

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**Dissertação**

**EFEITO DO EXTRATO DE LEVEDURA SOBRE O**  
**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS**  
**DE POEDEIRAS**

**Juliana Klug Nunes**

**Pelotas, 2007**

JULIANA KLUG NUNES

EFEITO DO EXTRATO DE LEVEDURA SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E  
QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Nutrição de não ruminantes).

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Maier

Co-Orientadores: Prof. Ph. D Fernando Rutz

Prof. Dr. Marcos Antonio Anciuti

Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanusso

PELOTAS, 2007

Dados de catalogação na fonte:  
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

N972e Nunes, Juliana Klug

Efeito do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras / Juliana Klug Nunes. - Pelotas, 2007.

128f. : il

Dissertação (Mestrado em Nutrição de não ruminantes) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2007, João Carlos Maier, Orientador; co-orientadores Fernando Rutz, Marcos Antonio Anciuti e Jerri Teixeira Zanusso.

1. Extrato de levedura 2. Poedeiras 3. Desempenho 4. Qualidade dos ovos I Maier, João Carlos (orientador) II .Título.

CDD 636.508 2

**Banca examinadora:**

João Carlos Maier - Dr. - UFPEL

Fernando Rutz – Ph. D – UFPEL

Marcos Antonio Anciuti - Dr. – UFPEL

Jerri Teixeira Zanusso – Dr. – UFPEL

Tenha fortaleza de ânimo, para resistir a todos os embates e tempestades do caminho.

Não se iluda, mesmo a estrada do bem está cheia de tropeços e dificuldades.

Continue, porém!

Não dê ouvidos às pedras colocadas pela inveja, pelo ciúmes, pela intriga.

Marche de cabeça erguida, confiantemente, e vencerá todos os obstáculos da caminhada.

E, se for ferido, lembre-se de que as cicatrizes serão luzes que marcarão a sua vitória.

C. TORRES PASTORINO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, coragem de enfrentar as dificuldades e oportunidade de realizar minhas conquistas.

A minha mãe Eloni Loeci Klug Nunes e a minha tia Eny Onelda Klug que nunca mediram esforços para me ajudar, que me incentivaram a estudar e a querer sempre mais. Agradeço, pois sou quem sou graças a estes dois *anjos da guarda* que vivem no meu coração.

Ao meu pai Mario Fernando Ribas Nunes e a minha irmã Veridiana Klug Nunes por sempre me apoiarem e acreditarem que sou capaz. Amo vocês!

Ao meu eterno *namorado* Paulo César C. dos Santos pelo amor, carinho, amizade, paciência, compreensão e apoio nestes treze anos de convivência. As tuas palavras de incentivo foram fundamentais nos momentos mais difíceis. Te amo muito e sempre!

À Universidade Federal de Pelotas, à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, ao Departamento de Zootecnia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e aos Professores que foram responsáveis pela minha formação.

Ao orientador Professor Dr. João Carlos Maier que me possibilitou a realização de estágios na área de avicultura, tendo sido estes fundamentais para minha formação profissional e para a escolha da área de avicultura. Obrigada pelo aprendizado, orientação permanente, confiança e amizade. Mais uma vez, obrigada amigo por tudo o que fez e tem feito por mim.

Ao Professor Dr. Marcos Antonio Anciuti que sempre esteve pronto para ajudar e incentivar. Obrigada pela confiança, amizade, ensino e exemplo profissional e humano.

Ao Professor Ph. D Fernando Rutz agradeço pelo aprendizado adquirido, pela sua disponibilidade e por acreditar em mim. Admiro-lhe como pessoa e como profissional.

Ao Professor Dr. João Gilberto Corrêa da Silva pela atenção e auxílio nas análises estatísticas dos dados.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça/UFPEL pela disponibilização das aves e das instalações para a realização do experimento.

À empresa Alltech Biotechnology pelo financiamento do projeto de pesquisa e pela aplicação de novas tecnologias à experimentação animal.

Às aves que sem entendimento e razão me proporcionaram o aprendizado.

Aos estagiários Patrícia Lisiane Santos da Silva, Vagner Lucheze, Alex Gabana, Letícia Burlamarqui Amaral, Anilza Andréia Rocha, Janaína S. Reis, Débora Bourscheidt, Priscila M. Henrique, João G. N. Ribeiro, Verônica Lisboa dos Santos, Geovani da Silva, Rodrigo Ramos da Silva, Aline Kunde, Érico de Mello Ribeiro, André Luiz Martins Rocha, Tanaia Mabília, Pedro Henrique Anders, Cláudia Haetinger, Rafael Matos Tavares e as demais pessoas que me ajudaram direta e indiretamente nas atividades para conclusão deste e dos demais trabalhos realizados. Considero-os amigos.

Aos amigos Patrícia Rossi, Paulo Roberto Dallmann e Marta Helena Dias da Silveira que me incentivaram a lutar pelos meus objetivos.

Aos funcionários do setor de Avicultura do CAVG: Henri, Antônio, Enio, Luis Fernandes, Waldemar, Ingo, Volnei, Luciano pela convivência amigável, ensinamentos e apoio nos projetos de pesquisa.

Aos Professores João Carlos Maier, Marcos Antonio Ancikuti, Fernando Rutz, Eduardo Gonçalves Xavier, Jerri Teixeira Zanusso, Nelson José Laurino Dionello, Lotar Siewerdt e Pedro Lima Monks por confiarem no meu trabalho e na minha capacidade ao aceitarem o meu pedido de transposição para o doutorado. Prometo dedicar-me ainda mais no desenvolvimento das tarefas de pesquisa, no aprendizado e na transmissão dos conhecimentos aos alunos.

Não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que se disseram meus amigos e que quiseram meu mal. O crescimento pessoal e profissional felizmente ou infelizmente depende destas pessoas.

*OBRIGADA!*

## RESUMO GERAL

NUNES, Juliana Klug. **Efeito do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de poedeiras**. 2007. 128f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito dos níveis crescentes (0, 1, 2 e 3%) de suplementação dietética do extrato de levedura<sup>1</sup> sobre o desempenho produtivo e a qualidade externa e interna de ovos. Um total de 240 poedeiras Hy Line W36, no período de 47 a 75 semanas de idade, foram distribuídas em 60 gaiolas, sendo quatro aves por gaiola, divididas em 15 repetições por tratamento. As características avaliadas foram consumo de ração, peso corporal produção de ovos, peso do ovo, massa de ovo, conversões alimentares por dúzia e por massa de ovo, gravidade específica, peso e espessura da casca, altura do albúmen, unidade Haugh e pesos da gema e do albúmen. Os dados foram submetidos à análise de variação e regressão polinomial. O valor de  $P < 0,05$  foi estabelecido para a determinação de significância. Os resultados indicaram que a adição de 1,5% do extrato de levedura resultou melhor qualidade de casca dos ovos. As demais variáveis não foram influenciadas estatisticamente pelos tratamentos.

Palavras-chave: extrato de levedura, poedeiras, desempenho, qualidade dos ovos.

---

<sup>1</sup> NuPro® - Alltech Biotechnology.



## GENERAL ABSTRACT

NUNES, Juliana Klug. **The effect of yeast extract on performance and egg quality of layers**. 2007. 128f. Dissertation (Master's) – Pos-Graduation in Animal Science. Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

This study aimed to evaluate the effect of graded levels (0, 1, 2 and 3%) of dietary inclusion of an yeast-extract product<sup>2</sup> on internal and external quality of eggs and on performance of layers. A total of 240-Hy Line W36 layers (47 to 75 weeks of age) were allocated in 60 cages (4 birds per cage), divided into 15 cages per treatment. Feed intake, body weight, egg production, egg weight, egg mass, feed conversion (per dozen), feed conversion (per mass), specific gravity, eggshell weight and thickness, albumen height, Haugh units and yolk and albumen weights were evaluated. Data were subjected to ANOVA and polynomial regression. A  $P < 0.05$  was required for statements of significance. Results indicated that addition of 1,5% NuPro<sup>®</sup> resulted in better eggshell quality. The remaining variables were not statistically influenced by dietary treatments.

Key-words: yeast extract, layers, performance, egg quality.

---

<sup>2</sup> NuPro<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Nucleotídeo. ....	24
Figura 2.	Biossíntese de nucleotídeos púricos e pirimídicos. ....	26
Figura 3.	Estereoisômeros do inositol. ....	33
Figura 4.	Inositol, ácido fólico e exemplo de uma molécula de ácido fólico complexada com cálcio (Ca), zinco (Zn), magnésio (Mg), ferro (Fe) e proteína. ....	35
Figura 5.	Biossíntese do <i>mio</i> -inositol. ....	37
Figura 6.	Transaminação. ....	44
Figura 7.	Desaminação. ....	44
Figura 8.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa 1026 precursora do extrato de levedura. ....	48
Figura 9.	Aviário <i>dark house</i> . ....	54
Figura 10.	Comedouro individual do tipo calha. ....	55
Figura 11.	Pesagem do extrato de levedura. ....	57
Figura 12.	Misturador vertical. ....	57
Figura 13.	Coleta de ovos para avaliações de qualidade. ....	59
Figura 14.	Pesagem das aves. ....	61
Figura 15.	Gravidade específica. ....	64
Figura 16.	Densímetro de petróleo. ....	64
Figura 17.	Espessura da casca. ....	65
Figura 18.	Altura do albúmen. ....	66
Figura 19.	Separação do albúmen da gema do ovo. ....	67

**LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO  
EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS  
OVOS**

Figura 1.	Gravidade específica dos ovos produzidos pelas poedeiras alimentadas com extrato de levedura, durante o período experimental. ....	90
Figura 2.	Peso da casca dos ovos (g) produzidos pelas poedeiras alimentadas com extrato de levedura, durante o período experimental. ....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Nomenclatura dos nucleotídeos. ....	25
Tabela 2.	Constituintes do extrato de levedura. ....	48
Tabela 3.	Composição percentual e constituintes das dietas experimentais. ....	58
Tabela 4.	Quantidades utilizadas de cloreto de sódio (NaCl) para obtenção das gravidades específicas desejadas. ....	63

**LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO  
EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 1 - DESEMPENHO  
PRODUTIVO**

Tabela 1.	Composição percentual e constituintes das dietas experimentais. ....	74
Tabela 2.	Efeito do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo das poedeiras, durante o período experimental. ....	75

**LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO  
EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS  
OVOS**

Tabela 1.	Composição percentual e constituintes das dietas experimentais. ....	87
Tabela 2.	Efeito do extrato de levedura sobre a qualidade externa e interna dos ovos, durante o período experimental. ....	89

## TABELAS DO APÊNDICE

Tabela 1A.	Temperaturas e umidades, máxima e mínima, do interior do aviário, durante o período experimental. ....	110
Tabela 2A.	Médias do peso corporal (g) inicial das poedeiras e resumo dos resultados dos testes de significância. ....	114
Tabela 3A.	Análise de variação e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura sobre o peso corporal (g) inicial das poedeiras. ....	114
Tabela 4A.	Médias do peso corporal (g) das poedeiras, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	115
Tabela 5A.	Análise de variação e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura sobre o peso corporal (g) das poedeiras, no período experimental. ....	115
Tabela 6A.	Médias do consumo de ração (CR) (g/ave/dia), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	116
Tabela 7A.	Análise de variação do consumo de ração (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	116
Tabela 8A.	Médias da produção de ovos (%), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	117
Tabela 9A.	Análise de variação da produção de ovos (%) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	117
Tabela 10A.	Médias do peso do ovo (PO) (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	118
Tabela 11A.	Análise de variação do peso do ovo (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	118

Tabela 12A.	Médias da massa de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	119
Tabela 13A.	Análise de variação da massa de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	119
Tabela 14A.	Médias da conversão alimentar por dúzia de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	120
Tabela 15A.	Análise de variação da conversão alimentar por dúzia de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	120
Tabela 16A.	Médias da conversão alimentar por massa de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras. ....	121
Tabela 17A.	Análise de variação da conversão alimentar por massa de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental. ....	121
Tabela 18A.	Médias da gravidade específica (GE), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	122
Tabela 19A.	Análise de variação da gravidade específica e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	122
Tabela 20A.	Médias do peso da casca (PC) (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	123
Tabela 21A.	Análise de variação do peso da casca (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	123
Tabela 22A.	Médias da espessura da casca (EC) (mm), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	124



Tabela 23A.	Análise de variação da espessura da casca (mm) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	124
Tabela 24A.	Médias da altura do albúmen (AA) (mm), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	125
Tabela 25A.	Análise de variação da altura do albúmen (mm) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	125
Tabela 26A.	Médias da unidade Haugh (UH), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	126
Tabela 27A.	Análise de variação da unidade Haugh e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	126
Tabela 28A.	Médias do peso da gema (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	127
Tabela 29A.	Análise de variação do peso da gema (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	127
Tabela 30A.	Médias do peso do albúmen (PA) (g) para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura. ....	128
Tabela 31A.	Análise de variação do peso do albúmen (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental. ....	128

## LISTA DE ABREVIATURAS

Ácido desoxirribonucléico .....	DNA
Ácido fítico .....	$IP_6$
Ácido fosfórico .....	$H_2PO_4^-$
Ácido gama aminobutírico .....	GABA
Ácido ribonucléico .....	RNA
Ácido ribonucléico ribossômico .....	rRNA
Ácido ribonucléico transportador .....	tRNA
Adenosina 5'-difosfato .....	ADP
Adenosina 5'-monofosfato .....	AMP
Adenosina 5'-trifosfato .....	ATP
Altura do albúmen espesso (mm) .....	H
Altura do albúmen .....	AA
Bomba de sódio e potássio .....	$Na^+/K^+$
Cálcio .....	ATPase
Citidina 5'-difosfato .....	$Ca^{+2}$
Citidina 5'-monofosfato .....	CDP
Citidina 5'-trifosfato .....	CMP
Cloreto de sódio .....	CTP
Coefficiente de variação, em porcentagem .....	NaCl
Coenzima A .....	CV%
Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça .....	CoA
Constante gravitacional de valor 7,57 .....	CAVG
Consumo antes da morte da ave .....	G
Consumo de ração .....	CAM
Consumo médio diário por ave (g/ave/dia) .....	CR
Consumo total de ração (g) .....	CMDA
Conversão alimentar por dúzia de ovo .....	CTR
Conversão alimentar por massa de ovo .....	CA/DZ
Desoxiadenosina 5'-monofosfato .....	CA/MO
Desoxicitidina 5'-difosfato .....	dAMP
Desoxicitidina 5'-monofosfato .....	dCDP
Desoxicitidina 5'-trifosfato .....	dCMP
Desoxiadenosina 5'-difosfato .....	dCTP
Desoxiadenosina 5'-trifosfato .....	dADP
Desoxiguanosina 5'-difosfato .....	dATP
Desoxiguanosina 5'-monofosfato .....	dGDP
Desoxiguanosina 5'-trifosfato .....	dGMP
Desoxitimidina 5'-difosfato .....	dGTP
Desoxitimidina 5'-monofosfato .....	dTDP
Desoxitimidina 5'-trifosfato .....	dTMP
Desoxiuridina 5'-difosfato .....	dTTP
Desoxiuridina 5'-monofosfato .....	dUDP
	dUMP

Dióxido de carbono .....	CO <sub>2</sub>
Enzimas que degradam o DNA .....	DNases
Enzimas que degradam o RNA .....	RNases
Equação polinomial constante .....	Const.
Equação polinomial quadrática .....	Quadr.
Espessura da casca .....	EC
Ferro .....	Fe
Flavina dinucleotídeo .....	FAD
Fosfatidilinositol .....	PI
Fosfatidilinositol 4,5-difosfato .....	PIP <sub>2</sub>
Fosfatidilinositol 4-fosfato .....	PIP
Glutamato monossódico .....	MSG
Gravidade específica .....	GE
Guanosina 5'-difosfato .....	GDP
Guanosina 5'-monofosfato .....	GMP
Guanosina 5'-trifosfato .....	GTP
Hidrogênio .....	H <sup>+</sup>
Hormônio liberador de gonadotropina .....	GnRH
Inosina 5'-monofosfato .....	IMP
Magnésio .....	Mg
Massa de ovo .....	MO
Nicotinamida dinucleotídeo fosfato .....	NADP <sup>+</sup>
Nicotinamida dinucleotídeo oxidado .....	NAD <sup>+</sup>
Nicotinamida dinucleotídeo reduzido .....	NADH
Número de aves na gaiola antes da morte da ave .....	NAAM
Número de dias depois da morte da ave .....	NDAM
Oxidrila ou carboxila .....	OH
Penta fosfato de <i>mio</i> -inositol .....	IP <sub>5</sub>
Peso corporal .....	PC
Peso corporal inicial .....	PCI
Peso do ovo (g) .....	W
Peso da casca .....	PC
Peso da gema .....	PG
Peso do albúmen .....	PA
Peso do ovo .....	PO
Potássio .....	K <sup>+</sup>
Probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente .....	P
Produção de ovos .....	PRO
Sobras de ração (g) .....	S
Sódio .....	Na <sup>+</sup>
Tetra fosfato de <i>mio</i> -inositol .....	IP <sub>4</sub>
Total de ovos produzidos .....	TOP
Total de ração fornecido (g) .....	TRF
Transportador de peptídeos T <sub>1</sub> .....	PepT1
Transportador de peptídeos T <sub>2</sub> .....	PepT2
Trifosfato de <i>mio</i> -inositol .....	IP <sub>3</sub>
Unidade Haugh .....	UH
Universidade Federal de Pelotas .....	UFPEL

Uridina 5'-difosfato .....	UDP
Uridina 5'-monofosfato .....	UMP
Uridina 5'-trifosfato .....	UTP
Zinco .....	Zn

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	6
GENERAL ABSTRACT .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS OVOS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO .....	11
LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS OVOS .....	12
TABELAS DO APÊNDICE .....	13
LISTA DE ABREVIATURAS .....	16
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	22
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	24
2.1. Nucleotídeos .....	24
2.1.1. Síntese .....	25
2.1.2. Fontes .....	26
2.1.3. Importância dietética .....	26
2.1.4. Digestão, absorção e metabolismo .....	27
2.1.5. Funções .....	29
2.1.6. Intestino .....	29
2.1.7. Sistema imune .....	30
2.1.8. Músculo esquelético e cardíaco .....	31
2.1.9. Fígado .....	31
2.2. Inositol .....	32
2.2.1. Introdução .....	32
2.2.2. Natureza química .....	32
2.2.3. Funções .....	33
2.2.4. Fontes dietéticas .....	34
2.2.5. Essenciabilidade nutricional .....	36
2.2.6. Biossíntese .....	36
2.2.7. Metabolismo .....	37
2.2.8. Transporte .....	38
2.2.9. Absorção .....	38
2.3. Peptídeos .....	39
2.3.1. Introdução geral .....	39
2.3.2. Aminoácidos .....	39

2.3.3.	Peptídeos .....	40
2.3.4.	Peptídeos bioativos .....	40
2.3.5.	Opções de suplementação protéica .....	41
2.3.6.	Absorção dos peptídeos .....	42
2.4.	Ácido Glutâmico ou glutamato .....	43
2.4.1.	Funções .....	44
2.4.2.	Metabolismo .....	45
2.4.3.	Atuação intestinal .....	45
2.4.4.	Palatabilizante .....	45
2.4.5.	Neurotransmissor .....	46
2.5.	Extrato de levedura .....	46
2.5.1.	Origem .....	47
2.5.2.	Constituintes .....	48
2.5.3.	Extrato de levedura para aves .....	49
2.5.4.	Levedura .....	51
2.5.4.1.	Levedura para aves .....	52
3.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	54
3.1.	Local e período experimental .....	54
3.2.	Instalações e equipamentos .....	54
3.3.	Programa de luz .....	55
3.4.	Aves .....	56
3.5.	Manejo alimentar .....	56
3.5.1.	Preparo da ração e arraçamento .....	56
3.5.2.	Dietas experimentais .....	58
3.6.	Manejo da água .....	59
3.7.	Manejo dos ovos .....	59
3.8.	Variáveis analisadas .....	59
3.8.1.	Desempenho produtivo das poedeiras .....	60
3.8.1.1.	Consumo de ração .....	60
3.8.1.2.	Peso corporal .....	61
3.8.1.3.	Produção de ovos .....	61
3.8.1.4.	Massa de ovo .....	62
3.8.1.5.	Conversão alimentar por dúzia de ovo .....	62
3.8.1.6.	Conversão alimentar por massa de ovo .....	62
3.8.2.	Qualidade externa dos ovos .....	62
3.8.2.1.	Peso do ovo .....	62
3.8.2.2.	Gravidade específica .....	63
3.8.2.3.	Peso da casca .....	64
3.8.2.4.	Espessura da casca .....	65
3.8.3.	Qualidade interna dos ovos .....	65
3.8.3.1.	Altura do albúmen .....	65
3.8.3.2.	Unidade Haugh .....	66
3.8.3.3.	Peso da gema .....	66
3.8.3.4.	Peso do albúmen .....	67
3.9.	Análises estatísticas .....	67

4.	<b>ARTIGO 1. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO .....</b>	70
5.	<b>ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS OVOS .....</b>	83
6.	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	96
7.	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	97
8.	<b>APÊNDICE .....</b>	110

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No setor avícola, as tecnologias empregadas visam otimizar a produção para atingir melhores resultados econômicos e produzir um alimento mais seguro e saudável para os consumidores (SANTOS et al., 2005).

Entre as mudanças nos padrões de produção animal estão a eliminação do uso dos antibióticos promotores de crescimento e das fontes protéicas de origem animal nas dietas. Os malefícios associados ao uso dos promotores de crescimento, incluem a presença de resíduos em produtos comestíveis, o desenvolvimento de resistência bacteriana e o possível desenvolvimento de alergias (BAGER et al., 2000; RUTZ et al., 2006). Já a proibição da inclusão de fontes de proteína de origem animal nas dietas é uma forma de prevenir a ocorrência de zoonoses, entre elas, a encefalopatia espongiforme bovina e as salmoneloses (RUTZ et al., 2006).

Além disso, com a produção intensiva de animais há a necessidade de maior produção de grãos que serão destinados para as rações e isso promove a devastação de áreas de vegetação com perda da biodiversidade. Logo a crescente produção animal causa impactos ambientais diretos e indiretos, entre eles tem-se a contaminação do solo e das águas com os dejetos, a emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e amônia, elementos que estão associados com o aquecimento global, diminuição da camada de ozônio e ocorrência da chuva ácida (SPIES, 2003; TESTA, 2004; MIRANDA, 2007).

Portanto, torna-se importante pesquisar alimentos alternativos que atuem melhorando a saúde dos animais, a disponibilidade e a absorção dos nutrientes das rações e desta forma, atuem reduzindo os impactos ambientais e o custo de produção, além de proporcionarem benefícios ao desempenho zootécnico.

Um deles é o extrato da levedura *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026, este uma fonte de proteínas, peptídeos e de aminoácidos digestíveis podendo ser utilizado como uma possível alternativa às fontes protéicas de origem animal das dietas (CRAIG & McLEAN, 2005; LYONS, 2007; EUSEBIO & TORERO, 2007), além de promover melhor desempenho dos animais (MARIBO, 2000; RUTZ et al., 2004;



ZAUK et al., 2006; HULET, 2006). Ele também atua como um palatilizante da ração, devido à presença do glutamato na sua constituição (TIBBETS, 2000).

Adicionalmente, o extrato de levedura é uma fonte de inositol, substância necessária para o funcionamento adequado dos nervos, do cérebro e dos músculos do organismo (D'SOUZA & FRIO, 2007), e de nucleotídeos que são precursores dos DNA e RNA. Logo, o extrato de levedura atua aumentando a resistência imunológica do animal (UAVY, 1989; QURESHI, 2002) e promovendo melhoria da integridade intestinal e da flora microbiana do trato gastrointestinal das aves com o desenvolvimento de microrganismos benéficos (UAUY, et al. 1994; MATEO et al., 2004; BOHORQUEZ et al., 2007), o que resulta em melhor digestão e absorção de nutrientes com redução da excreção e da poluição ambiental.

Este extrato de levedura pode ser adicionado sobre as formulações das dietas ou fazer parte da matriz nutricional como um ingrediente que substitui parcialmente fontes protéicas (MARIBO, 2003; MAXWELL, 2004) e promotores de crescimento (MARIBO, 2003).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo e qualidade externa e interna dos ovos de poedeiras, após o pico de produção.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Nucleotídeos

Os nucleotídeos são moléculas de baixo peso molecular, compostas por uma base nitrogenada purina ou pirimidina ligada a uma pentose com pelo menos um grupo fosfato (Fig. 1) (LEHNINGER et al., 1995).

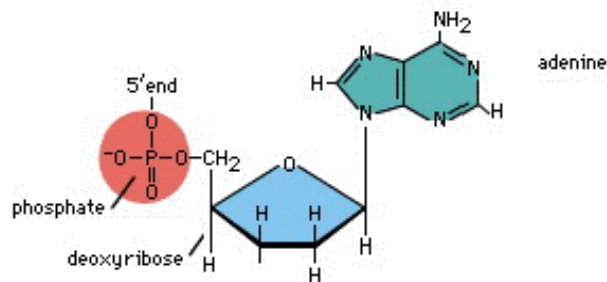


Figura 1. Nucleotídeo.

As bases pirimídicas compreendem a uracila ou uracil, citosina e timina, enquanto que as bases púricas compreendem a adenina e guanina (tab. 1). O grupo fosfato pode ser um mono, di, ou trifosfato (RUDOLPH, 1994). Quando o grupo fosfato está ausente, o composto é conhecido como nucleosídeo (RIEGEL, 2002).

Um grupo de nucleotídeos unidos forma um ácido nucléico e este pode ser o ácido ribonucléico (RNA), quando a pentose for a ribose, ou o ácido desoxirribonucléico (DNA), quando a pentose for a 2'-desoxirribose. Na forma de ácidos nucléicos, os nucleotídeos são de importância fundamental por serem as bases do código genético. Os ácidos nucléicos quando conjugados a proteínas são chamados de nucleoproteínas (LEHNINGER et al., 1995).

Tabela 1. Nomenclatura dos nucleotídeos.

Bases	Nucleosídeo	Ribo-nucleotídeo <sup>a</sup>	Desoxiribo-nucleotídeo <sup>b</sup>	Difosfato nucleotídeo <sup>c</sup>	Trifosfato nucleotídeo <sup>d</sup>
Purinas					
Adenina	Adenosina	AMP	dAMP	ADP/dADP	ATP/dATP
Guanina	Guanosina	GMP	dGMP	GDP/dGDP	GTP/dGTP
Pirimidinas					
Citosina	Citidina	CMP	dCMP	CDP/dCDP	CTP/dCTP
Uracila	Uridina	UMP	dUMP	UDP/dUDP	UTP
Timina	Timidina		dTMP	dTDP	dTTP

<sup>a</sup>AMP=adenosina 5'-monofosfato; GMP=guanosina 5'-monofosfato; CMP=citidina 5'-monofosfato; UMP=uridina 5'-monofosfato.

<sup>b</sup>dAMP=desoxiadenosina 5'-monofosfato; dGMP=desoxiguanosina 5'-monofosfato; dCMP=desoxicitidina 5'-monofosfato; dUMP=desoxiuridina 5'-monofosfato; dTMP=desoxitimidina 5'-monofosfato.

<sup>c</sup>ADP=adenosina 5'-difosfato; dADP=desoxiadenosina 5'-difosfato; GDP=guanosina 5'-difosfato; dGDP=desoxiguanosina 5'-difosfato; CDP=citidina 5'-difosfato; dCDP=desoxicitidina 5'-difosfato; UDP=uridina 5'-difosfato; dUDP=desoxiuridina 5'-difosfato; dTDP=desoxitimidina 5'-difosfato.

<sup>d</sup>ATP=adenosina 5'-trifosfato; dATP=desoxiadenosina 5'-trifosfato; GTP=guanosina 5'-trifosfato; dGTP=desoxiguanosina 5'-trifosfato; CTP=citidina 5'-trifosfato; dCTP=desoxicitidina 5'-trifosfato; UTP=uridina 5'-trifosfato; dTTP=desoxitimidina 5'-trifosfato.

Fonte: MATEO & STEIN, 2004.

### 2.1.1. Síntese

Os nucleotídeos podem ser sintetizados por via *de novo*, utilizando aminoácidos como precursores, ou por via de salvamento, a partir da degradação de aminoácidos e nucleotídeos da dieta (LERNER & SHAMIR, 2000). A via de salvamento é o processo de menor gasto metabólico ao organismo, além de ser a via preferencialmente utilizada (UAUY, 1994).

A proporção de salvamento e da síntese via *de novo* varia entre os órgãos em resposta a necessidade metabólica ou de acordo com as funções do órgão ou tecido, sendo que aqueles tecidos com grande dependência dos nucleotídeos da via de salvamento são os mais afetados pelo suplemento dos nucleotídeos da dieta ou pela transferência interórgãos (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000).

Os nucleotídeos podem ser sintetizados pelas bases púricas ou pirimídicas, sendo que há uma interação entre a biossíntese das diferentes bases nitrogenadas, onde a síntese de bases púricas regula a síntese de bases pirimídicas (Fig. 2). Logo, as purinas e pirimidinas são sintetizadas em igual quantidade, sendo que a síntese é regulada estritamente por *feedback* e regulação alostérica (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000).

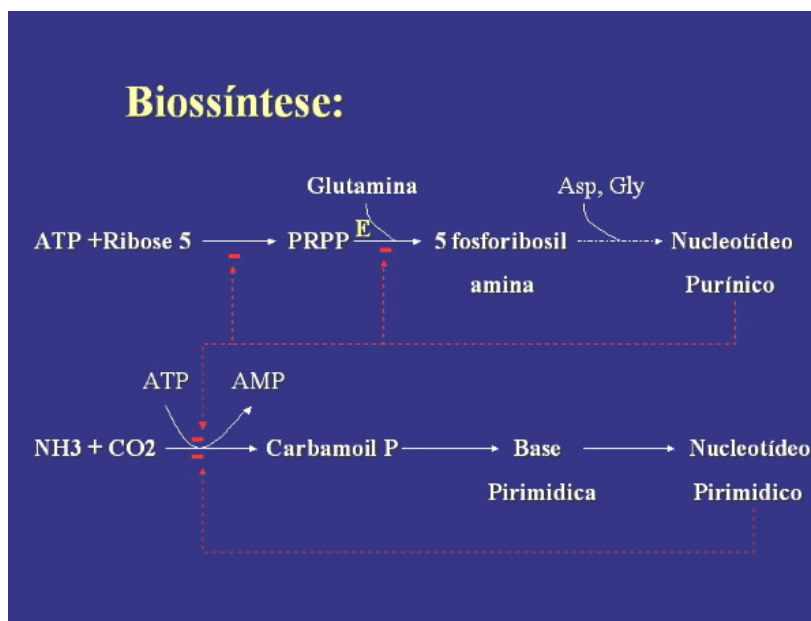


Figura 2. Biossíntese de nucleotídeos púricos e pirimídicos.

### 2.1.2. Fontes

Os nucleotídeos, em especial a ionosina 5'-monofosfato (IMP), estão presentes nos alimentos protéicos (CARVER & WALKER, 1995). O conteúdo de nucleotídeos é particularmente elevado em fontes protéicas de origem animal e vegetal e organismos unicelulares, entre eles, leveduras e bactérias ricas em RNA ou DNA (TIBBETS, 2002).

Com relação à digestibilidade, a levedura íntegra é menos digestível do que o extrato de levedura, possivelmente devido à presença da parede celular e pelo extrato de levedura ter altos níveis de proteína solúvel (DEVRESSE, 2000).

Os ingredientes utilizados nas formulações das dietas não são rotineiramente analisados com relação a sua concentração de nucleotídeos e também não existem dados disponíveis sobre as exigências desse nutriente para os animais (MATEO & STEIN, 2004).

### 2.1.3. Importância dietética

Widmaier et al. (2004) definiram nutriente essencial como uma substância exigida para o funcionamento normal do corpo, não sintetizada ou sintetizada em quantidades inadequadas pelo organismo. De acordo com Grimble & Westwood

(2000), os nucleotídeos não são nutrientes essenciais, pois podem ser sintetizados endogenicamente pelos animais. Por outro lado, Carver & Walker (1995) definem os nucleotídeos como condicionalmente essenciais, isso porque as fontes dietéticas de nucleotídeos podem beneficiar a rápida divisão celular, especialmente em situações de desafio imunológico.

Tendo em vista a síntese *de novo* de nucleotídeos, principalmente no fígado, os animais aparentemente não necessitariam da suplementação de nucleotídeos na dieta. Entretanto, a exigência de nucleotídeos exógenos pode variar consideravelmente, aumentando especialmente durante períodos de crescimento rápido dos animais (CARVER, 1999), de replicação celular, tais como, reprodução, estresse ou doenças, situações em que a produção de células sanguíneas aumenta rapidamente (CARVER & WALKER, 1995; ANDERSON, 1996), e em casos de comprometimento da função hepática (SÁNCHEZ-POZO & GIL, 2002).

Os tecidos relacionados ao sistema imunológico juntamente com os tecidos da mucosa intestinal, da medula óssea, das células hematopoiéticas e cerebrais apresentam capacidade limitada de síntese *de novo* de nucleotídeos, dependendo fundamentalmente da via de salvamento (YAMAMOTO et al., 1997).

Diversos estudos já demonstraram que o fornecimento de uma dieta deficiente em nucleotídeos, durante períodos prolongados, resulta em redução significativa nos níveis de proteína, RNA no intestino (LELEIKO et al., 1987) e em imunossupressão (RUDOLPH et al., 1990).

#### **2.1.4. Digestão, absorção e metabolismo**

Os nucleotídeos dietéticos são ingeridos como nucleoproteínas. As nucleoproteínas, os ácidos nucléicos e os nucleotídeos precisam ser hidrolisados para serem absorvidos, pois somente os nucleosídeos, bases e pequenos nucleotídeos são absorvidos (MATEO & STEIN, 2004).

A digestão das nucleoproteínas é iniciada pela ação de proteases, já os ácidos nucléicos sofrem hidrólise parcial no estômago e posteriormente ação de nucleases e fosfoesterases pancreáticas para a formação dos nucleotídeos e nucleosídeos (MATEO & STEIN, 2004).

A hidrólise dos ácidos nucleicos, que ocorre no duodeno, é realizada por enzimas específicas chamadas DNases e RNases e resulta em mononucleotídeos. Estes, por sua vez, sofrem a ação de fosfatases, que os quebram em  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e nucleosídeos. Finalmente, os nucleosídeos são quebrados por nucleosidases, resultando em bases púricas e pirimídicas e açúcares D-ribose e D-desoxirribose (MATEO & STEIN, 2004).

O duodeno é a porção intestinal que tem maior capacidade de absorção (BRONK & HASTEWELL, 1987). Os nucleotídeos dietéticos são absorvidos, no intestino, como nucleosídeos e subsequentemente são refosforilados nos enterócitos, o que resulta em mais de 90% de absorção (UAUY et al., 1994).

O transporte dos nucleosídeos no enterócito pode ser através de difusão facilitada ou por mecanismos mediados por carreador dependente de sódio (BRONK & HASTEWELL, 1987). Do enterócito, os nucleosídeos são carreados para os hepatócitos, através da veia portal hepática, para posteriormente serem metabolizados. Do fígado, os produtos metabólicos são liberados para a circulação sistêmica e penetram nos tecidos musculares. Se estes produtos não forem reutilizados para a produção de nucleotídeos ou forem inabsorvíveis, as bases púricas e pirimídicas são catalizadas a ácido úrico,  $\beta$ -alanina e  $\beta$ -aminoisobutirato. Em mamíferos, exceto primatas, o ácido úrico é catalisado a alantoina, pela enzima uricase, e esta é excretada pela urina. Em aves e primatas, o ácido úrico é excretado através da urina. A  $\beta$ -alanina e o  $\beta$ -aminoisobutirato são metabolizados a amônia, dióxido de carbono e acetil CoA (CARVER & WALKER, 1995; THORELL et al., 1996).

O aumento da retenção de nucleotídeos nos tecidos tem sido verificado em animais jovens e durante o período de jejum alimentar (SAVIANO & CLIFFORD, 1978), isto pode ser uma manifestação da maior exigência fisiológica.

Os estudos com animais indicam que 2 a 5% dos nucleotídeos dietéticos são armazenados no intestino delgado, fígado e tecido muscular esquelético (SAVIANO & CLIFFORD, 1978).

### **2.1.5. Funções**

Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos que são essenciais para o funcionamento do organismo (LEHNINGER et al., 1995). Atuam como: precursores dos ácidos nucléicos (DNA e RNA); fonte de energia (ATP e GTP); componente de coenzimas (NAD<sup>+</sup>, NADP<sup>+</sup>, FAD, CoA) envolvidas no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios; mensageiros de processos celulares (cAMP, cGMP) e carreadores intermediários ativos (UDP-glucose, UDP-galactose, CMP-ácido siálico e CDP-colina). Além disso, sua degradação produz precursores de vitaminas e alcalóides derivados da xantina (LERNER & SHAMIR, 2000).

Os nucleotídeos atuam como intermediários em reações de biossíntese, especialmente na síntese de glicogênio, glicoproteínas e ácidos graxos poliinsaturados (GILL et al., 1995). Também são nutrientes essenciais envolvidos no desenvolvimento e no reparo intestinal, no desenvolvimento do músculo esquelético, na função cardíaca e na resposta imune (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000).

### **2.1.6. Intestino**

Os nucleotídeos promovem o aumento da altura das vilosidades e da profundidade das criptas intestinais (LERNER & SHAMIR, 2000), do tamanho das vilosidades intestinais proporcionalmente ao tamanho das criptas, do número de células intestinais e redução do número de linfócitos intracelulares. Logo, são importantes para o crescimento e desenvolvimento das células intestinais, bem como para a reparação da mucosa intestinal após diarreia crônica (BUENO et al., 1994).

Os nucleotídeos dietéticos aumentam o crescimento e a maturação das células epiteliais intestinais, conforme evidenciado pelo aumento da síntese de proteínas da mucosa, de DNA, da atividade das enzimas maltase e lactase e das vilosidades e profundidade das criptas intestinais que aumentam a absorção dos nutrientes da dieta (CARVER, 1994).

Cosgrove (1998) observou aumento no tamanho e no ganho de peso de frangos alimentados com dietas contendo nucleotídeos, resultado de uma melhor absorção de nutrientes.

Os nucleotídeos favorecem o desenvolvimento da microflora intestinal com predominância das bifidobactérias e lactobacilos (MATEO et al., 2004). As bifidobactérias são benéficas, pois diminuem o pH intestinal devido à capacidade de hidrolisar açúcar para ácido lático que por sua vez suprime a proliferação de bactérias patogênicas, entre elas, as enterobactérias que causam a diarreia (YU, 1998).

A suplementação de nucleotídeos dietéticos obtidos a partir de extrato de levedura em dietas melhora a saúde intestinal (OLIVER et al., 2002) e exerce um efeito protetor no lúmen intestinal contra respostas inflamatórias (BUSTAMANTE et al., 1994).

### **2.1.7. Sistema imune**

A suplementação de nucleotídeos na dieta está associada com o aumento da imunidade celular e humoral e a sua deficiência atua reduzindo as respostas aos sinais imunológicos (KULKARNI et al., 1994), diminuindo a atividade fagocítica, a produção e a maturação de linfócitos (PAUBERT-BRAQUET et al., 1992).

Os nucleotídeos dietéticos contribuem para estimular a produção de leucócitos (CARVER & WALKER, 1995) e de citocinas (CARVER et al., 1991), sendo que a sua exigência é aumentada durante os períodos de desafio imunológico. A suplementação de nucleotídeos livres na dieta, AMP, GMP ou UMP, tem mostrado um aumento na concentração de imunoglobulina (NAVARRO et al., 1996).

O processo de ativação do sistema imune é realizado pelos linfócitos, sendo que a síntese de nucleotídeos *via de novo* é minimizada e a de salvamento maximizada, indicando um processo de economia de energia pelo organismo, sendo assim a suplementação de nucleotídeos através da dieta se faz necessária para a manutenção normal do sistema imunológico (UAUY et al., 1994).

A estimulação do desenvolvimento do intestino delgado (BUENO et al., 1994) e do fígado (SÁNCHEZ-POZO et al., 1998) pelos nucleotídeos mostra melhorias na imunidade dos animais pelo aumento da produção de imunoglobulinas,



aumento das respostas vacinais e da tolerância aos antígenos dietéticos (MALDONADO et al., 2001).

### **2.1.8. Músculo esquelético e cardíaco**

A síntese dos ácidos nucleicos ocorre aproximadamente na mesma proporção que a síntese das proteínas do músculo esquelético, sendo assim os nucleotídeos são essenciais para a manutenção e para o reparo dos tecidos musculares (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000).

A perda dos ribossomos musculares após um processo inflamatório diminui a exigência de nucleotídeos via *de novo* e aumenta a exigência pela via de salvamento, visando manter a síntese de RNA em taxas adequadas (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000).

O coração depende do ATP como fonte de energia, sendo assim, os nucleotídeos, a nível cardíaco, atuam como fonte de energia. A síntese de tRNA, no coração, é de aproximadamente 15% ao dia (RAY et al., 1973), sendo que as exigências de nucleotídeo são maiores pela via de salvamento (ZIMMER, 1996).

### **2.1.9. Fígado**

Grimble & Westwood (2000) concluíram que a síntese de rRNA é de 12 a 25% ao dia e que é baixa quando comparada com a síntese de proteínas pelo fígado. Logo, a síntese de nucleotídeos endógenos, principalmente no fígado (MAYER et al., 1990), é insuficiente para suprir as exigências em condições de rápido crescimento tecidual, recuperação ou infecções sistêmicas. Além disso, nos casos de doenças do fígado, a exigência de nucleotídeos aumenta. Embora o fígado seja bem adaptado ao suplemento de nucleotídeos, através da síntese de RNA e DNA, ele é altamente dependente da síntese de pirimidinas via salvamento (BERTHOLD et al., 1995).

## 2.2. Inositol

### 2.2.1. Introdução

A suplementação do fósforo nas dietas, necessária para satisfazer as necessidades nutricionais das aves, geralmente, é realizada utilizando-se o fósforo inorgânico. Outra importante fonte de fósforo são os ingredientes de origem vegetal, porém a maior parte do fósforo encontra-se combinado com o inositol formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol que tem um grande potencial quelatizador, formando uma ampla variedade de sais insolúveis que diminuem a solubilidade e a digestibilidade dos nutrientes (BORRMANN et al., 2001).

Cerca de dois terços do fósforo contido nos grãos de cereais e sementes de fabáceas encontram-se na forma de fitato (NRC, 1994), sendo este capaz de se ligar a outros nutrientes tornando-os indisponíveis às aves e aos suínos, sendo necessário a adição de fósforo inorgânico à dieta dos animais o que propicia um maior custo com alimentação (DENBOW et al., 1995).

Na busca de alternativas para melhorar o valor nutricional dos alimentos, a biotecnologia tem como objetivo fornecer alimentos alternativos produzidos industrialmente, que suplementados às dietas melhorando a eficiência alimentar e a produtividade dos animais.

### 2.2.2. Natureza química

Os inositóis podem ser arranjados em nove estereoisômeros: *scilo*, *mio*, *neo*, *epi*, D e L *quiro*, *cis*, *muco* e *allo* (Fig. 3). Entre os isômeros, o *mio*-inositol é o único que tem importância metabólica (CAMARGO, 1997).

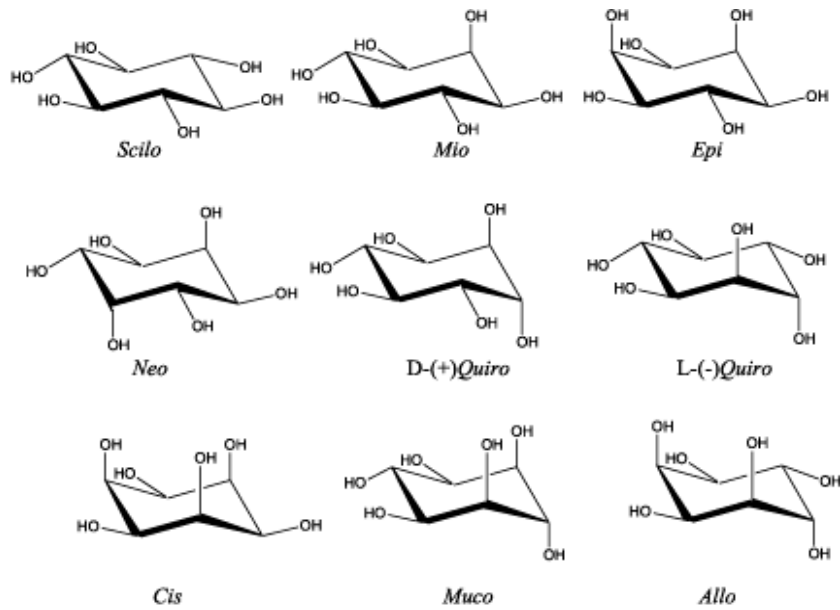


Figura 3. Estereoisômeros do inositol.

O *mio*-inositol é um poliálcool cíclico, solúvel em água, que contém um anel com seis átomos de carbono e seis grupos oxidrila (OH) (*cis*-1,2,3,5-*trans*-4,6-ciclohexanohexol) (COMBS, 1998).

O símbolo Ins ou I é utilizado para o *mio*-inositol com configuração D, caso seja de configuração L, esta deve ser previamente mencionada. A terminação P<sub>x</sub>, indica o número de fosforilações presentes no inositol (ALMEIDA et al., 2003).

### 2.2.3. Funções

O inositol é classificado como um nutriente essencialmente condicional (COMBS, 1998). Para D'Souza & Frio (2007), o *mio*-inositol é uma vitamina que compõe as membranas celulares, sendo necessária para o funcionamento dos nervos, cérebro e músculos.

O papel fisiológico do *mio*-inositol está relacionado à sua presença no fosfatidilinositol e, portanto, à função dos fosfolipídios nas membranas celulares. Suas funções incluem a mediação das respostas celulares a estímulos externos, as transmissões nervosas e a regulação da atividade enzimática (CAMARGO, 1997).

O *mio*-inositol atua como uma fonte de ácido araquidônico para a produção de eicosanóides; é um importante constituinte celular; é essencial para o

crescimento das células em cultura; é um fator antialopécia e a sua deficiência pode ocasionar acúmulo de triacilgliceróis hepáticos e lipodistrofia intestinal (COMBS, 1998).

Ele também age no controle da concentração de cálcio intracelular, na manutenção do potencial de membrana das células, na modulação da atividade dos neurotransmissores serotonina e acetilcolina, na hidrólise dos lipídios e na redução do colesterol sanguíneo quando utilizado em associação com a colina, na atividade lipotrópica, ou seja, atua transformando a gordura em fonte de energia (DALL'AGNOL, 2007).

O *mio*-inositol 1,4,5-trifosfato ( $\text{Ins}(1,4,5)\text{P}_3$ ) age ativando a abertura do canal de cálcio do retículo endoplasmático, mediando a liberação do cálcio para o citoplasma e mantendo a homeostasia de cálcio na célula (MAYRLEITNER et al., 1995).

#### **2.2.4. Fontes dietéticas**

O *mio*-inositol pode ser encontrado nos alimentos sob três formas: inositol livre, ácido fítico e fosfolípidios de inositol (COMBS, 1998). Em produtos de origem animal, o *mio*-inositol ocorre na forma livre e na forma de fosfolípidios de inositol, principalmente fosfatidilinositol (PI) (COMBS, 1998).

O ácido fítico ( $\text{IP}_6$ ) é a forma primária de armazenamento do fósforo nos vegetais (MAENZ & CLASSEN, 1998), representa 48-73%, 48-79% e 27-41% do fósforo total presente nos cereais (milho, soja, arroz, trigo, sorgo), nos farelos (arroz, trigo) e nas sementes de fabáceas (soja, ervilha), respectivamente (COMBS, 1998).

A natureza aniônica de seis grupos fosfatos do ácido fítico, *mio*-inositol 1,2,3,4,5,6-hexafosfato, apresenta grande potencial de se ligar a cátions di e trivalentes, tais como cálcio, zinco, cobre, cobalto, manganês, ferro e magnésio, formando complexos quelatados ou sais insolúveis (Fig. 4), o que influencia negativamente a digestão desses nutrientes (KESHAVARZ, 1999).

O ácido fítico age diminuindo a absorção do cálcio por redução da solubilidade que ocorre pela alteração do pH ou pela formação de sais insolúveis (TURNBERG & RILEY, 1993).

Nelson et al. (1968) afirmaram que quando não há fitato presente na dieta de frangos de corte, uma exigência de cálcio de 0,5% é necessária; entretanto, quando a dieta contém 1,25% de fitato, a exigência sobe para 0,95%.

A formação de complexos quelatados estáveis reduz a disponibilidade nutricional dos minerais. Por esta razão, a biodisponibilidade do zinco em alimentos derivados de plantas, como o farelo de soja, é muito baixa, devendo ser suplementada para suprir as exigências dos animais (COMBS, 1998).

Além de se complexar aos minerais, o ácido fítico também pode se ligar ao amido (THOMPSON & YOON, 1984) reduzindo a disponibilidade biológica do fósforo, além de inibir a atividade das enzimas  $\alpha$ -amilase, proteases e lipases (DESHPANDE & CHERYAN, 1984; KNUCKLES, 1998).

Segundo Jongbloed et al. (1997), o ácido fítico diminui a disponibilidade de aminoácidos pela formação de complexos proteína-fitato (Fig. 4).

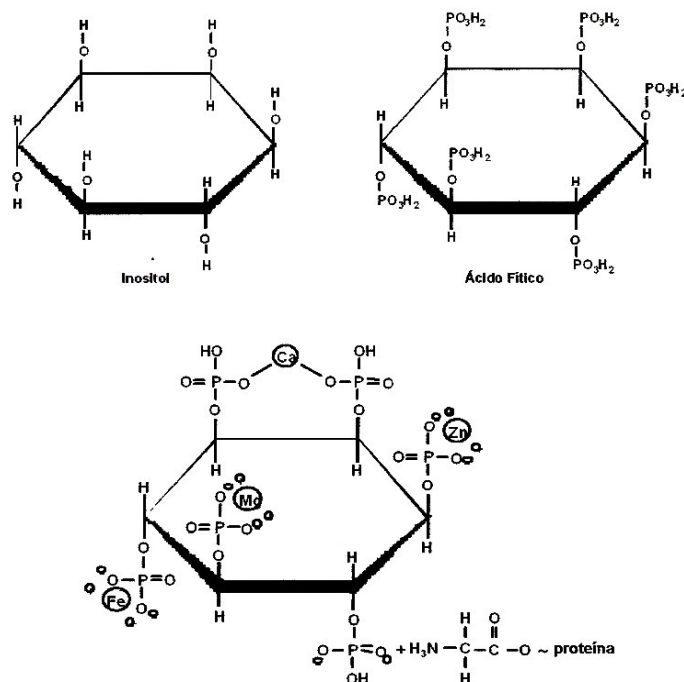


Figura. 4. Inositol, ácido fítico e exemplo de uma molécula de ácido fítico complexada com cálcio (Ca), zinco (Zn), magnésio (Mg), ferro (Fe) e proteína.

As cargas negativas da molécula de ácido fítico, em pH ácido ou neutro, reagem com as cargas positivas de alguns aminoácidos, como lisina, arginina, histidina, e das moléculas de proteína e esta reação leva a formação dos quelatos e redução da disponibilidade dos aminoácidos (RAVIDRAN & BRYDEN, 1997;

KESHAVARZ, 1999). E sob condições básicas, o fitato complexa-se com minerais na forma de cátions di ou trivalentes (COUSINS, 1999).

Quando o fitato ( $IP_6$ ) é hidrolisado na membrana intestinal dos animais não ruminantes por enzimas endógenas ou exógenas, este perde grupamentos fosfatos para o meio transformando-se em penta ( $IP_5$ ), tetra ( $IP_4$ ) ou tri ( $IP_3$ ) fosfato de *mio*-inositol (COMBS, 1998).

Do total do ácido fítico, o milho apresenta  $0,10\mu\text{mol/g}$  de  $IP_3$ ,  $0,50\mu\text{mol/g}$  de  $IP_4$ ,  $1,10\mu\text{mol/g}$  de  $IP_5$  e  $1,50\mu\text{mol/g}$  de  $IP_6$ , enquanto o trigo apresenta na mesma ordem,  $0,47$ ,  $1,38$ ,  $3,21$  e  $6,28\mu\text{mol/g}$  e a soja integral  $0$ ,  $0,13$ ,  $0,70$  e  $12,50\mu\text{mol/g}$ , respectivamente (HARLAND & MORRIS, 1995).

### 2.2.5. Essenciabilidade nutricional

As pesquisas indicam que o *mio*-inositol é essencial na dieta para prevenir alopecia e fígado graxo em roedores e retardo do crescimento em aves, suínos e hamsters (COMBS, 1998).

A deficiência do *mio*-inositol causa acúmulo de triglicerídeo no fígado, lipodistrofia e constipação intestinal (CAMARGO, 1997). Alguns estudos sugerem que a sua deficiência está associada a prurido e descamação da pele, constipação intestinal, alopecia e aumento dos níveis de colesterol sanguíneo (DALL'AGNOL, 2007).

O *mio*-inositol pode ser sintetizado, a nível intestinal, por muitas espécies animais, sendo observados efeitos favoráveis dos componentes da microflora intestinal a suplementação dietética de *mio*-inositol (COMBS, 1998).

### 2.2.6. Biossíntese

O *mio*-inositol é um composto derivado do metabolismo da glucose (DALL'AGNOL, 2007).

Muitos mamíferos têm capacidade de sintetizar o *mio*-inositol, *via de novo*, utilizando a glucose 6-fosfato como substrato. Esta biossíntese ocorre no fígado, rins, cérebro e testículos de ratos e coelhos, e nos rins de humanos (COMBS, 1998).

A biossíntese do *mio*-inositol envolve a ciclização da glucose 6-fosfato para o *mio*-inositol 1-fosfato, pela ação da enzima inositol 1-fosfato sintetase, seguida

pela defosforilação do *mio*-inositol 1-fosfato, pela enzima inositol 1-fosfatase (Fig. 5) (COMBS, 1998).

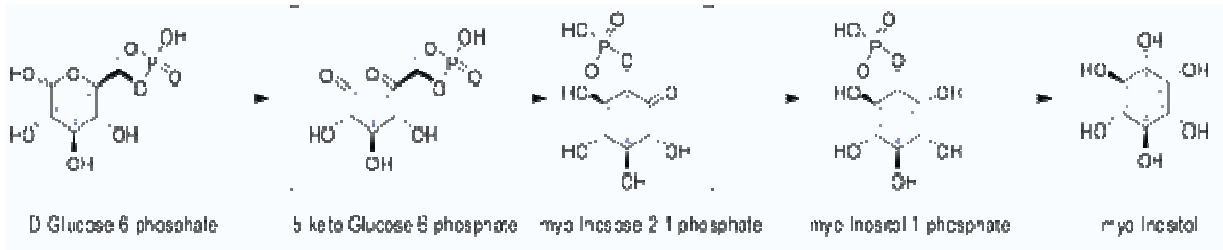


Figura 5. Biossíntese do *mio*-inositol.

### 2.2.7. Metabolismo

O metabolismo do *mio*-inositol é relativamente rápido e é afetado pelo conteúdo de colina e folacina e pela composição química e grau de saturação dos ácidos graxos da dieta (CAMARGO, 1997).

Durante o metabolismo do *mio*-inositol livre, ele é convertido a fosfatidilinositol (PI) no interior das células e após reage com o liponucleotídeo citidina-difosfato (CDP)-diacilglicerol ou com o PI endógeno. O fosfatidilinositol pode ser seqüencialmente fosforilado às formas monofosfato (fosfatidilinositol 4-fosfato, PIP) e difosfato (fosfatidilinositol 4,5-difosfato, PIP<sub>2</sub>) pelas enzimas quinases localizadas na superfície citosólica da membrana do enterócito. Logo, nos tecidos, o *mio*-inositol livre é encontrado sob as formas de PI, PIP e PIP<sub>2</sub> (COMBS, 1998).

As formas de PI, PIP e PIP<sub>2</sub> atuam como estruturas básicas para os mensageiros secundários das células eucarióticas (CAMARGO, 1997).

O metabolismo do PI é ativado nos tecidos por estímulos rápidos, colinérgicos ou agonistas  $\alpha$ -adrenérgicos, ou por respostas fisiológicas intermediárias, sendo o PI mediador de tais respostas. Este papel conferido ao PI envolve a conversão de formas do inositol que são menos abundantes, entre elas estão o PIP<sub>2</sub>, metabólito solúvel em água e o inositol 1,4,5-trifosfato (IP<sub>3</sub>), segundo mensageiro para ativar e liberar o Ca<sup>+2</sup> intracelular.

Os fosfolipídeos de inositol são ricos em ácido esteárico e ácido araquidônico, sendo que a grande concentração de *mio*-inositol pode ser encontrada nos tecidos neurais e renais (COMBS, 1998).

Os rins atuam mais no catabolismo do inositol do que no metabolismo, ou seja, primeiro retiram o inositol do plasma e convertem-o a glucose para após oxidá-la a CO<sub>2</sub>, via shunt das pentoses fosfato (COMBS, 1998).

### **2.2.8. Transporte**

O *mio*-inositol é transportado no sangue predominantemente na forma livre. Além de estar presente no sangue, uma pequena, mas significativa quantidade de fosfatidilinositol é encontrada em associação com as lipoproteínas circulantes (COMBS, 1998).

O *mio*-inositol, na forma livre, é transportado ativamente para os rins e cérebro e por difusão facilitada para o fígado. O processo de transporte ativo requer Na<sup>+</sup> e energia, sendo inibido pelos altos níveis de glucose (COMBS, 1998).

### **2.2.9. Absorção**

A absorção entérica da forma livre do *mio*-inositol ocorre por transporte ativo, já a do ácido fítico depende da quantidade ingerida e da presença de cátions divalentes na dieta. Com relação ao mecanismo de absorção dos fosfolipídios de inositol é provável que sua absorção seja análoga a da fosfatidilcolina, ou seja, que envolva a hidrólise dos fosfolipídios de inositol pela fosfolipase pancreática para produzir lisofosfatidilinositol que aumenta a atividade absorptiva do enterócito, podendo após ser reciclado pela aciltransferase ou hidrolisado a glicerilfosforilinositol (COMBS, 1998).

A biodisponibilidade do fósforo nas plantas é relativamente baixa para as espécies animais que possuem reduzida atividade da enzima fitase a nível intestinal e que também são dependentes da produção desta enzima pela microflora intestinal. No entanto, para as espécies que abrigam tais populações microbianas, como os ruminantes e não ruminantes com intestino longo, o fitato é digestível, sendo o ácido fítico utilizado como fonte de *mio*-inositol ou fósforo na dieta desses animais (COMBS, 1998).

Para suínos e ratos, a utilização do fósforo do ácido fítico é de 37 e 44%, respectivamente. Em contraste, as aves por possuírem um intestino curto, um trânsito intestinal rápido, uma reduzida microflora intestinal e atividade da enzima



fitase, logo a utilização do fósforo do ácido fítico é de aproximadamente 8% (COMBS, 1998).

## **2.3. Peptídeos**

### **2.3.1. Introdução**

As proteínas são moléculas que expressam a informação genética, sendo essenciais para a vida. Existem muitas proteínas e elas diferem pelo grupo de aminoácidos que formam sua estrutura, ou seja, um pequeno número de aminoácidos em diferentes combinações origina diferentes peptídeos ou proteínas que possuem propriedades e atividades próprias (MOUGHAN, 2001).

A suplementação das dietas dos animais com um balanceado conteúdo de aminoácidos disponíveis para a síntese protéica endógena é importante para a eficiente produção animal. Na nutrição de aves, as fontes protéicas correspondem a aproximadamente 25% dos custos das rações (LIMA, 1996).

O interesse pelos hidrolisados protéicos aumentou nos últimos anos, pois foi demonstrado que as preparações contendo pequenos peptídeos, especialmente di e tripeptídeos, provenientes da hidrólise parcial das proteínas, são absorvidas mais rápida e completamente do que uma mistura equivalente de aminoácidos livres (GRIMBLE et al., 1986). A introdução na dieta de hidrolisados ricos em peptídeos pode ser importante, no sentido de propiciar melhor utilização das proteínas com menor excreção de nitrogênio para o ambiente (GONZÁLEZ-TELLO et al., 1994).

### **2.3.2. Aminoácidos**

Do ponto de vista nutricional, o que distingue uma proteína da outra é o seu aporte de aminoácidos. Os aminoácidos são unidades fundamentais que constituem as proteínas; são conhecidos 23 aminoácidos, que podem se unir através de ligações covalentes com seqüências próprias (BERTECHINI, 2006).

Os aminoácidos são classificados quanto a sua essencialidade em: a) essenciais, que são aqueles que não são sintetizados no organismo em velocidade suficiente para atender as necessidades de máximo desempenho do animal, por isso devem ser fornecidos na dieta; b) não essenciais, que são aqueles que podem ser

sintetizados no organismo a partir de outros aminoácidos ou de outros nutrientes presentes na ração, de maneira que a sua falta não afete o desempenho do animal.

Os aminoácidos dieteticamente essenciais são: lisina, metionina, triptofano, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina e arginina (BERTECHINI, 2006). Recentemente esta classificação tem sido questionada, pois os conceitos de aminoácidos essenciais e não essenciais não permitem variações de essencialidade para as diferentes situações fisiológicas. Por exemplo, se o crescimento de aves for o critério de avaliação, a glicina e a prolina serão considerados essenciais (MOUGHAN, 2001). Esta consideração tem levado a proposta de reclassificação dos aminoácidos (REEDS, 1990).

### **2.3.3. Peptídeos**

Os aminoácidos unidos entre si por ligações peptídicas originam os peptídeos que possuem estruturas lineares, ramificadas ou cíclicas. A ligação peptídica ocorre entre o grupo carboxila de um aminoácido e o grupo amino de outro aminoácido e dependendo do número de aminoácidos participantes serão formados os dipeptídeos, tripeptídeos ou até mesmo polipeptídeos (LEHNINGER et al., 1995).

As unidades de aminoácidos presentes em um peptídeo são denominadas de resíduos. Se o grupo amino for livre, o resíduo será amino-terminal ou N-terminal, mas se for o grupo carboxila, o resíduo será carboxil-terminal. A denominação dos peptídeos é feita de acordo com os aminoácidos presentes, iniciando-se a identificação pelo resíduo amino-terminal (MAHAN, 1999).

### **2.3.4. Peptídeos bioativos**

As proteínas dietéticas são fontes de aminoácidos que atuam na síntese de proteínas endógenas e os peptídeos resultantes da hidrólise das proteínas podem agir no intestino ou serem absorvidos e assim atuarem sistemicamente exercendo efeitos fisiológicos e nutricionais (TIBBETS, 2000; MOUGHAN, 2001).

Os peptídeos bioativos não são somente liberados durante a digestão, mas também estão presentes nas proteínas hidrolisadas produzidas industrialmente que podem ser utilizadas como suplementos alimentares (MEISEL, 1997).

Os peptídeos bioativos estão envolvidos em respostas sensoriais, hormonais, imunológicas, antimicrobianas, neurológicas, vasoreguladoras e nutricionais dos animais (MOUGHAN, 2001). Também podem atuar como palatilizantes, anti-carcinogênicos, antioxidantes, ligante de minerais, suplemento dietético de nitrogênio (TIBBETS, 2000). Os biopeptídeos podem ser utilizados em substituição as fontes protéicas de origem animal com melhoria do desempenho (TIBBETS, 2000).

Os peptídeos da dieta influenciam a atividade de secreção protéica pelo intestino e/ou absorção de aminoácidos endógenos levando a um aumento substancial das proteínas no intestino delgado. Tais efeitos intensificam a exigência de aminoácidos e de energia da dieta para que a eficiência produtiva e a função digestiva sejam otimizadas (MOUGHAN, 2001).

Os peptídeos são suplementos nutricionais de aminoácidos utilizados nas dietas como alimento funcional. Recentemente, as proteínas hidrolisadas estão tornando-se disponíveis como ingredientes alimentares para animais, especialmente para suínos jovens (POWER & MURPHY, 1999).

Os hidrolisados têm propriedades nutricionais específicas que são maior digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos. Como o transporte de peptídeos é baseado no mecanismo de co-transporte com o  $H^+$ , logo este favorece a absorção de aminoácidos na forma de peptídeos quando comparados com os da proteína intacta, sendo que para esta absorção há menor gasto de energia. Os peptídeos em hidrolisados de proteína passam para o sangue mais rapidamente do que as proteínas intactas, o que significa menor degradação microbiana, além disso, a quebra enzimática de proteínas comerciais pode reduzir a quantidade de fatores antinutricionais presentes em muitos vegetais. A evidência de que os peptídeos podem ser liberados para o sangue, durante a digestão e absorção das proteínas, sustenta a base para as explicações da atividade sistêmica dos peptídeos (GARDNER, 1998).

### **2.3.5. Opções de suplementação protéica**

A utilização de aminoácidos sintéticos pode reduzir o custo total da ração, limitando a excreção de nitrogênio. Embora a utilização de aminoácidos sintéticos seja relativamente difundida, eles podem ser usados somente em pequenas

proporções, já que os aminoácidos livres não podem substituir a proteína completamente (TIBBETS, 2000).

Siemensma et al. (1993) através da investigação das aplicações dos peptídeos nas dietas de crianças, delineou as razões pelas quais os peptídeos possuem vantagens nutricionais que diferem daquelas dos aminoácidos e das proteínas. As vantagens incluem:

- O transporte dos peptídeos de cadeia curta, através da parede intestinal, ocorre por difusão facilitada em contraste a dos aminoácidos livres que ocorre por transporte ativo;
- Os peptídeos são mais hipertônicos do que os aminoácidos livres, sendo assim melhor absorvidos;
- Os peptídeos de cadeia curta, em muitos casos, são menos antigênicos do que os peptídeos de cadeia longa ou do que as proteínas e possuem características sensoriais benéficas.

Webb (2000) relatou outras vantagens nutricionais dos peptídeos quando os comparou com os aminoácidos livres. As vantagens são as seguintes:

- Os peptídeos são absorvidos mais rapidamente pelo trato gastrointestinal;
- Os peptídeos são mais estáveis do que os aminoácidos, a nível intestinal, bem como no sistema circulatório.

### **2.3.6. Absorção dos peptídeos**

A absorção dos aminoácidos como oligopeptídeos, principalmente di e tripeptídeos, constitui a maior forma de absorção a nível intestinal (GARDNER, 1994).

Os peptídeos são absorvidos através do epitélio polarizado do intestino delgado dos mamíferos, pelas seguintes formas: a) co-transporte, através da membrana apical do enterócito para o interior do citossol das células intestinais, juntamente com H<sup>+</sup>; b) co-transporte, juntamente com os aminoácidos livres, para a corrente sangüínea, ou c) transporte ativo através da membrana basolateral para a corrente sangüínea (ADIBI, 1997; STELL et al., 1997).

É também aceito que o mecanismo de absorção dos peptídeos ocorra por ação do transportador de peptídeos PepT<sub>1</sub> com contribuição do PepT<sub>2</sub>. O PepT<sub>1</sub> é o primeiro transportador responsável pela atividade de co-transporte H<sup>+</sup>/peptídeo e

atua predominantemente nas vilosidades do intestino delgado (OGIHARA et al., 1999).

O PepT<sub>2</sub> é o principal transportador de peptídeos que atua no túbulo proximais dos rins, reabsorvendo os peptídeos por filtração glomerular (MATTHEWS, 2000).

A expressão dos transportadores de peptídeos PepT<sub>1</sub> e PepT<sub>2</sub> nos rins, depende da concentração de peptídeos (DANIEL et al., 1992). A concentração de peptídeos é alta nas regiões proximal e distal dos néfrons como resultado da alta atividade da peptidase nas células renais absorptivas (ADIBI, 1997). O PepT<sub>1</sub> predomina na região distal dos néfrons, enquanto o PepT<sub>2</sub> predomina na região proximal (LEIBACH & GANAPATHY, 1996).

A máxima absorção de peptídeos ocorre na presença de um pH extracelular de 6,0 a 7,0 e o número de H<sup>+</sup> necessários para o transporte dos peptídeos através da membrana apical dos enterócitos depende da carga do substrato. Por exemplo, o co-transportador PepT<sub>1</sub> expõe a relação H<sup>+</sup>/peptídeo de 1:1, 2:1 e 1:1 para peptídeos neutros, ácidos e básicos, respectivamente (STEEL et al., 1997), enquanto que o co-transportador PepT<sub>2</sub> expõe a relação H<sup>+</sup>/peptídeo de 2:1 e 3:1 para peptídeos neutros e básicos, respectivamente (CHEN et al., 1999).

Após a absorção dos peptídeos os H<sup>+</sup> são co-transportados com os pequenos peptídeos através da membrana apical dos enterócitos e liberados no citoplasma, eles também podem ser bombeados para fora da célula através da membrana apical, ocorrendo a troca do H<sup>+</sup> pelo Na<sup>+</sup> o que restabelece o gradiente de H<sup>+</sup> extracelular, logo a atividade da bomba de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase restabelece o gradiente intracelular de Na<sup>+</sup> com gasto de energia (MATTHEWS, 2000).

## **2.4. Ácido Glutâmico ou glutamato**

O ácido glutâmico ou glutamato é um aminoácido não essencial importante no metabolismo (WU,1998); é um dos aminoácidos mais abundantes no fígado, rins, intestino, músculo esquelético e cérebro (BROSNAN et al., 1983).

O glutamato é o produto da transaminação (Fig. 6) do α-cetoglutarato, participando então na produção de metabólitos como o piruvato e o oxaloacetato, que participam em vias metabólicas como a gluconeogênese, a glicólise e o ciclo de Krebs (BROSNAN, 2000).

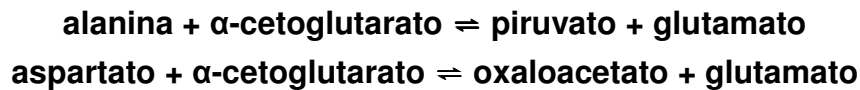


Figura 6. Transaminação.

O glutamato exerce função anaplerótica para o ciclo de Krebs, pois através da reação de desaminação (Fig. 7) ele é convertido a  $\alpha$ -cetogluturato (BROSNAN, 2000).



Figura 7. Desaminação.

### 2.4.1. Funções

O ácido glutâmico é substrato para a síntese de proteína e de glutathione, precursor da glutamina e do N-acetilglutamato, fonte de nitrogênio para os músculos e cérebro, neurotransmissor, precursor na síntese do ácido gama-aminobutírico (GABA) em neurônios produtores do GABA, ativador de sítios enzimáticos, intermediário do ciclo de Krebs, fonte de energia para tecidos, usado como aditivo alimentar palatabilizante (glutamato monossódico) (GARATTINI, 2000).

O glutamato está integrado ao ciclo da uréia e a gluconeogênese através de três reações que envolvem a transaminação, a síntese dos aminoácidos arginina, ornitina, prolina, histidina e glutamina, e a síntese de N-acetilglutamato, que é ativador alostérico da enzima carbamoil fosfato sintetase, reguladora do ciclo da uréia (BROSNAN, 2000).

Além disso, ele é precursor anabólico que regula o equilíbrio ácido/básico nos rins e a produção de uréia pelo fígado. Também age intervindo na liberação do hormônio liberador da gonadotropina (GnRH), sendo fundamental para o dimorfismo cerebral e corporal (REEDS et al., 2000).

O ácido L-glutâmico é considerado como fonte de nitrogênio não-protéico capaz de promover o desenvolvimento e o crescimento melhorando o desempenho e diminuindo a incidência de problemas de pernas e da mortalidade em aves (SILVA et al., 2001).

### **2.4.2. Metabolismo**

O glutamato está envolvido no metabolismo de quase todos os aminoácidos através da transaminação ou da desaminação (MEIJER et al., 1990).

A atividade do glutamato pode ser modulada pelo ácido araquidônico (MANZONI & MENNINI, 1997), serotonina (MENNINI & MIARI, 1991), interleucina-1 (MASCARUCCI et al., 1998) e neuropeptídeos (SCHWARZER et al., 1996).

Os níveis de ácido glutâmico no plasma são influenciados pela idade, animais recém-nascidos metabolizam menos que os adultos (GARATTINI, 1979); via de administração (oral < subcutânea < intraperitoneal) e pela quantidade administrada (STEGINK et al., 1979).

### **2.4.3. Atuação intestinal**

O intestino obtém a maior parte de sua energia a partir do metabolismo de aminoácidos e o glutamato é um importante substrato oxidativo para a mucosa intestinal, além de ser precursor específico da biossíntese da glutatona, arginina e prolina pela mucosa do intestino (REEDS et al., 2000).

### **2.4.4. Palatilizante**

O ácido glutâmico está presente em muitos alimentos seja na forma livre ou fazendo parte da estrutura de peptídeos e proteínas. Na forma livre, o ácido glutâmico produz um sabor específico e peculiar que é conhecido pelo nome de *umami*, que quer dizer saboroso, delicioso (HALPERN, 2000).

O glutamato é produzido industrialmente para ser utilizado como tempero e é acrescentado aos alimentos na forma de glutamato monossódico (MSG). O MSG intensifica a percepção dos sabores doce e salgado dos alimentos (CAGAN et al., 1979), mas o aumento da palatabilidade conferida pelo MSG está na dependência da adição de nucleotídeos (HALPERN, 2000). Existe interação entre o ácido glutâmico, o MSG, a inosina monofosfato (IMP), a guanina monofosfato (GMP), o cloreto de sódio (NaCl) e a percepção do sabor pelos humanos (YOSHIDA, 1998). O glutamato pode ser encontrado ligado ao nucleotídeo guanina monofosfato (GMP),

já que este mononucleotídeo possui receptores para o ácido glutâmico (SOHN et al., 1998).

A mucosa dorsal da língua das aves apresenta papilas tácteis e gustativas que auxiliam na escolha do alimento (MACARI et al., 2002), mas o número de botões gustativos presentes nas papilas é pequeno e o sentido gustativo pelas aves é menos desenvolvido do que nos mamíferos, assim o glutamato não atua como palatilizante para estes animais.

As pesquisas científicas demonstram que existe uma correlação entre dietas com altos teores de gordura e sódio e o risco à saúde com a ocorrência de doenças cardiovasculares, diabetes e hipertensão, assim o MSG pode ser muito útil, pois contém apenas um terço da quantidade de sódio do sal de cozinha e é usado em quantidades muito menores, além disso, a combinação de MSG e NaCl acentua o sabor salgado, pois o NaCl possui sinergismo ao ácido glutâmico (HALPERN, 2000).

#### **2.4.5. Neurotransmissor**

O L-glutamato é o aminoácido mais abundante no cérebro; é neurotransmissor excitatório do sistema nervoso central estando armazenado nas vesículas sinápticas e sendo liberado no neurônio pré-sináptico e na célula pós-sináptica quando ocorre o impulso nervoso (McGEHEE & ROLE, 1996).

A barreira hematoencefálica não permite a passagem do glutamato, assim o cérebro precisa produzi-lo a partir da glucose e dos aminoácidos (SMITH, 2000).

As altas doses de MSG não alteram os níveis de glutamato no fluido cerebrospinal de humanos e animais (MOLLGARD & SAUNDERS, 1975), mas em caso de lesões cerebrais pode ocorrer a penetração e o acúmulo de glutamato em áreas específicas do cérebro (GARATTINI, 2000).

#### **2.5. Extrato de levedura**

Os termos funcionais, nutracêuticos e fitoquímicos são usados para referir alimentos ou ingredientes alimentares que, além das funções nutricionais, produzem efeitos benéficos à saúde (SWANSON & FAHEY JR., 2004).



O extrato da levedura *S. cerevisiae*<sup>1</sup> é uma fonte de proteína, peptídeos e de aminoácidos digestíveis podendo ser utilizado como uma possível alternativa às fontes protéicas de origem animal das dietas (CRAIG & McLEAN, 2005; LYONS, 2007). Também atua como palatilizante da ração e isso é devido ao glutamato (TIBBETS, 2000). Adicionalmente, é uma fonte de inositol, substância necessária para o funcionamento adequado dos nervos, do cérebro e dos músculos do organismo (D'SOUZA & FRIO, 2007) e de nucleotídeos que fornecem que são precursores dos ácidos nucléicos DNA e RNA, além de atuarem aumentando a imunidade do animal (UAUY, 1994). Logo, esse extrato de levedura combina componentes nutricionais com funcionais.

### 2.5.1. Origem

A empresa Alltech Biotechnology a partir do processamento da levedura *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026<sup>2</sup> produz os mananos fosforilados<sup>3</sup>, glucanos esterificados<sup>4</sup> e extrato de levedura (Fig. 8). Logo, o extrato de levedura<sup>5</sup> é obtido após a remoção da parede celular da levedura pelo processamento com enzimas proteolíticas.

---

<sup>1</sup> NuPro<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

<sup>2</sup> Yea-Sacc<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

<sup>3</sup> Bio-Mos<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

<sup>4</sup> Mycosorb<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

<sup>5</sup> NuPro<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

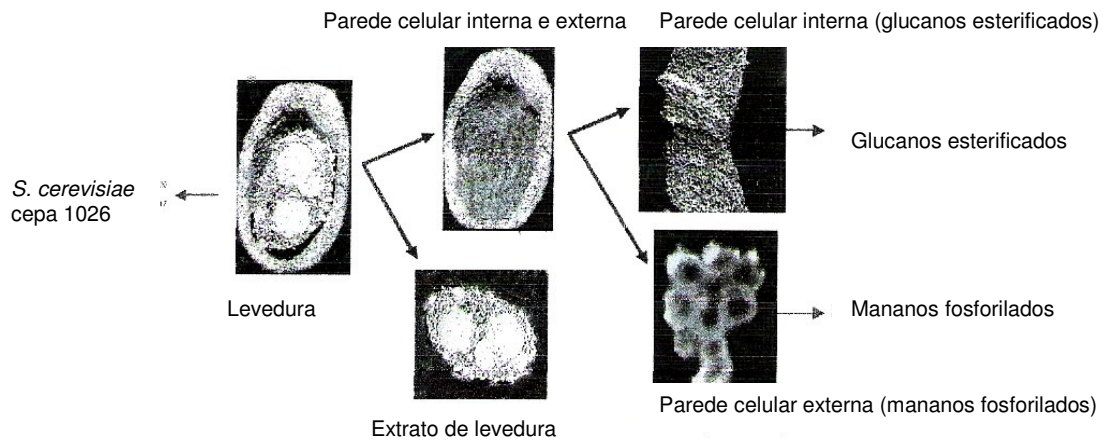


Figura 8. *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026 precursora do extrato de levedura.

Fonte: LYONS, 2001.

### 2.5.2. Constituintes

A constituição do extrato de levedura está descrita na tab 2.

Tabela 2. Constituintes do extrato de levedura.

Constituintes		Valores	
Energia		2728kcal/kg	
Gordura bruta		0,20%	
Carboidratos totais		22,20%	
Fibra		0,40%	
Nutrientes digestíveis totais		72,40%	
Proteína bruta		51,10%	
Ácidos nucléicos totais		5,40%	
Aminoácidos	%	Aminoácidos	%
Lisina	2,82	Metionina	0,76
Alanina	3,03	Ornitina	0,09
Arginina	1,94	Fenilalanina	1,93
Ácido Aspártico	3,87	Prolina	2,18
Cisteína	0,53	Serina	2,00
Ácido glutâmico	5,27	Taurina	0,09
Glicina	2,00	Treonina	2,00
Histidina	1,00	Tirosina	1,54
Isoleucina	2,00	Valina	2,54
Leucina	3,72	Triptofano	0,51

Fonte: LYONS, 2001.

### 2.5.3. Extrato de levedura para aves

Vários estudos foram conduzidos para avaliar o efeito do extrato de levedura<sup>6</sup> sobre o desempenho das aves.

Qureshi (2002) mensurou o número de leucócitos e a atividade de macrófagos em frangos de corte, com 42 dias de idade, e observou aumento do número de leucócitos e da atividade de macrófagos quando 5% do extrato de levedura foi suplementado na dieta.

Em seu estudo Rutz et al. (2004) avaliaram os efeitos do extrato de levedura sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Os animais foram alimentados com dietas experimentais à base de milho e farelo de soja, ou com dieta controle suplementada com 2% do extrato de levedura e fornecida as aves no período de 1 a 7 dias de idade ou com dieta controle suplementada com 2% do extrato de levedura e fornecida nos períodos de 1 a 7 dias e de 38 a 42 dias de idade dos frangos. Durante a primeira semana de vida, os frangos que receberam o extrato de levedura na dieta apresentaram maiores consumo de ração e ganho de peso, já aqueles que receberam o extrato de levedura em duas fases de sua vida apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. O rendimento de carcaça foi melhor para as aves alimentadas com o extrato de levedura.

Durante o período experimental de 35 dias, Zauk et al. (2006) avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com dieta pré-inicial (1 a 7 dias de idade) não suplementada e suplementada com os níveis de 1, 2, 3 ou 4% do extrato de levedura. Na primeira semana e aos 35 dias de idade das aves, o consumo alimentar, o ganho de peso corporal, a conversão alimentar, a uniformidade e a viabilidade não foram estatisticamente influenciados pelos tratamentos.

Silva et al. (2006) conduziram um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo de frangos de corte aos 42 dias de idade e submetidos a diferentes temperaturas (18, 25 ou 32°C). Os autores concluíram que a adição do extrato de levedura nas dietas iniciais de frangos de corte submetidos a altas temperaturas melhorou o desempenho.

Santos et al. (2007) realizaram um experimento com o objetivo de determinar a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos do extrato

---

<sup>6</sup> NuPro® - Alltech Biotechnology.

de levedura para frangos de corte. As aves receberam dietas com 0, 5, 10 ou 15% do extrato de levedura, no período de 1 a 21 dias de idade. Os autores concluíram que o extrato de levedura pode ser suplementado na dieta de aves em até 15% sem afetar o consumo de ração e o peso corporal.

Hulet (2006) conduziu dois experimentos para determinar a atuação do extrato de levedura sobre o crescimento de perus. No experimento 1, as aves estavam com 84 dias e no experimento 2 com 95 dias de idade. Os perus alimentados com as dietas que continham o extrato de levedura apresentaram maior ganho de peso, menor mortalidade, maior consumo de ração e conseqüentemente maior desempenho.

Um trabalho para avaliar os efeitos do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo de perus foi realizado por Eusebio & Torero (2007). Aos 42 dias do experimento, os perus machos alimentados com o extrato de levedura apresentaram maior ganho de peso do que as fêmeas. A melhor conversão alimentar foi para as aves alimentadas com farinha de peixe e a mortalidade foi menor para os perus alimentados com o extrato de levedura.

No trabalho realizado por Bohorquez et al. (2007) foram utilizadas quatro dietas, sendo uma sem suplementação e as demais suplementadas com 5, 10 ou 15% do extrato de levedura. Estas dietas foram fornecidas para perus, durante o período de 1 a 21 dias de idade. Aos 7 e 21 dias, os perus alimentados com 10 e 15% do extrato de levedura apresentaram maior ganho de peso ( $P < 0,05$ ), entretanto, a conversão alimentar foi melhor com a suplementação de até 5% do extrato de levedura. O efeito dos tratamentos não foi significativo para a mortalidade das aves.

Para o experimento que foi exposto acima, Bohorquez et al. (2007) também avaliaram a histomorfometria do íleo com cálculo da área de superfície das vilosidades intestinais e da proporção entre a altura e a profundidade das criptas intestinais. Para o 7º dia experimental, a relação entre a altura das vilosidades e a profundidade das criptas intestinais foi significativa para 15% do extrato de levedura. A área de superfície das vilosidades intestinais foi 16% maior nas aves alimentadas com 10 e 15% do extrato de levedura. As vilosidades intestinais das aves alimentadas com 5% do extrato de levedura foram maiores, mas não diferiram daquelas alimentadas com os níveis mais altos do extrato de levedura. Já o peso

corporal das aves aumentou linearmente com o aumento do percentual do extrato de levedura suplementado nas dietas.

Silva et al. (2007) utilizaram quatro tratamentos, 0, 1, 2 e 3% do extrato de levedura, para avaliar a qualidade externa e interna dos ovos de poedeiras Hisex Brown, no período de 26 a 42 semanas de idade. Os autores concluíram que a adição do extrato de levedura na matriz nutricional da dieta das poedeiras não afeta a qualidade dos ovos.

#### **2.5.4. Levedura**

A levedura *Saccharomyces sp.* pode ser usada na alimentação humana e animal, sob várias formas e para diversas finalidades (PEIXOTO, 1996). O uso mais extenso é na panificação, mas é também usada como agente de fermentação nas indústrias de fabricação de cerveja, vinhos e álcool. A levedura inativada, pela ação do calor, é usada como fonte de nutrientes na alimentação animal e humana, tanto na forma de levedura íntegra ou de derivados de levedura (HALÁSZ & LÁSZTITY, 1991).

Com relação à composição química, as leveduras são fontes de proteínas de alto valor biológico (YOKOTA et al., 1976), possuem alto teor de lisina, o que favorece sua combinação com grãos de cereais (MOREIRA et al., 1996). Além disso, também são consideradas boas fontes de leucina e treonina, sendo por outro lado, pobres em aminoácidos sulfurados, porém ótimas fontes de vitaminas do complexo B, carboidratos, lipídios e minerais (PEPPLER, 1970). O teor de energia metabolizável da levedura *S. cerevisiae* para aves é de 2947kcal/kg, sendo superior ao do farelo de soja (2415kcal/kg) (EMBRAPA, 1991).

Entretanto, alguns fatores limitam seu uso para o consumo humano, dentre os quais estão: a presença de parede celular espessa e rígida que é resistente à ação de enzimas digestivas (SNYDER, 1970; GALVEZ et al., 1990) e o alto conteúdo de ácidos nucléicos (LYUTSKANOV et al., 1990). A ingestão de altas quantidades de ácidos nucléicos leva o acúmulo de ácido úrico, que pode cristalizar-se nos tecidos e órgãos, causando a formação de cálculos renais e deposição de cálcio nos tecidos moles (LYUTSKANOV et al., 1990).

Desta forma, os isolados protéicos, obtidos a partir de células de levedura, podem ter melhor qualidade nutricional do que as células íntegras, porque o seu

conteúdo de ácidos nucléicos, a presença de componentes ativos indesejáveis e o efeito deletério da parede celular sobre a biodisponibilidade de nutrientes são atenuados (ROSALES, 1984).

#### **2.5.4.1. Levedura para aves**

Alguns autores utilizaram a levedura íntegra com o objetivo de avaliar o seu efeito sobre o desempenho das aves, mas os percentuais da levedura suplementados nas dietas foram superiores aos percentuais do extrato de levedura, isso porque a levedura íntegra é menos digestível, possivelmente devido à presença da parede celular espessa e rígida que a torna resistente à ação de enzimas digestivas (GALVEZ et al., 1990; DEVRESSE, 2000) e que conseqüentemente reduz a biodisponibilidade dos nutrientes da ração (ROSALES, 1984).

O experimento conduzido por Sucupira et al. (2007) teve como objetivo a avaliação do efeito da inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*S. cerevisiae*) na dieta sobre o desempenho de codornas, no período de 14 a 23 semanas de idade. Foram utilizados seis tratamentos (0, 3, 6, 9, 12 e 15% de suplementação da levedura). Os níveis de inclusão da levedura na dieta aumentaram linearmente o consumo de ração e o peso do ovo e melhoraram a conversão alimentar por massa de ovo. Os autores verificaram efeito quadrático significativo para a percentagem de casca e coloração da gema. A inclusão da levedura nas dietas de codorna em postura deve ser de no máximo 11%.

Panobianco et al. (1989) relataram que a utilização de níveis de até 24% da levedura *S. cerevisiae* em dietas à base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos não teve efeito significativo sobre o consumo de ração e peso do ovo produzido pelas poedeiras, no período de 20 a 52 semanas de idade. Além disso, constataram redução na produção de ovos com piora na conversão alimentar por dúzia de ovo, com a inclusão de níveis acima de 12% da levedura na dieta basal.

Butolo (1991) utilizaram níveis que variaram entre 2,5 e 24% da levedura *S. cerevisiae* em dieta de poedeiras à base de milho e farelo de soja. O autor não constatou alteração significativa no consumo de ração, na produção de ovos, no peso do ovo, na massa de ovo e nas conversões alimentares por dúzia e por massa de ovo das poedeiras, durante o período experimental de 18 a 53 semana de idade das aves.

Os autores Ozturk & Ozen (1994) não observaram efeito significativo sobre o consumo diário de ração, produção de ovos, peso do ovo, massa de ovo e conversão alimentar por massa de ovo, quando suplementaram níveis de 2,5 a 18% da levedura *S. cerevisiae* na dieta de poedeiras em pico de produção.

Botelho et al. (1998) utilizaram níveis de 2,5 a 18% da levedura *S. cerevisiae* na dieta de poedeiras Isa Brown, no período de 18 a 34 semanas de idade, e não verificaram efeito significativo sobre a produção de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovo, embora o aumento dos níveis de suplementação da levedura nas dietas tenha ocasionado melhoria na conversão alimentar por dúzia de ovo e resposta linear crescente significativa para o consumo de ração. Estes autores também verificaram efeito quadrático da inclusão da levedura sobre o peso do ovo, sendo 2,5% o nível indicado para a obtenção de ovos com maior peso.

Maia et al. (2001) conduziram uma pesquisa com o objetivo de avaliar o efeito da adição da levedura *S. cerevisiae* na dieta de poedeiras Isa Brown, no período de 33 a 45 semanas de idade das aves. Os tratamentos foram 0, 7, 14, 21 e 28% de inclusão da levedura na dieta basal. Os autores observaram efeito quadrático significativo para as variáveis consumo de ração, peso do ovo e conversão alimentar por dúzia de ovo e efeito linear significativo para a variável conversão alimentar por massa de ovo. A utilização de até 14% da levedura proporcionou desempenho semelhante ao obtido com a dieta basal.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local e período experimental

O experimento foi conduzido nas instalações do setor de avicultura do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG), pertencente à Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, no período de outubro de 2005 a abril de 2006. O período experimental foi de 196 dias, divididos em sete ciclos de 28 dias cada um.

#### 3.2. Instalações e equipamentos

O galpão utilizado para alojar as aves foi do tipo *dark house*, construído com folhas duplas de zinco contendo material isolante entre elas (Fig. 9).



Figura 9. Aviário *dark house*.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 48cm x 40cm x 40cm. As gaiolas estão distribuídas em dois andares, suspensas e dispostas em linhas não sobrepostas, para que as excretas se depositem em canaletas de recolhimento e as aves recebam a mesma intensidade de luz. Para o experimento foram utilizadas 60 gaiolas, cada uma com quatro aves, o que constitui uma unidade experimental.



As gaiolas contam com comedouro individual do tipo calha (Fig. 10), colocado externa e longitudinalmente na frente da gaiola, além de dois bebedouros do tipo *nipple* localizados na parte posterior de cada gaiola.



Figura 10. Comedouro individual do tipo calha.

A iluminação do aviário é feita com lâmpadas incandescentes de 60W e controlada por relógio *timer*.

O sistema de ventilação é feito por exaustores, ventiladores controlados por termostato e aberturas laterais reguláveis.

As temperaturas e umidades, máxima e mínima, do interior do aviário (tab. 1A do Apêndice) foram obtidas através de um termohigrômetro digital localizado no centro da bateria de gaiolas. As aferições foram realizadas pela manhã, ou seja, antes da coleta dos ovos e arraçoamento das poedeiras.

As excretas das aves alojadas ficaram acumuladas em uma canaleta de recolhimento, sendo drenadas para uma fossa à medida que se liquefazem.

### 3.3. Programa de luz

Durante a realização da pesquisa foi adotado um fotoperíodo de 17 horas de luz diárias, para isso foi utilizado um relógio *timer* programado para que as luzes acendessem às quatro horas e desligassem às 21 horas. O relógio *timer* não sofreu nenhum ajuste, durante o horário de verão, já que o aumento do fotoperíodo, em função da estação do ano, não interferiu no programa de luz, pois o aviário é do tipo *dark-house*.

### **3.4. Aves**

Foram utilizadas 240 poedeiras leves, produtoras de ovos brancos, da linhagem Hy Line W36, com 47 semanas de idade, selecionadas em função das características morfológicas que caracterizam uma poedeira em produção. De acordo com Smith (1990) estas características são tamanho e coloração de crista e barbelas, coloração, diâmetro e umidificação da cloaca, coloração de patas e bico, distância entre as pontas do esterno e íleo e entre as pontas dos ísquios. Estas características são de caráter subjetivo, com exceção da distância entre as pontas ósseas.

Antes de ser iniciado o experimento, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas 60 gaiolas experimentais. Esta pesagem teve como objetivo o acompanhamento do peso corporal das poedeiras por tratamento a cada ciclo experimental. O peso médio corporal das aves no início do experimento foi de  $1532,2g \pm 4,21g$  (tab. 2A do Apêndice).

### **3.5. Manejo alimentar**

#### **3.5.1. Preparo da ração e arraçoamento**

As aves foram alimentadas com dietas à base de milho, farelo de soja, farelo de arroz desengordurado e peletizado, farinha de ostra, sal iodado, fosfato bicálcico, suplemento mineral vitamínico e aminoácidos e extrato de levedura, de modo a satisfazer as exigências nutricionais de manutenção e de produção da linhagem em estudo.

Os ingredientes de cada uma das dietas experimentais foram pesados em balança digital com sensibilidade de 2g e capacidade máxima de 20kg (Fig. 11), após o extrato de levedura juntamente com 20kg de milho foram misturados em um pré-misturador, com capacidade para 50kg, durante dez minutos. Estando pronta a pré-mistura, a incorporação dos demais ingredientes a esta foi realizada em um misturador do tipo vertical (Fig. 12), com capacidade de 500kg, por 15 minutos.

Durante o preparo das rações, foram misturadas quantidades suficientes de ingredientes para alimentar as poedeiras por um ciclo de 28 dias.

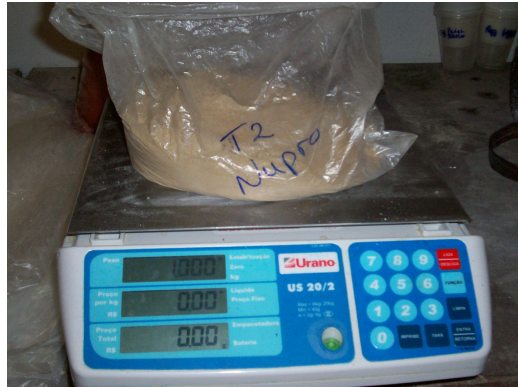


Figura 11. Pesagem do extrato de levedura.



Figura 12. Misturador vertical.

As rações foram acondicionadas em sacos de polietileno identificados com os tratamentos e estocadas, no interior do aviário, sobre estrados de madeira.

A ração foi fornecida diariamente, às oito horas da manhã, com o auxílio de um recipiente, sendo que o consumo pelas poedeiras foi *ad libitum*. A quantidade de ração distribuída em cada gaiola foi registrada, diariamente, em fichas de controle de arraçoamento semanal. Já as sobras de ração foram registradas no final de cada ciclo experimental.

Na ocorrência de mortalidade, as sobras de ração foram coletadas, pesadas e descontadas do consumo semanal das aves. Para a gaiola onde ocorreu a morte, a quantidade de ração fornecida foi proporcional ao número de aves remanescentes na gaiola.

### 3.5.2. Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas por técnicos da empresa de nutrição animal fornecedora do suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos (Brastec), segundo as necessidades nutricionais de manutenção e de produção da linhagem em estudo.

Os tratamentos (tab. 3) constaram da ausência e de três níveis crescentes de suplementação do extrato de levedura<sup>7</sup> na dieta basal das poedeiras, resultando quatro tratamentos e quinze repetições experimentais por tratamento, onde T<sub>1</sub>: 0% (dieta basal), T<sub>2</sub>: 1%, T<sub>3</sub>: 2% e T<sub>4</sub>: 3% do extrato de levedura.

Tabela 3. Composição percentual e constituintes das dietas experimentais.

Ingredientes, %		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Milho		63,82	63,44	63,06	62,76
Farelo de soja		23,40	22,50	21,60	20,70
Farelo de arroz desengordurado e peletizado		0,80	1,10	1,40	1,70
Farinha de ostra (36%)		8,40	8,50	8,60	8,60
Sal iodado		0,36	0,32	0,26	0,24
Fosfato bicálcico		0,22	0,14	0,08	0,00
Extrato de levedura <sup>1</sup>		0,00	1,00	2,00	3,00
Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos <sup>2</sup>		3,00	3,00	3,00	3,00
Total		100,00	100,00	100,00	100,00
Constituintes	Unidade				
Energia metabolizável	kcal/kg	2720	2720	2720	2720
Proteína bruta	%	16,03	16,12	16,20	16,30
Cálcio	%	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo total	%	0,62	0,61	0,60	0,59
Fósforo disponível	%	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio total	%	0,18	0,18	0,16	0,18
Aminoácidos totais	%	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina total	%	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total	%	0,86	0,86	0,86	0,86
Colina sintética	mg/kg	73,00	70,00	70,00	70,00
Colina total	mg/kg	1055,80	1070,80	1085,80	1100,80
Ácido linoléico	%	1,59	1,58	1,57	1,55
Gordura bruta	%	2,71	2,59	2,66	2,64
Fibra bruta	%	2,90	2,85	2,82	2,78

Níveis de garantia por kg do produto:

<sup>1</sup>Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro<sup>®</sup> produzido pela empresa Alltech Biotechnology): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg.

<sup>2</sup>Núcleo postura (Brastec): cálcio: 269g; fósforo: 94g; manganês: 2334mg; zinco: 1667mg; ferro: 2000mg; cobre: 334mg; iodo: 12mg; selênio: 10,2mg; vitamina A: 334000UI; vitamina D<sub>3</sub>: 67000UI; vitamina E: 234mg; vitamina K<sub>3</sub>: 50mg; vitamina B<sub>1</sub>: 54mg; vitamina B<sub>2</sub>: 147mg; vitamina B<sub>6</sub>: 100mg; vitamina B<sub>12</sub>: 400mcg; niacina: 867mg; ácido fólico: 24mg; ácido pantotênico: 334mg e metionina: 34g.

<sup>7</sup> NuPro<sup>®</sup> - Alltech Biotechnology.

### 3.6. Manejo da água

A água foi fornecida *ad libitum* por bebedouros do tipo *nipple*, sendo disponíveis dois bicos do bebedouro por gaiola.

### 3.7. Manejo dos ovos

Durante o período experimental, diariamente, os ovos foram coletados em duas etapas, sendo uma realizada pela manhã, logo após o arraçoamento, e a outra às 16h e 30min. A quantidade produzida foi anotada em planilha e os ovos sem matriz mineral, trincados, quebrados ou pequenos a ponto de não conterem gema foram desprezados, mas registrados como ovos produzidos e inaproveitáveis.

Além das anotações de produção realizadas diariamente, no final de cada ciclo experimental, todos os ovos produzidos foram coletados e identificados com o número da gaiola e do ovo (Fig. 13) e encaminhados para a sala de classificação de ovos, onde foram realizadas as avaliações de qualidade externa e interna. As avaliações não foram feitas em ovos sem matriz mineral, quebrados, trincados, com o rompimento de membranas ou pequenos a ponto de não conterem gema.



Figura 13. Coleta de ovos para avaliações de qualidade.

### 3.8. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas foram: consumo de ração, peso corporal, produção de ovos, massa de ovo, conversões alimentares por dúzia e por massa de ovo, peso do ovo, gravidade específica, peso e espessura da casca, altura do albúmen,

unidade Haugh e pesos da gema e do albúmen. As variáveis foram analisadas para cada ciclo e para o conjunto dos sete ciclos experimentais (tabs. 4A, 6A, 8A, 10A, 12A, 14A, 16A, 18A, 20A, 22A, 24A, 26A, 28A e 30A do Apêndice).

### 3.8.1. Desempenho produtivo das poedeiras

#### 3.8.1.1. Consumo de ração

O consumo total de ração pelas aves alojadas em cada uma das gaiolas foi calculado através da fórmula:

$$\text{CTR} = \text{TRF} - \text{S}, \text{ onde:}$$

CTR: consumo total de ração (g) pelas poedeiras alojadas na gaiola, durante o ciclo experimental;

TRF: total de ração fornecido (g) na gaiola, durante o ciclo experimental;

S: sobras de ração (g) recolhidas de cada gaiola, no final do ciclo experimental.

A pesagem das sobras de ração foi feita em uma balança digital com capacidade para 2kg e sensibilidade de 0,5g.

O consumo médio diário por ave foi calculado com base no consumo total através da seguinte fórmula:

$$\text{CMDA} = (\text{CTR}/4)/28, \text{ onde:}$$

CMDA: consumo médio diário por ave (g/ave/dia);

4: número de aves alojadas por gaiola;

28: número de dias do ciclo experimental.

Durante o ciclo experimental, quando ocorreu mortalidade a quantidade de ração fornecida foi corrigido para o número de aves remanescentes na gaiola. Para a realização desta correção foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{CMDA} = (\text{CAM}/\text{NAAM})/\text{NDAM} + (\text{CDM}/\text{NADM})/\text{NDDM}, \text{ onde:}$$

CAM: consumo antes da morte da ave;

NAAM: número de aves na gaiola antes da morte da ave;

NDAM: número de dias antes da morte da ave;

CDM: consumo depois da morte da ave;

NADM: número de aves na gaiola depois da morte da ave;

NDDM: número de dias depois da morte da ave.

### 3.8.1.2. Peso corporal

As aves foram pesadas individualmente (Fig. 14) no início do período e a cada ciclo experimental. Para a pesagem das aves foi utilizada uma balança digital com sensibilidade de 2g e capacidade máxima de 20kg.



Figura 14. Pesagem das aves.

Os pesos corporais das poedeiras, para cada uma das unidades experimentais (gaiola com quatro aves), foram obtidos dividindo-se a soma dos pesos pelo número de aves alojadas na gaiola.

Os pesos corporais das aves no início do experimento variaram de 1490 a 1570g (tab. 2A do Apêndice).

### 3.8.1.3. Produção de ovos

A produção de ovos foi anotada diariamente por gaiola. Para a obtenção do total de ovos produzidos por unidade experimental, durante os 28 dias do ciclo, foi realizado o somatório do número de ovos coletados de cada gaiola. Já para o cálculo do percentual de ovos produzido por ciclo experimental foi utilizada a fórmula:

**Produção (%) = (TOP × 100)/112**, onde:

TOP: total de ovos produzidos pelas poedeiras alojadas na gaiola, durante o ciclo experimental;

112: 100% de produção para cada gaiola com quatro aves a cada 28 dias.

#### **3.8.1.4. Massa de ovo**

A massa de ovo foi calculada através da fórmula:

**Massa de ovo (MO) = (peso do ovo (g) por unidade experimental no ciclo x produção de ovos (%) por unidade experimental no ciclo)/100.**

#### **3.8.1.5. Conversão alimentar por dúzia de ovo**

A conversão alimentar por dúzia de ovo foi obtida através da fórmula:

**CA/DZ = CTR/(TOP/12)**, onde:

CA/DZ: conversão alimentar por dúzia de ovo;

12: uma dúzia de ovo produzida.

As sobras de ração, recolhidas no dia da morte da ave e no final de cada ciclo, foram descontadas da quantidade total de ração fornecida para cada unidade experimental.

#### **3.8.1.6. Conversão alimentar por massa de ovo**

A conversão alimentar por massa de ovo (CA/MO) foi obtida através da fórmula:

**CA/MO = CTR/MO.**

### **3.8.2. Qualidade externa dos ovos**

#### **3.8.2.1. Peso do ovo**

Ao final de cada ciclo experimental, cada ovo produzido por gaiola foi identificado, coletado e pesado individualmente em uma balança digital com capacidade para 2kg e sensibilidade de 0,5g. Destes pesos extraiu-se a média e, então o peso médio do ovo por gaiola.



### 3.8.2.2. Gravidade específica

De acordo com Olsson (1934 citado por SECHINATO, 2003) a gravidade específica é uma estimativa da quantidade de carbonato de cálcio depositado sobre a membrana externa da casca do ovo e está diretamente relacionada com o percentual de casca, ou seja, quanto maior for a gravidade específica do ovo maior é a resistência da casca à quebra.

A gravidade específica é uma das técnicas mais utilizadas para a determinação da qualidade da casca do ovo, devido a sua rapidez, praticidade e baixo custo. A técnica baseia-se na flutuação, sendo que para sua determinação os ovos são imersos em recipientes contendo soluções salinas em ordem crescente de densidade. Considera-se a gravidade específica do ovo o valor da solução na qual ele flutua (HAMILTON, 1982).

Segundo Furtado et al. (2001), para determinar a qualidade da casca, a avaliação da gravidade específica é suficiente, podendo a mesma ser utilizada rotineiramente pelos produtores e pesquisadores.

Para a avaliação da gravidade específica foram preparadas soluções salinas com concentrações crescentes de cloreto de sódio (NaCl) que variaram de 1,062 a 1,102 com intervalo de 0,004, totalizando 11 soluções. As quantidades de cloreto de sódio que foram utilizadas para a obtenção das gravidades específicas desejadas, estão apresentadas na tab. 4.

Tabela 4. Quantidades utilizadas de cloreto de sódio (NaCl) para obtenção das gravidades específicas desejadas.

Gravidade específica	Gramas de NaCl/l de água
1,062	95,30
1,066	100,30
1,070	106,30
1,074	112,30
1,078	118,20
1,082	124,30
1,086	130,30
1,090	136,30
1,094	142,30
1,098	148,30
1,102	154,50

Fonte: ZUMBADO, 1983.

Durante o experimento experimental, os ovos após serem pesados foram colocados em um balde perfurado e este foi imerso em recipientes com soluções salinas, da menor para a maior concentração. A cada imersão em solução salina, os ovos que flutuaram (Fig. 15) foram retirados e o valor da gravidade específica correspondente ao da solução do recipiente foi anotado.



Figura 15. Gravidade específica.

As gravidades específicas das soluções salinas contidas nos recipientes foram calibradas, antes de cada avaliação da qualidade dos ovos, com a utilização de um densímetro de petróleo (Fig. 16).

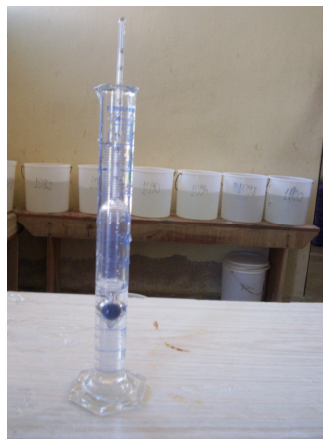


Figura 16. Densímetro de petróleo.

### **3.8.2.3. Peso da casca**

Após as avaliações da qualidade interna dos ovos que serão explicadas a seguir, as cascas foram lavadas para a remoção do albúmen aderido à sua

membrana interna. Depois estas cascas foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 60° C por 24 horas e estando secas as avaliações do peso e da espessura foram realizadas.

A pesagem individual das cascas foi realizada em balança digital com capacidade para 2kg e sensibilidade de 0,5g. A partir dos pesos obtidos foi realizado o cálculo do peso médio da casca dos ovos para cada uma das unidades experimentais.

#### **3.8.2.4. Espessura da casca**

Esta variável foi mensurada na porção mediana da casca de cada ovo produzido no último dia de cada ciclo experimental. Para esta avaliação foi utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01mm (Fig. 17). Na mensuração da espessura da casca, foram consideradas também as suas membranas interna e externa. A partir da medida obtida para cada casca foi calculada a média da espessura da casca para cada uma das unidades experimentais.



Figura 17. Espessura da casca.

### **3.8.3. Qualidade interna dos ovos**

#### **3.8.3.1. Altura do albúmen**

Após a realização da gravidade específica, cada ovo foi quebrado individualmente e o seu conteúdo depositado sobre uma placa de vidro, colocada sobre uma superfície nivelada, para a mensuração da altura do albúmen (Fig. 18).

O procedimento para a determinação da altura do albúmen consiste em medi-la com uma régua específica, que possui intervalo de medida de um milímetro, na região mediana entre a borda externa do albúmen espesso e a borda da gema do ovo e que essa régua seja posicionada perpendicular a chalaza (BOARD et al., 1994).

A partir da altura obtida para cada albúmen dos ovos produzidos em uma gaiola, calculou-se a média para a unidade experimental.

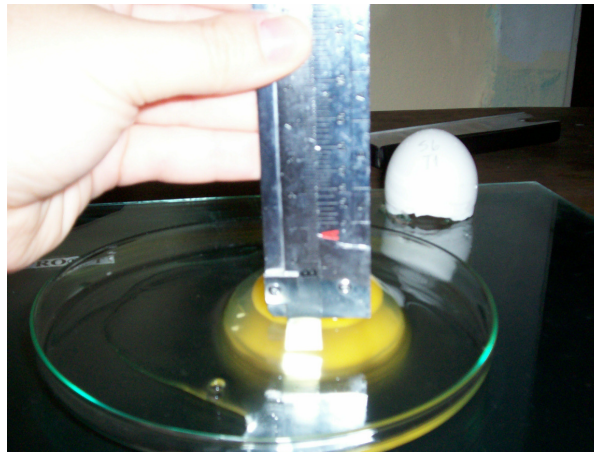


Figura 18. Altura do albúmen.

### 3.8.3.2. Unidade Haugh

Segundo Willians (1992) o método mais comumente usado para avaliar a qualidade interna do ovo é a unidade Haugh que consiste em uma função logarítmica da altura do albúmen do ovo em relação a seu peso.

A unidade Haugh foi calculada através da fórmula:

$$\mathbf{UH = 100 \times \log (H + G - [1,7 \times W^{0,37}])}$$
, onde:

H = altura do albúmen espesso (mm);

G = constante gravitacional de valor 7,57;

W = peso do ovo (g) (OVERFIELD, 1987).

### 3.8.3.3. Peso da gema

Após a separação do albúmen da gema do ovo (Fig. 19), esta foi pesada em uma balança digital com capacidade para 2kg e sensibilidade de 0,5g. A partir do

peso obtido para cada gema dos ovos produzidos em uma gaiola, calculou-se a média para a unidade experimental.



Figura 19. Separação do albúmen da gema do ovo.

#### 3.8.3.4. Peso do albúmen

Este peso foi obtido através da fórmula:

**Peso do albúmen (g) = peso do ovo (g) – (peso da gema (g) + peso da casca (g)).**

A partir do peso obtido para cada albúmen, calculou-se a média para cada unidade experimental.

### 3.9. Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quinze repetições experimentais por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por uma gaiola com quatro poedeiras.

O período experimental de 196 dias foi dividido, para melhor avaliação do efeito dos tratamentos, em sete ciclos de 28 dias cada um. As médias das variáveis respostas, registradas em cada uma das unidades experimentais, foram inicialmente submetidas a análise de variação separada por ciclo e para o conjunto dos sete ciclos experimentais. Esta análise foi complementada pela decomposição da variação entre os tratamentos em componentes polinomiais, seguindo-se o ajustamento da curva até o segundo grau (tabs. 5A, 7A, 9A, 11A, 13A, 15A, 17A,

19A, 21A, 23A, 25A, 27A, 29A e 31A do Apêndice). Foi adotado o nível de significância de 5% para os testes realizados.

No início do experimento, a distribuição ao acaso das poedeiras nas gaiolas não logrou a homogeneidade do peso corporal inicial das aves entre as gaiolas. De fato, a análise de variação do peso corporal inicial das poedeiras revelou variação significativa entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) (tabs. 2A e 3A do Apêndice). Por outro lado, verificou-se a existência de relação linear entre as variáveis de desempenho produtivo e peso corporal inicial das poedeiras. Por essa razão, procedeu-se o controle estatístico desta característica estranha efetuando-se as análises estatísticas das variáveis de desempenho produtivo com ajustamento para o peso corporal inicial das aves.

Para a variável resposta peso do ovo, também se realizou as análises estatísticas com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, pois a relação linear entre estas características foi significativa e as avaliações das variáveis respostas massa de ovo e conversão alimentar por massa de ovo são dependentes do peso do ovo. Com relação às demais características de qualidade externa e interna dos ovos não se procedeu as análises estatísticas com a realização do controle estatístico, pois verificou-se a existência de relação linear entre estas variáveis respostas e o peso corporal inicial das aves para apenas 5% das características avaliadas, logo não justificando a realização do controle estatístico.

As análises estatísticas das variáveis respostas de desempenho produtivo e peso do ovo, por ciclo experimental, foram baseadas em modelo estatístico com a seguinte equação:

$$Y_{kj} = \mu + \beta p_{kj} + t_j + e_{kj}, \text{ onde:}$$

$Y_{kj}$ : observação na unidade experimental (gaiola com quatro aves) correspondente a k-ésima repetição ( $k=1, 2, \dots, 15$ ) do j-ésimo tratamento ( $j=1, 2, 3, 4$ );

$\mu$ : média geral esperada;

$\beta$ : coeficiente de regressão parcial da variável resposta Y em relação à covariável peso corporal inicial das poedeiras;

$p_{kj}$ : valor da covariável na unidade experimental  $kj$ ;

$t_j$ : efeito diferencial esperado do j-ésimo tratamento;

$e_{kj}$ : erro aleatório (efeito conjunto das características estranhas) correspondente à observação média na gaiola referente a k-ésima repetição do j-ésimo tratamento;

E para o período experimental utilizou-se o modelo estatístico que possui a equação:

$$Y_{kji} = \mu + \beta p_{kji} + t_j + e_{kj} + b_i + ab_{ji} + e'_{kji}, \text{ onde:}$$

$Y_{kji}$ : observação na unidade experimental (gaiola com quatro aves) correspondente a k-ésima repetição ( $k=1,2,\dots,15$ ) do j-ésimo tratamento ( $j=1, 2, 3, 4$ ) no i-ésimo ciclo ( $i=1, 2, \dots, 7$ );

$p_{kji}$ : valor da covariável na unidade experimental  $kji$ ;

$b_i$ : efeito diferencial do i-ésimo ciclo;

$ab_{ji}$ : efeito diferencial da interação do j-ésimo tratamento com o i-ésimo ciclo;

$e'_{kji}$ : erro aleatório correspondendo a observação média na unidade experimental referente a k-ésima repetição do j-ésimo tratamento no i-ésimo ciclo.

A equação do modelo estatístico utilizada, para as análises estatísticas das características gravidade específica, peso e espessura da casca, altura do albúmen, unidade Haugh e pesos da gema e do albúmen, por ciclo experimental, foi a seguinte:

$$Y_{kj} = \mu + t_j + e_{kj}.$$

Já para o período experimental utilizou-se a equação:

$$Y_{kij} = \mu + t_j + e_{kj} + b_i + ab_{ji} + e'_{kji}.$$

**4. ARTIGO 1. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA  
DIETA DE POEDEIRAS. 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO<sup>8</sup>**

---

<sup>8</sup> Trabalho enviado para a Revista Ciência Animal Brasileira – Goiânia, GO, em 11 de outubro de 2007



## **EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO**

Juliana Klug Nunes<sup>1</sup>, João Carlos Maier<sup>2</sup>, Patrícia Rossi<sup>3</sup>, Paulo Roberto Dallmann<sup>4</sup>,  
Marcos Antonio Anciuti<sup>4</sup>, Fernando Rutz<sup>5</sup>, João Gilberto Corrêa da Silva<sup>6</sup>.

1. Mestranda em Zootecnia PPGZ/FAEM/UFPEL. E-mail:julianaklug@yahoo.com.br

2. Dr., Professor do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

3. Doutoranda em Zootecnia PPGZ/FAEM/UFPEL.

4. Dr., Professor do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça/UFPEL.

5. Ph. D, Professor do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

6. Ph. D, Professor do Departamento de Estatística/UFPEL.

### **RESUMO**

Este experimento foi conduzido para avaliar o efeito de níveis crescentes (0, 1, 2 e 3%) do extrato de levedura (NuPro<sup>®</sup>) sobre o desempenho produtivo de poedeiras alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja. Um total de 240 poedeiras Hy Line W36, no período de 47 a 75 semanas de idade, foram distribuídas em 60 gaiolas, sendo quatro aves por gaiola, e divididas em 15 repetições por tratamento. As características avaliadas foram consumo de ração, peso corporal, produção de ovos, peso do ovo, massa de ovo e conversões alimentares por dúzia e por massa de ovo. Os resultados indicaram que a adição do extrato de levedura não influenciou estatisticamente o desempenho produtivo das poedeiras.

Palavras-chave: aves, aditivo, produção.

### **ABSTRACT**

#### **EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF AN YEAST EXTRACT PRODUCT IN LAYER DIETS. 1- PRODUCTIVE PERFORMANCE**

This study was run to evaluate the effect of increasing levels (0, 1, 2 and 3%) of yeast extract (NuPro<sup>®</sup>) on productive performance of laying hens fed corn-soybean meal diet. A total of 240 Hy Line W36 layers (47 to 75 weeks of age) were allocated in 60 cages (4 birds per cage) and divided into 15 cages per treatment. Feed consumption, body weight, egg production, egg weight, egg mass and feed conversion (per dozen or per mass) were evaluated. Results indicated that addition of yeast extract not statistically influenced the productive performance the layers.

Keywords: birds, additive, production.

## INTRODUÇÃO

No setor avícola, as tecnologias empregadas visam otimizar a produção, atingir melhores resultados econômicos e produzir um alimento mais seguro e saudável para os consumidores (SANTOS et al., 2005).

Entre as mudanças nos padrões de produção animal estão a eliminação do uso dos antibióticos promotores de crescimento e das fontes protéicas de origem animal nas dietas (TIBBETS, 2002; RUTZ et al., 2006).

Além disso, a produção intensiva de aves causa impactos ambientais diretos e indiretos, tais como a perda da biodiversidade e a devastação de áreas de vegetação para a produção de grãos destinados para rações e contaminação do solo e das águas com dejetos (SPIES, 2003; TESTA, 2004; MIRANDA, 2007).

É importante pesquisar alimentos alternativos que melhorem a saúde do animal, a absorção e a disponibilidade dos nutrientes nas rações, reduzam os impactos ambientais e os custos de produção e que melhorem o desempenho zootécnico.

Uma alternativa é o extrato hidrolisado da levedura *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026 (NuPro<sup>®</sup>), obtido após a extração da parede celular da levedura pelo processamento com enzimas proteolíticas. Este extrato é fonte de proteínas, peptídeos e aminoácidos digestíveis podendo ser utilizado como alternativa às fontes protéicas de origem animal das dietas (CRAIG & McLEAN, 2005; EUSEBIO & TORERO, 2007; LYONS, 2007), além de melhorar o desempenho dos animais (RUTZ et al., 2004; HULET, 2006; ZAUK et al., 2006) e atuar como palatabilizante da ração, devido à presença do glutamato na sua constituição (TIBBETS, 2000).

Adicionalmente, este extrato de levedura é fonte de inositol, substância necessária para o funcionamento adequado dos nervos, do cérebro e dos músculos do organismo (D'SOUZA & FRIO, 2007) e de nucleotídeos que são precursores dos ácidos nucleicos DNA e o RNA. Os nucleotídeos aumentam a resistência imunológica (UAVY, 1989; QUERSHI, 2002) e melhoram a integridade intestinal e a flora microbiana do trato gastrointestinal com o desenvolvimento de microrganismos benéficos (MATEO et al., 2004; BOHORQUEZ et al., 2007) resultando em melhor digestão e absorção de nutrientes e em redução da excreção e da poluição ambiental.

SILVA et al. (2006) avaliaram a inclusão do extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> em dietas de poedeiras e concluíram que a inclusão de 1, 2 e 3% do extrato de levedura não influenciou o desempenho das aves em pico de produção.

Outros pesquisadores suplementaram as dietas de poedeiras com a levedura *S. cerevisiae* obtida por meio de centrifugação e desidratação após a fermentação do caldo de cana-de-açúcar (BUTOLO, 1991; OZTURK & OZEN, 1994; BOTELHO et al., 1998; MAIA et al., 2001).

A inclusão de 2,5 até 28% da levedura *S. cerevisiae* em dietas de poedeiras não afetou o desempenho de poedeiras no período de 18 a 53 semanas de idade e no pico de produção (BUTOLO 1991; OZTURK & OZEN, 1994; MAIA, 2001). No entanto, BOTELHO et al. (1998) obtiveram melhores valores de consumo de ração e conversão alimentar por massa de ovo ao suplementarem a levedura *S. cerevisiae*, nos níveis de 2,5 a 18%, na dieta de poedeiras no período de 18 a 34 semanas de idade.

Os percentuais de levedura utilizados na alimentação animal são superiores aos do extrato, porque a levedura íntegra é menos digestível do que o extrato possivelmente devido à presença da parede celular espessa e rígida que a torna resistente à ação de enzimas digestivas (GALVEZ et al., 1990; DEVRESSE, 2000) e pelo extrato de levedura ter altos níveis de proteína solúvel (DEVRESSE, 2000).

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito de níveis do extrato de levedura (NuPro<sup>®</sup>) sobre o desempenho produtivo de poedeiras após o pico de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, com duração de 196 dias.

Foram utilizadas 240 poedeiras leves da linhagem Hy Line W36 no período de 47 a 75 semanas de idade. As aves foram distribuídas inteiramente ao acaso em 60 gaiolas de um aviário do tipo *dark house*, sendo cada unidade experimental composta por uma gaiola com quatro aves. O fotoperíodo adotado foi de 17 horas de luz diárias e o consumo de ração e de água das poedeiras foi à vontade.

Os tratamentos consistiram de ausência e de três níveis de suplementação do extrato de levedura (NuPro<sup>®</sup>) na dieta basal das aves (T<sub>1</sub>: 0%, T<sub>2</sub>: 1%, T<sub>3</sub>: 2% e T<sub>4</sub>: 3% de NuPro<sup>®</sup>) (Tabela 1). Esses quatro níveis de extrato de levedura foram assinalados aleatoriamente às 60 gaiolas de modo a constituir quinze repetições por tratamento.

Tabela 1. Composição percentual e constituintes das dietas experimentais.

Ingredientes, %		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Milho		63,82	63,44	63,06	62,76
Farelo de soja		23,40	22,50	21,60	20,70
Farelo de arroz desengordurado e peletizado		0,80	1,10	1,40	1,70
Farinha de ostra (36%)		8,40	8,50	8,60	8,60
Sal iodado		0,36	0,32	0,26	0,24
Fosfato bicálcico		0,22	0,14	0,08	0,00
Extrato de levedura <sup>1</sup>		0,00	1,00	2,00	3,00
Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos <sup>2</sup>		3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Constituintes	Unidade				
Energia metabolizável	kcal/kg	2720	2720	2720	2720
Proteína bruta	%	16,03	16,12	16,20	16,30
Cálcio	%	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo total	%	0,62	0,61	0,60	0,59
Fósforo disponível	%	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio total	%	0,18	0,18	0,16	0,18
Aminoácidos totais	%	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina total	%	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total	%	0,86	0,86	0,86	0,86
Colina sintética	mg/kg	73,00	70,00	70,00	70,00
Colina total	mg/kg	1055,80	1070,80	1085,80	1100,80
Ácido linoléico	%	1,59	1,58	1,57	1,55
Gordura bruta	%	2,71	2,59	2,66	2,64
Fibra bruta	%	2,90	2,85	2,82	2,78

Níveis de garantia por kg do produto:

<sup>1</sup>Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro® - Alltech): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg;

<sup>2</sup>Núcleo postura (Brastec): cálcio: 269g; fósforo: 94g; manganês: 2334mg; zinco: 1667mg; ferro: 2000mg; cobre: 334mg; iodo: 12mg; selênio: 10,2mg; vitamina A: 334000UI; vitamina D<sub>3</sub>: 67000UI; vitamina E: 234mg; vitamina K<sub>3</sub>: 50mg; vitamina B<sub>1</sub>: 54mg; vitamina B<sub>2</sub>: 147mg; vitamina B<sub>6</sub>: 100mg; vitamina B<sub>12</sub>: 400mcg; niacina: 867mg; ácido fólico: 24mg; ácido pantotênico: 334mg e metionina: 34g.

As características de desempenho produtivo avaliadas foram consumo de ração (g/ave/dia), peso corporal (g), produção de ovos (%), peso do ovo (g), massa de ovo e conversões alimentares por dúzia e por massa de ovo.

Como a distribuição das aves nas gaiolas provocou uma variação significativa ( $P < 0,05$ ) no peso corporal inicial (PCI) das poedeiras entre os tratamentos, as análises estatísticas para as variáveis de desempenho produtivo foram ajustadas para o PCI das aves. Essas análises compreenderam análise de variação, seguida da decomposição da variação entre os tratamentos em componentes polinomiais e ajustamento das curvas de resposta de

grau apropriado, não superior a dois. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

As análises estatísticas foram baseadas em modelo estatístico com a seguinte equação:

$$Y_{ij} = \mu + \beta p_{ij} + t_i + e_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$ : observação média na unidade experimental (gaiola com quatro aves) correspondente à j-ésima repetição ( $j = 1, 2, \dots, 15$ ) do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3, 4$ );

$\mu$ : média geral esperada;

$\beta$ : coeficiente de regressão parcial da variável resposta Y em relação à covariável PCI;

$p_{ij}$ : valor da covariável na unidade experimental ij;

$t_i$ : efeito diferencial esperado do tratamento i;

$e_{ij}$ : erro aleatório (efeito conjunto das características estranhas) correspondente à observação média na gaiola referente a j-ésima repetição do i-ésimo tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho produtivo das poedeiras estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito do extrato de levedura sobre o desempenho produtivo das poedeiras, durante o período experimental.

Tratamentos	Características <sup>1</sup>						
	CR	PC	PRO	PO	MO	CA/DZ	CA/MO
T <sub>1</sub> – Dieta basal	113	1517,50	81	59,20	48,20	1,68	2,37
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	113	1505,10	79	59,20	46,50	1,74	2,46
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	113	1506,30	80	60,40	48,30	1,71	2,36
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	113	1521,00	80	59,60	47,70	1,71	2,39
Média	113	1512,48	80	59,60	47,68	1,71	2,40
P <sup>2</sup> : efeito do NuPro <sup>®</sup>	0,1691	0,5785	0,4508	0,1769	0,4251	0,5637	0,3746
CV% <sup>3</sup>	0,70	2,49	5,75	2,91	6,55	6,07	6,94
Curva ajustada <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>CR: consumo de ração (g/ave/dia), PC: peso corporal (g), PRO: produção de ovo (%), PO: peso do ovo (g), MO: massa de ovo, CA/DZ: conversão alimentar por dúzia de ovo, CA/MO: conversão alimentar por massa de ovo.

<sup>2</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>3</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>4</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

A adição do extrato de levedura nos níveis estudados não afetou o consumo de ração das poedeiras ( $P=0,1691$ ) (Tabela 2), tendo as aves apresentado, durante o período experimental, o mesmo consumo de ração (113g/ave/dia).

O consumo voluntário de ração em não-ruminantes está dentro de certos limites regulado pelo nível de energia da dieta, assumindo que a mesma contenha níveis adequados de nutrientes essenciais (ESPÍNDOLA et al., 1995). Nesse experimento, as dietas eram isocalóricas, isoaminoacídicas, isocálcicas e isofosfóricas (Tabela 1), sendo esse fato a possível causa da ausência de diferença do consumo de ração pelas poedeiras.

Vários autores (ZAUKE et al., 2006; SANTOS et al., 2007) que incluíram o extrato de levedura NuPro<sup>®</sup>, em níveis variando entre 0 e 15%, na dieta de frangos de corte, não constataram diferença significativa entre os tratamentos para o consumo de ração. Em contraposição, BOTELHO et al. (1998) e SUCUPIRA et al. (2007) verificaram que a inclusão de níveis de até 18% da levedura *S. cerevisiae* aumentou linearmente o consumo de ração de poedeiras em pico de produção e de codornas no período de 14 a 23 semanas de idade, respectivamente e MAIA et al. (2001) observaram efeito quadrático para o consumo de ração de poedeiras no período de 33 a 45 semanas de idade, sendo o maior consumo verificado com 28% de inclusão da levedura *S. cerevisiae* na dieta.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o peso corporal das aves não foi afetado ( $P=0,5785$ ) pelos níveis do extrato de levedura suplementados nas dietas (Tabela 2). Resultado semelhante foi obtido por MAIA et al. (2001) que demonstraram que a suplementação de níveis crescentes (0, 7, 14, 21 e 28%) da levedura *S. cerevisiae* em dietas de poedeiras, no período de 33 a 45 semanas de idade, não afetaram o peso médio final das aves.

Em estudo recente, SANTOS et al. (2007) verificaram que o extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> suplementado na dieta de frangos de corte em até 15% não afeta o peso corporal, entretanto RUTZ et al. (2004) ao suplementaram as dietas pré-iniciais de frangos de corte com o mesmo extrato de levedura observaram uma melhoria significativa no ganho de peso dessas aves aos sete dias de idade. Já os autores BOHORQUEZ et al. (2007) obtiveram aumento linear do peso corporal de perus aos 21 dias de idade com o aumento do percentual (0 a 15%) do extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> na dieta.

Com relação aos efeitos sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais, os resultados são semelhantes aos de BOTELHO et al. (1998) e MAIA et al. (2001) que também não observaram efeito da inclusão da levedura *S. cerevisiae* na dieta ( $P=0,4508$ ). A ausência de diferença no consumo de ração e, conseqüentemente, no consumo de energia metabolizável é a provável razão da produção de ovos não ter sido afetada pela

suplementação do extrato de levedura, já que a energia é um importante fator para o aumento na produção de ovos (LEESON et al., 1996). Por outro lado, os trabalhos de PANOBIANCO et al. (1989) e SUCUPIRA et al. (2007) apresentaram redução na produção de ovos com a suplementação de níveis de até 18% da levedura *S. cerevisiae* nas dietas de poedeiras, no período de 20 a 52 semanas de idade, e de codornas, no período de 14 a 23 semanas de idade, respectivamente.

Verificou-se que o peso do ovo não sofreu efeito significativo ( $P=0,1769$ ) (Tabela 2). O aumento no peso do ovo pode ser atribuído à presença dos peptídeos neste hidrolisado protéico, pois estes além de apresentarem maior digestibilidade (GRIMBLE et al., 1986), atuam disponibilizando aminoácidos para a síntese protéica (GARDNER, 1998), o que pode resultar em maior peso do ovo (MURAKAMI & FURLAN, 2002; PINTO et al., 2002; FREITAS et al., 2005). Da mesma forma, SILVA et al. (2007) também não verificaram diferença significativa para o peso do ovo entre os tratamentos que continham 1, 2 ou 3% de NuPro<sup>®</sup> na dieta de poedeiras no período de 26 a 42 semanas de idade. Entretanto, BOTELHO et al. (1998) obtiveram ovos mais pesados com 2,5% de inclusão da levedura *S. cerevisiae* em dietas de poedeiras em pico de produção. Em experimento realizado com codornas no período de 14 a 23 semanas de idade, SUCUPIRA et al. (2007) perceberam que o peso do ovo aumentou linearmente com a inclusão (3 a 15%) da levedura *S. cerevisiae* na dieta.

A suplementação dos níveis do extrato de levedura na dieta das poedeiras não causou efeito significativo ( $P=0,4251$ ) sobre a massa de ovo (Tabela 2), indicando que o extrato de levedura supriu as necessidades nutricionais das poedeiras mantendo os resultados compatíveis com o tratamento testemunha. O resultado obtido corrobora com o dos autores BUTOLO (1991) e OZTURK & OZEN (1994) que verificaram que a inclusão de níveis que variaram de 2,5 a 24% da levedura *S. cerevisiae* na dieta de poedeiras, em pico de produção, não causou alteração significativa na massa de ovo e também com os resultados de SILVA et al. (2007) que ao suplementarem os níveis de 1, 2 e 3% do extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> na dieta basal de poedeiras, em pico de produção, obtiveram resultado semelhante ao deste experimento. No estudo realizado no período de 14 a 23 semanas de idade de codornas, SUCUPIRA et al. (2007) adicionaram os níveis de 3, 6, 9, 12 e 15% da levedura *S. cerevisiae* na dieta e também não obtiveram diferença significativa para a massa de ovo.

Pelas análises de variação e de regressão polinomial verificou-se que não houve diferença significativa para os dados de conversão alimentar por dúzia ( $P=0,5637$ ) e por

massa de ovo ( $P=0,3746$ ) em função dos níveis suplementados do extrato de levedura (Tabela 2).

Ao contrário do que foi observado, BOTELHO et al. (1998) obtiveram melhoria na conversão alimentar por dúzia de ovo com a suplementação de níveis (2,5 a 18%) da levedura *S. cerevisiae* em dietas de poedeiras em pico de produção e utilizando níveis de até 7,5% de levedura observaram aumento linear significativo na conversão alimentar por massa de ovo no terceiro e quarto períodos experimentais de postura. Em contraposição, PANOBIANCO et al. (1989) constataram piora na conversão alimentar por dúzia de ovo de poedeiras, no período de 20 a 52 semanas de idade, que receberam a suplementação de níveis acima de 12% da mesma levedura. Já BUTOLO (1991) utilizando 10% e OZTURK & OZEN (1994) utilizando níveis de até 13,5% da levedura *S. cerevisiae* em dietas de poedeiras, em pico de produção, não obtiveram resposta significativa para as variáveis em questão.

Em estudo posterior, MAIA et al. (2001) observaram efeito quadrático significativo para a conversão alimentar por dúzia de ovo e efeito linear significativo para a conversão alimentar por massa de ovo ao avaliarem o efeito da adição de níveis de até 28% da levedura *S. cerevisiae* à dieta de poedeiras, no período de 33 a 45 semanas de idade.

Para codornas no período de 14 a 23 semanas de idade, SUCUPIRA et al. (2007) concluíram que a inclusão dos níveis de 3 a 15% da levedura *S. cerevisiae* na dieta piorou a conversão alimentar por dúzia de ovo e melhorou a conversão alimentar por massa de ovo. Seguindo a mesma linha de estudo, ZAUK et al. (2006) verificaram que a conversão alimentar não foi estatisticamente influenciada pelos níveis 1, 2, 3 e 4% do extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> suplementados na dieta basal fornecida na primeira semana e aos 35 dias de idade de frangos de corte. Recentemente, BOHORQUEZ et al. (2007) realizaram experimentos com perus, no período de 1 a 21 dias de idade destas aves, e constataram que a conversão alimentar foi melhor com a suplementação de até 5% de NuPro<sup>®</sup>.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos possibilitam inferir que a inclusão do extrato de levedura na dieta de poedeiras, no período de 47 a 75 semanas de idade, não influenciou estatisticamente as variáveis de desempenho produtivo avaliadas.



## REFERÊNCIAS

- BOHORQUEZ, D. V.; SANTOS JR., A. A.; NANNEY, R. L.; FERKET, P. R. Nutritional assessment of yeast extract (NuPro<sup>®</sup>) in male turkey poults. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press. 2007, p.20.
- BOTELHO, F. G. A.; SERAFINI, F. V.; BUTOLO, E. A. F. Estudo do desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.324-326.
- BUTOLO, J. E. Valor nutricional da levedura. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 1991, p.1-6.
- CRAIG, S. R.; McLEAN, E. The organic aquaculture movement: a role for NuPro<sup>®</sup> as an alternative protein source. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of Alltech's 21<sup>st</sup> Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 2005, p.317-325.
- D'SOUZA, D.; FRIO, A. Bridging the post-weaning piglet growth gap: the NuPro<sup>®</sup> experience in the Asia Pacific region. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 2007, p.41-48.
- DEVRESSE, B. Nucleotides: a key nutrient for the immune system of shrimp? **Feed Mix**, v.8, n.3, p.20-22, 2000.
- ESPÍNDOLA, G. B., FUENTES, M. F. F., GUERREIRO, M. E. F.; PINHEIRO, M. P. J. Avaliação da energia digestível em dietas para coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995, p.396-398.
- EUSEBIO, P.; TORERO, A. Performance of commercial turkeys fed diets containing NuPro<sup>®</sup>. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press. 2007, p.38.
- FREITAS, A. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S.; OLIVEIRA, B. C. M. de. Efeito dos níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.
- GALVEZ, A., RAMÍREZ, M. J., GARCIA-GARIBAY, M. Chemical composition of a mixture of single cell protein obtained from *Kluyveromyces fragilis* and whey proteins. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.40, n.2, p.252-262, 1990.
- GARDNER, M. L. G. Transmucosal passage of intact peptides. In: **Peptides in mammalian protein metabolism**. London: Portland Press, 1998, p.11.

GRIMBLE, G. K.; KEOHANE, P. P.; HIGGINS, B. E.; KEOHANE, P. P.; GRIMBLE, G. K.; BROWN, B.; SPILLER, R. C. Influence of protein composition and hydrolysis method on intestinal absorption of protein in man. **Gut**, v. 26, n. 4, p. 907-913, 1986.

HULET, R. M. Effect of NuPro<sup>®</sup> on growth performance of turkey hens grown to market age. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 22<sup>nd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press. 2006, p.29.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, v.75, n.4, p.522-528, 1996.

LYONS, P. The new energy crisis: food, feed, or fuel? In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 2007, p.1-10.

MAIA, G. A. R.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; SILVA, M. A.; SOUZA, C. L. M. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.163-171, 2001.

MATEO, C. D.; PETERS, D. N.; DAVE, R. I.; STEIN, H. H. Effects of dietary nucleosides on intestinal microbial activity and performance of newly weaned pigs. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press. 2004, p.55.

MIRANDA, Cláudio Rocha de: Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_k8d3617j.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_k8d3617j.pdf)> Acesso em: 07 de setembro de 2007.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.113-120.

OZTURK, E.; OZEN, N. The utilization of dried wine yeast residue in layers and broiler diets. **Turkey Journal of Veterinary and Animal Science**, v.18, p.251-257, 1994.

PANOBIANCO, M. A.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool da cana-de-açúcar em dietas poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.1, p.13-20, 1989.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. de. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

QUERSHI, M. A. Differential expression of inducible nitric oxide synthase is associated with differential toll-like receptor – 4 expression in chicken macrophages from different genetic backgrounds. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v.84, n.3, p.191-207, 2002.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; GONÇALVES, A. D.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; ZAUK, N.; RIBEIRO, C. L. G.; SILVA, R. R. Performance and carcass traits of broilers fed diets containing yeast extract (NuPro®). In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of the 20<sup>TH</sup> Annual Symposium of Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries**. Lexington, KY: Kentucky University Press. 2004. p.56.

RUTZ, F.; ANCIUTI, A. A.; RECH, J. L.; GONÇALVES, F. M.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; ZAUK, N.; RIBEIRO, C. L. G.; SILVA, R. R.; DALLMANN, P. R. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.349-355, 2006.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; MURGASS, L. D. S. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.223-231, 2005.

SANTOS JR., A. A.; BOHORQUEZ, D. V.; NANNEY, R. L.; FERKET, P. R. Nutrient digestibility value of a yeast extract, NuPro®, in male broiler chicks. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press, 2007, p.19.

SILVA, R. A. G.; GENTILINI, F. P.; NUNES, P. M.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Effects of NuPro® on egg production and egg quality in layers from 26 to 42 weeks of age. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY: Kentucky University Press, 2007, p.27.

SPIES, A. **The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil: a framework for change, Australia**. Queensland, 2003. 370p. Thesis. The University of Queensland, 2003.

SUCUPIRA, F. S.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; BRAZ, N. M. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.528-532, 2007.

TESTA, V. M. Desenvolvimento sustentável e a suinocultura do oeste catarinense: desafios econômicos, sociais e ambientais. In: GUIVANT, J; MIRANDA, C. R de. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Chapecó: Argos, 2004, p.23-72.

TIBBETS, G. W. Biopeptides in post weaning diets for pigs: results to date. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 2000. p.347-368.

TIBBETS, G. W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of the 18<sup>TH</sup> Annual Symposium of Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. 2002. p.435-443.

UAVY, R. Dietary nucleotides and requirements in early life. In: LEBETHAL, E. **Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy**. New York: Raven Press Ltda, 1989, p.265-280.

ZAUK, N. H. F.; LOPES, D. C. M.; SILVA, L. M.; DALLMANN, P. R.; RIBEIRO, C. L. G.; PINTO JR., A. O.; MIELKE, R. B.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Performance and carcass traits of broilers fed pre-starter diets containing NuPro<sup>®</sup>. In: LYONS, T. P.; JAQUES, K. A. **Proceedings of the 22<sup>TH</sup> Annual Symposium of Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries**. Lexington, KY: Kentucky University Press, 2006. p.10.

**5. ARTIGO 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA  
DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS OVOS<sup>9</sup>**

---

<sup>9</sup> Trabalho formatado conforme as normas da Revista Ciência Animal Brasileira - Goiânia, GO.

## **EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DO EXTRATO DE LEVEDURA NA DIETA DE POEDEIRAS. 2 - QUALIDADE DOS OVOS**

Juliana Klug Nunes<sup>1</sup>, João Carlos Maier<sup>2</sup>, Patrícia Rossi<sup>3</sup>, Marcos Antonio Anciuti<sup>4</sup>, Paulo Roberto Dallmann<sup>4</sup>, Fernando Rutz<sup>5</sup>, João Gilberto Corrêa da Silva<sup>6</sup>.

1. Mestranda em Zootecnia PPGZ/FAEM/UFPEL. E-mail:julianaklug@yahoo.com.br

2. Dr., Professor do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

3. Doutoranda em Zootecnia PPGZ/FAEM/UFPEL.

4. Dr., Professor do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça/UFPEL.

5. Ph. D, Professor do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

6. Ph. D, Professor do Departamento de Estatística/UFPEL.

### **RESUMO**

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes (0, 1, 2 e 3%) de suplementação do extrato de levedura (NuPro<sup>®</sup>) sobre a qualidade externa e interna dos ovos. Um total de 240 poedeiras Hy Line W36, no período de 47 a 75 semanas de idade, foram distribuídas em 60 gaiolas, sendo quatro aves por gaiola, e divididas em 15 repetições por tratamento. As características avaliadas foram peso do ovo, gravidade específica, peso e espessura da casca, altura do albúmen, unidade Haugh e pesos da gema e do albúmen. Os dados foram submetidos a análises de variação e de regressão polinomial. O valor de  $P < 0,05$  foi estabelecido para a determinação de significância. Os resultados indicaram que a inclusão de 1,5% do extrato de levedura resultou em melhor gravidade específica e peso de casca dos ovos. As demais variáveis não foram influenciadas estatisticamente pelos tratamentos.

Palavras-chave: extrato de levedura, poedeiras, qualidade externa e interna de ovos.

### **EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF AN YEAST EXTRACT PRODUCT IN LAYER DIETS. 1- EGG QUALITY**

#### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effect of graded levels (0, 1, 2 and 3%) of dietary inclusion of yeast extract product (NuPro<sup>®</sup>) on internal and external quality of eggs. A total of 240 Hy Line W36 layers (47 to 75 weeks of age) were allocated in 60 cages (4 birds per cage) and divided into 15 cages per treatment. Weight egg, specific gravity, shell weight and thickness, albumen height, Haugh units, and yolk and albumen weight were evaluated. Data were subjected to ANOVA and polynomial regression. A  $P < 0.05$  was required for statements

of significance. Results indicated that addition of 1,5% NuPro<sup>®</sup> resulted in better specific gravity and eggshell weight. The remaining variables were not statistically influenced by dietary treatments.

Keywords: yeast extract, layers, internal and external egg quality.

## INTRODUÇÃO

As exigências do mercado e a evolução da ciência avícola têm transformado a atividade de produção de aves e ovos em uma grande indústria de alimentos (HONMA, 1992). Isso tem implicado grandes mudanças nos padrões de produção. Particularmente, são notórios os aumentos da pressão por parte dos produtores para tornar a produção mais eficiente, com menor custo e melhor desempenho dos animais, e da demanda dos consumidores que estão cada vez mais preocupados com a qualidade dos produtos, exigindo alimentos saudáveis, com ausência de antibióticos e resíduos (SARTORY et al., 2003).

Visando atender às exigências do mercado sem prejudicar o desempenho zootécnico das aves, o enfoque das pesquisas têm sido a busca de alimentos alternativos que suplementados às dietas melhorem a eficiência alimentar.

Um deles é o extrato hidrolisado da levedura *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026, que é obtido após a extração da parede celular da levedura pelo processamento com enzimas proteolíticas. Este extrato de levedura, além de ter um alto conteúdo protéico, é rico em: a) inositol, componente das membranas celulares necessário para o funcionamento dos nervos, cérebro e músculos (D'SOUZA & FRIO, 2007); b) glutamato, que atua como palatilizante (TIBBETS, 2000), além de ser importante para o metabolismo (WU, 1998; GARATTINI, 2000), c) nucleotídeos, que são nutrientes essenciais envolvidos no desenvolvimento do músculo esquelético, na função cardíaca (GRIMBLE & WESTWOOD, 2000), no aumento da resistência imunológica (UAVY, 1989; QURESHI, 2002) e na melhoria da integridade intestinal e da flora microbiana do trato gastrointestinal com o desenvolvimento de microrganismos benéficos (MATEO et al., 2004; UAUY, et al. 2004; BOHORQUEZ et al., 2007); e d) peptídeos, que promovem melhoria no desempenho dos animais (MARIBO, 2000; TIBBETS, 2000; MOUGHAN, 2001).

Trabalho realizado por SILVA et al. (2007) com a suplementação dos níveis 1, 2 e 3% do extrato de levedura (NuPro<sup>®</sup>) em dietas para poedeiras em pico de produção demonstrou resultados equivalentes ao do tratamento controle para peso do ovo, gravidade

específica, cor da gema, altura do albúmen, unidade Haugh, pesos da gema e do albúmen e peso e espessura da casca dos ovos.

Outros autores utilizaram a suplementação de níveis, que variaram de 0 a 28%, da levedura *S. cerevisiae*, obtida por meio de centrifugação e desidratação após a fermentação do caldo de cana-de-açúcar, na dieta de poedeiras com idades que variaram de 18 a 53 semanas e reportaram resultados não significativos para a característica peso do ovo (PANOBIANCO et al., 1989; BUTOLO, 1991; OZTURK & OZEN, 1994; MAIA et al., 2001).

Os percentuais de levedura utilizados na alimentação animal são superiores àqueles do extrato de levedura, porque a levedura íntegra é menos digestível. Possivelmente, isso se deva à presença da parede celular espessa e rígida que a torna resistente à ação de enzimas digestivas (GALVEZ et al., 1990; DEVRESSE, 2000) e pelo extrato de levedura ter altos níveis de proteína solúvel (DEVRESSE, 2000).

A utilização do extrato de levedura vem sendo pesquisada em vários países, porém poucos são os trabalhos com poedeiras, principalmente após o pico de produção. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do extrato de levedura sobre a qualidade externa e interna dos ovos de poedeiras após o pico de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações avícolas do Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, com período experimental de 196 dias.

Foram utilizadas 240 poedeiras da linhagem Hy Line W36 com idade inicial de 47 semanas. As aves foram distribuídas ao acaso em 60 gaiolas de um aviário do tipo *dark house*, sendo alojadas quatro aves por gaiola, o que constituiu uma unidade experimental. Durante o período experimental, as poedeiras receberam água e ração à vontade e foram submetidas a um programa de luz de 17 horas diárias.

As dietas isoenergéticas (2720kcal EM/kg), isocálcicas (4,0% Ca), isofosfóricas (0,42% Pd) e isoaminoacídicas (0,60%) foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Os tratamentos constaram de ausência e de três níveis de suplementação do extrato de levedura na dieta basal das aves: T<sub>1</sub>: 0% (dieta basal), T<sub>2</sub>: 1%, T<sub>3</sub>: 2% e T<sub>4</sub>: 3% de Nupro<sup>®</sup> (Tabela 1).



Tabela 1. Composição percentual e constituintes das dietas experimentais.

Ingredientes, %		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Milho		63,82	63,44	63,06	62,76
Farelo de soja		23,40	22,50	21,60	20,70
Farelo de arroz desengordurado e peletizado		0,80	1,10	1,40	1,70
Farinha de ostra (36%)		8,40	8,50	8,60	8,60
Sal iodado		0,36	0,32	0,26	0,24
Fosfato bicálcico		0,22	0,14	0,08	0,00
Extrato de levedura <sup>1</sup>		0,00	1,00	2,00	3,00
Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos <sup>2</sup>		3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Total</b>		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Constituintes	Unidade				
Energia metabolizável	kcal/kg	2720	2720	2720	2720
Proteína bruta	%	16,03	16,12	16,20	16,30
Cálcio	%	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo total	%	0,62	0,61	0,60	0,59
Fósforo disponível	%	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio total	%	0,18	0,18	0,16	0,18
Aminoácidos totais	%	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina total	%	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina total	%	0,86	0,86	0,86	0,86
Colina sintética	mg/kg	73,00	70,00	70,00	70,00
Colina total	mg/kg	1055,80	1070,80	1085,80	1100,80
Ácido linoléico	%	1,59	1,58	1,57	1,55
Gordura bruta	%	2,71	2,59	2,66	2,64
Fibra bruta	%	2,90	2,85	2,82	2,78

Níveis de garantia por kg do produto:

<sup>1</sup>Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro<sup>®</sup> produzido pela empresa Alltech Biotechnology): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg.

<sup>2</sup>Núcleo postura da empresa Brastec: cálcio: 269g; fósforo: 94g; manganês: 2334mg; zinco: 1667mg; ferro: 2000mg; cobre: 334mg; iodo: 12mg; selênio: 10,2mg; vitamina A: 334000UI; vitamina D<sub>3</sub>: 67000UI; vitamina E: 234mg; vitamina K<sub>3</sub>: 50mg; vitamina B<sub>1</sub>: 54mg; vitamina B<sub>2</sub>: 147mg; vitamina B<sub>6</sub>: 100mg; vitamina B<sub>12</sub>: 400mcg; niacina: 867mg; ácido fólico: 24mg; ácido pantotênico: 334mg e metionina: 34g.

Referentes à qualidade externa e à qualidade interna dos ovos foram avaliadas as seguintes características: peso do ovo (g), gravidade específica, peso (g) e espessura (mm) da casca, altura do albúmen (mm), unidade Haugh e pesos da gema e do albúmen (g).

Para avaliar estas características, todos os ovos de cada unidade experimental foram identificados, coletados e pesados. Após, foi realizada a determinação da gravidade específica. Para isso, foram preparadas soluções salinas com concentrações de cloreto de sódio que variaram de 1,062 até 1,102 com intervalo de 0,004 entre as soluções. Considerou-se como gravidade específica do ovo a concentração da solução na qual ele flutuou (HAMILTON, 1982). Depois, os ovos foram quebrados individualmente para a avaliação da

altura do albúmen que foi realizada com uma régua específica, com precisão de milímetros. As gemas foram separadas do albúmen e pesadas, enquanto que as cascas, depois de lavadas e secas por 24 horas em estufa de ventilação forçada a 60° C, foram pesadas e medidas com o auxílio de um paquímetro digital. O peso do albúmen foi determinado por diferença e a unidade Haugh calculada pela fórmula:  $UH = 100 \times \log (\text{altura do albúmen espesso (mm)}) + 7,57 - [1,7 \times \text{peso do ovo (g)}^{0,37}]$  (WILLIANS, 1992).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso com quinze repetições experimentais por tratamento. As variáveis respostas foram submetidas às análises de variação, seguida da decomposição da variação entre os tratamentos em componentes polinomiais e ajustamento das curvas de resposta de grau apropriado, não superior a dois. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

Como a distribuição ao acaso das aves nas gaiolas, no início do experimento, provocou uma variação significativa ( $P < 0,05$ ) do peso corporal inicial (PCI) das poedeiras entre os tratamentos, pelas análises estatísticas somente a variável resposta peso do ovo foi ajustada para o PCI.

As análises estatísticas, para o peso do ovo, foram baseadas em modelo estatístico com a seguinte equação:

$$Y_{ij} = \mu + \beta p_{ij} + t_i + e_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$ : observação média na unidade experimental (gaiola com quatro aves) correspondente à j-ésima repetição ( $j = 1, 2, \dots, 15$ ) do i-ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3, 4$ );

$\mu$ : média geral esperada;

$\beta$ : coeficiente de regressão parcial da variável resposta Y em relação à covariável PCI;

$p_{ij}$ : valor da covariável na unidade experimental ij;

$t_i$ : efeito diferencial esperado do tratamento i;

$e_{ij}$ : erro aleatório (efeito conjunto das características estranhas) correspondente à observação média na gaiola referente a j-ésima repetição do i-ésimo tratamento.

O modelo estatístico utilizado para as análises estatísticas das demais variáveis respostas, possui a seguinte equação:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}.$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Qualidade externa e interna dos ovos

Os resultados das análises estatísticas das variáveis de qualidade externa e interna dos ovos estudadas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito do extrato de levedura sobre a qualidade externa e interna dos ovos, durante o período experimental.

Tratamentos	Características <sup>1</sup>								
	CR (g/ave/dia)	PO (g)	GE	PC (g)	EC (mm)	AA (mm)	UH	PG (g)	PA (g)
T <sub>1</sub> – Dieta basal	113	59,20	1,084	5,25	0,40	9,05	94,60	15,64	39,80
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	113	59,20	1,085	5,20	0,40	8,93	94,00	15,54	39,30
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	113	60,40	1,086	5,48	0,40	9,00	94,27	15,98	40,37
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	113	59,60	1,084	5,20	0,40	9,10	94,87	15,74	39,78
Média	113	59,6	1,085	5,28	0,40	9,02	94,44	15,73	39,81
P <sup>2</sup> : efeito do NuPro <sup>®</sup>	0,1691	0,1769	0,0129	0,0061	0,2494	0,7289	0,7361	0,2808	0,4890
CV% <sup>3</sup>	0,70	2,91	0,23	6,65	9,12	8,31	4,08	5,49	8,73
Curva ajustada <sup>4</sup>	Const.	Const.	Quadr. <sup>5</sup>	Quadr. <sup>6</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>CR: consumo de ração, PO: peso do ovo, GE: gravidade específica, PC: peso da casca, EC: espessura da casca, AA: altura do albúmen, UH: unidade Haugh, PG: peso da gema, PA: peso do albúmen.

<sup>2</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>3</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>4</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quadr.: quadrática.

<sup>5</sup>Quadr.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,084 + 1,58x - 0,55x^2$ ;  $r^2 = 0,57$ .

<sup>6</sup>Quadr.: equação polinomial quadrática:  $PC = 5,21 + 0,16x - 0,05x^2$ ;  $r^2 = 0,19$ .

Verificou-se que o peso do ovo não sofreu efeito significativo ( $P=0,1769$ ) (Tabela 2). O aumento no peso do ovo pode ser atribuído à presença dos peptídeos neste hidrolisado protéico, pois estes além de apresentarem maior digestibilidade (GRIMBLE et al., 1986), atuam disponibilizando aminoácidos para a síntese protéica (GARDNER, 1998), além dos peptídeos os nucleotídeos estão envolvidos no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras (LERNER & SHAMIR, 2000) o que pode resultar em maior peso do ovo (LEESON, 1996; MURAKAMI & FURLAN, 2002; PINTO et al., 2002; FREITAS et al., 2005).

Semelhantemente ao observado na presente pesquisa, SILVA et al. (2007) também não verificaram diferença significativa para o peso do ovo entre os tratamentos que continham 1, 2 ou 3% do mesmo extrato de levedura na dieta basal de poedeiras, no período de 26 a 42

semanas de idade. Outros autores (PANOBIANCO et al., 1989; BUTOLO, 1991; OZTURK & OZEN, 1994; MAIA et al., 2001) também não constataram alteração significativa no peso do ovo de poedeiras alimentadas com níveis, da levedura *S. cerevisiae*, variando entre 0 e 28%. Entretanto, BOTELHO et al. (1998) verificaram efeito quadrático significativo para a inclusão da levedura *S. cerevisiae* sobre o peso do ovo de poedeiras em pico de produção, sendo 2,5% o nível indicado para a obtenção de ovos mais pesados. Em um experimento realizado com a suplementação de níveis de 3 a 15% da levedura *S. cerevisiae* na dieta de codornas, no período de 14 a 23 semanas de idade, SUCUPIRA et al. (2007) observaram que o peso do ovo aumentou linearmente com o acréscimo da levedura na dieta.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se efeito significativo ( $P=0,0129$ ) do extrato de levedura para gravidade específica com variação de resposta polinomial quadrática ( $GE = 1,084 + 1,58 x - 0,55 x^2$ ;  $r^2 = 0,57$ ) (Tabela 2). A derivação da equação apresentou um ponto de mínima igual a 1,4% indicando que se situa entre os tratamentos dois e três o melhor valor para gravidade específica dos ovos.

A gravidade específica está diretamente relacionada com a resistência da casca do ovo à quebra (ABDALLAH et al., 1993). Neste experimento, a qualidade da casca dos ovos representada pela gravidade específica foi adequada, pois ficou acima de 1,080 (Figura 1). Segundo BALANDER et al. (1997) o valor mínimo da gravidade específica para ovos comerciais deve ser 1,080, sendo este valor importante para que os ovos resistam ao transporte e processamento.

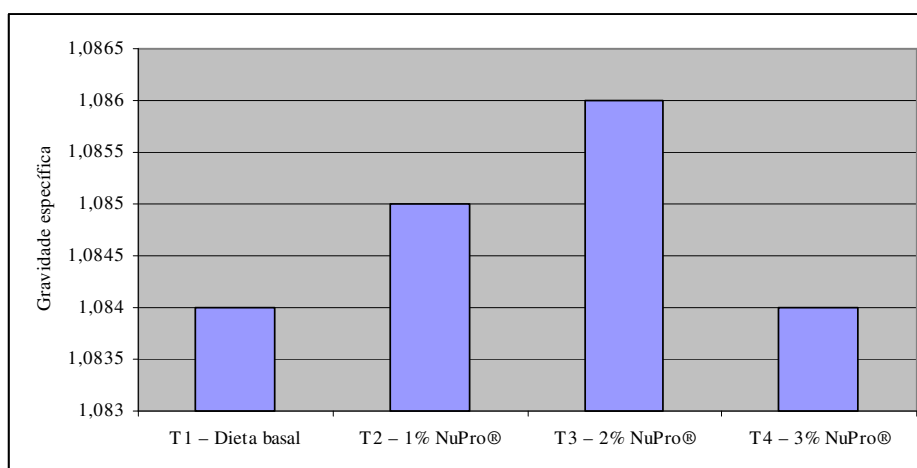


Figura 1. Gravidade específica dos ovos produzidos pelas poedeiras alimentadas com extrato de levedura, durante o período experimental.

Ao contrário do foi observado neste experimento, os autores SILVA et al. (2007) ao utilizarem os tratamentos controle e que continham os níveis 1, 2 e 3% do extrato de levedura

NuPro<sup>®</sup>, no período de 26 a 42 semanas de idade de poedeiras, concluíram que a gravidade específica não foi afetada significativamente pela adição do extrato de levedura na matriz nutricional das dietas.

A gravidade específica dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca (OLSSON, 1934 citado por SECHINATO, 2003). Esta observação foi confirmada nesta pesquisa, pois se observou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do extrato de levedura tanto para a gravidade específica como para o peso da casca com variação de resposta polinomial quadrática ( $PC = 5,21 + 0,16x - 0,05x^2$ ;  $r^2 = 0,19$ ). A derivação da equação apresentou um ponto de mínima igual a 1,6% indicando que se situa entre os tratamentos dois e três o melhor valor para o peso da casca dos ovos (Figura 2).

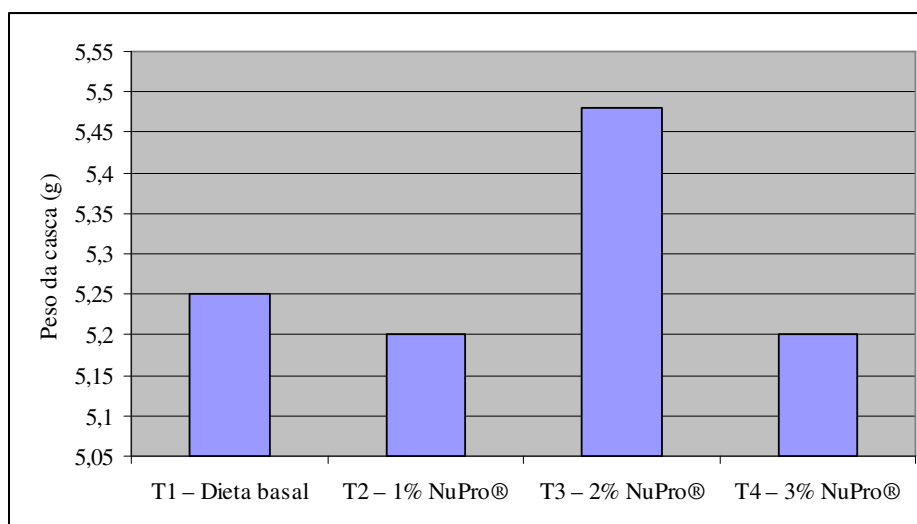


Figura 2. Peso da casca dos ovos (g) produzidos pelas poedeiras alimentadas com extrato de levedura, durante o período experimental.

Resultado semelhante ao observado foi obtido por SUCUPIRA et al. (2007) que demonstraram que os níveis de 3, 6, 9, 12 e 15% de suplementação da levedura *S. cerevisiae* causaram efeito quadrático significativo sobre a percentagem de casca dos ovos de codornas no período de 14 a 23 semanas de idade. Por outro lado, SILVA et al. (2007) ao utilizarem os tratamentos com 0, 1, 2 e 3% do mesmo extrato de levedura na dieta basal de poedeiras Hisex Brown, em pico de produção, não verificaram diferença significativa entre os tratamentos para esta característica estudada.

A adição do extrato de levedura nos níveis estudados não promoveu efeito significativo sobre a espessura da casca ( $P=0,2494$ ), altura do albúmen ( $P=0,7289$ ) e unidade Haugh ( $P=0,7361$ ), ao final do período experimental (Tabela 2).

O único trabalho com poedeiras encontrado na literatura consultada (SILVA et al., 2007) também reporta que não há diferença significativa entre os tratamentos controle e com 1, 2 e 3% de suplementação do extrato de levedura NuPro<sup>®</sup> sobre essas características respostas.

Os resultados dos pesos da gema e do albúmen mostram que não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) (Tabela 2).

A ausência de diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis estudadas está de acordo com os resultados de SILVA et al. (2007) que utilizaram quatro tratamentos com níveis crescentes 0, 1, 2 e 3% do mesmo extrato de levedura na dieta basal de poedeiras, em pico de produção e com os de SUCUPIRA et al. (2007) que incluíram níveis, variando de 3 a 15%, da levedura *S. cerevisiae* na dieta basal de codornas, no período de 14 a 23 semanas de idade.

## CONCLUSÃO

O fornecimento de 1,5% do extrato de levedura na dieta de poedeiras melhorou a qualidade da casca de ovos.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.
- BALANDER, R. J.; FLEGAL, C. J.; STEFTON, T. The effects of SSF on egg production and egg specific gravity in laying hens. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.3, 1997.
- BOHORQUEZ, D. V.; SANTOS JR., A. A.; NANNEY, R. L.; FERKET, P. R. Nutritional assessment of yeast extract (NuPro<sup>®</sup>) in male turkey poults. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007, Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.20.
- BOTELHO, F. G. A.; SERAFINI, F. V.; BUTOLO, E. A. F. Estudo do desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.324-326.
- BUTOLO, J. E. Valor nutricional da levedura. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 1991, p.1-6.

D'SOUZA, D.; FRIO, A. Bridging the post-weaning piglet growth gap: the NuPro® experience in the Asia Pacific region. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007, Nottingham. **Proceedings of Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2007, p.41-48.

DEVRESSE, B. Nucleotides: a key nutrient for the immune system of shrimp? **Feed Mix**, v.8, n.3, p.20-22, 2000.

FREITAS, A. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S.; OLIVEIRA, B. C. M. de. Efeito dos níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

GALVEZ, A., RAMÍREZ, M. J., GARCIA-GARIBAY, M. Chemical composition of a mixture of single cell protein obtained from *Kluyveromyces fragilis* and whey proteins. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v.40, n.2, p.252-262, 1990.

GARATTINI, S. Glutamic Acid, twenty years later. **Journal of Nutrition**, v.130, p.901-909, 2000.

GARDNER, M. L. G. Transmucosal passage of intact peptides. In: **Peptides in mammalian protein metabolism**. London: Portland Press, 1998, p.11.

GRIMBLE, G. K.; KEOHANE, P. P.; HIGGINS, B. E.; KEOHANE, P. P.; GRIMBLE, G. K.; BROWN, B.; SPILLER, R. C. Influence of protein composition and hydrolysis method on intestinal absorption of protein in man. **Gut**, v. 26, n. 4, p. 907-913, 1986.

GRIMBLE, G. K.; WESTWOOD, M. R. Nucleotides. In: Nutrition and Immunology. **Principles and Practice**. Humana Press, Totowa, NJ, USA, 2000, p. 135-144.

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

HONMA, N. H. **Efeito dos níveis nutricionais de cálcio sobre a capacidade reprodutiva e integridade dos ossos de galos reprodutores de corte**. 1992. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LEESON, S. Programas de alimentación para ponedoras e broilers. In: **XII Curso de Especialización FEDNA**. Madrid, Espanha. 1996, p. 201-216.

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **IMAJ**, v.2, p.772-774, 2000.

MAIA, G. A. R.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; SILVA, M. A.; SOUZA, C. L. M. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.163-171, 2001.

MARIBO, H. Commercial products for weaners. NuPro<sup>TM2000</sup> as an alternative protein source for weaners. In: **The National Committee for Pig Production, Danish Bacon and Meat Council**. Denmark: Danske Slagterier, 2000. (Report n.256).

MATEO, C. D.; PETERS, D. N.; DAVE, R. I.; STEIN, H. H. Effects of dietary nucleosides on intestinal microbial activity and performance of newly weaned pigs. In: **NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES**, 20., 2004. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2004, p.55.

MOUGHAN, P. Dietary protein-from amino acid supply to bioactive peptides. In: **NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES**, 17., 2001, Nottingham. **Proceedings of Alltech's 17<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2001, p.33-47.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA**, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002, p.113-120.

OZTURK, E.; OZEN, N. The utilization of dried wine yeast residue in layers and broiler diets. **Turkey Journal of Veterinary and Animal Science**, v.18, p.251-257, 1994.

PANOBIANCO, M. A.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool da cana-de-açúcar em dietas poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.1, p.13-20, 1989.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. de. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

QUERSHI, M. A. Differential expression of inducible nitric oxide synthase is associated with differential toll-like receptor – 4 expression in chicken macrophages from different genetic backgrounds. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v.84, n.3, p.191-207, 2002.

SARTORY, J. R.; PEREIRA, K. A.; GONÇALVES, J. C.; CRUZ, V. C.; PEZZATO, D. F.; PINHEIRO, D. F. Enzimas e simbiótico para frangos de corte nos sistemas convencional e alternativo. 2. Rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, Suppl.5, 2003, Campinas. **Anais ...** Campinas: FACTA, 2003. p.10.

SECHINATO, Alexandre da Silva. **Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. 2003. 59p. Tese (dissertação), Faculdade de Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, R. A. G.; GENTILINI, F. P.; NUNES, P. M.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Effects of NuPro<sup>®</sup> on egg production and egg quality in layers from 26 to 42 weeks of age. In: **NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES**, 23., 2007, Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.27.



SUCUPIRA, F. S.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; BRAZ, N. M. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.528-532, 2007.

TIBBETS, G. W. Biopeptides in post weaning diets for pigs: results to date. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 16., 2000, Nottingham. **Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2000, p.347-368.

UAUY, R.; QUAN, R.; GIL, A. Role of nucleotides in intestinal development and repair: implications for infant nutrition. **Journal of Nutrition**, v.124, n.8, p.1436-1441, 1994.

UAVY, R. Dietary nucleotides and requirements in early life. In: LEBETHAL, E. **Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy**. New York: Raven Press, Ltda., p. 265-280, 1989.

WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.4-16, 1992.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**, v.128, p.1249-1252, 1998.

## **6. CONCLUSÕES GERAIS**

Nas condições em que foi conduzido o experimento é possível inferir que:

- A utilização do extrato de levedura na dieta de poedeiras melhorou a qualidade da casca dos ovos, mas não a qualidade interna e o desempenho produtivo das aves;
- O extrato de levedura pode ser suplementado em até 1,5%.

## 7. REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.

ADIBI, S. A. Renal assimilation of oligopeptide: physiological mechanisms and metabolic importance. **American Journal Physiology**, v.272, n.5, p.723-736, 1997.

ALMEIDA, M. V. de; SILVA, A. D. da; SOUZA, M. V. N. de; BENÍCIO, A. A. A. A cascata dos fosfoinosítídeos. **Química Nova**, v.26, n.1, 2003.

ANDERSON, D. P. Environmental factors in fish health; immunological aspects. In: The Fish Immune System. **Organism, Pathogen and the Environment**. San Diego: Academic Press. 1996, p.289-337.

BAGER, F.; ARESTRUP, F. M.; WEGNER, H. G. Dealing with antimicrobial resistance – the danish experience. **Journal Animal Science**, v.80, p.223-228, 2000.

BALANDER, R. J.; FLEGAL, C. J.; STEFTON, T. The effects of SSF on egg production and egg specific gravity in laying hens. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.3, 1997.

BERTECHINI, A. G. Metabolismo das proteínas. In: BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA. 2003, p.101-130.

BERTHOLD, H. K.; CRAIN, P. F.; GOUNI, I.; REEDS, P. I.; KLEIN, P. D. Evidence for incorporation of intact dietary pyrimidine (but not purine) nucleosides into hepatic RNA. **Proceedings National Academic of Science**, v.92, n.22, p.10123-10127, 1995.

BOARD, R. G.; CLAY, C.; LOCK, J.; DOLMAN, J. The egg: a compartmentalized, aseptically package food. In: BOARD, R. G.; FULLER, R. **Microbiology of the avian egg**. London: Chapman & Hall, 1994. p.85-89.

BOHORQUEZ, D. V.; SANTOS JR., A. A.; NANNEY, R. L.; FERKET, P. R. Nutritional assessment of yeast extract (NuPro<sup>®</sup>) in male turkey poults. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007, Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.20.

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

BOTELHO, F. G. A.; SERAFINI, F. V.; BUTOLO, E. A. F. Estudo do desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.324-326.

BRONK, J. R.; HASTEWELL, J. G. The transport of pyrimidines into tissue rings cut from rat small intestine. **The Journal of Physiology**, v. 382, p.475-488, 1987.

BROSNAN, J. T.; MAN, K. C.; HALL, D. E.; COLBOURNE, S. A.; BROSNAN, M. E. Interorgan metabolism of amino acids in the streptozotocin-diabetic ketoacidotic rat. **American Journal Physiology**, v.244, n.2, p.151-158, 1983.

BROSNAN, J. T. Glutamate at the interface between amino acid and carbohydrate metabolism. **Journal of Nutrition**, v.130, p.988-990, 2000.

BUENO, J.; TORRES, A.; ALMENDROS, A.; CARMONA, R.; NUNEZ, M. C.; RIOS, A.; GIL, A. Effect of dietary nucleotides on small intestinal repair after diarrhoea. Histological and ultrastructural changes. **Gut**, v.35, n.7, p.926-933, 1994.

BUSTAMANTE, S. A.; SANCHEZ, N.; CROSIER, J.; MIRANDA, D.; COLOMBO, G.; MILLER, M. J. S. Dietary nucleotides: effects on the gastrointestinal system in swine. **Journal of Nutrition**, v.124, n.1, p.149-156, 1994.

BUTOLO, J. E. Valor nutricional da levedura. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA, 2., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 1991, p.1-6.

BUTOLO, J. E.; NOBRE, P. T. C.; BUTOLO E. A. F.; SERAFIN, F. V. Utilização da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1997, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: FACTA/WSPA-BR. 1997, p.29.

CAGAN, R. H.; TORII, K.; KARE, M. R. Biochemical studies of glutamate taste receptors: the synergistic taste effect of L-glutamate and 5'-ribonucleotides. In: **Glutamic Acid: Advances in Biochemistry**. New York: Raven Press, Ltda, 1979, p.1-9.

CAMARGO, W. **As Vitaminas do Futuro: O Poder do Verde**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Nuad. 1997, 140p.

CARVER, J. D.; PIMENTEL, B.; COX, W. I.; BARNES, L. A. Dietary nucleotide effects upon immune function in infants. **Pediatrics**, v.88, p.359-363, 1991.

CARVER, J. D. Dietary nucleotides: cellular immune, intestinal and hepatic system effects. **Journal of Nutrition**, v.124, n.1, p.144-148, 1994.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. The role of nucleotides in human nutrition. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.6, p.58-72, 1995.

CARVER, J. D. Dietary nucleotides: effects on the immune and gastrointestinal systems. **Acta Paediatrica**, v.88, n.430, p.83-88, 1999.

CHEN, X. Z.; ZHU, T.; SMITH, D. E.; HEDIGER, M. A. Stoichiometry and kinetics of the high-affinity H<sup>+</sup>-coupled peptide transporter PepT2. **Journal of Biological Chemistry**, v.274, p.2773-2779, 1999.

CLÁUDIO Rocha de Miranda: Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_k8d36l7j.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_k8d36l7j.pdf)> Acesso em: 07 de setembro de 2007.

COMBS, G. F. **The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health**. 2. ed. California: Academic Press. 1998, 618p.

COSGROVE, M. Perinatal and infant nutrition: Nucleotides. **Nutrition**, v.14, n.10, p.748-751.1998.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: **1º SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV – Embrapa sobre Nutrição de Aves**. Concórdia, SC. 1999, p.118-130.

CRAIG, S.R.; McLEAN, E. The organic aquaculture movement: a role for NuPro<sup>®</sup> as an alternative protein source. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 21., 2005, Nottingham. **Proceedings of Alltech's 21<sup>st</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2005. p.317-325.

D'SOUZA, D.; FRIO, A. Bridging the post-weaning piglet growth gap: the NuPro<sup>®</sup> experience in the Asia Pacific region. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007, Nottingham. **Proceedings of Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2007. p.41-48.

DANIEL, H.; MORSE, E. L.; ADIBI, S. A. The high and low affinity transport systems for dipeptides in kidney brush border membrane respond differently to alterations in pH gradient and membrane potential. **Journal of Biological Chemistry**, v.266, p.19917-19924, 1992.

DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KONERGAY, E. T.; YI, Z.; HULLET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, v. 74, p.1831-1842, 1995.

DESHPANDE, S. S.; CHERYAN, M. Effects of phytate, divalent cations and their implications on alpha-amylase activity. **Journal of Food Science**, v.49, p.516-519, 1984.

DEVRESSE, B. Nucleotides: a key nutrient for the immune system of shrimp? **Feed Mix**, v.8, n.3, p.20-22, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC) **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. Concórdia, 1991, 97p. (Embrapa-CNPSA, Documentos, 19).

ESPÍNDOLA, G. B.; FUENTES, M. F. F.; GUERREIRO, M. E. F.; PINHEIRO, M. P. J. Avaliação da energia digestível em dietas para coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995, p.396-398.

EUSEBIO, P.; TORERO, A. Performance of commercial turkeys fed diets containing NuPro®. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007, Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.38.

FREITAS, A. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S.; OLIVEIRA, B. C. M. de. Efeito dos níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

FURTADO, I. M.; OLIVEIRA, A. I. G.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, B. L.; RODRIGUES, P. B. Correlação entre medidas da qualidade da casca e perda de ovos no segundo ciclo de produção. **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.3, p.654-660, maio/junho, 2001.

GALVEZ, A.; RAMÍREZ, M. J.; GARCIA-GARIBAY, M. Chemical composition of a mixture of single cell protein obtained from *Kluyveromyces fragilis* and whey proteins. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v.40, n.2, p.252-262, 1990.

GARATTINI, S. Evaluation of the neurotoxic effects of glutamic acid. In: **Nutrition and the brain**. New York: Raven Press Ltda, 1979, p.79-124.

GARATTINI, S. Glutamic Acid, twenty years later. **Journal of Nutrition**, v.130, p.901-909, 2000.

GARDNER, M. L. G. Absorption of intact proteins and peptides. In: **Physiology of the gastrointestinal tract**. 3. ed., New York: Raven Press Ltda, 1994, p. 1795-1820.

GARDNER, M. L. G. Transmucosal passage of intact peptides. In: **Peptides in mammalian protein metabolism**. London: Portland Press, 1998, p.11.

GILL, R.; HARGREAVES, R. J.; KEMP, J. A. The neuroprotective effect of the glycine site antagonist 3R-(+)-cis-4-methyl-HA966 (L-687,414) in a rat model of focal ischaemia. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, v.15, p.197-204, 1995.

GONZÁLEZ-TELLO, P.; CAMACHO, F.; JURADO, E.; PAÉZ, M. P.; GUADIX, E. M. Enzymatic hydrolysis of whey proteins. II. Molecular-weight range. **Biotechnology and Bioengineering**, v.44, n.4, p.529-32, 1994.

GRIMBLE, G. K.; KEOHANE, P. P.; HIGGINS, B. E.; KEOHANE, P. P.; GRIMBLE, G. K.; BROWN, B.; SPILLER, R. C. Influence of protein composition and hydrolysis method on intestinal absorption of protein in man. **Gut**, v. 26, n.4, p.907-913, 1986.

GRIMBLE, G. K.; WESTWOOD, M. R. Nucleotides. In: **Nutrition and Immunology. Principles and Practice**. Humana Press, Totowa, NJ, USA, 2000. p.135-144.

HALÁSZ, A.; LÁSZTITY, R. **Use of yeast biomass in food production**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 312p.

HALPERN, B. P. Glutamate and the flavor of foods. **Journal of Nutrition**, v.130, p.910-914, 2000.

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

HARLAND, B. F.; MORRIS, E. R. Phytate: a good or a bad food component? **Nutrition Research**, v.15, n.5, p.733-754, 1995.

HONMA, N. H. **Efeito dos níveis nutricionais de cálcio sobre a capacidade reprodutiva e integridade dos ossos de galos reprodutores de corte**. 1992. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HULET, R. M. Effect of NuPro<sup>®</sup> on growth performance of turkey hens grown to market age. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 22., 2006. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 22<sup>nd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2006, p.29.

KESHAVARZ, K. Por que é necesario emplear la fitase en la dieta de las ponedoras? **Indústria Avícola**, v.46, n.10, p.13-14, 1999.

KNUCKLES, B. L. Effect of phytate and other myoinositol phosphate esters on lipase activity. **Journal of Food Science**, v.50, p.250-252, 1998.

KULKARNI, A. D.; RUDOLPH, F. B.; VAN BUREN; C. T. The role of dietary sources of nucleotides in immune function: a review. **Journal of Nutrition**, v.124, p.1442-1446, 1994.

LEESON, S.; CASTON, S.; SUMMERS, J. D. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, v.75, n.4, p.522-528, 1996.

LEESON, S. Programas de alimentación para ponedoras e broilers. In: **XII Curso de Especialización FEDNA**. Madrid, Espanha, 1996, p.201-216.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Nucleotídeos e ácidos nucléicos. In: **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo, Sarvier, 1995, p.242-268.

LEIBACH, F. H.; GANAPATHY, V. Peptide transporters in the intestine and the kidney. **Annual Review of Nutrition**, v.16, p.99-109, 1996.

LELEIKO, N. S.; MARTIN, B. A.; WALSH, M.; KAZLOW, P.; RABINOWITZ, S.; STERLING, K. Tissuespecific gene expression results from a purine-and pyrimidine-free diet and 6-mercaptopurine in the rat small intestine and colon. **Gastroenterology**, v.93, 1987, p.1014-1020.

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **IMAJ**, v.2, p.772-774, 2000.

LIMA, I. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. 1996, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1996, p. 389-402.

LYONS, P. A time for answers: solutions for the 2001 feed industry. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 17., 2001. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 17<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2001, p.1-23.

LYONS, P. The new energy crisis: food, feed, or fuel? In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2007, p.1-10.

LYUTSKANOV, N.; KOLEVA, L.; STATEVA, L.; VENKOV, P.; HADJIOLOV, A. Protein extracts for nutritional purposes from fragile strains of *Saccharomyces cerevisiae*: reduction of nucleic acid content and applicability of the protein extracts. **Journal of Basic Microbiology**, v.30, n.7, p.523-528, 1990.

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, R. L.; GONZALEZ, E. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária**. Jaboticabal: Ed. FUNEP. 2002, p. 75-111.

MAHAN, D. C. **Comparison of plasma protein and ultimate protein in the diets of starter pigs**. Report to Alltech: The Ohio State University, 1999.

MAIA, G. A. R.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R.; SILVA, M. A.; SOUZA, C. L. M. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.163-171. 2001.

MALDONADO, J.; NAVARRO, J.; NARBONA, E.; GIL, A. The influence of dietary nucleotides on humoral and cell immunity in the neonato and lactating infant. **Early Human Development**, v.65, p.69-74, 2001.

MANZONI, C.; MENNINI, T. Arachidonic acid inhibits [<sup>3</sup>H]-glutamate uptake with different potencies in rodent central nervous system regions expressing different transporter subtypes. **Pharmacology Research**, v.35, p.149-151, 1997.

MARIBO, H. Commercial products for weaners. NuPro<sup>TM2000</sup> as an alternative protein source for weaners. In: **The National Committee for Pig Production, Danish Bacon and Meat Council**. Denmark: Danske Slagterier, 2000. (Report n.256).

MARIBO, H. Weaning pigs without antibiotic growth promoters: strategies to improve health and performance. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 19., 2003. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 19<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2003, p.179-184.



MASCARUCCI, P.; PEREGO, G.; TERRAZZINO, S.; DE SIMONI, M. G. Glutamate release in the nucleus tractus solitarius induced by peripheral lipopolysaccharide and interleukin-1 $\beta$ . **Neuroscience**, v.86, p.1285-1290, 1998.

MATEO, C. D.; PETERS, D. N.; DAVE, R. I.; STEIN, H. H. Effects of dietary nucleosides on intestinal microbial activity and performance of newly weaned pigs. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2004, p.55.

MATEO, C. D.; STEIN, H. H. Nucleotides and young animal health: can we enhance intestinal tract development and immune function? In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2004. p.159-170.

MATTHEWS, J. C. Peptides absorption: where peptides fit in protein nutrition and metabolism. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 16., 2000. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2000. p.357-368.

MAXWELL, C. V. Future of the feed/food industry: re-inventing animal feed. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2004. p.11-25.

MAYER, D.; NATSUMEDA, Y.; IKEGAMI, T. Expression of key enzymes of purine and pyrimidine metabolism in a hepatocyte-derived cell line at different phases of the growth cycles. **Journal of Cancer Research and Clinical Oncology**, v.116, p.251-258, 1990.

MAYRLEITNER, M.; SCHAFFER, R.; FLEISCHER, S. IP<sub>3</sub> receptor purified from liver plasma membrane is a (1,4,5) IP<sub>3</sub> activated and (3,4,5) IP<sub>4</sub> inhibited calcium permeable ion channel. **Cell Calculation**, v.17, p.141-153, 1995.

McGEHEE, D. S.; ROLE, L. W. Presynaptic ionotropic receptors. **Current Opinion in Neurobiology**, v.6, p.342-349, 1996.

MEIJER, A. J.; LAMERS, W. H.; CHAMULEAU, R. Nitrogen metabolism and ornithine cycle function. **Physiology Reviews**, v.70, p.701-748, 1990.

MEISEL, H. Biochemical properties of bioactive peptides derived from milk proteins. **Biopoly**, v.43, p.119, 1997.

MENNINI, T.; MIARI, A. Modulation of [<sup>3</sup>H]-glutamate binding by serotonin in the rat hippocampus: an autoradiographic study. **Life Science**, v.49, p.283-292, 1991.

MOLLGARD, K.; SAUNDERS, N. R. Complex tight junctions of epithelial and of endothelial cells in early foetal brain. **Journal of Neurocytology**, v.4, p.453-468, 1975.

MOREIRA, I.; ANDREOTTI, F. L.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C. Níveis crescentes de levedura de recuperação (*Saccharomyces spp*), seca pelo método "Spray Dry", na alimentação de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, v.4, p.116-118. 1996.

MOUGHAN, P. Dietary protein-from amino acid supply to bioactive peptides. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 17., 2001. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 17<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2001. p.33-47.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.113-120.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Science, 1994, 155p.

NAVARRO, J.; BARVO, A. R.; VALERA, M. J.; GIL, A. Modulation of antibody-forming cell and mitogen-driven lymphoproliferative responses by dietary nucleotides in mice. **Immunology Letters**, v.53, p.141-145, 1996.

NELSON, T. S.; FERRARA, L. W.; STORER, N. L. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. **Poultry Science**, v.47, n.4, 1968.

OGIHARA, H.; SUZUKI, T.; NAGAMACHI, Y.; INUI, K.; TAKATA, K. Peptide transporter in the rat small intestine: ultrastructural localization and the effect of starvation and administration of amino acids. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.31, p.169-174, 1999.

OLIVER, C. E.; BAUER, M. L.; SCHROEDER, J. W.; KELLER, W. L.; PARK, C. S. Dietary nucleotides enhance calf immune function. **The FASEB Journal**. v.16, p.985, 2002. (Abstr.).

OVERFIELD, N. D. Evaluation of egg quality in commercial practice. In: WELLS, R. G.; BELYAVIN, C. C. **Egg quality: current problems and recent advances**. England: Butterworths, 1987, 302p.

OZTURK, E.; OZEN, N. The utilization of dried wine yeast residue in layers and broiler diets. **Turkey Journal of Veterinary and Animal Science**, v.18, p.251-257, 1994.

PANOBIANCO, M. A.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O. M. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool da cana-de-açúcar em dietas poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.1, p.13-20, 1989.

PAUBERT-BRAQUET, M.; DUPONT, C.; HEDEF, N.; PICQUOT, S. Quantification of nucleotides in human milk and their effects on cytokine production by murine fibroblasts, J77A1 macrophages and human monocytes. **Foods, Nutrition and Immunity**, v.1, p.22-34. 1992.

PEIXOTO, N. Processamentos de produtos de biomassa de levedura para alimentação humana: potencial, mercado interno e externo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas : ITAL, 1996. p.90-98.

PEPPLER, H. J. Food Yeast. In: ROSE, A. H., HARRISON, J. S. (eds.) **The Yeast**. London Academic Press, p. 421-462, 1970.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. de. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

POWER, R.; MURPHY, R. Biologically active peptides: sources, production and nutritional importance. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 15., 1999. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 15<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 1999. p.435-447.

QUERSHI, M. A. Differential expression of inducible nitric oxide synthase is associated with differential toll-like receptor – 4 expression in chicken macrophages from different genetic backgrounds. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v.84, n.3, p.191-207, 2002.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Influence of dietary phytic acid and available phosphorus levels on the response of broilers to supplemental natuphos. In: **Short course on feed technology**. 7. ed. Korea: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997, p.1-56.

RAY, A.; MANDEL, P.; DESSAUX, G. Distribution des acides ribonucleiques dans le myocarde du rat. Cinétique de marquage par le P *in vivo*. **Archives of Internal Physiology Biochemical**, v.81, p.249-272, 1973.

REEDS, P. J. Amino acid needs and protein scoring patterns. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.49, p.17-25, 1990.

REEDS, P. J.; BURRIN, D. G.; STOLL, B.; JAHLOOR, F. Intestinal glutamate metabolism. **Journal of Nutrition**, v.130, p.978-982, 2000.

RIEGEL, R. E. Mecanismo da síntese das proteínas. In: **Bioquímica**. 3. ed. São Leopoldo: Unisinos. 2002. p.321-350.

ROSALES, F. H. Yeast as protein source for human nutrition. A review. **Acta Microbiology of the Academy of Science of Hungary**, Budapest, v.31, n.3, p.159-172, 1984.

RUDOLPH, F. B.; KULKARNI, A. D.; FANSLAW, W. C.; PIZZINI, R. P.; KUMAR, S.; VAN BUREN, C. T. Role of RNA as a dietary source of pyrimidines and purines in immune function. **Nutrition**, v.6, p.45-52, 1990.

RUDOLPH, F. B. The biochemistry and physiology of nucleotides. 1994. p.124-127.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L.; GONÇALVES, A. D.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; ZAUK, N.; RIBEIRO, C. L. G.; SILVA, R. R. Performance and carcass traits of broilers fed diets containing yeast extract (NuPro®). In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 20<sup>th</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2004. p.56.

RUTZ, F.; ANCIUTI, A. A.; RECH, J. L.; GONÇALVES, F. M.; DELGADO, A. D.; ROSA, E. R.; ZAUK, N.; RIBEIRO, C. L. G.; SILVA, R. R.; DALLMANN, P. R. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de levedura na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.349-355, 2006.

SÁNCHEZ-POZO, A.; RUEDA, R.; FONTANA, L.; GIL, A. Dietary nucleotides and cell growth. **Trends Comparative Biochemistry and Physiology**, v.5, p.99-111, 1998.

SÁNCHEZ-POZO, A.; GIL, A. Nucleotides as semi-essencial nutritional components. **British Journal of Nutrition**, v.87, n.5, p.135-137, 2002.

SANTOS, E. C.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; DIAS, E. S.; MURGASS, L. D. S. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.223-231, jan./fev. 2005.

SANTOS JR., A. A.; BOHORQUEZ, D. V.; NANNEY, R. L.; FERKET, P. R. Nutrient digestibility value of a yeast extract, NuPro®, in male broiler chicks. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.19.

SARTORY, J. R.; PEREIRA, K. A.; GONÇALVES, J. C.; CRUZ, V. C.; PEZZATO, D. F.; PINHEIRO, D. F. Enzimas e simbiótico para frangos de corte nos sistemas convencional e alternativo. 2. Rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Suppl.5, 2003, Campinas. **Anais ...** Campinas: FACTA, 2003, p.10.

SAVIANO, D. A.; CLIFFORD, A. J. Absorption, tissue incorporation and excretion of free purine bases in the rat. **Nutrition Reviews International**, v.17, p.551-556, 1978.

SCHWARZER, C.; SPERK, G.; SAMANIN, R.; RIZZI, M.; GARIBOLDI, M.; VEZZANI, A. Neuropeptides - immunoreactivity and their mRNA expression in kindling: functional implications for limbic epileptogenesis. **Brain Research Reviews**, v.22, p.27-50. 1996.

SECHINATO, Alexandre da Silva. **Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção e qualidade de ovos de galinhas poedeiras**. 2003. 59p. Tese (dissertação), Faculdade de Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SIEMENSMA, A. D.; WEIJER, W. J.; BAK, H. J. The importance of peptide lengths in hypoallergenic infant formulae. **Trends Food Science Technology**, v.4, n.1, p.16-21, 1993.

SILVA, F. A.; MORAES, G. H. K.; RODRIGUES, A. C. P.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, F. L. T.; FONSECA, C. C.; MINAFRA, C. S. Efeitos do ácido L-glutâmico e da vitamina D<sub>3</sub> nos fêmures e tibiotarsos de pintos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2067-2077, 2001.

SILVA, V. K.; SILVA, J. D. T.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; MORAES, V. M. B. Effects of Bio-Mos<sup>®</sup> and NuPro<sup>®</sup> added to the starter diet on the performance of broilers reared at different temperatures. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 22., 2006. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 22<sup>nd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2006, p.34.

SILVA, R. A. G.; GENTILINI, F. P.; NUNES, P. M.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Effects of NuPro<sup>®</sup> on egg production and egg quality in layers from 26 to 42 weeks of age. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 23., 2007. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2007, p.27.

SMITH, J. A. **The Tropical Agriculturalist: Poultry**. Hong Kong: The Mac Millan Press Ltda. 1990, 41p.

SMITH, Q. R. Transport of glutamate and other amino acids at the blood-brain barrier. **Journal of Nutrition**, v.130, p.1016-1022, 2000.

SNYDER, H. E. Microbial sources of protein. **Advances in Food Research**, New York, v.18, p.85-91, 1970.

SOHN, S.; KIM, E.; GWAG, B. J. Glutamate neurotoxicity in mouse cortical neurons: atypical necrosis with DNA ladders and chromatin condensation. **Neuroscience Letters**, v.240, p.147-150, 1998.

SPIES, A. **The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil: a framework for change, Australia**. 2003. 370f. Thesis (Ph. D) - School of Natural and Rural Systems Management. The University of Queensland, Australia.

STEEL, A.; NUSSBERGER, S.; ROMERO, M. F.; BORON, W. F.; BOYD, R. C. A.; HEDIGER, M. A. Stoichiometry and pH dependence of the rabbit proton-dependent oligopeptide transporter PepT1. **The Journal of Physiology**, v.498, p.563-569, 1997.

STEGINK, L. D.; FILER JR., L. J.; BAKER, G. L.; MUELLER, S. M.; WU-RIDEOUT, M. Y. C. Factors affecting plasma glutamate levels in normal adult subjects. **Glutamic Acid: Advances in Biochemistry**. New York: Raven Press, 1979, p.333-351.

SUCUPIRA, F. S.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; BRAZ, N. M. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.528-532, 2007.

TATYANA, Dall'Agnol. Nutrição. Disponível em: <[http://www.ativo.com/materias.php?id\\_materia=50241&id\\_esporte=162](http://www.ativo.com/materias.php?id_materia=50241&id_esporte=162)> Acesso em: 16 agosto de 2007.

TESTA, V. M. Desenvolvimento sustentável e a suinocultura do oeste catarinense: desafios econômicos, sociais e ambientais. In: GUIVANT, J; MIRANDA, C. R de. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Chapecó: Argos, 2004, p.23-72.

THOMPSON, L. U.; YOON, J. H. Starch digestibility as affected by polyphenols and phytic acids. **Journal of Food Science**, v.49, p.1228-1229, 1984.

THORELL, L.; SJOBERG, L. B.; HERNELL, O. Nucleotides in human milk: sources and metabolism by the newborn infant. **Pediatric Research**, v.40, n.6, p.845-852, 1996.

TIBBETS, G. W. Biopeptides in post weaning diets for pigs: results to date. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 16., 2000. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2000, p.347-368.

TIBBETS, G. W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 18., 2002. Nottingham. **Proceedings of Alltech's 18<sup>th</sup> Annual Symposium**. Nottingham: Nottingham University Press. 2002, p.435-443.

TURNBERG, L. A.; RILEY, S. A. Digestion and absorption of nutrients and vitamins. In: Sleisenger & Fordtram. **Gastrointestinal Disease**, 5. ed, Saunders, 1993, p.977-1008.

UAUY, R. Non-immune system responses to dietary nucleotides. **Journal of Nutrition**, v.124, n.1, p.157-159, 1994.

UAUY, R.; QUAN, R.; GIL, A. Role of nucleotides in intestinal development and repair: implications for infant nutrition. **Journal of Nutrition**, v.124, n.8, p.1436-1441, 1994.

UAVY, R. Dietary nucleotides and requirements in early life. In: LEBETHAL, E. **Textbook of gastroenterology and nutrition in infancy**. New York: Raven Press, Ltda., p.265-280, 1989.

WEBB, K. E. **Peptide absorption**. Presented at the Virginia State State Feed Association Meeting. Hot Springs, VA. 2000, p.16-17.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. **Human Physiology**. 9. ed. Boston: McGraw Hill, 2004, p.825.

WILLIAMS, K. C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.4-16, 1992.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**, v.128, p.1249-1252, 1998.

YAMAMOTO, S.; WANG, M. F.; ADJEI, A. A.; AMEHO, C. K. Role of nucleotides and nucleosides in immune system, gut reparation after injury and brain function. **Nutrition**, v.13, p.372-374, 1997.

YOKOTA, H.; OKOMURA, J.; SASA, Y. Studies on digestibility, biological value and metabolizable energy of single cell protein sources for the chicken. **Japanese Poultry Science**, v.13, p.124-128, 1976.

YOSHIDA, Y. Umami taste and traditional seasonings. **Food Reviews International**, v.14, p.213-246, 1998.

YU, V. Y. The role of dietary nucleotides in neonatal and infant nutrition. **Singapore Medical Journal**, v.39, p.145-150, 1998.

ZAUK, N. H. F.; LOPES, D. C. M.; SILVA, L. M.; DALLMANN, P. R.; RIBEIRO, C. L. G.; PINTO JR., A. O.; MIELKE, R. B.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Performance and carcass traits of broilers fed pre-starter diets containing NuPro®. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 22., 2006. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 22<sup>nd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY, USA, 2006. p.10.

ZIMMER, H. G. Regulation of, and intervention into the oxidative pentose phosphate pathway and adenine nucleotide metabolism in the heart. **Molecular and Cellular Biochemistry**, p.101-161, 1996.

ZUMBADO, M. La gravedad específica para determinar la cualidade del cascarón. **Avicultura Profesional**, v.1, p. 8-10, 1983.

## 8. APÊNDICE

Tabela 1A. Temperaturas e umidades, máxima e mínima, do interior do aviário, durante o período experimental.

Data	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade máxima (%)	Umidade mínima (%)
13/10/2005	24,3	19,2	85	67
14/10/2005	25,2	19,7	85	67
15/10/2005	25,3	18,9	85	66
16/10/2005	22,3	17,1	83	61
17/10/2005	22,8	12,3	84	47
18/10/2005	18,9	15,9	86	79
19/10/2005	21,8	15,5	84	55
20/10/2005	28,4	16,5	75	81
21/10/2005	28,9	18,8	81	58
22/10/2005	28,0	21,0	90	65
23/10/2005	28,7	17,9	74	48
24/10/2005	21,3	16,8	80	52
25/10/2005	25,9	19,6	88	52
26/10/2005	25,6	18,2	80	53
27/10/2005	25,9	17,5	86	57
28/10/2005	24,7	20,5	89	67
29/10/2005	24,5	17,8	89	45
30/10/2005	25,0	14,3	89	43
31/10/2005	20,9	10,3	87	43
01/11/2005	23,7	12,3	86	41
02/11/2005	26,2	16,7	90	38
03/11/2005	28,1	21,0	87	60
04/11/2005	31,4	17,7	90	48
05/11/2005	22,9	16,8	86	54
06/11/2005	21,8	13,6	86	55
07/11/2005	20,0	13,0	86	53
08/11/2005	22,8	15,7	72	50
09/11/2005	23,1	16,9	79	51
10/11/2005	25,3	18,7	77	51
11/11/2005	28,1	19,7	85	59
12/11/2005	27,0	19,8	85	58
13/11/2005	29,8	20,9	89	55
14/11/2005	28,8	20,1	90	58
15/11/2005	32,2	19,4	88	39
16/11/2005	28,9	18,9	85	49
17/11/2005	26,8	19,4	83	42
18/11/2005	27,0	20,7	91	64
19/11/2005	29,3	20,5	90	63
20/11/2005	30,0	17,5	88	61



Tabela 1A. Continuação

21/11/2005	33,8	20,3	84	44
22/11/2005	33,3	22,6	83	47
23/11/2005	35,9	24,4	84	48
24/11/2005	33,4	22,4	84	47
25/11/2005	26,7	17,7	74	41
26/11/2005	29,0	18,8	72	39
27/11/2005	24,4	18,5	73	38
28/11/2005	33,0	19,6	74	24
29/11/2005	31,2	21,5	78	43
30/11/2005	31,0	21,7	85	52
01/12/2005	30,7	21,3	85	48
02/12/2005	25,4	15,5	75	46
03/12/2005	25,3	17,5	73	41
04/12/2005	29,2	21,2	82	43
05/12/2005	27,8	18,3	80	43
06/12/2005	29,8	19,9	85	51
07/12/2005	25,2	15,5	68	36
08/12/2005	25,7	18,4	79	45
09/12/2005	29,7	20,9	78	47
10/12/2005	26,9	20,2	80	53
11/12/2005	24,8	15,0	77	43
12/12/2005	26,3	19,8	72	41
13/12/2005	26,4	21,1	76	57
14/12/2005	27,5	21,1	80	56
15/12/2005	27,6	21,4	78	55
16/12/2005	29,2	21,5	82	57
17/12/2005	30,9	21,4	84	53
18/12/2005	27,3	16,6	82	55
19/12/2005	29,6	20,3	81	44
20/12/2005	23,4	15,9	83	66
21/12/2005	26,7	16,8	81	45
22/12/2005	31,1	20,9	83	28
23/12/2005	33,7	23,2	80	26
24/12/2005	31,7	22,7	75	47
25/12/2005	30,1	21,8	74	47
26/12/2005	27,8	16,9	73	34
27/12/2005	28,7	18,6	82	38
28/12/2005	29,8	21,7	73	46
29/12/2005	31,3	22,9	80	47
30/12/2005	31,2	21,9	80	45
31/12/2005	33,5	21,2	87	46
01/01/2006	30,5	19,8	80	46
02/01/2006	29,0	22,4	88	62
03/01/2006	29,3	21,2	85	58
04/01/2006	29,2	21,5	83	56
05/01/2006	28,4	18,7	82	55
06/01/2006	28,0	18,8	82	49
07/01/2006	31,6	22,9	80	46

Tabela 1A. Continuação

08/01/2006	36,3	25,2	83	30
09/01/2006	37,7	23,4	80	32
10/01/2006	29,1	24,7	89	66
11/01/2006	26,4	23,9	86	63
12/01/2006	33,7	25,0	86	59
13/01/2006	16,7	24,7	84	40
14/01/2006	29,6	24,7	87	70
15/01/2006	31,8	22,9	89	50
16/01/2006	35,8	25,5	85	44
17/01/2006	30,7	21,6	85	67
18/01/2006	26,3	18,0	79	45
19/01/2006	28,7	20,3	79	46
20/01/2006	27,6	21,3	84	68
21/01/2006	31,6	25,0	87	58
22/01/2006	30,1	26,0	88	59
23/01/2006	30,2	26,3	87	59
24/01/2006	26,9	23,5	80	66
25/01/2006	25,5	24,1	88	82
26/01/2006	27,3	21,4	86	74
27/01/2006	27,5	17,2	83	56
28/01/2006	29,3	21,4	84	56
29/01/2006	28,8	22,1	88	57
30/01/2006	28,1	22,2	81	58
31/01/2006	32,3	20,1	84	39
01/02/2006	28,8	19,3	80	46
02/02/2006	30,6	21,0	77	42
03/02/2006	32,0	22,1	81	48
04/02/2006	33,2	25,3	87	53
05/02/2006	30,7	25,0	87	67
06/02/2006	35,1	24,4	84	44
07/02/2006	29,1	19,1	76	36
08/02/2006	27,6	19,3	76	47
09/02/2006	28,0	18,4	77	50
10/02/2006	28,5	18,2	74	46
11/02/2006	27,8	16,3	77	45
12/02/2006	27,3	16,8	76	44
13/02/2006	29,4	19,6	73	43
14/02/2006	28,4	18,6	82	52
15/02/2006	30,6	19,6	80	42
16/02/2006	30,9	28,2	82	46
17/02/2006	30,4	22,5	86	61
18/02/2006	29,3	21,8	85	60
19/02/2006	28,8	20,8	68	63
20/02/2006	31,0	21,7	85	48
21/02/2006	31,4	22,0	80	46
22/02/2006	29,7	20,9	82	49
23/02/2006	30,1	20,8	80	41
24/02/2006	29,5	24,2	79	57

Tabela 1A. Continuação

25/02/2006	26,0	21,2	87	74
26/02/2006	28,8	22,3	86	73
27/02/2006	29,3	23,2	88	66
28/02/2006	29,9	24,3	87	73
01/03/2006	27,6	16,0	81	47
02/03/2006	30,3	22,2	84	54
03/03/2006	30,1	20,8	80	41
04/03/2006	29,3	21,8	85	60
05/03/2006	29,3	22,8	81	61
06/03/2006	32,4	19,7	88	48
07/03/2006	31,8	18,3	87	43
08/03/2006	31,3	18,8	87	44
09/03/2006	30,4	21,0	79	50
10/03/2006	31,6	20,7	74	41
11/03/2006	30,8	21,1	77	40
12/03/2006	27,6	16,0	81	47
13/03/2006	30,3	22,2	84	54
14/03/2006	30,9	24,6	81	52
15/03/2006	31,0	23,5	84	57
16/03/2006	31,3	24,5	83	56
17/03/2006	31,8	24,6	84	58
18/03/2006	29,3	22,8	81	61
19/03/2006	29,5	15,2	87	49
20/03/2006	27,2	24,5	88	74
21/03/2006	27,2	21,2	87	65
22/03/2006	25,4	21,8	83	65
23/03/2006	26,7	25,4	87	76
24/03/2006	26,3	23,0	89	83
25/03/2006	29,8	22,3	87	83
26/03/2006	29,3	21,8	88	81
27/03/2006	29,5	15,2	87	49
28/03/2006	27,4	18,7	84	55
29/03/2006	25,6	18,5	76	62
30/03/2006	26,7	25,4	87	76
31/03/2006	25,6	15,1	86	46
01/04/2006	26,3	17,8	87	59
02/04/2006	27,1	19,2	86	58
03/04/2006	27,7	22,3	86	66
04/04/2006	28,2	22,9	84	60
05/04/2006	29,6	21,8	86	56
06/04/2006	28,8	23,1	85	63
07/04/2006	27,6	16,0	81	47
08/04/2006	28,4	21,6	87	63
09/04/2006	29,8	22,3	87	83
10/04/2006	25,8	20,8	85	67
11/04/2006	26,5	20,4	87	68
12/04/2006	26,2	18,0	83	57
13/04/2006	25,1	19,6	87	72

Tabela 1A. Continuação

14/04/2006	26,2	19,2	87	63
15/04/2006	26,0	19,5	87	72
16/04/2006	22,8	14,3	86	73
17/04/2006	22,7	13,4	85	53
18/04/2006	21,7	14,8	84	52
19/04/2006	21,8	14,3	84	53
20/04/2006	22,3	14,2	83	54
21/04/2006	22,8	16,1	83	55
22/04/2006	22,6	13,3	73	61
23/04/2006	23,8	13,8	77	61
24/04/2006	24,4	18,8	77	37
25/04/2006	26,0	14,6	77	46
26/04/2006	26,2	19,2	87	63

Tabela 2A. Médias do peso corporal (g) inicial das poedeiras e resumo dos resultados dos testes de significância.

Tratamento	Peso corporal inicial (g)
T <sub>1</sub> – Dieta basal	1564,9
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	1496,8
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	1550,6
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	1516,5
Média	1532,2
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro <sup>®</sup>	0,0213
CV% <sup>2</sup>	4,21

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

Tabela 3A. Análise de variação e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura sobre o peso corporal (g) inicial das poedeiras.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamento	3	43647,91	14549,30	3,50	0,0213
Linear	1	6260,90	6260,90	1,50	0,2252
Quadrático	1	4343,50	4343,50	1,04	0,3114
Cúbico	1	33043,51	33043,51	7,94	0,0067
Erro	56	233107,13	4162,63		
Total	59	276755,04			

Tabela 4A. Médias do peso corporal (g) das poedeiras, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	1522,3	1507,7	1504,4	1493,3	1532,7	1531,7	1530,5	1517,5
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	1517,4	1508,1	1491,1	1482,8	1518,6	1500,3	1517,5	1505,1
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	1514,0	1497,3	1486,5	1482,2	1539,3	1521,4	1503,4	1506,3
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	1513,8	1505,4	1499,5	1495,3	1532,0	1557,9	1543,0	1521,0
Média	1516,9	1504,6	1495,4	1488,4	1530,7	1527,8	1523,6	1512,5
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,9163	0,8446	0,608	0,7214	0,7372	0,1561	0,5903	0,5785
CV% <sup>2</sup>	2,44	2,44	2,65	2,66	3,21	4,50	5,39	2,49
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 5A. Análise de variação e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura sobre o peso corporal (g) das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	189554,27	189554,27	133,38	<0,0001
Tratamento	3	2825,53	941,84	0,66	0,5785
Linear	1	120,45	120,45	0,08	0,7720
Quadrático	1	2705,06	2705,06	1,90	0,1733
Cúbico	1	0,02	0,02	0,00	0,9973
Erro A	55	78161,69	1421,12		
Ciclo	6	98602,28	16433,71	9,83	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	36360,80	2020,04	1,21	0,2511
Erro B	336	561445,35	1670,97		
Total	419	966949,92			

Tabela 6A. Médias do consumo de ração (CR) (g/ave/dia), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	111	113	115	115	113	113	113	113
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	108	113	114	115	113	114	113	113
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	109	113	115	115	114	114	113	113
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	110	113	114	115	113	114	113	113
Média	110	113	115	115	113	114	113	113
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,0178	0,8339	0,0798	0,8315	0,3517	0,7577	0,2792	0,1691
CV% <sup>2</sup>	2,29	1,48	0,87	0,82	0,99	0,84	1,08	0,70
Curva ajustada <sup>3</sup>	Quadr. <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quadr.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $CR = 75,78 - 3,02x + 0,86x^2$ ;  $r^2 = 0,82$ .

Tabela 7A. Análise de variação do consumo de ração (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	5,90	5,90	9,52	0,0033
Tratamento	3	3,26	1,09	1,76	0,1691
Linear	1	0,71	0,71	1,15	0,2902
Quadrático	1	0,44	0,44	0,71	0,4061
Cúbico	1	2,11	2,11	3,40	0,0712
Erro A	55	34,29	0,62		
Ciclo	6	1014,35	169,06	88,98	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	123,07	6,84	3,60	<0,0001
Erro B	336	637,80	1,90		
Total	419	1818,67			

Tabela 8A. Médias da produção de ovos (%), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	88	85	80	79	82	79	77	81
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	83	82	76	77	78	76	77	79
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	85	85	79	79	81	77	74	80
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	85	83	79	79	80	78	76	80
Média	85	84	79	79	80	78	76	80
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,1379	0,5095	0,5278	0,7668	0,3615	0,7542	0,4458	0,4508
CV% <sup>2</sup>	5,64	6,38	8,70	7,51	7,24	9,48	9,17	5,75
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 9A. Análise de variação da produção de ovos (%) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	1,08	1,08	0,05	0,8223
Tratamento	3	56,71	18,90	0,89	0,4508
Linear	1	4,76	4,76	0,22	0,6373
Quadrático	1	31,66	31,66	1,49	0,2267
Cúbico	1	20,29	20,29	0,96	0,3319
Erro A	55	1164,84	21,18		
Ciclo	6	4014,10	669,02	33,09	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	217,09	12,06	0,60	0,9020
Erro B	336	6795,39	20,22		
Total	419	12249,21			

Tabela 10A. Médias do peso do ovo (PO) (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	60,3	59,2	57,9	58,3	59,1	59,3	60,4	59,2
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	60,2	58,8	58,7	58,6	57,7	58,4	61,6	59,2
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	60,7	59,6	58,6	59,3	59,6	61,4	63,9	60,4
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	60,0	58,6	57,9	60,6	59,1	60,6	60,5	59,6
Média	60,3	59,1	58,3	59,2	58,9	59,9	61,6	59,6
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,9227	0,7671	0,8535	0,1136	0,2719	0,1105	0,0037	0,1769
CV% <sup>2</sup>	5,13	4,50	5,73	4,58	4,71	5,77	4,53	2,91
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Linear <sup>4</sup>	Const.	Const.	Quadr. <sup>5</sup>	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Linear, Quadr.: quadrática.

<sup>4</sup>Linear.: equação polinomial linear:  $PO = 38,00 + 0,76x$ ;  $r^2 = 0,92$ .

<sup>5</sup>Quadr.: equação polinomial quadrática:  $PO = 40,28 + 0,01x - 0,17x^2$ ;  $r^2 = 0,73$ .

Tabela 11A. Análise de variação do peso do ovo (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	19,66	19,66	6,53	0,0134
Tratamento	3	15,37	5,12	1,70	0,1769
Linear	1	5,08	5,08	1,69	0,1992
Quadrático	1	2,41	2,41	0,80	0,3746
Cúbico	1	7,88	7,88	2,62	0,1111
Erro A	55	165,40	3,01		
Ciclo	6	435,96	72,66	10,52	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	166,48	9,25	1,34	0,1616
Erro B	335	2316,10	6,91		
Total	418	3118,97			



Tabela 12A. Médias da massa de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	52,8	50,2	46,3	46,1	48,6	47,0	46,7	48,2
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	49,9	48,2	45,0	45,3	45,2	44,5	47,4	46,5
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	51,8	50,3	46,6	46,6	48,3	48,0	47,1	48,3
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	51,0	48,5	45,7	47,8	47,2	47,3	46,0	47,7
Média	51,4	49,3	45,9	46,5	47,3	46,7	46,8	47,7
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,3466	0,2082	0,8502	0,3686	0,1499	0,3050	0,8785	0,4251
CV% <sup>2</sup>	7,96	6,43	10,59	8,40	8,71	10,67	10,35	6,55
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 13A. Análise de variação da massa de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	16,71	16,71	1,71	0,1958
Tratamento	3	27,64	9,21	0,94	0,4251
Linear	1	0,14	0,14	0,01	0,9048
Quadrático	1	3,26	3,26	0,33	0,5651
Cúbico	1	24,24	24,24	2,49	0,1205
Erro A	55	536,17	9,75		
Ciclo	6	1385,88	230,98	22,34	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	148,16	8,23	0,80	0,7047
Erro B	335	3462,43	10,34		
Total	418	5576,99			

Tabela 14A. Médias da conversão alimentar por dúzia de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	1,52	1,60	1,74	1,75	1,66	1,72	1,77	1,68
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	1,57	1,65	1,81	1,79	1,74	1,82	1,78	1,74
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	1,54	1,61	1,73	1,76	1,70	1,78	1,85	1,71
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	1,55	1,64	1,74	1,76	1,72	1,77	1,79	1,71
Média	1,55	1,63	1,76	1,77	1,71	1,77	1,80	1,71
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,5314	0,6456	0,5394	0,7944	0,3751	0,6365	0,5565	0,5637
CV% <sup>2</sup>	5,60	6,90	8,88	7,50	7,38	10,73	9,20	6,07
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 15A. Análise de variação da conversão alimentar por dúzia de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	0,00048	0,00048	0,04	0,8341
Tratamento	3	0,02217	0,00739	0,69	0,5637
Linear	1	0,00197	0,00197	0,18	0,6700
Quadrático	1	0,01157	0,01157	1,08	0,3042
Cúbico	1	0,00863	0,00863	0,80	0,3743
Erro A	55	0,59159	0,01076		
Ciclo	6	3,00093	0,50016	45,55	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	0,13302	0,00739	0,67	0,8377
Erro B	336	3,68954	0,01098		
Total	419	7,43773			

Tabela 16A. Médias da conversão alimentar por massa de ovo, para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	2,11	2,25	2,51	2,50	2,34	2,42	2,44	2,37
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	2,19	2,35	2,59	2,56	2,53	2,62	2,41	2,46
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	2,13	2,25	2,48	2,47	2,37	2,38	2,42	2,36
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	2,16	2,33	2,51	2,42	2,42	2,44	2,47	2,39
Média	2,15	2,30	2,52	2,49	2,42	2,47	2,44	2,40
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,7374	0,3153	0,7291	0,3246	0,1441	0,2077	0,9130	0,3746
CV% <sup>2</sup>	8,53	6,99	10,98	8,38	9,30	12,25	10,60	6,94
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativo efeito do extrato de levedura inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação, em percentagem.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 17A. Análise de variação da conversão alimentar por massa de ovo e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura com ajustamento para o peso corporal inicial das poedeiras, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Peso inicial	1	0,018	0,018	0,64	0,4180
Tratamento	3	0,088	0,029	1,04	0,3746
Linear	1	0,011	0,011	0,39	0,5347
Quadrático	1	0,075	0,075	2,68	0,1055
Cúbico	1	0,002	0,002	0,07	0,7869
Erro A	55	1,521	0,028		
Ciclo	6	6,215	1,036	32,38	<0,0001
Tratamento x ciclo	18	0,473	0,026	0,81	0,6788
Erro B	335	10,768	0,032		
Total	418	19,083			

Tabela 18A. Médias da gravidade específica (GE), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	1,086	1,086	1,085	1,085	1,085	1,082	1,082	1,084
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	1,086	1,085	1,086	1,087	1,085	1,082	1,082	1,085
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	1,087	1,087	1,088	1,087	1,086	1,083	1,083	1,086
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	1,084	1,085	1,086	1,086	1,083	1,082	1,081	1,084
Média	1,086	1,086	1,086	1,086	1,085	1,082	1,082	1,085
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,0378	0,0397	0,1192	0,0581	0,1063	0,9620	0,1965	0,0129
CV% <sup>2</sup>	0,25	0,27	0,27	0,21	0,24	0,29	0,30	0,23
Curva ajustada <sup>3</sup>	Quad. <sup>4</sup>	Quad. <sup>5</sup>	Const.	Quad. <sup>6</sup>	Quad. <sup>7</sup>	Const.	Const.	Quad. <sup>8</sup>

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quadr.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,085 + 2,23x - 0,83x^2/r^2 = 0,69$ .

<sup>5</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,086 + 0,92x - 0,40x^2/r^2 = 0,21$ .

<sup>6</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,085 + 2,41x - 0,67x^2/r^2 = 0,99$ .

<sup>7</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,084 + 1,82x - 0,70x^2/r^2 = 0,85$ .

<sup>8</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $GE = 1,084 + 1,58x - 0,55x^2/r^2 = 0,57$ .

Tabela 19A. Análise de variação da gravidade específica e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	31,25	10,42	3,95	0,0129
Linear	1	0,32	0,32	0,12	0,7298
Quadrático	1	17,58	17,58	6,66	0,0126
Cúbico	1	13,35	13,35	5,06	0,0287
Erro A	55	145,43	2,64		
Ciclos	6	1058,55	176,43	27,57	<0,0001
Tratamentos x ciclos	18	100,49	5,58	0,87	0,6131
Erro B	335	2144,39	6,40		
Total	417	3480,11			

Tabela 20A. Médias do peso da casca (PC) (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	5,4	5,2	5,1	5,3	5,3	5,1	5,3	5,3
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	5,4	5,1	5,0	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	5,6	5,5	5,3	5,4	5,4	5,4	5,6	5,5
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	5,2	5,1	5,2	5,4	5,2	5,2	5,0	5,2
Média	5,4	5,2	5,2	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro <sup>®</sup>	0,1648	0,0192	0,2871	0,1947	0,3281	0,2512	0,0023	0,0061
CV% <sup>2</sup>	8,26	6,51	8,30	6,05	6,89	8,51	8,54	6,65
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Quad. <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Quad. <sup>5</sup>	Quad. <sup>6</sup>

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quad.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $PC = 5,17 + 0,18x - 0,06x^2/r^2 = 0,16$ .

<sup>5</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $PC = 5,22 + 0,38x - 0,15x^2/r^2 = 0,48$ .

<sup>6</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $PC = 5,21 + 0,16x - 0,05x^2/r^2 = 0,19$ .

Tabela 21A. Análise de variação do peso da casca (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	0,77	0,26	4,33	0,0061
Linear	1	0,01	0,01	0,17	0,6187
Quadrático	1	0,14	0,14	2,33	0,1172
Cúbico	1	0,62	0,62	10,33	0,0016
Erro A	55	3,10	0,06		
Ciclos	6	2,23	0,37	3,08	0,0069
Tratamentos x ciclos	18	3,00	0,17	1,42	0,1535
Erro B	335	41,24	0,12		
Total	417	50,34			

Tabela 22A. Médias da espessura da casca (EC) (mm), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	0,41	0,38	0,33	0,43	0,38	0,4	0,45	0,40
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	0,41	0,38	0,36	0,42	0,36	0,41	0,46	0,40
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	0,41	0,39	0,34	0,43	0,35	0,42	0,45	0,40
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	0,39	0,38	0,35	0,40	0,38	0,41	0,44	0,40
Média	0,41	0,38	0,35	0,42	0,37	0,41	0,45	0,40
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro <sup>®</sup>	0,1117	0,3721	0,2307	0,148	0,2169	0,7090	0,6708	0,2494
CV% <sup>2</sup>	5,99	6,55	9,89	10,26	11,67	8,07	10,59	9,12
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Quad. <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quadr.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $EC = 0,38 - 0,035x + 0,011x^2 / r^2 = 0,92$ .

Tabela 23A. Análise de variação da espessura da casca (mm) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	0,0010	0,0003	1,50	0,2494
Linear	1	0,0002	0,0002	1,00	0,3093
Quadrático	1	0,0005	0,0005	2,50	0,1650
Cúbico	1	0,0003	0,0003	1,50	0,2781
Erro A	55	0,0130	0,0002		
Ciclos	6	0,4172	0,0695	53,46	<0,0001
Tratamentos x ciclos	18	0,0296	0,0016	1,23	0,2193
Erro B	334	0,4407	0,0013		
Total	416	0,9015			

Tabela 24A. Médias da altura do albúmen (AA) (mm), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	9,3	10,5	9,1	9,0	9,4	8,2	7,9	9,1
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	9,4	10,4	8,4	9,0	9,4	8,1	7,9	8,9
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	8,9	10,2	9,4	9,3	9,4	8,2	7,7	9,0
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	9,3	10,4	9,3	9,3	9,7	8,1	7,8	9,1
Média	9,2	10,4	9,0	9,1	9,5	8,2	7,8	9,0
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro <sup>®</sup>	0,4219	0,5290	0,0021	0,5961	0,6993	0,9338	0,8515	0,7289
CV% <sup>2</sup>	8,85	6,38	8,06	10,03	8,34	10,92	11,49	8,31
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Quad. <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quadr.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $AA = 8,93 - 0,30x + 0,15x^2 / r^2 = 0,36$ .

Tabela 25A. Análise de variação da altura do albúmen (mm) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	0,25	0,08	0,42	0,7289
Linear	1	0,04	0,04	0,21	0,6515
Quadrático	1	0,19	0,19	1,00	0,3175
Cúbico	1	0,02	0,02	0,11	0,7771
Erro A	55	10,42	0,19		
Ciclos	6	255,21	42,54	75,96	<0,0001
Tratamentos x ciclos	18	13,29	0,74	1,32	0,1768
Erro B	335	188,41	0,56		
Total	417	467,58			

Tabela 26A. Médias da unidade Haugh (UH), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	95,9	101,6	95,3	94,7	96,5	90,3	88,5	94,6
T <sub>2</sub> – 1% NuPro <sup>®</sup>	96,3	101,0	91,8	94,7	97,1	89,9	88,3	94,0
T <sub>3</sub> – 2% NuPro <sup>®</sup>	93,9	99,9	96,7	96,1	96,4	89,9	86,1	94,3
T <sub>4</sub> – 3% NuPro <sup>®</sup>	96,0	101,3	96,2	95,3	97,9	89,9	87,9	94,9
Média	95,5	100,1	95,0	95,2	97,0	90,0	87,7	94,4
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro <sup>®</sup>	0,2309	0,4068	0,0028	0,7992	0,6708	0,9677	0,6551	0,7361
CV% <sup>2</sup>	3,75	2,79	3,90	4,57	3,86	5,73	6,40	4,08
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Quad. <sup>4</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Quad.: quadrática.

<sup>4</sup>Quad.: equação polinomial quadrática:  $UH = 94,58 - 1,48x + 0,75x^2 / r^2 = 0,36$ .

Tabela 27A. Análise de variação da unidade Haugh e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	6,46	2,15	0,42	0,7361
Linear	1	0,85	0,85	0,17	0,6834
Quadrático	1	5,40	5,40	1,06	0,3068
Cúbico	1	0,21	0,21	0,04	0,8383
Erro A	56	284,27	5,08		
Ciclos	6	7035,43	1172,57	78,91	<0,0001
Tratamentos x ciclos	18	355,79	19,77	1,33	0,166
Erro B	336	4993,07	14,86		
Total	419	12675,02			



Tabela 28A. Médias do peso da gema (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	15,7	15,5	15,0	16,2	15,7	15,7	16,2	15,6
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	15,2	15,5	14,9	15,9	15,1	15,6	16,3	15,5
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	15,3	15,3	15,1	16,1	15,8	15,7	17,0	16,0
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	15,4	15,1	15,1	16,4	15,7	15,8	16,0	15,7
Média	15,4	15,4	15,0	16,2	15,6	15,7	16,4	15,7
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,5535	0,6103	0,9398	0,4486	0,2645	0,9749	0,0637	0,2808
CV% <sup>2</sup>	5,94	5,34	5,97	5,39	6,84	6,59	6,52	5,49
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: Probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: Coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante.

Tabela 29A. Análise de variação do peso da gema (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	1,52	0,51	1,31	0,2808
Linear	1	0,39	0,39	1,00	0,3181
Quadrático	1	0,07	0,07	0,18	0,6744
Cúbico	1	1,06	1,06	2,72	0,1040
Erro A	55	21,3	0,39		
Ciclos	6	74,72	12,45	16,82	<0,0001
Tratamentos x ciclos	18	14,72	0,82	1,11	0,3451
Erro B	333	246,35	0,74		
Total	415	358,61			

Tabela 30A. Médias do peso do albúmen (PA) (g), para cada tratamento em cada ciclo e global para os sete ciclos, e resumo dos resultados dos testes de significância do efeito do extrato de levedura.

Tratamentos	Ciclo (28 dias)							Período
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	
T <sub>1</sub> – Dieta basal	40,3	40,3	39,0	38,9	40,0	39,9	39,7	39,8
T <sub>2</sub> – 1% NuPro®	40,3	38,8	39,5	38,5	38,9	38,2	40,9	39,3
T <sub>3</sub> – 2% NuPro®	41,8	39,3	38,0	40,0	39,6	40,6	42,1	40,4
T <sub>4</sub> – 3% NuPro®	39,2	38,9	38,3	40,9	38,7	42,0	40,5	39,8
Média	40,4	39,3	38,7	39,6	39,3	40,2	40,8	39,8
P <sup>1</sup> : efeito de NuPro®	0,3205	0,5885	0,6828	0,3336	0,7955	0,0566	0,3090	0,4890
CV% <sup>2</sup>	9,54	8,13	9,50	10,11	10,06	9,38	8,55	8,73
Curva ajustada <sup>3</sup>	Const.	Const.	Const.	Const.	Const.	Linear <sup>4</sup>	Const.	Const.

<sup>1</sup>P: probabilidade de declarar significativa variação inexistente.

<sup>2</sup>CV%: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Equação polinomial ajustada: Const.: constante, Linear.

<sup>4</sup>Linear: equação polinomial linear:  $PA = 5,12 + 0,05x / r^2 = 0,51$ .

Tabela 31A. Análise de variação do peso do albúmen (g) e testes de significância dos componentes polinomiais do efeito do extrato de levedura, no período experimental.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	3	8,38	2,79	0,82	0,4890
Linear	1	0,73	0,73	0,21	0,6460
Quadrático	1	0,01	0,01	0,00	0,9587
Cúbico	1	7,64	7,64	2,24	0,1402
Erro A	54	183,99	3,41		
Ciclos	6	198,85	33,14	2,75	0,0127
Tratamentos x ciclos	18	274,94	15,27	1,27	0,2063
Erro B	333	4010,90	12,04		
Total	414	4677,06			