria seca em 17%, a energia metabolizável aparente em 24% e a conversão em 31%, e ainda reduziu em 50% a viscosidade da digesta.

A inclusão de enzimas exógenas em dietas para aves reduz a síntese de enzimas endógenas, consequentemente, o organismo teria uma maior quantidade de aminoácidos para a síntese tecidual. Cerca de 25% das necessidades diárias de nitrogênio podem ser utilizadas para a síntese de enzimas endógenas. Zanella et al., (1999) verificaram redução de 23,4 e 35,5% na síntese endógena de amilase e protease, respectivamente, quando estas enzimas foram suplementadas em dietas de frangos de corte.

Segundo Zanella et al. (1999), a inclusão de enzimas exógenas reduz a produção endógena de amilase em 23,4% e a de tripsina pancreática em 35,8%, o que poderia favorecer a síntese protéica no tecido muscular, pela maior disponibilização dos aminoácidos.

Estes resultados demonstram que a secreção de enzimas pancreáticas é influenciada pela concentração de enzimas no lúmen intestinal, pelo substrato e pelos produtos da hidrólise do substrato. Sendo assim, a suplementação de enzimas exógenas teria efeito poupador de energia e de aminoácidos para o

organismo, disponibilizando estes nutrientes para outras funções como aumento da produção. (LIMA et al., 2007).

2.10 BENEFÍCIOS ADICIONAIS DA UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS

Os avanços na biotecnologia direcionada à enzimologia e o conhecimento de substratos levaram ao desenvolvimento de enzimas que degradam polissacarídeos não-amiláceos, como a glucanase e xilanase, tornando possível aumentar a energia metabolizável aparente (EMA) dos grãos viscosos. O conhecimento obtido a partir da utilização dessas enzimas sugere que o desenvolvimento de enzimas específicas para dietas a base de milho e soja, embora ainda negligenciado, é justificável e praticável. Estudos têm mostrado que a suplementação de tais dietas com enzimas levou a melhoras no desempenho das aves (YU; CHUNG, 2004; SCHEIDELER et al., 2005). O farelo de soja é a fonte protéica mais comumente encontrada nas dietas à base de milho e soja, e contém altos teores de PN's (CHOCT, 1997), que são potencialmente antagônicos à utilização de nutrientes e podem afetar negativamente a morfologia intestinal. Dessa forma, a suplementação dessas dietas com enzimas específicas para PNA's potencialmente aumentam a utilização do farelo de soja e simultaneamente aumentam a digestibilidade de nutrientes e reduzem perdas endógenas de aminoácidos, resultando na conservação de energia endógena que pode ser direcionada para deposição de proteína (LIMA, et al., 2007).

2.11 REDUÇÃO DA UMIDADE DAS EXCRETAS

A alta umidade das excretas é um dos grandes problemas que a indústria avícola enfrenta principalmente no que diz respeito às poedeiras, em que percentagens elevadas de ovos sujos estão associados a fezes úmidas. As fezes úmidas podem, ainda, aumentar a produção de gases e a população de moscas e roedores nas instalações, afetando o bem-estar animal, causando estresse e piorando a qualidade do ar, podendo, além disso, afetar a saúde dos trabalhadores que frequentam a granja (CHOCT, 1997).

O grau de melhora a ser obtido pela adição de enzimas à dieta depende de vários fatores, como o tipo e quantidade de cereal, a quantidade do fator antinutricional presente nessa dieta, o espectro e concentração das enzimas utilizadas, espécie

(aves respondem melhor à inclusão de enzimas na dieta que suínos) e idade do animal (animais jovens são mais responsivos ao tratamento com enzimas que os mais velhos) (MARQUARDT, 1997).

A viscosidade é diretamente proporcional à umidade das excretas, haja vista os PNA's, segundo Opalinski et al (2006), aumentam o poder hidroscópico de alguns tipos de fibras. A redução no teor de umidade das excretas das aves é percebida quando as glucanases, principalmente, são incluídas nas dietas (CHOCT, 2001).

2.12 MELHORIA DO BEM-ESTAR ANIMAL

O uso das enzimas melhoram o bem estar das aves pois reduzem os níveis de excreção de alguns nutrientes além da viscosidade das excretas, reduzem a quantidade de amônia produzida nas instalações das aves, reduzindo o odor proveniente da mesma, (LIMA et al., 2007).

Dessa maneira a adição de enzimas na dieta de aves proporciona diversos benefícios, tanto para o produtor, com a redução de custos (CAMPESTRINI; SILVA; APPELT, 2005) como para o meio ambiente (TORRES; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003), pela redução dos níveis de elementos poluidores.

Em estudos feitos por Plumstead; Romero-Sanchez; Maguire, (2007) avaliando a redução de fósforo na dieta junto com a suplementação de fitase, foram obtidos bons resultados na produção de pintos por matriz alojada com as dietas, ficando totalmente possível reduzir os teores de fósforo inorgânico das dietas, o que reduziria em muito os gastos, sem afetar a produção de ovos férteis das aves matrizes.

2.13 QUALIDADE DO OVO

A classificação dos ovos por peso varia de país para país. Em vários mercados, incluindo Japão, México e Suécia, os ovos são vendidos por peso (kg), ainda assim, o peso pago por quilograma varia com o peso médio de cada ovo. Muitos varejistas exigem uma proporção de ovos de cada tipo para atender às preferências de todos os seus clientes. No Brasil, os ovos são classificados em grupos, classes e tipos, segundo a coloração da casca, qualidade e peso, de acordo com as especificações (TRINDADE; NASCIMENTO; FURTADO, 2007).

Fatores como a fisiologia da ave, tempo de ovoposição, estrutura da gaiola, número de fêmeas por gaiola, frequência de colheita de ovos, idade das aves, nutrição, condições de manejo, estado sanitário, temperatura, umidade, genética e manejo das aves influenciam no tamanho e na qualidade do ovo (ANDRIGUETTO et al., 1998).

A integridade da casca tem grande influência na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais tem preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais de um ciclo de postura. A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles a hereditariedade, já que algumas famílias por linhagem de aves produzem ovos com casca mais grossa que outros. Essas diferenças entre aves, com relação à qualidade da casca, são definidas pela capacidade das aves de utilizarem o cálcio; outro fator é o clima, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca e os teores de cálcio ou bicarbonato do sangue são reduzidos como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, visto que as aves procuram desta forma controlar a temperatura corporal. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca diminuição no consumo de alimentos que, por sua vez, determina uma diminuição no consumo de cálcio, fósforo e vitamina D3. A avaliação de qualidade da casca tem sido feita por vários processos, diretos e indiretos, destacando-se, neste último, o método do peso específico pela simplicidade, facilidade e rapidez, baixo custo, sem perda de ovos, sendo esse o método indireto mais usado (HAMILTON, 1982).

A idade da ave afeta a espessura da casca sendo que as cascas mais finas aparecem depois de 10 – 12 meses de postura. O nível nutricional também interfere, uma vez que a casca do ovo é formada, sobretudo, por carbonato de cálcio, e uma deficiência deste elemento pode resultar em ovos de casca mole ou casca fina. Também a redução de magnésio e fósforo provoca a mesma situação (El BOUSHY; RATERINK, 1985).

Um fator mundialmente conhecido para se avaliar a qualidade dos ovos é a unidade Haugh. Segundo Barbosa Filho (2004), trata-se de uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa, sendo que, de um modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor a qualidade do ovo, que são classificados, segundo o USDA, em ovos tipo AA (100 até 72), A (71 até 60), B (59 até 30), C (29 até 0).

2.14 EFEITO DAS ENZIMAS SOBRE A QUALIDADE DOS OVOS

Um estudo realizado por Santos et al. (2008), no qual se objetivou avaliar os efeitos da suplementação de fitase em dietas para poedeiras sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos, no qual foram avalisados a produção de ovos, a conversão alimentar, peso médio dos ovos, perda de ovos, qualidade, porcentagem, espessura da casca e porcentagem relativa do peso do ovo.

Os resultados obtidos mostram que a suplementação de dietas com fitase não influenciou a qualidade dos ovos.

Não houve efeito para produção de ovos, consumo de ração, perdas de ovos, espessura da casca e porcentagem relativa do peso do ovo. A utilização de dietas com fitase otimizou a conversão alimentar mas não influenciou na produção de ovos.

Os resultados obtidos divergem dos encontrados por Casarteli; Mucke; Junqueira, (2003) que observaram redução do peso médio dos ovos (PMO), em aves que receberam dietas com 0,37% de P total suplementada com 1000 FTU/kg de ração em comparação a aves recebendo dieta com 0,61% P total sem suplementação de fitase.

Os autores observaram melhora na conversão alimentar (CA) conforme as galinhas ficaram mais velhas. Isso pode ser explicado devido ao aumento no peso médio do ovo (PMO) com o passar das semanas, comumente observado em outras pesquisas.

A suplementação de 300 FTU/kg na ração de poedeiras em seu pico de produção mostrou-se efetiva sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. (SANTOS et al., 2008).

Da mesma forma, redução mais acentuada na densidade nutricional, de 65 Kcal/EM, 4% PB, 3,5% aminoácidos digestíveis 0,15 (4%) Ca e 0,18 (51%) fósforo disponível (Pd) em dietas para poedeiras semi-pesadas no pico de produção pode ser efetuada com a suplementação maior ou igual a 1.200 FTU da fitase avaliada por kg de dieta como sendo suficiente para um bom desempenho e qualidade externa dos ovos se comparada com a dieta controle (com níveis nutricionais usualmente utilizados)

(VIANA et al., 2009).

Resultados semelhantes já foram encontrados por Savietto; Araújo; Junqueira, (2007), em trabalho com poedeiras de linhagem comercial de postura com 25 semanas de idade, em que 600 FTU/kg de ração e 0,225% de Pd não prejudicou o desempenho das aves. Viana et al., (2009), que observaram que o consumo de ração (CR), percentual de postura (%), peso do ovo (g/ovo) e a conversão alimentar (CA) por dúzia não foram influenciados pelos tratamentos dietéticos quando usou 360 galinhas poedeiras da linhagem Bovans Goldline, de 24 a 36 semanas de idade alimentadas com dietas experimentais com 80,160 e 240g/ton de fitase e 0,15% Pd. Ainda faltam estudos para elucidar melhor a ação das enzimas em dietas para galinhas poedeiras e como a suplementação de enzimas pode melhorar a qualidade dos ovos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no Biotério experimental de aves nas dependências do Departamento de Clínica Médica, setor de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, localizada no *campus* da cidade universitária, a oeste da Cidade de São Paulo (USP-SP). O período experimental compreendeu as estações outono e inverno abrangendo os meses de maio, junho e julho do ano de 2010.

3.1 AVES

Foram utilizadas 320 galinhas poedeiras da linhagem comercial Hissex White, com idade inicial de quarenta e quatro semanas (Figura 2).

Figura 2 - Aves com quarenta e quatro semanas de idade utilizadas no experimento – São Paulo – 2012

3.2 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

As galinhas poedeiras foram alojadas em 160 gaiolas (0,45 m X 0,25 m X 0,45 m), duas aves por gaiola, com 10 repetições de 8 aves totalizando 80 aves por tratamento. Cada repetição era representada por um conjunto de 4 gaiolas, um cocho tipo calha e bebedouros tipo "nipple"

Na fase pré-experimental, as aves foram distribuídas de maneira a formarem lotes balanceados com base no peso corporal, percentual de postura e peso dos ovos homogêneos entre si. Ração e água foram fornecidas *ad libitum* e as aves receberam 16 horas diárias de luz.

O período experimental teve duração de 10 semanas, com início no mês de maio e término em julho de 2010.

As rações foram preparadas, em três etapas, sendo a primeira no início, a segunda no meio e a terceira no final da fase experimental, a mistura dos ingredientes utilizados no preparo das rações experimentais foi realizada em misturador tipo horizontal helicoidal modelo MIST 200, marca Denan® com capacidade para 200 kg.

Durante toda a fase experimental e analítica, foram utilizadas balanças das marcas: Toledo do Brasil®, digital modelo 2096 IV com capacidade máxima de 50 kg com sensibilidade de 10 g, para pesagem dos macro ingredientes das rações; Toledo do Brasil®, digital modelo Exata II, com capacidade de 5 kg e sensibilidade de 1 g, para determinar o peso dos micronutrientes das rações e dos ovos; Ohaus®, modelo adventure com capacidade de 1,5 kg e sensibilidade de 0,01 g, para pesagem das cascas dos ovos e dos micronutrientes das rações.

Para a avaliação da qualidade da casca dos ovos foi feita secagem das mesmas em estufa Fanem®, modelo 315 SE, a 60°C por 24 horas, sendo a espessura determinada por micrômetro Ames®, 25M-5.

Para a determinação da qualidade do albúmen, foi utilizado o micrômetro Ames® S-8400.

A temperatura do galpão foi mensurada a partir da segunda semana de experimento, utilizando-se o termômetro Lascar, EL-USB-2-LCD +, que mensura e registra temperaturas de - 35°C à + 80°C ao longo do dia.

3.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

O delineamento utilizado foi inteiramante casualizado constituído de 4 tratamentos com 10 repetições de 8 aves totalizando 80 aves por tratamento. A composição das dietas e a composição bromatológica estão representadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Composição das dietas utilizadas em cada tratamento durante o estudo – São Paulo – 2012

Ingredientes (%)	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4
Milho moido	54,692	50,235	57,867	50,226
Farelo Soja	29,963	22,545	29,012	22,546
Farelo Girassol	-------	7,500	-------	7,500
Farelo Canola	-------	5,000	-------	5,000
Oleo Soja	2,777	2,932	1,125	2,935
Calcario Calcitico	9,596	9,771	9,748	9,771
Fosfato Bicalcico	1,980	0,983	1,241	0,983
Sal comum	0,370	0,372	0,380	0,372
Colina	0,293	0,293	0,293	0,293
L-lisina HCL Po	0,009	0,069	0,012	0,069
Metionina	0,220	0,200	0,217	0,200
Complexo enzimatico	-------	-------	0,005	0,005
Premix Vit [1]	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Min [2]	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	**100,000**	**100,000**	**100,000**	**100,000**

[1] Níveis de garantia premix vitamínico por kg do produto: cobre 18.000 mg, iodo 2.000 mg, zinco 120.000 mg, ferro 60.000 mg, manganês 120.000 mg.

[2] Níveis de garantia premix mineral por kg de produto: vit.A 8.000.000 ui, vit. D3 2.300.000 ui, vit. E 15.000 ui, pantotenato de cálcio 7.000 mg, biotina 15 mg, ácido fólico 500 mg, niacina 20.000 mg, piridoxina 1.700 mg, riboflavina 3.000 mg, tiamina 200 mg, vit. B12 10.000 mg, vit. K3 1.000 mg, selênio 250 mg, antioxidante 30.000 mg.

Tabela 2 - Composição bromatológica* de cada tratamento das rações experimentais – São Paulo – 2012

Ingredientes	Unidade	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4
Cálcio	%	4,216	4,073	4,095	4,073
Energia metabolizável	kcal/kg	2, 799	2, 734	2, 734	2,734
Fibra bruta	%	2,592	4,232	2,608	4,232
Fósforo disponível	%	0,475	0,312	0,338	0,312
Fósforo total	%	0,669	0,554	0,534	0,554
Linoléico	%	2,869	2,797	2,073	2,798
Lisina	%	0, 770	0,758	0,758	0,758
Met. + cistina	%	0, 713	0, 709	0, 708	0, 709
Metionina	%	0, 465	0, 461	0, 461	0, 461
Prot. bruta	%	18, 238	18,199	18,053	18,199
Sódio	%	0,180	0,180	0,180	0,180

*Calculada

As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais do NATIONAL RESEARCH COUNCIL, baseadas em milho e soja, isentas de qualquer ingrediente de origem animal.

3.4 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS

A fase experimental teve duração de 10 semanas, nas quais foram mensurados os seguintes parâmetros:

3.4.1 Desempenhos produtivos

Foram avaliados o consumo de ração (g); conversão alimentar por dúzia (kg/dúzia de ovos); conversão alimentar por massa - quantidade de ração em quilos necessária para produzir um quilo de ovos; peso médio dos ovos (g) – média semanal do peso médio diário dos ovos; massa de ovos (g) – produto entre o peso

médio dos ovos e o número de ovos produzidos na semana dividido pelo número de galinhas e de dias da semana.

Os parâmetros quantitativos foram coletados diariamente com exceção do consumo de ração que foi realizado semanalmente.

3.4.2 Qualidades internas e externas dos ovos

Foram observadas as variáveis: gravidade específica (g/cm³); unidade Haugh (UH); espessura da casca (mm); peso da casca (g).

Essas análises foram realizadas na última semana, no 63° dia de experimento, quando as aves completaram 53 semanas de idade. Foram coletados, aleatoriamente, quatro ovos de cada repetição e a análise foi realizada no mesmo dia da postura.

3.4.3 Características quantitativas

As características quantitativas são relacionadas aos dados de produção das aves normalmente calculados em criações comerciais.

3.4.3.1 Consumo de ração

Os baldes referentes a cada repetição foram abastecidos com as rações no primeiro dia de experimento, já descontado o peso inicial. O controle do CR foi realizado uma vez por semana durante a fase experimental. Era feita a pesagem das sobras dos baldes mais as sobras dos comedouros. O consumo foi calculado pela diferença de pesos entre a quantidade fornecida e as sobras existentes no final do período.

3.4.3.2 Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às 12:00 horas. A produção média de ovos (Pmo) no período foi obtida computando-se diariamente o número total de ovos

produzidos, divididos pelo número de aves por tratamento e foi expressa em número de ovos por tratamento por semana.

3.4.3.3 Peso dos ovos

Diariamente todos os ovos de cada repetição foram coletados e pesados juntos em uma balança digital com capacidade de 5 kg e sensibilidade de 1g. E foi expressa em média do peso dos ovos por tratamento por semana.

3.4.3.4 Conversão alimentar por massa

A massa de ovos (MO) foi obtida pela multiplicação do peso médio dos ovos de cada repetição pelo número de ovos do período (semana). A conversão alimentar por massa (CAM). Foi obtida dividindo-se a quantidade de alimento consumido (g) pela quantidade (peso) de ovo produzido (g).

3.4.3.5 Conversão alimentar por dúzia

A conversão alimentar por dúzia (CAD) foi calculada semanalmente dividindo o peso total da ração de cada repetição em quilogramas pela sua respectiva produção de ovos semanal expressa em dúzias. O resultado final era dado em quilogramas por dúzia de ovos.

3.4.4 Características qualitativas

Para realização das características qualitativas, os ovos foram coletados na 10° semana do período experimental. Foram coletados 4 ovos de cada repetição, esses eram colocados em caixas numeradas de acordo com a unidade experimental que pertenciam. Os resultados foram expressos em média por tratamento.

Para analisar a qualidade dos ovos, foram considerados o peso, a gravidade específica, unidade Haugh, peso da casca e espessura da casca.

3.4.4.1 Peso dos ovos

Os ovos foram pesados no mesmo dia de postura, em balança Toledo do Brasil®, digital modelo Exata II, com capacidade de 5 kg e sensibilidade de 1g, individualmente e então procedeu-se a análise da qualidade dos ovos.

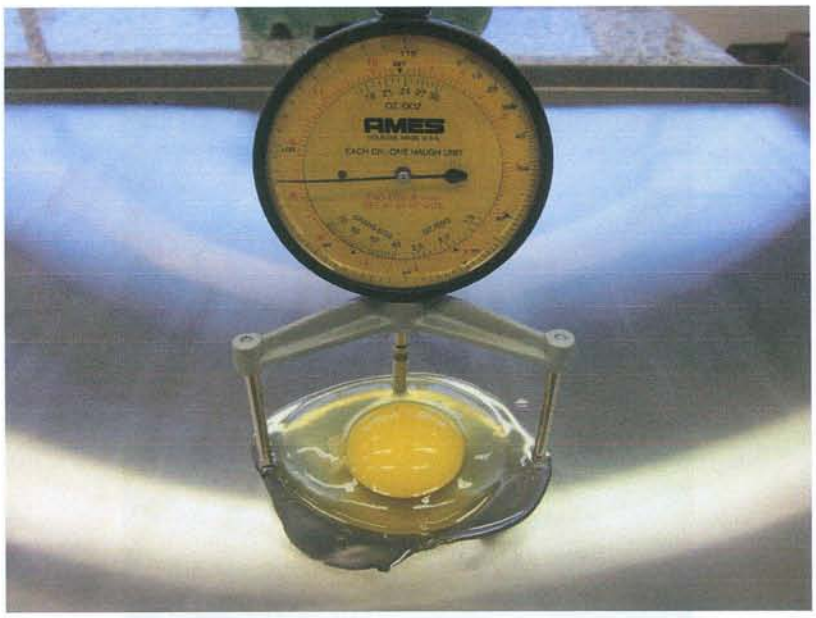
3.4.4.2 Gravidade específica

O primeiro parâmetro a ser analisado foi a gravidade específica (GE). Os ovos depois de realizada a pesagem, foram mergulhados em solução salina com diferentes densidades, essas densidades variam de 1,050g/cm³ até 1,110g/cm³ com intervalo de 0,005g/cm³. As soluções salinas foram preparadas um dia antes da análise dos ovos.

3.4.4.3 Unidade Haugh

Para analisar a Unidade Haugh, foi utilizada uma espátula para quebrar a casca do ovo em seu equador, e esse foi colocado em uma superfície lisa para medir a altura do albumem em 3 pontos diferentes entre a gema e a periferia do albúmen com o micrômetro Ames ® S-840 (Figura 3).

Figura 3 - Mensuração da unidade Haugh, Micrômetro Ames – São Paulo - 2012



3.4.4.4 Peso da casca

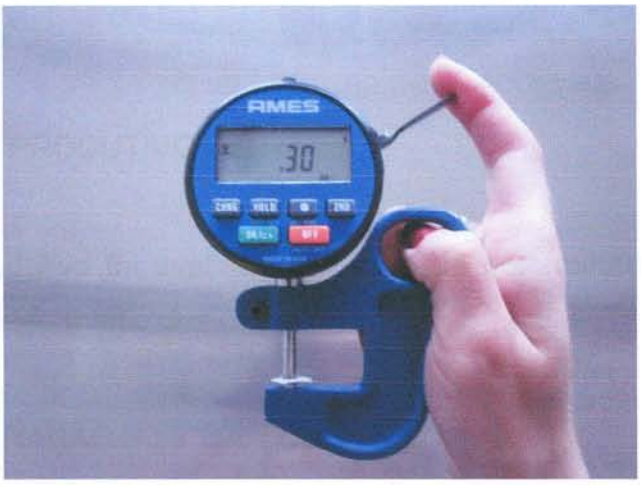
A casca foi lavada em água corrente e colocada em estufa a 65°C durante 24 horas e pesada em balança digital com capacidade para 1,5 gr e sensibilidade de 0,001 gr (Figura 4).

Figura 4 - Mensuração do peso da casca do ovo – São Paulo – 2012

3.4.4.5 ESPESSURA DA CASCA

A análise foi feita a partir da média de 3 pontos do equador de cada metade da casca do ovo utilizando micrômetro digital micrômetro Ames®, 25M-5 (Figura 5).

Figura 5 - Mensuração da espessura da casca do ovo – São Paulo – 2012



3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram utilizados os programas computacionais R (versão2.13.0), Microsoft Excel e Microsoft Word para Windows (versão 2007) para a análise dos dados. As análises tanto para variáveis de desempenhos produtivos quanto para qualidade dos ovos foram feitas de duas maneiras: univariada (análise de cada variável separadamente) e multivariada (análise das variáveis de forma conjunta). O nível de significância adotado para a conclusão de todos os testes foi de 5%. O teste de Tukey foi utilizado para acomparações entre médias. A análise de variância ANOVA foi utilizada para as variáveis de qualidade interna e externa dos ovos que foram medidos apenas uma vez no final do experimento, pois não se tem medidas repetidas no tempo, o único objetivo foi verificar se existem diferenças entre as médias das qualidades dos ovos para os 4 tratamentos. Para avaliar a gravidade específica, foi utilizado o método categorizado, onde os valores foram agrupados em categorias, pois os valores desta variável são discretos e o ajuste do modelo linear e técnicas de ANOVA não podem ser usados. O teste Qui-Quadrado foi utilizado para testar a associação entre os tratamentos e a gravidade especifica.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos no atual estudo foram descritos e apresentados sob a forma de tabelas e gráficos

4.1 DESEMPENHO PRODUTIVO

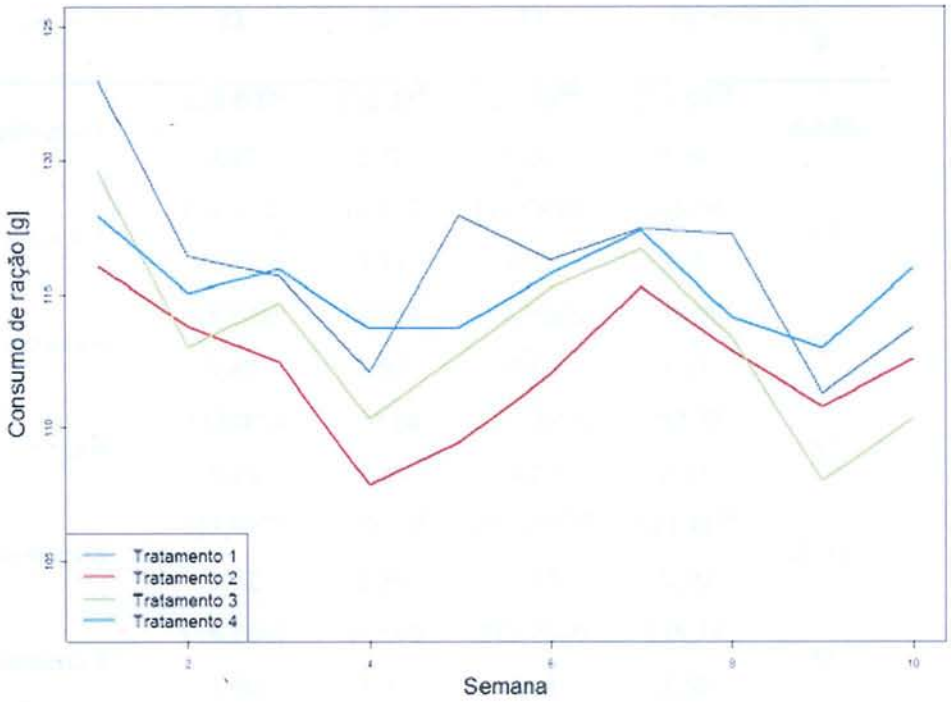
O desempenho produtivo foi avaliado por meio da determinação do consumo de ração, produção e peso médio dos ovos.

4.2 CONSUMO DE RAÇÃO

A tabela 3 mostra o consumo médio com os respectivos desvios padrão das poedeiras durante as 10 semanas do período experimental.

O consumo médio de ração, nos tratamentos com menor quantidade de fibra (T1 e T3) diminuiu durante o período, mais especificamente nas últimas duas semanas em relação à primeira, tanto para as galinhas do grupo T1 quanto para as do grupo T3 (Tabela 3). O consumo de ração para as aves dos grupos com maior quantidade de fibras (T2 e T4) foi constante durante o experimento (Gráfico 1)

Gráfico 1 - Consumo médio de ração das aves (g/ave/dia), dos tratamentos T1, T2, T3 e T4* durante 10 semanas, – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Houve diferença no consumo de ração entre os tratamentos apenas nas semanas 1 (P=0,048) e 5 (P=0,008) quando as aves do T1 consumiram mais ração que as do T2 (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo médio de alimento e respectivos desvios padrão das aves (g/ave/dia), por semana, no período experimental, conforme os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012

	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Semana 1	123,00^{Aa} 4,21	116,07^{B} 8,72	119,59^{ABa} 5,52	117,95^{AB} 8.62	0,048
Semana 2	116,41ab 3,11	113,77 4,45	112,98abc 4,11	115,04 2.95	NS
Semana 3	115,67ab 5,42	112,43 5,92	114,68abc 4,66	115,96 5.17	NS
Semana 4	112,07b 5,73	107,84 3,65	110,36bc 3,23	113,72 2,73	NS
Semana 5	117,97^{Aab} 5,52	109,46^{B} 8,89	112,70^{ABabc} 4,87	113,75^{AB} 5,60	0,008
Semana 6	116,28ab 3,96	112,00 4,62	115,25ab 4,01	115,74 2,56	NS
Semana 7	117,47ab 6,25	115,27 4,44	116,68ab 6,22	117,39 6,51	NS
Semana 8	117,24ab 4,87	112,84 3,70	113,32abc 4,66	114,12 5,60	NS
Semana 9	111,27b 6,53	110,80 7,61	108,00c 5.31	112,97 5,18	NS
Semana 10	113,75b 5,00	112,53 8,28	110.33bc 6.01	115,99 5,35	NS
Valor de P	0,0001	0,148	0,0001	0,489	

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Letras maiúsculas distintas nas linhas indicam diferença entre os tratamentos; e letras minúsculas distintas nas colunas indicam diferenças entre as semanas (P<0,05).

NS= (P>0,05)

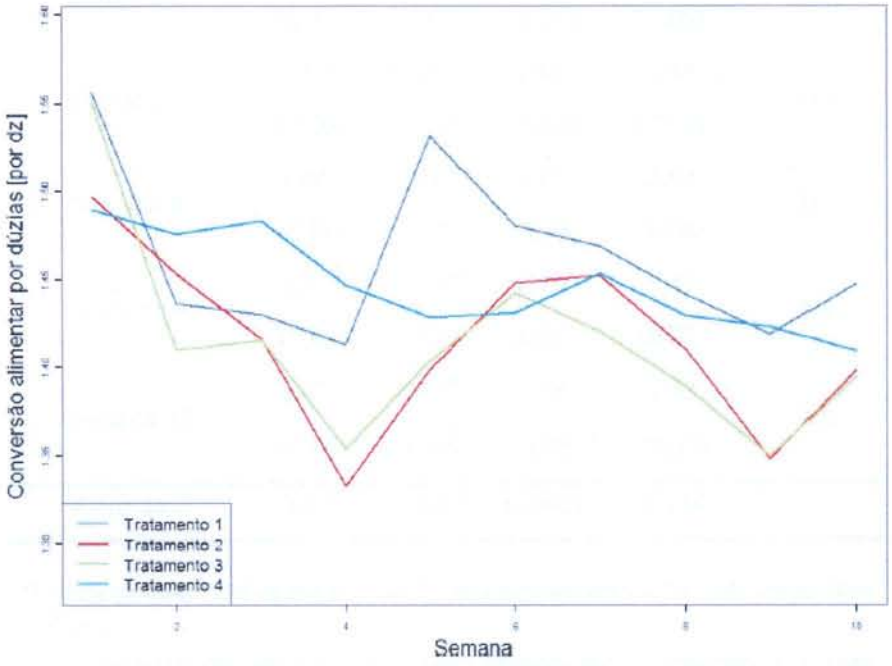
4.3 CONVERSÃO ALIMENTAR POR DÚZIA E POR MASSA

Os gráficos 2 e 3 ilustram e as tabelas 4 e 5 mostram a conversão alimentar por dúzia e por massa, respectivamente das poedeiras que receberam as rações T1, T2, T3 e T4 durante as 10 semanas do período experimental.

Somente na quinta semana foi observada diferença na maior conversão alimentar por dúzia de ovos no T1 em relação aos demais tratamentos (Tabela 4).

Com exceção do T4, onde não se observou variação na conversão alimentar por dúzia de ovos, foi observada variação nesta variável nos demais tratamentos. Nas dietas T1 e T2, foram observados menores valores desta variável nas semanas 4 e 9 em relação à primeira semana, já em T3 foi observada melhora na conversão alimentar a partir da segunda semana (Tabela 4).

Gráfico 2 - Valores médios da conversão alimentar (kg de alimento por dúzia de ovos) por semana, conforme os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Tabela 4 - Conversão alimentar (kg de alimento consumido por dúzia de ovos produzida) e desvios padrão por semana, conforme os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012

	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Semana 1	1,56^{a} (0,09)	1,50^{a} (0,08)	1,55^{a} (0,08)	1,49 (0,09)	NS
Semana 2	1,44^{ab} (0,06)	1,45^{ab} (0,09)	1,41^{b} (0,05)	1,48 (0,08)	NS
Semana 3	1,43^{ab} (0,06)	1,42^{abc} (0,11)	1,42^{b} (0,07)	1,48 (0,05)	NS
Semana 4	1,41^{b} (0,08)	1,33^{bc} (0,04)	1,35^{b} (0,05)	1,45 (0,09)	NS
Semana 5	1,53^{Aab} (0,16)	1,40^{Babc} (0,12)	1,40$^{B\,b}$ (0,07)	1,43^{B} (0,08)	p<0,05
Semana 6	1,48^{ab} (0,10)	1,45^{abc} (0,07)	1,44^{b} (0,05)	1,43 (0,05)	NS
Semana 7	1,47^{ab} (0,09)	1,45^{abc} (0,08)	1,42^{b} (0,07)	1,45 (0,08)	NS
Semana 8	1,44^{ab} (0,06)	1,41^{abc} (0,06)	1,39^{b} (0,06)	1,43 (0,04)	NS
Semana 9	1,42^{b} (0,08)	1,35^{bc} (0,08)	1,35^{b} (0,05)	1,42 (0,07)	NS
Semana 10	1,45^{ab} (0,06)	1,40^{abc} (0,06)	1,39^{b} (0,08)	1,41 (0,06)	NS
Valor de P	0,006	0,0001	0,0001	0,134	

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Letras maiúsculas distintas nas linhas indicam diferença entre os tratamentos; e letras minúsculas distintas nas colunas indicam diferenças entre as semanas (P<0,05).

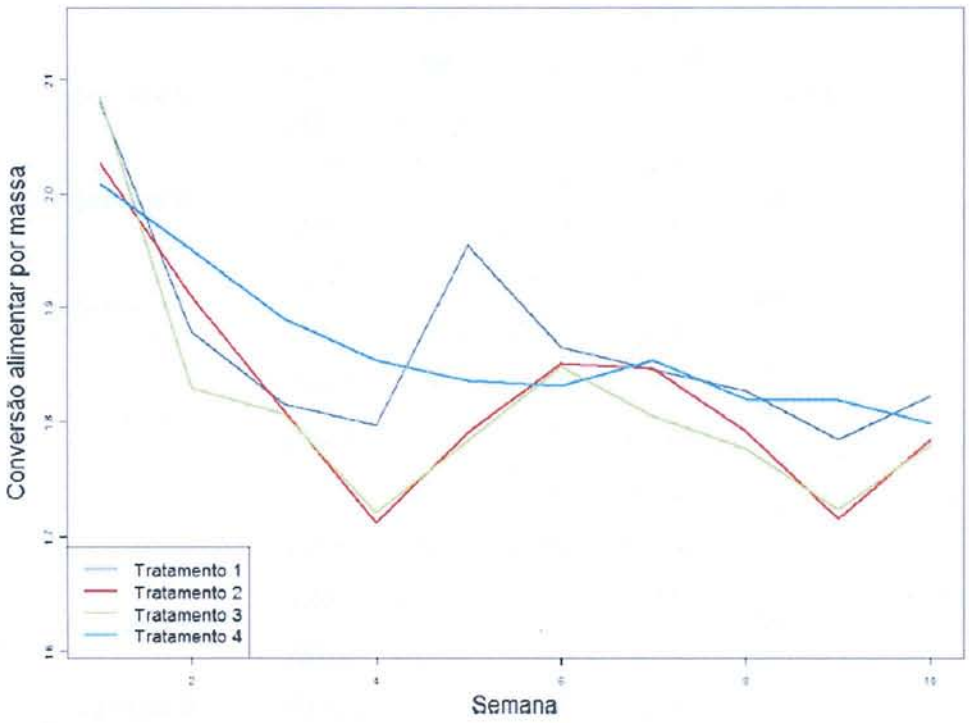
NS = (P>0,05)

A conversão alimentar por massa apresentou resultados semelhantes aos da conversão alimentar por dúzia de ovos. Houve diferença na conversão alimentar por massa, durante as 10 semanas do estudo para os quatro tratamentos (Tabela 5). Os

tratamentos T1 e T3 tiveram pequenas oscilações, mas a partir da segunda semana diminuíram a conversão alimentar. Os tratamentos T2 e T4 tiveram comportamento mais padronizado, porém a melhora da eficiência alimentar, em massa de ovos, ocorreu a partir da terceira semana (Gráfico 3).

Na comparação entre os tratamentos, foram observadas diferenças apenas na semana 5 quando T1 teve valor médio maior para conversão alimentar por massa (1,95) do que T2 (1,79) e T3 (1,78), sem diferir de T4 (1,84) (Tabela 5)

Gráfico 3 - Valores médios da conversão alimentar (kg de alimento por massa, em kg de ovos) por semana conforme os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Tabela 5 - Conversão alimentar (kg de alimento por kg de ovos) e respectivos desvios padrão por semana conforme os tratamentos estudados – São Paulo – 2012

	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Semana 1	2,08^{a} (0,14)	2,03^{a} (0,11)	2,08^{a} (0,13)	2,01^{a} (0,13)	NS
Semana 2	1,88^{bc} (0,08)	1,91^{a} (0,13)	1,83^{bc} (0,06)	1,95^{ab} (0,12)	NS
Semana 3	1,82^{bc} (0,06)	1,81^{b} (0,16)	1,81^{bc} (0,09)	1,89^{b} (0,09)	NS
Semana 4	1,80^{bc} (0,10)	1,71^{b} (0,05)	1,72^{bc} (0,07)	1,85^{b} (0,12)	NS
Semana 5	1,95^{Aab} (0,18)	1,79^{Bb} (0,18)	1,78^{Bbc} (0,10)	1,84^{ABb} (0,11)	P<0,05
Semana 6	1,87^{bc} (0,09)	1,85^{b} (0,10)	1,85^{b} (0,06)	1,83^{b} (0,06)	NS
Semana 7	1,85^{bc} (0,12)	1,85^{b} (0,08)	1,80^{bc} (0,08)	1,85^{b} (0,08)	NS
Semana 8	1,83^{bc} (0,05)	1,79^{b} (0,07)	1,78^{bc} (0,07)	1,82^{b} (0,07)	NS
Semana 9	1,78^{c} (0,09)	1,72^{b} (0,11)	1,72c^{c} (0,06)	1,82^{b} (0,11)	NS
Semana 10	1,82^{bc} (0,05)	1,78^{b} (0,09)	1,78^{bc} (0,09)	1,80^{c} (0,11)	NS
Valor de P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima.

Letras maiúsculas distintas nas linhas indicam diferença entre os tratamentos; e letras minúsculas distintas nas colunas indicam diferenças entre as semanas (P<0,05); NS = (P>0,05)

NS=P>0,05

4. 4 PESO MÉDIO DOS OVOS

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos durante o período experimental (Tabela 6) e (Gráfico 4)

Tabela 6 - Peso médio semanal do ovo (g) de acordo com os tratamentos estudados*, durante o período experimental – São Paulo – 2012

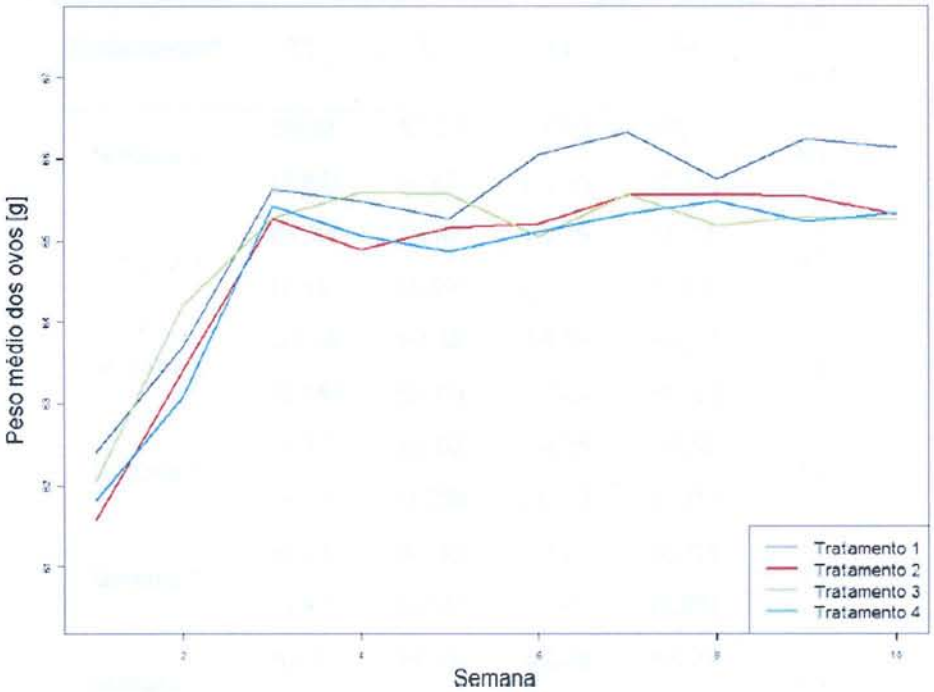
	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Semana 1	62.41 1.46	61.57 1.03	62.04 1.60	61.82 1.13	NS
Semana 2	63.70 1.00	63.42 1.06	64.21 1.50	63.09 1.62	NS
Semana 3	65.63 1.10	65.27 1.53	65.28 2.04	65.42 2.11	NS
Semana 4	65.48 0.96	64.90 1.35	65.59 1.43	65.06 1.32	NS
Semana 5	65.27 1.10	65.16 1.67	65.57 1.50	64.87 1.43	NS
Semana 6	66.05 1.81	65.21 1.37	65.05 1.29	65.12 1.42	NS
Semana 7	66.33 1.20	65.55 2.50	65.57 1.27	65.32 1.76	NS
Semana 8	65.75 1.65	65.57 1.13	65.19 1.41	65.48 1.95	NS
Semana 9	66.25 1.50	65.55 1.87	65.30 1.34	65.23 1.81	NS
Semana 10	66.14 1.48	65.31 1.55	65.26 1.30	65.33 1.71	NS

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Letras maiúsculas distintas nas linhas indicam diferença entre os tratamentos; e letras minúsculas distintas nas colunas indicam diferenças entre as semanas

NS=P<0,05

Gráfico 4 - Valores do peso médio do ovo (g) e o respectivo desvio padrão de acordo com os tratamentos estudados*, durante o período experimental – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

4.5 VALOR MÉDIO DA MASSA DOS OVOS

A tabela 7 mostra e o gráfico 5 ilustra os valores médios de massa dos ovos. Semelhante ao que ocorreu com o peso médio dos ovos, houve aumento da massa dos ovos até a terceira semana para todos os tratamentos, quando a massa ficou estabilizada.

Na comparação entre os tratamentos, não foram observadas diferenças para esta variável ao longo das 10 semanas de estudo.

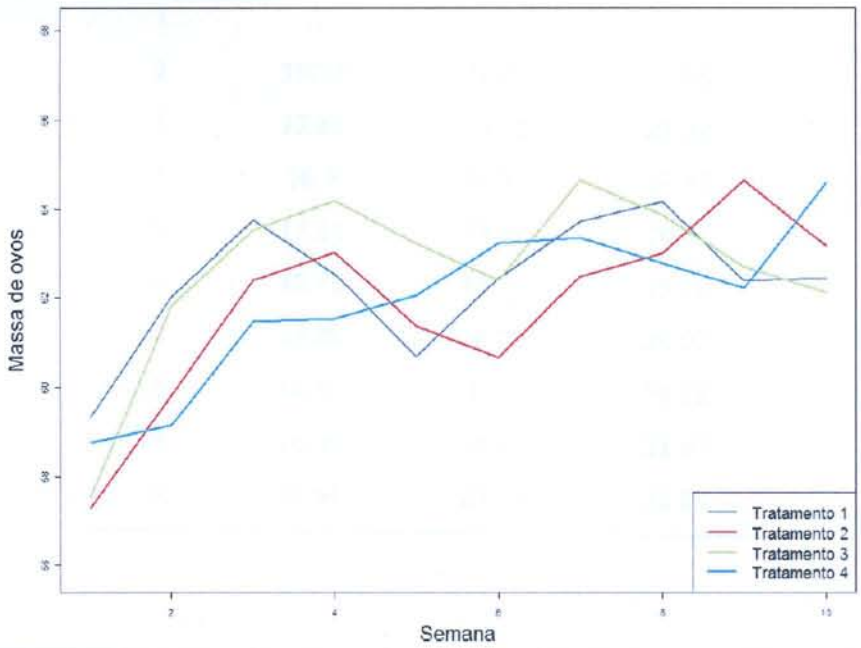
Tabela 7 - Valores médios e respectivos desvios padrão da massa dos ovos (g), durante o período de 10 semanas – São Paulo – 2012

Tratamento*	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Semana 1	59,32 (3,35)	57,27 (2,82)	57,53 (3,79)	58,74 (2,73)	NS
Semana 2	61,99 (1,51)	59,82 (4,89)	61,79 (2,63)	59,14 (3,41)	NS
Semana 3	63,76 (3,24)	62,38 (3,97)	63,53 (2,65)	61,47 (4,42)	NS
Semana 4	62,52 (4,69)	63,02 (1,78)	64,19 (1,81)	61,52 (3,15)	NS
Semana 5	60,68 (4,47)	61,35 (4,51)	63,23 (1,93)	62,03 (1,95)	NS
Semana 6	62,43 (3,22)	60,66 (4,22)	62,38 (2,10)	63,23 (1,54)	NS
Semana 7	63,72 (2,45)	62,46 (2,62)	64,63 (1,17)	63,34 (2,72)	NS
Semana 8	64,16 (1,69)	62,99 (1,24)	63,86 (3,02)	62,77 (3,71)	NS
Semana 9	62,36 (2,65)	64,65 (3,18)	62,69 (2,46)	62,20 (3,20)	NS
Semana 10	62,41 (2,76)	63,17 (5,07)	62,09 (3,84)	64,58 (3,09)	NS

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

NS=P<0,05

Gráfico 5 - Valor médio da massa dos ovos (g) de acordo com os tratamentos estudados*, durante as 10 semanas do período experimental – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

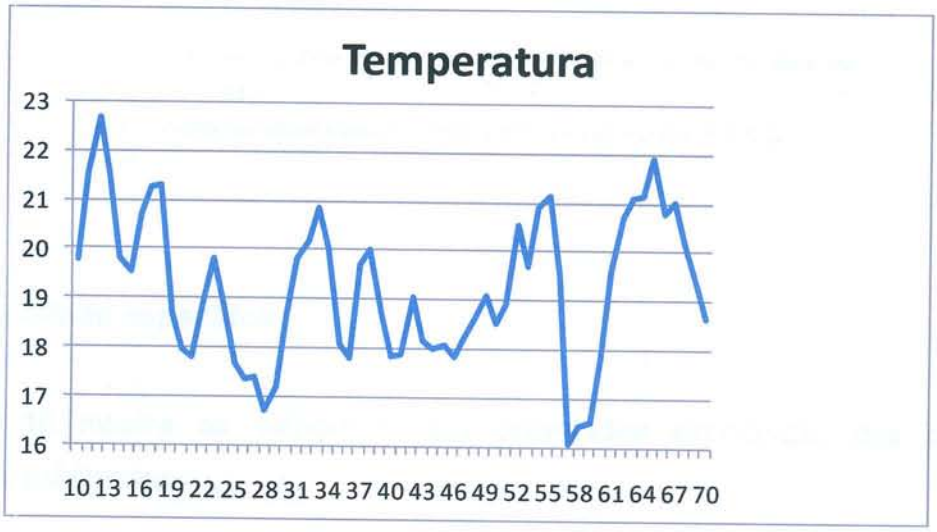
4. 6 TEMPERATURA

A temperatura do galpão foi mensurada a partir da segunda semana de experimento, a tabela 8 mostra a média semanal de temperatura do galpão durante as semanas. O gráfico 6 ilustra a variação da temperatura média durante o período experimental.

Tabela 8 - Média da temperatura do galpão (C°) durante o período – São Paulo 2012

Semana	Temperatura mínima (C°)	Temperatura média (C°)	Temperatura máxima (C°)
1	...	...	...
2	19.77	21.05	22.69
3	17.81	19.61	21.32
4	16.7	18.11	19.83
5	17.21	19.27	20.87
6	18.73	18.71	19.70
7	17.85	18.29	19.07
8	18.51	19.9	21.16
9	16.09	18.33	21.09
10	18.64	20.43	21.89

Gráfico 6 - Temperatura do galpão diária durante o experimento (T°C X dia) – São Paulo – 2012



4.7 QUALIDADES INTERNAS E EXTERNAS DOS OVOS

A tabela 9 mostra os dados de gravidade específica, unidade Haugh, espessura da casca e peso da casca.

Tabela 9 - Qualidade dos ovos expressa em média de gravidade específica, unidade Haugh, espessura da casca (mm), peso da casca (g) e erro padrão dos tratamentos estudados* – São Paulo - 2012

	T1	T2	T3	T4	Valor de P
Gravidade	1,0870[A]	1,0871[A]	1,0855[B]	1,0886[A]	0,046
especifica	0,0060	0,0050	0,0048	0,0048	
Unidade	82,951	85,642	86,067	85,851	NS
Haugh	7,467	5,187	5,108	5,546	
Espessura	0,369	0,372	0,365	0,378	NS
da casca	0,035	0,028	0,028	0,023	
Peso da	5,727	5,955	5,849	5,948	NS
casca	0,670	0,636	0,566	0,505	

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

Letras distintas nas linhas indicam diferença entre os tratamentos (P<0,05)

NS=P<0,05

4. 7.1 Gravidade específica

A tabela 10 mostra as categorias das gravidades específicas dos ovos nos tratamentos utilizados.

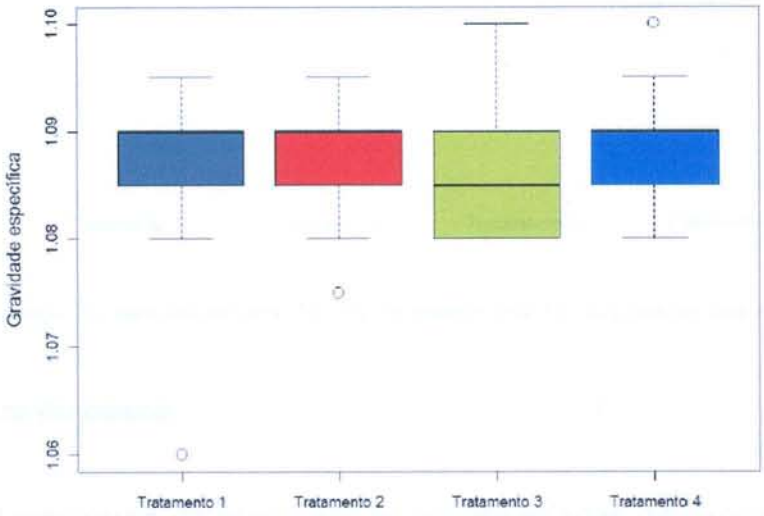
Tabela 10 - Tabela de contingencia II – Categorias da gravidade específica dos tratamentos estudados – São Paulo – 2012

	≦1.08	1.085	≧1.09	Total
Tratamento 1	6	11	23	40
Tratamento 2	9	8	23	40
Tratamento 3	13	12	15	40
Tratamento 4	5	9	26	40
Total	33	40	87	160

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

O gráfico 7 ilustra e a tabela 9 mostra os valores médios para a gravidade específica dos ovos. Os ovos provenientes das galinhas que receberam o tratamento 3 tiveram gravidade específica inferior aos outros três tratamentos (P=0,046).

Gráfico 7 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão para a gravidade específica, de acordo com os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012

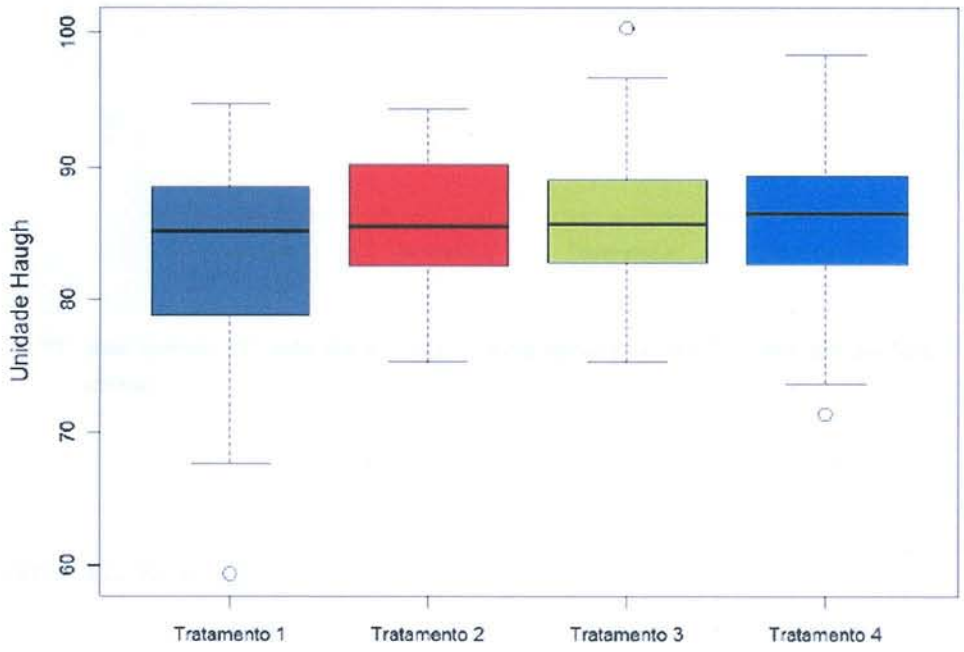


*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

4.7.2 Unidade Haugh

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados par a unidade Haugh (Tabela 10 e Gráfico 8)

Gráfico 8 – Valores médios e respectivas medidas de dispersão para a unidade Haugh, de acordo com os tratamentos estudados* – São Paulo - 2012

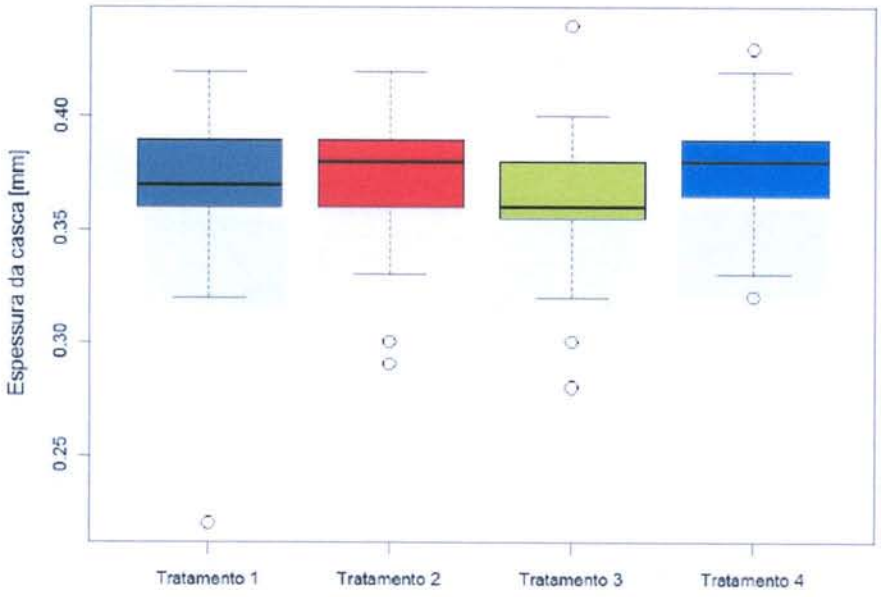


*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

4.7.3 Espessura da casca

Para a variável espessura da casca não foram observadas diferenças entre os ovos analisados no presente estudo (Tabela 10 e Gráfico 9)

Gráfico 9 - Valores médios e respectivas medidas de dispersão da espessura da casca de acordo com os tratamentos estudados* – São Paulo - 2012

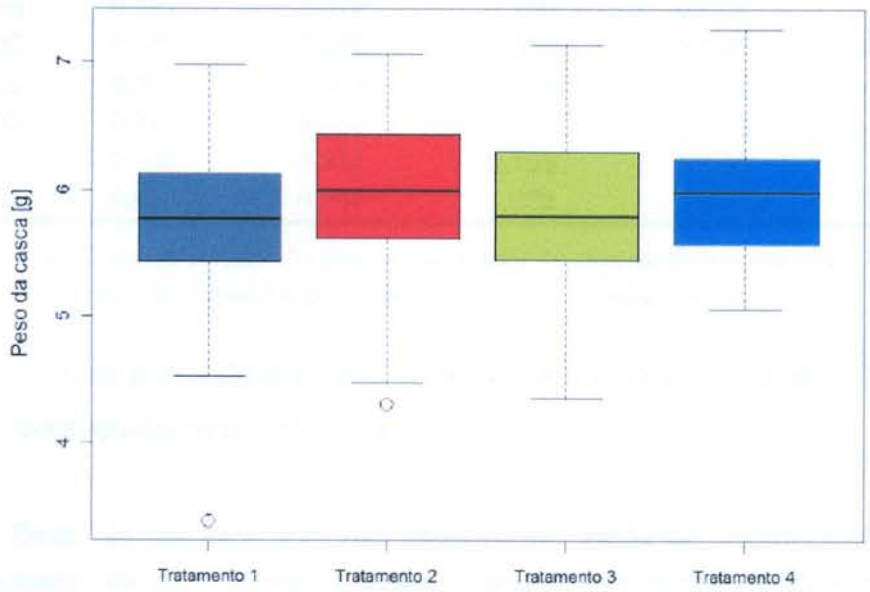


*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

4.7.4 Peso da casca

Não foram observadas diferenças, entre os tratamentos, para o peso da casca (Tabela 10 e Gráfico 10).

Gráfico 10 – Valores médios e respectivas medidas de dispersão do peso da casca de acordo com os tratamentos estudados* – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

4.8 RELAÇÃO ENTRE OS DADOS DE QUALIDADE DO OVO

A tabela 11 mostra a relação entre as variáveis relacionadas à qualidade externa e interna dos ovos. A gravidade especifica teve alta relação com o peso e a espessura da casca, com o valor de correlação linear 0,703 e 0,858 respectivamente. A associação entre o peso da casca e espessura da casca também foi alta (0,854). A variável unidade Haugh não apresentou nenhuma associação com as outras três variáveis.

Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson – Relação entre as variáveis da qualidade dos ovos geral e em cada um dos tratamentos estudados* – São Paulo – 2012

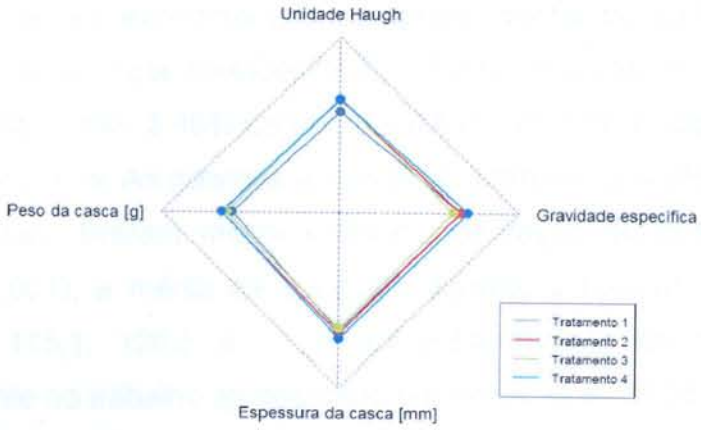
	Geral	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
GE x UH	0,137	0,378	0,155	0,077	-0,191
GE x PC	0,703	0,802	0,654	0,717	0,651
GE x EC	0,858	0,904	0,824	0,804	0,877
UH x PC	0,089	0,258	0,026	-0,038	-0,132
UH x EC	0,102	0,351	0,155	-0,030	-0,345
PC x EC	0,854	0,896	0,862	0,870	0,783

*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

GE: gravidade específica; UH: unidade Haugh; PC: peso da casca; EC: espessura da casca.

O gráfico 11 ilustra a distribuição dos valores médios dos dados de qualidade dos 160 ovos analisados de cada tratamento.

Gráfico 11 – Dados de qualidade dos ovos expressa em média de unidade Haugh, gravidade específica, espessura da casca e peso da casca, de acordo com os tratamentos estudados – São Paulo – 2012



*T1:dieta controle; T2: dieta alta em fibra; T3:dieta controle+enzima; T4: dieta alta em fibra + enzima

5 DISCUSSÃO

O presente estudo utilizou dieta padrão para poedeiras (T1 e T3), com teor de fibra bruta relativamente baixo (2,6%) em relação às dietas com maior teor de fibra (4,2%), dos tratamentos T2 e T4. Para verificar o efeito das enzimas, as dietas T3 e T4 foram adicionadas do complexo enzimático contendo carbohidrases e fitases.

De acordo com os dados de consumo observados no atual estudo, apesar de em dois momentos, isto é, na primeira e quinta semanas, as poedeiras do T1 consumirem mais ração que as de T2, no geral não foram observadas diferenças para o consumo das aves entre os tratamentos utilizados. O consumo médio foi de 111 g/ave/dia, o que está adequado para a linhagem utilizada neste trabalho e nesta fase de produção (ALMEIDA et al., 2009).

O resultados encontrados no presente estudo discordam de Yoruk et al., (2006) que investigaram o efeito da suplementação de multi-enzimas (xilanase, glucanase, amylase, pectinase, pentosanase e hemicelulase) na performance, perfil metabólico, e qualidade dos ovos de 144 galinhas Lohman com 30 semanas de idade (pico de postura) alimentadas com dieta a base de milho e farelo de soja, durante 16 semanas. As rações experimentais continham média de 89,85 de matéria seca, 2.787 kcal/kg de energia metabolizável, 17,9% de proteína bruta, 3,3% de fibra bruta, 12,6% de cinzas, 3,46% de cálcio e 0,61% de fósforo suplementadas com 0,1 ou 2 g/kg de enzimas. As galinhas alimentadas com ração suplementadas com 1 e 2 g/kg de enzimas, tiveram menor consumo de ração do que as aves do grupo controle ($P<0,001$), a média de consumo durante o período experimental oscilou entre 118,9, 115,1, 126,5 e 122,8 g/ave/dia durante os meses 1, 2, 3 e 4 respectivamente no trabalho apresentado por Yoruk et al., 2006.

Aves velhas (54 semanas de idade) com pouca capacidade de produzir suas próprias enzimas digestivas, diminuem a absorção de nutrientes e energia disponível dos alimentos e requerem maior quantidade, pois possuem capacidade digestiva e fisiologia diferente das aves jovens que tem melhor capacidade de absorção (OLUKOSI, 2007). Em nosso estudo, apesar das aves possuírem 44 semanas de idade, o consumo de ração apresentou resultados satisfatórios para aves destinadas a produção de ovos.

Olokosi; Cowieson; Adeola (2007) estudaram a suplementação de xilanase em dietas a base de milho e trigo, em aves com 52 semanas durante 3 semanas.

Apesar da diferença de ingredientes na composição das dietas e idade das aves se compararmos com nosso estudo, Olokosi; Cowieson; Adeola (2007), também não observaram efeitos significativos quanto ao desempenho produtivo das aves. Um; Ah; Paik (1998) investigaram o efeito do complexo enzimático multi-carboidrase em dietas de galinhas poedeiras com diferentes teores de trigo e verificaram, como no atual estudo, que as dietas contendo enzimas não levaram à redução do consumo de ração.

Outro estudo que, além de verificar a eficácia das enzimas xilanase e protease em dietas a base de farelo de trigo, mostra a eficácia com que diferentes linhagens de galinhas Leghorn se comportavam foi o de Jaroni (1999), que durante 21 semanas de experimento, observou maior consumo de ração para as aves da Linhagem Hissex White do que as Dekalb Delta de 18 semanas de idade. Jaroni (1999) também verificou diminuição do consumo de ração pelas aves alimentadas com rações suplementadas com enzimas. Mostrando-nos que, além da composição das rações, a linhagem das aves também influencia nos resultados de consumo de ração.

Apenas na semana 5 o tratamento controle teve pior resultado de conversão alimentar –em relação aos outros tratamentos. Durante as 10 semanas de experimento, os tratamentos 1, 2 e 3 tiveram boa conversão alimentar perto de outros dados de produção, independentemente do uso de enzimas, indicando que o uso de dietas com mais fibras e a diminuição da porcentagem de energia não interfere nos resultados de conversão alimentar, Um; Ah; Paik, (1998) também não encontraram diferença para a conversão alimentar com a utilização de enzimas.

Os resultados desta pesquisa também discordam de Yoruk et al, (2006) cujas galinhas do grupo controle tiveram pior conversão alimentar (2,50 X 2,35), em kg de ração por massa (kg) de ovos em relação às alimentadas com enzimas ($P<0,007$).

Pirgozliev (2008) estudou a performance de frangos de corte de 28 dias de idade durante 4 semanas, comparando o efeito de diferentes concentrações de fitase em dietas a base de milho e soja, observou que o consumo de ração e o ganho de peso aumentavam de maneira linear conforme a concentração de fitase aumentava. As aves alimentadas com dietas contendo concentração de 2500 FTU /kg de ração tiveram maior ganho de peso e melhor valor de conversão alimentar em relação as aves suplementadas com 500 FTU/kg de ração. Este estudo demonstra que em

dietas para frangos de corte, o uso de enzimas fitasse é eficaz e melhora a conversão alimentar.

Outro estudo revelou que conforme as aves vão ficando mais maduras, a conversão alimentar melhora devido ao aumento do peso dos ovos em tratamentos com e sem a suplementação de enzimas (SANTOS et al, 2008), portanto, a eficácia das enzimas precisa ser melhor estudada, pois diferentes fatores interferem nos resultado.

Na presente pesquisa observamos resultado semelhante ao que aconteceu no estudo realizado por Viana et al., (2009) que avaliou o desempenho e o metabolismo de nutrientes de poedeiras *Bovans Goldline* de 24 semanas de idade alimentadas com rações suplementadas com fitase durante 12 semanas e não observou efeito significativo (P>0,05) para a conversão alimentar por dúzia.

Jaroni (1999) observou que galinhas Leghorn da linhagem Dekalb Delta tiveram melhor conversão alimentar do que as galinhas da linhagem Hissex White, o que permite considerar que, possivelmente a linhagem das aves é mais um fator a ser considerado quando se avalia a utilização de enzimas.

No presente estudo, tanto o peso médio dos ovos quanto a massa dos ovos não foram diferentes entre as dietas e entre os momentos durante o período estudado.

Os resultados desta pesquisa foram similares aos observados por Gunawardana; Roland; Bryant, (2009), que estudaram o efeito de complexo enzimático (fitase + betaglucanase) em dietas com 4 diferentes quantidades de energia metabolizável (2,791; 2,857; 2,923 e 2,989 kcal/kg) e 2 diferentes teores de proteína (15,5 e 16,1%) quanto a qualidade dos ovos no segundo ciclo de produção (87-98 sem de idade) de galinhas Hy-line W-36, durante 11 semanas. Gunawardana; Roland; Bryant, (2009), descobriram que o peso dos ovos foi maior nas galinhas suplementadas com enzimas durante as semanas 3 e 4 (89 ª a 90ª semanas de idade), mas da mesma forma que no presente estudo, tal suplementação não teve influencia na média do peso dos ovos durante o período.

Lázaro et al, (2003) suplementaram dietas a base de fibras solúveis para 234 galinhas poedeiras durante 24 semanas com beta-glucanase e xilanase, quando encontraram maior produção de ovos (2,1%) nas dietas acrescentadas de enzimas.

Um estudo realizado durante 11 semanas, que obteve resultado significativo em relação ao peso dos ovos de galinhas alimentadas com dietas suplementadas com diferentes teores de enzima fitase durante o período, foi o de Santos (2008). Mas o

autor também não observou diferença entre os tratamentos, reforçando a hipótese que não só a utilização de enzimas interfere na qualidade dos ovos, mas outros fatores, como por exemplo, a idade das aves, a duração do estudo ou a linhagem das aves utilizadas.

Jaroni (1999) encontrou diferença quanto à qualidade (unidade Haugh, coloração da gema e peso do ovo) nos ovos de galinhas Leghorn alimentadas com dieta à base de milho e soja suplementadas com enzimas xilanase e protease no final das 18 semanas de experimento, período maior em relação ao considerado no presente estudo, e uma das possíveis explicações para o fato de não termos observado diferença estatística significativa. Jaroni (1999) estudou também o efeito de dietas a base de farelo de trigo com e sem a suplementação de enzimas na produção de ovos de 300 galinhas Leghorn da linhagem Dekalb Delta e Hissex White de 42 semanas de idade durante 18 semanas e não observou diferença no índice de postura quanto ao uso de enzimas (xilanase e protease). O índice de postura observado no experimento de Jaroni (1999) teve média de 84%, e não houve diferença em relação as dietas e as linhagens. Embora aqui não tenha sido apresentado como resultado, no presente estudo foi observado índice de postura médio, para todos os tratamentos de 95%.

Uma consideração importante no sistema de produção de ovos é a qualidade final do ovo, mensurada através dos parâmetros de Unidade Haugh, peso da casca, espessura da casca e gravidade específica.

As variáveis de qualidade do ovo foram aferidas apenas na última semana do período experimental. Somente o T3 apresentou menor média de gravidade específica (1,0855) em relação aos demais tratamentos, apesar disso, a média da gravidade específica dos ovos de T3 foram consideradas como de alta qualidade (SCOTT, 1995).

Freitas et al (2004) compararam os métodos de determinação da gravidade específica de 200 ovos de 2 linhagens de poedeiras comerciais (Hy-line e Hissex) com 32 semanas de idade. Em sua pesquisa, não observaram diferença entre os métodos de solução salina e aparelho, porém houve diferença na gravidade específica dos ovos entre as linhagens estudadas. A média da gravidade específica encontrada para as galinhas da linhagem Hissex foi de 1,0889 enquanto que para as da linhagem Hy-line foi de 1,0835. Já nosso estudo apresentou média para a gravidade específica das galinhas da linhagem Hissex de 1,0870 abaixo do

encontrado por Freitas (2004), mas mesmo assim considerado como ovos de alta qualidade. Portanto, apesar dos ovos do tratamento T3 apresentarem média de gravidade específica inferior aos outros tratamentos estudados, esta foi de boa qualidade.

Jaroni (1999) observou que galinhas da linhagem Hissex apresentaram ovos com maior gravidade específica (1,085) do que as galinhas da linhagem Dekalb Delta (1,082) em todos os tratamentos (com e sem suplementação de enzimas).

Apesar de nossos resultados não apresentarem diferença em relação à unidade Haugh, os resultados obtidos em todos os tratamentos foram superiores a 72%, considerados de excelente qualidade pelo padrão americano de qualidade dos ovos segundo Alleoni: Antunes (2001).

Já Jaroni (1999) obteve resultados diferentes. Em seu experimento, rações suplementadas com enzimas apresentaram diferença na unidade Haugh dos ovos de galinhas da linhagem Dekalb delta em relação aos ovos de galinhas da linhagem Hissex alimentadas com dietas sem adição de enzimas.

Embora os resultados em relação a unidade Haugh encontrados por Roberts; Choct, (2006) revelassem efeito benéfico das enzimas na qualidade interna dos ovos em poedeira com dietas à base de trigo e cevada, os mesmos resultados não foram encontrados em relação à base de triticale, sugerindo que podem existir interações entre as enzimas e os componentes dos grãos. As dietas utilizadas neste estudo foram todas à base de soja e milho, e não foram observados resultados distintos em relação à qualidade do albúmen nos diferentes tratamentos.

O peso da casca não apresentou nenhuma diferença entre os tratamentos. Porém essa avaliação foi realizada apenas na última semana. O mesmo aconteceu no estudo realizado por Jaroni (1999) que não encontrou diferença em relação ao peso da casca dos ovos de galinhas alimentadas com dietas suplementadas ou não com enzimas (xilanase e protease).

O presente experimento discorda de Roberts; Choct, (2006) que analisou 800 ovos de quatro diferentes linhagens poedeiras (Isa Brown, Hy-line CB, Tegel SB2 e Tegel Hissex) alimentadas com dietas a base de trigo, cevada e triticale suplementadas com enzimas e demonstrou melhora na qualidade da casca dos ovos quando as enzimas foram usadas em dietas a base de trigo e cevada. O autor observou que a suplementação de enzimas causou redução na coloração da casca dos ovos, esta variável não foi pesquisada no presente estudo.

A interpretação dos resultados dos efeitos de diferentes enzimas na qualidade e produção dos ovos não é simples, devido aos diferentes componentes das enzimas e/ou origem destas e teores utilizados em diversos trabalhos científicos.

Em relação às espessuras médias das cascas, não houve diferença entre os tratamentos (P = 0,161). Yoruk (2006) avaliou a qualidade dos ovos de galinhas alimentadas ou não com dietas contendo complexo multi-enzimático durante 16 semanas, também não observou diferença entre os tratamentos em relação à qualidade dos ovos, porém durante o período observou que houve diferença nos meses 1, 2, 3 e 4 para a média das variáveis: peso da casca (P<0,0001), espessura da casca (P<0,02), unidade Haugh (P<0,05) e coloração da gema (P<0,0001).

Roberts; Choct, (2006) verificou que a adição das enzimas amilase, B-glucanase, xilanase, celulase, protease e pectinase em rações a base de trigo e cevada melhorou a qualidade da casca dos ovos. Contudo, ao adicionar essas enzimas em dietas a base de triticale, não encontrou diferença nos resultados obtidos.

O mesmo foi encontrado por Hughes et al., (2008), que utilizou enzima fitase com diferentes teores de fósforo em dietas à base de milho e soja de galinhas White Leghorn durante 40 semanas. O autor observou que, o grupo de galinhas alimentadas com 0,15% de fósforo com adição de enzimas teve diminuição da incidência de ovos rachados ou quebrados em comparação com a dieta controle (0,35% de fósforo). No presente estudo não foi avaliada a porcentagem de ovos rachados e a dieta possuía 0,48% de fósforo e entre 4,0 e 4,5% de cálcio.

UM et al., (1998), observaram que galinhas alimentadas com dietas a base de milho sem adição de complexo enzimático tiveram valor médio de espessura da casca maior que galinhas alimentadas com dietas a base de trigo contendo complexo enzimático.

Estudo realizado por Santos et al., (2008), também não apresentou resultado significativo em relação à espessura da casca dos ovos de galinhas alimentadas com dietas suplementadas com diferentes teores (300, 1200, 2400 e 3600 FTU/kg) de enzima fitase.

No presente estudo a viscosidade da digesta não foi mensurada, portanto não apresentamos resultados em relação aos ovos sujos, o mesmo para dados de ovos rachados. Poderia ser interessante incluir um estudo considerando esta variável, já que o complexo enzimático pode ajudar a reduzir a viscosidade da digesta de

galinhas alimentadas com cereais de fibras solúveis, reduzindo a quantidade de ovos sujos e contribuindo também para o aumento da espessura da casca.

Lázaro et al., (2003) estudaram a digestibilidade dos nutrientes em dietas a base de trigo, cevada e centeio, suplementadas com enzimas e descobriu que as dietas suplementadas tiveram redução da viscosidade intestinal, diminuindo a incidência de ovos sujos.

O estudo de Pirgozliev et al., (2008) revelou que a suplementação de enzima fitase na dieta a base de milho e soja de galinhas com 4 semanas de idade não diminuiu a viscosidade da digesta (P>0,005) porém o estudo avaliou apenas 1 semana de suplementação.

A porcentagem de ovos sujos encontrada por Jaroni et al., (1999) não mostrou diferenças em relação ao uso ou não de enzimas, mas apresentou diferença entre diferentes linhagens de galinhas poedeiras comerciais.

Essa variável deverá ser investigada em estudos futuros, pois pode revelar resultados satisfatórios já que a presença de ovos sujos devido à umidade das fezes pode influenciar na economia da indústria.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo, realizado em poedeiras Hissex White, durante o período de 44 a 53 semanas de idade, nos permite concluir que:

- Não houve benefício na conversão alimentar por dúzia ou por massa de ovos com a adição de 0,005 do complexo enzimático (carboidrases e fitases) em dietas à base de milho e soja com teores de fibra 2,6% ou 4,2% durante o período de 10 semanas;

- Não houve diferença na qualidade do albúmen (unidade Haugh), peso médio e espessura da casca do ovo nas dietas com fibra 2,6% ou 4,2% e com ou sem a adição do complexo enzimático (carboidrases e fitases) após 10 semanas de tratamento;

- Embora com valor considerado ótimo, a gravidade específica foi inferior no tratamento com 4,2% de fibra e com a adição do complexo enzimático em relação aos tratamentos sem enzima e ao tratamento com enzima e 2,6% de fibra;

- Poedeiras Hissex White com 44 a 53 semanas podem consumir dieta com 4,2% de fibra

REFERÊNCIAS

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.4, p. 681-685, out/dez 2001.

ALMEIDA, E. C. J.; PEREIRA, K. O.; FARIAS, F. R,; SILVA, F. O. L.; OLIVEIRA, R. J. F.; LEÓN, J. M. Dados parciais de incubação de ovos do agrupamento genético peloco (Gallus gallus domesticus). SIMPÓSIO IBEROAMERICANO SOBRE CONSERVACION Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS ZOOGENÉTICOS, 10., 2009, Colombia. **Anais...** Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2009. P.261 – 265.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA, F. A. **Nutrição animal:** as bases e os fundamentos de nutrição animal. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1998. p.183.

BARBOSA FILHO, J. A. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. 2004.** p. 123. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

BEDFORD, M. R. Enzymes, antibiotics and intestinal microflora. **Feed Mix**, v. 9, n. 2, 2001.

BEDFORD, M. R. The effect of enzymes on digestion. The **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.370-378, 1996a.

BEDFORD, M. R. Interaction between ingested feed and the digestive system in poultry. **The Journal of Applied Poultry Research,** v. 5, p. 86-95, 1996b.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, n. 20, p.1053-1057, 1997.

BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 1, p.181-187, 2001.

BUCHAMAN, N. P., KIMBLER, L. B.; PARSONS, A. S. The effects of nonstarch polysaccharide enzyme addition and dietary energy restriction on performance and carcass quality of organic broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 16, p.1-12, 2007.

CALDERON, V. M.; JENSEN, L. S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. **Poultry Science**, v. 69, n. 6, p. 934-944, june 1990.

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

CASARTELI, E.; MUCKE, D.; JUNQUEIRA, O. M. Efeito de diferentes fontes e níveis de fósforo e da enzima fitase sobre o desempenho de poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003, Campinas. **Anais...** v. 5, p.49

CHOCT, M. Nonstarch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, v. 19, n. 6, p. 13–26, 1997.

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

CHOCT, M.; HUGHES, R. J.; WANG, J.; BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J.; ANNISON, G. Increases small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science,** v. 37, n. 3, p.609-621, 1996.

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

COLE, D.J.A. The role of nutritionist in designing feeds for the future. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. **Proceedings...** Nicholasville: Technical Publications, p.1-20, 1991.

COSTA, P. G. F.; JACOME, D. T. M. I.; SILVA, V. H. J.; ARAÚJO, J. M.; CAMPOS, F. M. K.; BARBOSA, G. J.; PEIXOTO, N. P. J.; SILVA, A. C. J.; NASCIMENTO, J. A. G.; CLEMENTINO, H. R. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Revista Ciência Animal Brasileira;** v. 5, n. 2, p. 73-81, abr./jun. 2004.

CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D. Phosphorus-a key essential nutrient, yet a possible major pollutant-its central role in animal nutrition. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. **Proceedings...** Nicholasville: Technical Publications, p.135-145,1991.

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

CUFADAR, Y.; YILDIZ, A. O.; OLGUN, O. Effects of xylanase enzyme supplementation to corn/wheat-based diets on performance and egg quality in laying hens. **Canadian. Journal of Animal Science**. v. 90 p. 207-212, 2010.

DARI, R. L. Utilização de fitase na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais...** Santos, 2004. p.127.

EL BOUSHY, A. R. E.; RATERINK, R. Componentes do ovo. **Avicultura Industrial**, v. 3, p. 37- 42, 1985.

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

FERNANDES, E. A.; CAIRES, C. M.; RODRIGUES, R. M.; FAGUNDES, N. S. A nutrição como diferencial no aumento da produção. In: XII SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 2008, Fortaleza: **Anais...** Pec Nordeste 2008.

FIALHO E. T.2003. Alimentos alternativos para suínos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2003, Itapetininga. **Anais...** Itapetinga: SP, 2003. p.35-98.

FIREMAN, T. A. B. K. A.; FIREMAN, T. A. F. Fitase na alimentação de poedeiras. **Revista Ciência Rural**. v.28, n. 3, p. 529 – 534, 1998.

FRANCESCH, M.; GERAERT, P. A. Enzyme complex containing carbohydrases and fhytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**. v.88, p.1915-1924, 2009.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; GONZALEZ, M. M.; BARBOSA, N. A. A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39 n. 5, p. 509 - 512, 2004.

GERAERT, P.A; PALAIS,F.;GRENIER,S.;JAKOB,S. Dietary Carbohidrates: A review of their physicochemical properties and digestibility in poultry and swine. EASTERN NUTRITION CONFERENCE, 2005, **Anais...** Canada, p. 81 – 82.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M. Effect of dietary energy, protein, and a versatile enzyme on hen performance, egg solids, egg composition, and egg quality of Hy-Line W-36 hens during second cycle, phase two. **The Journal of Applied Poultry Research,** v.18, p.43-53, 2009.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg Shell. **Poultry Science**, v. 61, p. 2022-2039,1982.

HAN, Z. K. I SIMPÓSIO CHINÊS DE ENZIMAS NAS RAÇÕES. **Effect of enzyme supplementation of diets on the physiological function and performance of poultry.** 1996. Disponível em :<http://www.idrc.ca/books/focus/821/> Acesso em: outubro. 2010.

HEINZL, W. Techinical specifications of natuphos. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 1996, Georgia. **Anais...** Atlanta: Congresso Mundial, 1996. p. 39-70.

HUGHES, A. L.; DAHIYA, J. P,; WYATT, C. L.; CLASSEN, H. L. The efficacy of quantum phytase in a forty-week production trial using white leghorn laying hens fed corn-soybean meal-based diets. **Poultry Science**, v. 87, p. 1156-1161, 2008.

IGBASAN, F. A.; MANNER, K.; MIKSCH, G.; BORRISS. R.; FAROUK, A.; SIMON, O. Comparative studies on the in vitro properties of phytases from various microbial origins. **Archives of Animal Nutrition-Archives fur Tierernahrung**, v. 53, p. 353-373, 2000.

JARONI, D.; SCHEIDELER, S. E.; BECK, M. M.; WYATT, C. The Effect of Dietary Wheat Middlings and Enzyme Supplementation I: Late egg production efficiency, egg yields, and egg composition in two strains of leghorn hens. **Poultry Science,** v. 78, p. 841–847, 1999.

JUNQUEIRA, O. M. Avanços recentes nas exigências de fósforo para poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1993, Santos. **Anais...** Santos, 1993. p.167-175.

KESHAVARS, K. Por que es necessário emplear la fitase em la dieta de las ponedoras? **Industria Avícola**, v. 46, n.10. p.13-14, 1999.

KLASING, K. **Comparative avian nutrition.** Wallingford: CAB, 1998, p.350.

KONEGAY, E. T. Effect of phytase on the biovailability of phosphorus, calcium, amino acids, and trace minerais in broilers and turkeys. In: BASF TECHNICAL SYMPOSIUM , 1996, Georgia. **Anais...** Atlanta: Congresso Mundial, 1996. p.39-70.

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 os laying hens**. British Poultry Science**, v. 44, n. 2, p. 256-265, 2004.

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

LIMA, H. J. D.; BARRETO, S. L. T.; DONZELE, J. L.; VALERIANO, M. H.; VIEIRA, P. A. F.; COSTA, C. H. R. Níveis de fitase na dieta sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 1, p. 129-134, 2011.

MAENZ, D. D.; CLASSEN, H. L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**. v. 77, p. 557-563, 1998.
MACARI, M.; FURLAN, L. F.; GONZALES, E. Anatomia e histologia funcional do trato digestivo. In: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas : APINCO, 1994. p.1-18.

MARQUARDT, R. R.; BEDFORD, M. **Recommendations for future research on the use of enzymes in animal feeds**: Enzyme in Poultry and Swine Nutrition. Marquardt, R. R and Han, Z. ed. International Development Research Centre, Ottawa, Canada. 1997.

MCCLEARY, B. V. **Analysis of Feed Enzymes.** Enzymes in farm animal nutrition. Oxford, CAB Publishing: Bedford, M.R. & Partridge, G.G, 2001.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; NYACHOTI, C. M.; CAMPBELL, L. 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.

MORI, V. A. **Efeito da adição de drogas hipolipemizantes à ração sobre as concentrações de lípides plasmáticos e de colesterol na gema do ovo de galinhas.** 1998, 1p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade da Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

NEITZKE, G. **Geração elétrica distribuída a partir da gaseificação de peletes de cama de aviário.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2010.

NELSON, T. S. The availabibity ofphytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. **Poultry Science**, v. 47, p. 1842-1848, 1968.

NELSON, T. S.; SHIEH, T. R.; WODZINSK, R. J. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks. **Journal of Nutrition,** v. 101, p. 1289-1293, 1971.

NEWMAN, K. Phytase: the enzyme, its origin e characteristics: impact e potential for increasing phosphorus availability. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. **Proceedings...** Kentucky: Alltech Technical Publications, 1991. p. 169 – 177.

NC-IUMB, RECOMMENDATIONS OF NOMENCLATURE COMMITTEE OF INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY **Enzime nomenclature.** 1992. Disponível em: <http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/>. Acesso em 2011.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Disponível em <http://www.nationalacademies.org/nrc/index.html>. Acesso em: 2011.

NUNES, R. V., BUTERI, C. B., NUNES, C. G. V. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 235-272.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. age-related Influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science,** v. 86, p. 77-86, 2007.

OPALINSKI, M. **Utilização de enzima e soja integral em rações para frangos formuladas com ingredientes alternativos com base em aminoácidos digestíveis e totais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

PAIK, I. K.; BLAIR, R.; JACOB, J. Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: principies and nutritional management. **The Albanian Journal of Agricultural Sciences**, v. 9, n. 6, p. 615-635, 1996.

PERDOMO, C. C. Impacto da suinocultura sobre o meio ambiente. In: SUINOTEC, 2., 1996, Campinas. **Anais...**1996, p. 87-97.

PEREIRA, R. **Utilização de uma fitase bacteriana na liberação de fósforo fitico em dietas de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

PERNEY, K. M.; CANTOR, A. H.; STRAW, M. L. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 72, n. 11, p. 2106-2114,1993.

PERSIA, M. E.; DEHORITY, B. A.; LILBURN, M. S. 2002. The effects of enzyme supplementation of corn- and wheat-based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in turkeys. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, p.134-145, 2002.

PIRGOZLIEV, V.; ODUGUWA, O.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. **British Poultry Science**. v. 49, n. 2, p 144-154. 2008.

PLUMSTEAD, P. W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE, R. O. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 86, p. 225-231, 2007.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L.; KONERGAY, E. T. Phytates: Occurance, bioavailability, and implications in poultry nutrition. **Poultry Avian Biology**. v. 6, p.125-143. 1995.

REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Uso de enzimas em rações.** Disponível em: <http://biochoonline.com.br/artigos/aa0041.htm> Acesso em: Junho 2012.

ROBERTS, J. R.; CHOCT, M. Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. **Britsh Poultry Science**. v. 47, n. 4, p. 501-510, 2006.

ROSTAGNO, H. S.; TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T. Enzymes supplementation of corn/soybean meal diets improves ileal digestibility of nutrients in broiler chicks. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 16., 2000, Lexington. **Anais...** Lexington: Alltech, 2000. p.175-182.

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

SANTOS, L. A. ; GERALDO, A.; FERREIRA, C. B.; SILVA, L. M.; AGUIAR, V. A.; PEREIRA, L. C.; BRITO, J. A. G.; BERTECHINI, A. G. Níveis de fitase em dietas com diferentes valorizações e seus efeitos sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semi-pesadas. In: JORNADA CIENTÍFICA , 1., e FIPA do CEFET, 4., Bambuí. **Anais...** Bambuí/MG, 2008.

SAVIETTO, D.; ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M. Desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fófosro disponível e fitase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, n. 9, p.39, 2007.

SCHEIDELER, S. E.; BECK, M. M.; ABUDABOS, A.; WYATT, C. L. Multiple-enzyme supplementation of corn-soy-based layers diets. **Journal of Applied Poultry Research**, N. 14, P. 77-86, 2005.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia.** v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SCOTT, M. L. Tips to improve egg shell quality. **Feedstuffs**, v.67, n.33, p.18, 1995.

SEARS, A.; WALSH, G. Industrial enzyme applications: using these concepts to match animal, enzyme and substrate. In: ASIA PACIFIC LECTURE TOUR, 1993. **Anais...** [S.l]: Alltech, p.89-110, 1993.

SELLE, P. H.; RAVIDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition: Review. **Animal Feed Science and Technology,** n. 135, p. 1-4, 2007.

SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; GOULART, C. C. Influência da interação fósforo disponível X fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2157-2165, 2008.

SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; GOULART, C. C.; COSTA, P. G.; SAKOMURA, K. N.; MARTINS, D.D.T. Relação cálcio: fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 12, p. 2166-2172, 2008.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A.; KORVER, D. R. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, n. 85, p. 297-305, 2006.

SLOMINSKI B.A. Recent advances in enzymes for poultry diets. In: THE POULTRY FEDERATION ANNUAL NUTRITION CONFERENCE, 2010, Arkansas. **Proceedings...** Arkasas: Department of Animal science, 2010.

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

SMITH, T. N.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I. The use of near-infrared reflectance spectroscopy to predict the moisture, nitrogen, calcium, total phosphorus, gross energy, and phytate phosphorus contents broiler excreta. **Poultry Science**, v.80, p.314-319, 2001.

SOTO-SALANOVA, M. F.; WYATT, C. L. Uso de enzimas para alcanzar el máximo potencial de las materias primas para dietas de avicultura, 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Mineapolis: Midwest Poultry Federation, 1997.

SOUZA, G. A. **Farelo de arroz integral como fonte de P em rações para frangos de corte.** 1992. P. 148. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1992.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO,H. S.; LIMA, C. A. R.; VIEITES, F. M. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 30, n. 3, p.809-816, 2001.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** V.11, n. 6, p. 652-657, 2007

TORRES D. M.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotecnologia, v.** 27, n. 6, p. 1404-1408, 2003.

UBABEF UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2010/2011** – 2012 Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=2761>. Acesso em: 2012

UM, J. S.; AHN, S. H.; PAIK, I. K. Effects of a microbial enzyme supplementation on the performance of laying hens fed diets containing different levels of wheat. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**. v.11, n. 6, p. 702-707, 1998.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Egg-grading manual.** Disponível em: <http://www.ams.usda.gov/poultry> Acesso em: 10 nov. 2011.

VIANA, M. T. S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, M. S.; BARRETO, S. L. T.; SILVA, E. A.; FLORENTINO, W. M. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 6, p. 1074-1080, 2009.

VIEIRA, A. S. R.; BERTECHINI, G. A.; FIALHO T. E. ; SANTOS D. C.; TEIXEIRA, S. A. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase. **Ciências Agrotecnologia**, v. 25, n. 6, p. 1413-1422, 2001.

VIEIRA, S.L. Oportunidade para uso de enzimas em dietas vegetarianas. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 4., 2003, Chapecó-SC. **Anais...** Chapecó: SC, 2003. p. 91-95.

WILLIAMS, P.E.V. Animal production on feed enzyme to commercial wheat and barley based poultry feeds. In: CALIFORNIA NUTRITION CONFERENCE, 1995, Califórnia. **Anais...**Califórnia: University of California, 1995. p. 203-211.

WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M. M. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v. 85, p. 64-79, 2006.

YÖRÜK, M. A.; GÜL, A.; HAYIRLI, A.; KARAOGLU, M. Multi-enzyme supplementation to peak producing hens fed corn-soybean meal based diets. **International Journal of Poultry Science**, v. 5 p. 374-380, 2006.

YU, B. I.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research,** n. 13,p. 178-182, 2004.

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